



VALTIOVARAINMINISTERIÖ

# Pilkahduksia tulevaisuuteen – digitalisaation ja robotisaation mahdollisuudet

Valtiovarainministeriön julkaisu x/2016

Valtiovarainministeriö

Kuvat: Markkinointitoimisto Kitchen Oy

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö/Tietotuki- ja julkaisuyksikkö/Pirkko Ala-Marttila

Helsinki 201x

# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	7
<b>2</b>	<b>MTK   ATK   ICT   digitalisaatio &amp; robotisaatio – lyhyt historia ja pala tulevaisuutta</b>	9
2.1	Manuaalisesta tietojenkäsittelystä kohti automaattista tietojenkäsittelyä	10
2.2	Internet mahdollisti sähköisten asiointipalveluiden kehittymisen	10
2.3	ICT toi uudenlaiset päätelaitteet ja palvelut kaikkialle	11
2.4	Digitalisaatio ja robotisaatio ohjaavat kehitystämme seuraavat 10 vuotta	12
2.5	Kilpailu keinoölyjen ekosysteemeistä	13
2.5.1	Puheentunnistuksesta seuraava käyttöliittynä	14
2.5.2	Virtuaali- ja lisätty todellisuus myös kilpailukenttänä	15
2.6	Kaiken hyvän rinnalla on kehittynyt myös paha alamaailma	15
<b>3</b>	<b>Teknologiamurroksesta hallinnon toimenpiteiksi</b>	17
3.1	Tiivistelmä	17
3.2	Johdanto	18
3.3	Teknologiavisioiden arviointikehikko	19
3.3.2	Teknologioiden hyväksikäytön esteet ja sosiotekninen regimi	21
3.3.3	Mahdolliset ja välttämättömät hallinnon toimenpiteet	22
3.4	Sosioteknisten innovaatioiden Top Ten: hyödyt, uhkat, toimenpiteet	23
3.4.1	Robottiliikenne	23
3.4.2	Energiamurros	24
3.4.3	Yksilöllinen lähivalmistus	25
3.4.4	Urbaani biotuotanto	26
3.4.5	Sote-hakkerointi	28
3.4.6	Jakamis- & alustatalous	29
3.4.7	Lisätty todellisuus & IoT	30
3.4.8	Etiäis- & palvelurobotiikka	31
3.4.9	Superkykypalvelut	33
3.4.10	Oppimisen digitalisaatio	34
3.5	Yhteenveto mahdollisuuksista ja uhkista sekä toimenpidesuosituksista	35
3.6	Lähteet	38

<b>4</b>	<b>Kestävästi kehittyen kohti tulevaisuutta</b>	40
4.1	Johdannoksi	41
4.2	Digitalisaatiosta robotisaatioon	42
4.3	Robotit kohti autonomiaa	43
4.4	Onko robotti kuin ihminen	46
4.5	Kestävästi kehittyen kohti tulevaisuutta	47
4.5.1	Robotit osaksi sote -ratkaisua	47
4.5.2	Robotit ihmisen sisällä ja osana ihmistä	48
4.5.3	Liikkuvat robotit keskuudessamme	48
4.5.4	Oppiva keinoäly ja suomalaisuuden tulevaisuus. Ihmisen uusi oppiminen ja koulutus	49
4.5.5	Uusteollistamisohjelma. Uutta elinkeinoa, vientiä ja reshoringia. Suomi nousuun!	49
4.5.6	Ohjelmistorobotiikka ja hallinnon uudistus. Rakenteet joustaviksi palvelijoiksi	50
4.5.7	Roboteilla maailmaa pelastamaan. Itämeri, metsät ja ilmasto kiittävät! Arktinen mahdollisuus. Suomalainen osaaminen maailmanluokkaa!	50
4.5.8	Autonomisten ja systeemisten virtuaalirobottien vallankumous	51
4.5.9	Yhteiskunnan uusi ansaintalogiikka. Mistä tulot, jos palkkatulo siirtyy historiaan?	51
4.5.10	Kvanttirobotit ja neuroverkot. Visiointia tulevasta	52
4.6	Mikä on ihmisen rooli robotisoituvassa maailmassa?	52
4.7	Suomi tarvitsee robotisaatiostrategian!	53
4.7.1	Suomen robotisaatiostrategia – AiRo strategia	53
4.8	Viitteet:	56
<b>5</b>	<b>Lohkoketjuteknologian mahdollisuudet – Graalin malja vai Pandoran lipas?</b>	58
5.1	Johdanto - suurten kysymysten ja ratkaisujen aika	58
5.2	Mitä lohkoketjuteknologia on?	60
5.3	Miten lohkoketju voisi ratkaista julkishallinnon kiperiä kysymyksiä?	62
5.3.1	Näkökulma I: Ekosysteemitehokkuus	63
5.3.2	Näkökulma II: IoT ja älysovimukset	65
5.3.3	Näkökulma III: Rakenteiden ja toimintamallien innovointi	66
5.4	Onkohan lohkoketju hypetystä?	67

<b>6</b>	<b>Toiminnan digitalisaatio – miten sudenkuopat vältetään?</b>	69
6.1	Mitä digitalisaatio on?	69
6.2	Julkisen sektorin rooli digitalisaatiossa	70
6.3	Organisaation eksistentiaalinen kriisi	72
6.3.1	Lakisäätöinen tehtävä > Disruptiiviset palveluinnovaatiot	72
6.3.2	Organisaatiolähtöisyys > Asiakaskeskeisyys	73
6.3.3	Lineaarinen arvontuotto > Verkottunut yhteistyö ja ekosysteemit	74
6.3.4	Hierarkkinen johtamismalli > Innostunut yhteisöllisyys	76
6.3.5	Suunnitelmallisuus > Ketteryys ja kokeilut	77
6.3.6	Pitkät ja kankeat sopimukset > Joustavat hankinnat ja yhteistyö	78
6.4	Lopuksi: tieto kehityksen katalyyttinä	79
<b>7</b>	<b>Digitaalinen turvallisuus kehityksen ja toiminnan mahdollistajana</b>	81
7.1	Kohti turvallisuuden tulevaisuutta	81
7.1.1	Digitaalisen turvallisuuden kulttuurin luomisessa on kyse vastuullisuuden kulttuurista.	85
7.2	Digitaalisen turvallisuuden kokonaiskuva	86
7.3	Mitä osa-alueita tarvitaan digitaalisen turvallisuuden toteuttamiseksi?	88
7.3.1	Mistä tietoturvallisuudessa on kyse?	89
7.3.2	Tietosuojan merkitys kasvaa	90
7.3.3	Mitä kyberturvallisuus tarkoittaa?	91
7.3.4	Toimintaan kohdistuvat vaatimukset	92
7.3.5	Toimintaan kohdistuvat tieto- ja kyberturvauhat	92
7.3.6	Toiminnan johtaminen	93
7.3.7	Riskienhallinta mahdollistaa riskien ottamisen	94
7.3.8	Varautuminen häiriötilanteisiin	94
7.3.9	Tekninen turvallisuus	94
7.3.10	Hallinnollinen tietoturva	95
7.3.11	Henkilöstö	96
7.3.12	Toiminnan mittaaminen ja vaatimusten hallinta sekä arviointi	97
7.4	Turvallisuudesta huolehtiminen on luottamuksen rakentamista	97
7.5	Mitä digitalisaatio ja robotisaatio vaativat turvallisuudelta?	98
7.6	Kuinka turvallisuudesta tehdään mahdollistaja?	99

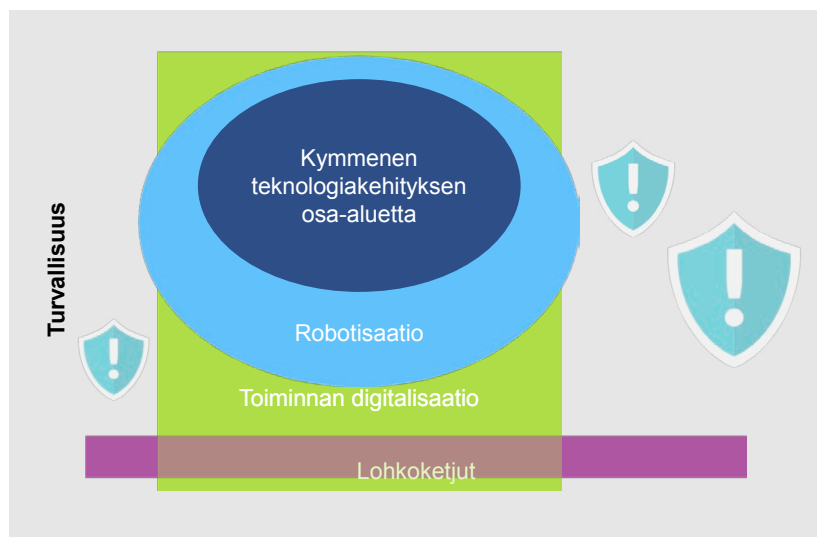


# 1 Johdanto

*Kimmo Rousku*

Digitalisaatio on päivän sana. Se tarkoittaa, että teknologian kehittämisen sijaan meidän tulee **uudistaa toimintaamme** teknologian tarjoamien mahdollisuuksien rajoissa. Tämä on juuri oikea suuntaus, koska haasteet toiminnan kehittämässä eivät pitkään aikaan ole liittyneet teknologian suorituskykyyn ja mahdollisuuksiin, vaan siihen kuinka voimme hyödyntää sitä tehokkaammin.

Teknologian kehittymisen yhteydessä viitataan usein ns. Mooren lakiin, jota olen soveltanut siten, että laitteiden suorituskyky tai kapasiteetti karkeasti yleistäen kaksinkertaistuu 24 kuukauden välein. Haasteena on tämän teknologisen kehityksen mukana pysyminen siten, että pystymme hyödyntämään tarkoituksenmukaisesti alati nopeutuvan teknologian tarjoamia uusia mahdollisuuksia. Ei ole järkevää yrittää pysyä teknologian kärjessä kaikilla osa-alueilla, vaan priorisoida uuden teknologian tarjoamista palveluiden ja prosessien kehittämisessä niistä hyödyllisimmät. Nostamme tässä raportissa esille yhtenä esimerkkinä uudesta toimintaa disruptiivisesti uudistavasta teknologiasta lohkoketjut (blockchain), jonka käyttöalueet ja -kohteet ovat vielä osin tunnistamatta sekä robotisaation tuomat mahdollisuudet.



Toiminnan digitalisaation rinnalla kulkee toinen, todennäköisesti seuraavan vuosikymmenen aikana vielä suurempi muutos, jota siivittävät keinoälyn ja robottien yleistyminen. Julkisessa hallinnossa on jo ensimmäisiä kokemuksia ja pilotteja niiden uudenaikaisesta hyödyntämisestä.

Uusien teknologioiden hyödyntämiseen liittyy aina riskejä, jotka pitää tunnistaa ja ottaa hallintaan. Tietoturvallisuuden tai laajemmin ymmärrettynä digitaalisen turvallisuuden keskiöön nousevat toiminnan jatkuvuuden turvaaminen eli palveluiden saatavuus ja palveluissa käsiteltävän tiedon eheys ja oikeellisuus. Tämä johtuu siitä, että tulemme käsittelemään massoittain tietoa, jonka synnyttävät sellaiset esineiden internet-maailmassa (IoT. Internet of Things) toimivat laitteet ja sensorit, joita kaikkia emme vielä edes tunnista. Myös henkilötietojen käsittelyn merkitys kasvaa uudelleen muotoilluissa palveluissa kansalaisille, hallinnolle ja yrityksille.

Meillä on nyt ainutkertainen mahdollisuus tarjota uudenlaisia palveluita, joissa hyödynnetään samaan aikaan kehittyviä päätelaitteita ja uusia tiedon käyttö- ja esitystapoja, esimerkiksi virtuaali- ja lisättyä todellisuutta (VR, virtual reality ja AR, augmented reality). Edistämällä aktiivisesti uuden teknologian käyttöönottoa, tarjoamme mahdollisuuden uudenlaisiin palveluihin, mikä mahdollistaa myös yhteiskuntamme ja elinkeinoelämämme tuottavuuden parantumisen sekä palveluiden käyttäjien, asiakkaiden ja kansalaisten tyytyväisyyden. Siis mahdollistamme Suomen ja yhteiskuntamme paremman menestymisen.

Tämän raportin tarkoituksena on avata pilkahduksia tulevaisuuteen eli kuvata millaisia mahdollisuuksia kehittyvä teknologia tarjoaa sekä pohtia sitä, kuinka julkisen hallinnon tulisi näitä lähteä hyödyntämään. Usein moititaan sitä, että julkishallinto ottaa käyttöön uusia teknologioita ja palveluita vasta siinä vaiheessa, kun yksityisellä sektorilla ollaan jo siirtymässä uudempiin malleihin tai versioihin. Tätä vasten kykymme ottaa käyttöön uutta teknologiaa ja soveltaa sitä toiminnan muutokseen ei tunnu kovin onnistuneelta, etenkin jos asiaa tarkastelee median silmin. Toisaalta Suomi on pärjännyt erinomaisesti kansainvälisissä teknologian käytön, sähköisen asioinnin ja kyberturvallisuuden vertailuissa – olemme edelleen yksi teknologian kehittämisen ja ennen kaikkea sen hyödyntämisen kärkimaita, joka ei aina näy täältä sisältä päin tarkasteltuna.

Toivomme tämän raportin ja siihen liittyvien tilaisuuksien avulla edistävämme sopivin loikkauksin toimintaamme kohti tulevaisuutta, jossa Suomi ja julkinen hallinto pystyvät kukoistamaan kansainvälisessä ympäristössä ja luomaan paremman, meidän kaikkien menestymisen mahdollistavan yhteiskunnan.

*Kimmo Rousku toimii valtiovarainministeriössä erityisasiantuntijana sekä valtionhallinnon tieto- ja kyberturvallisuuden johtoryhmän (VAHTI) pääsihteerinä. Hän toimii tämän raportin ja siihen liittyvien tilaisuuksien vastuuhenkilönä. Hänelle voi lähettää palautetta sähköpostitse [kimmo.rousku@vm.fi](mailto:kimmo.rousku@vm.fi).*

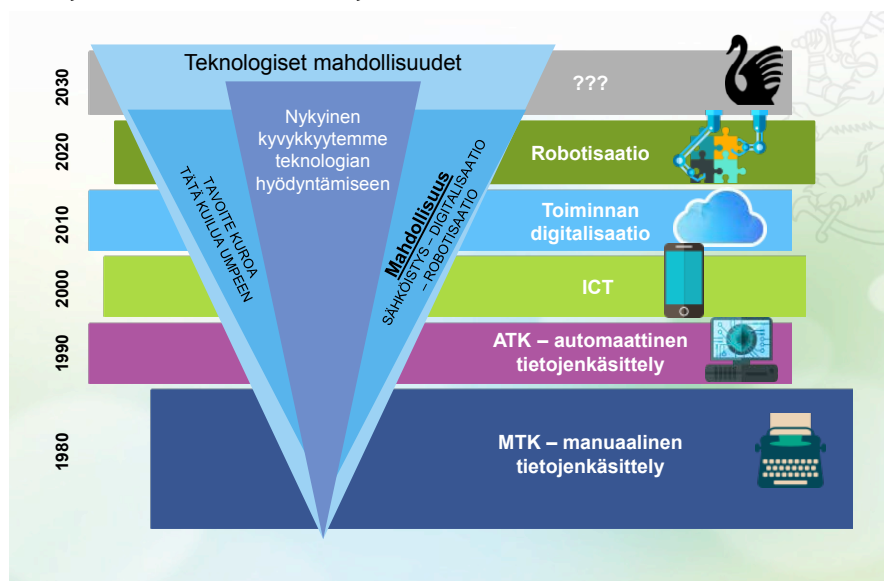


## 2 MTK | ATK | ICT | digitalisaatio & robotisaatio – lyhyt historia ja pala tulevaisuutta

Kimmo Rousku

Tieto- ja viestintäteknikka ( information and communication technology, ICT) on ollut toimintamme kehittämisen väline jo parinkymmenen vuoden ajan. Jatkossa nykyisenlaisen ICT:n rooli heikkenee, kun otamme käyttöön uudenlaisia päätelaitteita, yhä automatisoivampia, keinoälyn varassa toimivia tietojenkäsittelytoimintoja ja prosesseja sekä itsenäisesti toimivia robotteja.

Teknologian kehittyminen manuaalisesta tietojenkäsittelystä ATK:n ja ICT:n kautta nykyaikaisen digitalisaation ja robotisaation mahdollistajaksi.



## 2.1 Manuaalisesta tietojenkäsittelystä kohti automaattista tietojenkäsittelyä

Otin ensimmäisen henkilökohtaisen tietokoneeni, tuttavallisemmin PC:n (Personal Computer), käyttöön 1980-luvun puolivälissä. Samaan aikaan ensimmäiset kotitietokoneet yleistyivät, ja monet julistivat uuden aikakauden alkaneen. Kotiin näitä laitteita suositeltiin niin osoite- ja puhelintietojen kuin ruokareseptien tai videonauhojen tietojen tallentamiseen. Tuolloin otettiin ensimmäisiä askelia tiedon sähköistämisen suuntaan, ja tietoa ryhdyttiin muuntamaan analogisesta digitaaliseen muotoon. Samanaikaisesti siirryttiin tiedon manuaalisesta käsittelystä automaattiseen.

Ennen internetin yleistymistä otettiin 1980-luvulla käyttöön ensimmäiset modeemikäyttöiset tietoliikenneyhteydet. Toisin kuin nykypäivänä, jolloin puhutaan ajasta ja paikasta riippumattomasta tietojenkäsittelystä ja palveluista, oli automaattinen tietojenkäsittely 1980-luvulla sidottu visusti paikkaan ja aikaan, minkä lisäksi palveluiden virkaa toimittivat ne ohjelmistot, jotka käytössä olevaan tietokoneeseen oli asennettu.

## 2.2 Internet mahdollisti sähköisten asiointipalveluiden kehittymisen

Jos henkilökohtainen tietokone on nykyisten mobiilien päätelaitteiden esi-isä, ovat internet-verkon syntyminen sekä www-selain luoneet 1990-luvulta alkaen nykyisen palvelupohjaisen toimintamallin.

Alkuun organisaatiot pystyivät yhdistämään omat tietokoneensa lähiverkkoon. Laajempia, paikkakuntia ja jopa eri maissa toimipisteitä yhdistäviä laaja-alueisia organisaatioverkkoja luotiin hankkimalla näiden verkkojen väliin tietoliikenneoperaattoreilta kalliita verkkojen yhdistämispalveluita. Internet-verkon yleistyminen ja sen hinnan romahtaminen toivat tietoliikenteen kaikkialle.

Internet mahdollisti html-kielen ja www-palvelut, mikä mahdollisti aivan uudenlaisten, merkittävästi helpommin työstettävien palveluiden tuottamisen. Periaatteessa kuka tahansa pystyi rakentamaan oman www-sivuston tiedon tuottamiseen ja jakamiseen. Tästä sai alkunsa edelleenkin vahvassa nousussa oleva tiedon tuottamisen ja jakamisen malli, joka tänä päivänä toimii kehittyneissä sosiaalisen median palveluissa ja mobiileissa päätelaitteissa.

Nykyisin kenenkään ei siis tarvitse itse rakentaa omaa www-palvelinta ja koodata html-sivustoa jakaakseen tietoa, koska internet ja mobiililaitteisiin saatavilla olevat sovellukset ovat pullollaan mitä mielenkiintoisimpia tapoja jakaa ja esittää niin työtehtäviin kuin vapaa-aikaan liittyvää tietoa.

Mitä enemmän internet-verkko on yleistynyt, sitä enemmän sen hyödyntämiseksi on kehitetty uusia palveluita ja toimintamalleja. Samalla myös erilaisten asiointipalveluiden tuottaminen on tullut helpommaksi ja kustannustehokkaammaksi.

## 2.3 ICT toi uudenlaiset päätelaitteet ja palvelut kaikkialle

Jonkin asian menestyminen on usein lukuisten eri osa-alueiden summa. Internetistä ei olisi tullut nähdyn kaltaista muutostekijää, ellei viimeisen kymmenen vuoden aikana olisi kyetty rakentamaan uudenlaisia mobiileja päätelaitteita: älypuhelimia, tabletteja ja entistä kevyempiä ja helppokäyttöisempiä kannettavia tietokoneita sekä muita internet-verkkoa hyödyntäviä laitteita, yhä enemmän myös kodinkoneita ja kulutuselektronikan laitteita, hyvänä esimerkkinä äly-tv.

Laitteiden käyttö 1990-2000-luvulla perustui henkilökohtaiseen tietokoneeseen asennettaviin tai omassa lähiverkossa oleviin ohjelmistoihin. Internetin myötä yleistyivät selaimella käytettävät palvelut sekä 2010-luvulla mobiililaitteissa käytettävät sovellukset (application, app).

Internetin viitoittamalla tiellä olemme edelleen! Mieti, mihin kaikkeen käytät omaa mobiililaitettasi ja siinä olevia sovelluksia. Valtaosa työkäytöstä liittyy sähköpostiin, kalenteriin ja netin hyödyntämiseen www-selaimella. Lisäksi saatetaan käyttää erillisiä sosiaalisen median ja vapaa-ajan asioiden hoitamiseen tarkoitettuja sovelluksia. Emme ole vielä juuri kyenneet hyödyntämään ja siirtämään tietokoneilla olevia, esimerkiksi selainpohjaisia palveluita erillisiksi sovelluksiksi, vaan käytämme niitä mobiililaitteillakin selaimen avulla. Onneksi selaimet ja www-palveluiden taustateknologiat ovat kehittyneet siten, että myös selainkäytössä voidaan tarjota koko ajan parempi ja käyttäjän toimintaan herkemmin reagoiva palvelukokonaisuus.

Päätelaitteiden käyttötavoissa on tapahtunut vähittäinen siirtymä näppäimistöstä ja hiirestä kohti kosketus- ja puheohjausta. Suurempi muutos on tapahtunut palveluiden tuottotavoissa. Yhä harvempi organisaatio tuottaa itse pelkästään omaan käyttöön hankittuja palvelimia ja palveluita, vaan suuntaus on kohti jaettua kapasiteettia ja jaettuja palveluita tuottavia palvelukokonaisuuksia.

Jaettu kapasiteetti (laskentateho, tallennuskapasiteetti, tietoliikennekapasiteetti) tarkoittaa jaettuja kustannuksia, mikä mahdollistaa palvelun tuottamisen merkittävästi edullisemmin kuin käyttäen omia, vain organisaation omaan käyttöön tarkoitettuja konesaleja, tarvittavaa ict-infrastruktuuria ja palveluita. Tällaisia jaettua kapasiteettia käyttäviä palveluita kutsutaan monella eri nimellä, mutta yleisesti puhutaan pilvipalvelusta (cloud service) tai yksittäisen palvelukokonaisuuden yhteydestä ohjelmistosta palveluna (Software as a Service, SaaS).

Hankittaessa tällaisia jaettua kapasiteettia käyttäviä palveluita organisaation pitää selvittää niiden soveltuvuus sen tarvitsemien palveluiden tuottamiseen. Soveltuvuus määrittyy sen perusteella, kuinka palvelu täyttää organisaation toiminnalliset vaatimukset. Tämän ohella tulee tarkastella ja varmistaa vaatimuksia toiminnan jatkuvuuden takaamiseksi erilaisissa häiriötilanteissa, tietosuojan toteutumisen ja - mikäli palveluun on tarkoitus tallentaa salassa pidettäviä tietoja - luottamuksellisuuden turvaamisen osalta. Tähän ei ole olemassa yhtä ainoaa oikeaa mallia, vaan jokaisen pitää arvioida eri vaihtoehdot, niihin liittyvät uhat ja ottaa niistä syntyvät riskit hallintaan.

## 2.4 Digitalisaatio ja robotisaatio ohjaavat kehitystämme seuraavat 10 vuotta

ICT on toiminut meillä teknologiakehityksen vankkureina ja mahdollistajana parisenkymmentä vuotta. Ennustan, että painoalue siirtyy ICT:n soveltamisesta uudenlaisten, digitalisoitujen ja uudella tavalla muotoiltuihin palveluihin. Jos dataa on kutsuttu digitalisaation polttoaineeksi, keinoälyä voidaan kutsua tätä digitaalista verkostoa ohjaavaksi hermoverkostoksi, joka tulee yhdistämään yhä laajempia ja monimutkaisia osa-alueita itseoppivaksi, entistä kehittyneemmäksi kokonaisuudeksi.

Vaikka välillä saattaa tuntua siltä, että digitalisaatiosta on jo puhuttu riittävästi, meillä on vielä paljon tehtävää. Olemme sähköistäneet toimintaprosessejamme osana internetin avulla tehtyä asiointipalveluiden kehittämistä. Pelkästään tämän ansiosta Suomi lukeutuu jo maailmaan johtavien maiden joukkoon, mitä tulee julkisen hallinnon toiminnan ja palveluiden sähköiseen kehittämiseen. Tämä on kuitenkin vasta välietappi.

Nyt kun ymmärrämme paremmin omaa sekä asiakkaittemme ja sidosryhmiemme toimintaa, saamme aikaiseksi aikaisempaa suuremman muutoksen – osaamme rakentaa uudenlaiset toimintatavat entistä käyttäjälähtöisemmiksi, digitaalisiksi palveluiksi. Samalla joudutaan purkamaan suuri määrä vanhoja toimintamalleja ja prosesseja sekä miettimään uudella tavalla kansalaisilta tai asiakkailta tehtävää tiedonkeruuta. Joudumme myös tekemään tietojen keskitettyyn tallentamiseen liittyviä uudistuksia, jotka mahdollistavat

ns. yhden luukun palvelumallin. Kaiken muun lisäksi tämä edellyttää säädösten sujuvoittamista ja normien purkamista, mikä toivottavasti näkyy käyttäjille ja asiakkaille tarpeettoman byrokratian vähentymisenä.

Digitalisaation edistäminen, ”Digitalisoidaan julkiset palvelut”, on merkittävä hallituksen kärkihanke, mutta sen rinnalla rakentuu myös toinen merkittävä muutos, robotisaatio. Löydät tästä raportista Cristina Anderssonin kattavan esityksen aiheesta luvusta 4, mutta tässä yhteydessä korostan erityisesti ohjelmistorobotiikan merkitystä julkisen hallinnon toiminnan tehostajana. Ohjelmistorobotiikan avulla voimme automatisoida paljon sellaisia tietotyöhön liittyviä rutiineja, joka ei ole ollut tähän saakka käytössä olevilla teknologiaratkaisuilla mahdollista tai kustannustehokasta.

Jos loikkaisimme aikakoneella vuoteen 1900 ja meillä olisi mukana nykyaikainen kannettava tietokone ja älypuhelin, ei niistä olisi meille mitään hyötyä, koska niiden edellyttämä infrastruktuuri ei olisi käytettävissä. Jos nykyaikaan tulisi robotti vuodesta 2030, ei siitäkään olisi meille mitään iloa samasta syystä. Digitalisaation edistäminen ja toteuttaminen on tärkeää tämän hetkisen toiminnan kehittämisen näkökulmasta sekä sen robotisaatiolle luomien toimintaedellytysten takia.

## 2.5 Kilpailu keinoälyjen ekosysteemeistä

Tässä raportissa toistuu kymmeniä kertoja termi keinoäly (artificial intelligence, AI). On selvää, että ICT:n seuraava vaihe liittyy vahvasti keinoälyyn. Itse asiassa käytämme alkeellista keinoälyä jo nyt varsin paljon. Meidän jokapäiväinen työskentelymme ei olisi mahdollista ilman kehittyneitä tietokoneohjelmistoja, vaikka ne eivät ole vielä kovinkaan oppivia, vaan lähinnä selviytyvät niihin suoraan ohjelmoiduista rutiineista.

Valtaosa käytössämme olevista ohjelmista on tällaisia ”tyhmiä” ohjelmistoja. Siitä huolimatta ICT on mahdollistanut meille jo nykyisenlaisen palveluvalikoiman ja liudan merkittäviä teknologioita, joista hyvinä esimerkkeinä internet-verkko, mobiilit päätelaitteet ja viestintäratkaisut, gps-paikannusteknologia sekä erilaiset tietoja keräävät sensorit.

Teknisen historian aikana meillä on ollut lukuisia teknologiasotia, jotka liittyvät kahden tai useamman kilpailevan standardin tai muun ekosysteemin väliseen kilpailuun. Tällaisista voidaan mainita esimerkiksi vhs- ja beta-kasettien välinen sota 1980-luvulla tai viimeisimpinä mobiilikäyttöjärjestelmien ekosysteemien taisto Apple iOS, Google Android ja Microsoft Windows -järjestelmien välillä. Seuraava merkittävä kamppailu käydään keinoälyn herruudesta.

Tulevaisuudessa keinoälylle annetaan yhä enemmän valtaa vastata organisaation toimintaan liittyvistä asioista, myös päätöksenteossa. Silloin joudutaan valitsemaan, haluaako organisaatio markkinoiden parhaan, toiseksi vai kolmanneksi parhaan keinoälyn jopa hallituksensa jäseneksi tai vastaamaan liiketoimintaprosessiin liittyvästä kehitystyöstä? Miksi hankkia toiseksi paras, jos organisaatio häviää kilpailijan paremmalle keinoälylle?

Entä miltä näyttäisi sama turvallisuuden näkökulmasta ajateltuna? Kyberrikollisilla on jo nyt oma alamaailmansa ("darknet", "dark web"), josta on mahdollista ostaa kaikki mahdollinen verkkorikollisuus palveluna: CaaS, Crime as a Service, sisältää 24/7 palvelupisteen, palvelutasolupaukset ja muut hyvin tuotetun palvelukokonaisuuden tunnusmerkit. Keinoäly ei valitse käyttäjänsä, ja kyberrikolliset yrittävät käyttää sitä oman toimintansa kehittämiseen samalla tavoin kuin mikä tahansa muu organisaatio. Jos maailmalle vuotaa lista tietomurron seurauksena käyttäjätunnuksista ja salasanoista, ei niitä kukaan yritä manuaalisesti kokeillaan yritä hyödyntää muihin palveluihin vaan tunnuksia ja salasanoja voidaan kokeilla tuhansiin yleisimpiin palveluihin, täysin automatisoidusti.

Keinoälykeskustelussa puhutaan usein singulariteetista. Wikipedian mukaan "teknologinen singulariteetti tarkoittaa tulevaisuudentutkimuksessa hypoteesia, jossa yli-inhimillinen tekoäly kiihdyttää ihmiskunnan teknologisen kehityksen ja sosiaalisen muutoksen niin nopeaksi, että singulariteettia edeltäneet ihmiset eivät pysty ymmärtämään tai mielekkäästi ennustamaan tulevaisuutta. Ilmiön nimitys on analogia, joka viittaa modernin fysiikan sääntöjen kaatumiseen lähellä mustan aukon singulariteettia. Useimmat tulevaisuudentutkijat arvioivat singulariteetin tapahtuvan aikaisintaan 2030-luvulla, mutta arviot ovat kiistanalaisia."

Kuvasin tämän luvun alussa, kuinka Mooren lakia noudattava teknologia kasvattaa suorituskäytönsä kaksinkertaiseksi 24 kuukauden välein. Mikäli keinoäly olisi pystytty ohjelmoimaan oikealla tavalla ja saisi käyttöönsä kaiken ihmisen tuottaman materiaalin ja tiedon, sen oppimiskyky ja opitun soveltamiskyky kasvaisi erittäin nopeasti, suorastaan eksponentiaalisesti, Mooren lain 24 kuukautta lyhentyisi merkittävästi, jopa viikoiksi. Kun tällainen tiedonkäsittelykyky saadaan paketoitua esimerkiksi mobiilipäätelaitteella käytettäväksi digitaalisesti avustajaksi, on meillä tulevaisuudessa käytettävissämme viisasten kivi, joka jollei itse tiedä kaikkea - pystyy sen taatusti selvittämään muilta keinoälyiltä tai hakemaan tiedon verkosta, jos tieto vain on siellä jossain olemassa. Tai jopa itse koostamaan tämän uuden, tarvittavan tiedon.

### 2.5.1 Puheentunnistuksesta seuraava käyttöliittynä

Keinoälyn rinnalle pitää nostaa toinen keskeinen, myös jokaisen meidän arkeen liittyvä asia: puheohjaus ja puheentunnistus. On ollut suorastaan hämmästyttävää seurata kuinka

näppäimistö ja hiiri ovat säilyneet tähän saakka tärkeimpinä syöttölaitteina tietokoneissa, joilla kirjoitetaan pitempiä tekstejä. Pikaisesti laskeskelin, että olen elämäni aikana näpytellyt näppäimistöillä yli 60 miljoonaa merkkiä. Nyt tämä kaikki tulee muuttumaan uudenaisten ohjausteknologioiden ansiosta.

Jo nyt voin ohjata rajatusti älypuhelimellani tiettyjä asioita, suomeksi. Puheohjaukseen liittyy selkeä riski, joka liittyy kielialueemme pienuuteen. En usko, että monikaan valmistaja haluaa tukea ja kehittää palveluita markkina-alueelle, joka globaalissa mittakaavassa vastaa keskikokoista suurkaupunkia. Meidän onkin kansallisesti varmistettava, että pystymme jatkossakin käyttämään suomen kieltä laitteiden ja robottien ohjaamiseen, mikäli globaalien toimijoiden ratkaisut eivät kieltämme tue.

### 2.5.2 Virtuaali- ja lisätty todellisuus myös kilpailukenttänä

Markkinoille on jo pitkään luvattu erilaisia äylaseja tai vastaavia lisälaitteita, jotka mahdollistavat virtuaalitulevaisuuden (virtual reality, VR) tai lisätyn tulevaisuuden (augmented reality, AR) palveluita. Voimme olettaa, että 2020-luvun – ennustan varmuuden vuoksi loppupuolella – tällaiset laitteet yleistyvät yhtä nopeasti kuin kehittyneet älypuhelimet tällä vuosikymmenellä. Ratkaisevaa suuren yleisön suosioon pääsemisessä on se, mihin näitä laitteita voidaan käyttää sekä millaisia palveluita niille on saatavilla. Kuten älypuhelimien ekosysteemien valtataistelussa hyvin havaittiin, teknologian yleisyys tai paremmuus ei takaa sen säilymistä markkinoilla; palvelut ja käyttömahdollisuudet ratkaisevat ja asiakkaat äänestävät herkästi käyttäytymisellään eli vaihtavat paremmin heidän käyttöön sopiviin palveluihin ja laitteisiin.

## 2.6 Kaiken hyvän rinnalla on kehittynyt myös paha alamaailma

Tämä raportti keskittyy ennen kaikkea positiivisiin mahdollisuuksiin kehittää toimintaamme. Vaikka meillä Suomessa ei ole sattunut juuri mitään merkittäviä tieto- tai kyberturvallisuuspoikkeamia, emme voi tuudittautua sellaiseen luuloon, ettei mitään sellaista vastedeskään tapahtuisi. Kyberrikolliset kehittävät koko ajan toimintaansa, ja mitä enemmän me keskitämme toimintaamme yhdenmukaisesti prosesseihin, palveluihin ja tietovarantoihin, sitä mielenkiintoisempina kohteina rikolliset ne näkevät.

Tämän takia meidän täytyy yhä ponnekkaammin huolehtia uhkien tunnistamisesta, riskien hallinnasta, teknisen tietoturvallisuuden jatkuvasta kehittämisestä, havainnointi- ja reagointikyvyn ylläpitämisestä ja kehittämisestä sekä ennen kaikkea varautumisesta erilaisiin

häiriötilanteisiin. Itse en pidä kyberrikollisia, -terroristeja tai tiedusteluorganisaatioita suurimpana uhkanamme, vaan sitä, että käytössämme oleva tieto- ja viestintäteknologia ei vielä toimi niin luotettavasti kuin sen pitäisi. Kehittämällä kyvykkyyttä varautua kaikenlaisiin häiriöihin organisaatio voi skaalata osaamistaan häiriön aiheuttajan, laadun ja vaikutuksen mukaisesti. Kyberrikollisten ja muiden toimijoiden aiheuttama uhka on kuitenkin merkittävässä kasvussa, minkä vuoksi siihen tulee varautua ennakoivasti.

Palveluiden keskittämisessä ei pidä hakea turvallisuuden keskitasoa, jolla yksittäiset toimijat ovat tottuneet turvallisuuden toteuttamaan, vaan nostamaan tasoa suojattavan kohteen kriittisyyden edellyttämälle tasolle. Nykyaikainen tapa tuottaa palveluita on äärimmäisen verkostoitunut; tuskin kukaan enää tietää tarkalleen kaikkien palvelutuotantoon liittyvien osa-alueiden, komponenttien ja toimijoiden suhdetta tai riippuvuutta – vaikka näin pitäisi olla. Palvelut ja käyttömahdollisuudet ratkaisevat ja asiakkaat äänestävät herkästi käyttäytymisellään eli vaihtavat paremmin heidän käyttöön sopiviin palveluihin ja laitteisiin.

**Keinoälyn ohella markkinoilla tullaan siis kilpailemaan kahdesta muusta merkittävästä osa-alueesta; puheentunnistuksesta ja virtuaali- sekä lisätyn todellisuuden ekosysteemeistä.**

Miten nämä turvallisuuteen liittyvät osa-alueet tulisi ottaa huomioon, kun luodaan digitalisoituvaa ja robotisoituvaa yhteiskuntaa? Tästä lisätietoa luvussa 7.



## 3 Teknologiamurroksesta hallinnon toimenpiteiksi

*Risto Linturi*

### Kymmenen teknologiakehityksen osa-aluetta – julkishallinnon rooli käyttäjänä ja mahdollistajana

#### 3.1 Tiivistelmä

Teknologiakehitys kiihtyy jatkuvasti. Syntyy uusia mahdollisuuksia ja uusia riskejä. Yhteiskunnan rakenteiden on sopeuduttava muutokseen siten, että mahdollisuudet voidaan käyttää hyväksi ja vakavat riskit vältetään. Tässä raportin osiossa kuvataan kymmenen ehdotettua yhteiskunnan toimintamallia. Näiden toimintamallien potentiaaliset vaikutukset ulottuvat 2020-luvun kuluessa koko yhteiskuntaan voimakkuudella, jota kunkin osalta erikseen voi verrata Internetin vaikutuksiin.

Jokaisen kymmenen toimintamallin osalta luonnehditaan lyhyesti ne teknologiat, joiden ansiosta muutos mahdollistuu. Toimintamallin lisäksi kuvataan sen mukanaan tuomat mahdollisuudet ja uhkat. Erityistä huomiota kiinnitetään niihin konkreettisiin hallinnon toimiin, jotka mahdollistavat toimintamallin omaksumisen sekä hallinnon itsensä, että kansalaisten ja yritysten toimesta. Yhteenvedossa huomataan toimintamallien vaikuttavan erittäin moniin kansantalouden ja yhteiskunnan vakauden tärkeisiin päämääriin. Ilman hallinnon aktiivisia toimia jäävät hyödyt saavuttamatta ja useimmat uhkat toteutuvat globalisaation vaikutusten kautta. Kaikki tarkastellut uudet toimintamallit edellyttävät useiden hallinnonalojen yhteistyötä.

## 3.2 Johdanto

Melko yleisesti ymmärretään rakenteiden Suomessa jäykistyneen. Jäykkyys ei sellaisenaan ole ongelma, koska se lisäävät toimintaympäristön ennustettavuutta ja vähentää siten riskejä. Jäykkyydestä kuitenkin tulee ongelma, mikäli ympäröivä maailma muuttuu siten, että vanhat toimintatavat eivät enää johda optimaaliseen tulokseen. Mahdollisuuksiin ei tartuta eikä uusiin riskeihin kyetä reagoimaan.

Suljetussa markkinassa tällainen jäykkyys jää helposti huomaamatta, koska yritykset ja kansalaiset toimivat annetuilla pelisäännöillä, jotka ovat kaikille samanlaiset. Niissä asioissa, joihin globalisaation vaikutus ulottuu, tilanne on kuitenkin toinen. Vienti vaikeutuu, mikäli tuotevalikoima ei vastaa muiden markkinoiden kasvavia tarpeita. Tuonti aikaansaa kotimarkkinoilla häiriöitä, jos rajojen yli tulevat tuotteet ja palvelut eivät ole sopusoinnussa kotimarkkinan rakenteiden ja lainsäädännön kanssa. Ongelmallista on toki sekin, jos parhaat keinot jäävät käyttämättä tai hitaan omaksumisen vuoksi päädyimme uusissa tuotteissa ja palveluissa teknologiaviejän sijaan vain näiden kuluttajaksi ja tuojaksi.

Taloustiede pitää selviönä, että pitkäaikainen ja jatkuva tuottavuuden kasvu voi olla seurausta vain teknologiakehityksestä. Siis siitä, että me opimme kehittämään ja saamme käyttöömmehän yhä parempia työkaluja ja menetelmiä tarpeidemme tyydyttämiseksi. Teknologinen kehitys on yhä nopeampaa. Tieteellisten julkaisujen, tieteellisten viittausten ja uusien patenttien määrä kasvaa eksponentiaalisesti 5% vuosittain. Paradoksaalisesti tämä ei kuitenkaan näy länsimaissa kiihtyvänä tuottavuuden ja elintason kehityksenä. Ristiriita selittyy vanhoilla rakenteilla ja jäykkyyksillä sekä sillä, että laskentatapamme eivät tavoita hyödyllisten tuotteiden ja palveluiden muuttumista yhä edullisemmiksi tai vaivattomammiksi. Uudet tehokkaat tavat haastavat vanhoja rakenteita ja vaikka muutos on nopea, uusien kehittyvien toimintatapojen ja vanhojen sortuvien alojen yhteisvaikutus kokonaisuutena näkyy yhteissummalla kansantalouden luvuissa.

Suomi on 1800-luvulta alkaen ollut yksi maailman nopeimmista uuden teknologian omaksumisista. Vaurastumisen myötä muutuimme vuosituhannen vaihteessa varovaisiksi, ja nopea teknologian omaksuminen hidastui. On esitetty jopa tarkasteluja, joiden mukaan kymmenestä suurimmasta startupista maailmalla kahdeksan olisi Suomessa regulaatioiden jäykkyyden vuoksi niin heikossa asemassa, ettei niitä olisi tänne kannattanut perustaa. Vaikka me olisimme keskimäärin samalla tasolla lainsäädännön edistyksellisyydessä kilpailijamaiden kanssa, ei se riittäisi, koska meidän kotimarkkinamme on pieni. Pärjäämme hyvin vain, jos etenemme muita ketterämmin ja ennakoimme globaalin muutoksen. Tämän luvun tarkoituksena on osoittaa ne kymmenen osa-aluetta, joihin hallinnon olisi nyt tärkeää kiinnittää huomionsa.

Suomen vuosituhannen vaihteeseen mennessä saavuttama maine tietoliikenteen ihmemaana oli seurausta edistyksellisestä toimintaympäristöstä ja hyvin vapaamielisestä, mutta samalla tiukasta, sekä uutta teknologiaa että kilpailua suosivasta lainsäädännöstä. Suomi onkin perusrakenteiltaan ja osaamis pohjaltaan sekä kansanluonteeltaan ketterä maa, jonka ihmiset innostuvat helposti uusista toimintatavoista. Liikennekaari ja muutamat muut tuoreet muutosta lupaavat valopilkut osoittavat, että hallinnolla on edelleen kykyä luoda edellytyksiä uusille toimintatavoille, joiden avulla uuden teknologian kansantalouden kannalta myönteiset vaikutukset voidaan mahdollistaa. Ehdotetut keinot ovat perusteiltaan samat, joilla nousimme tietoliikenteen kärkimaaksi, mutta aihealueet ovat nyt erilaiset.

Tämä osaraportti esittää kymmenen uutta potentiaalista toimintatapaa, joilla kullakin voi olla erittäin laaja vaikutus kansantalouteen, ihmisten arkeen ja työelämään. Jokainen näistä laajoista toimintatapamuutoksista edellyttää merkittäviä hallinnon toimenpiteitä, jotta toimintatavat olisivat sujuvalla tavalla lain sallimia, jotta niille syntyisi toiminnallisia alustoja, osaamista ja, jotta julkishallinto myös itse siirtyisi näiden uusien toimintamallien käyttäjäksi.

Kymmenen toimintatapamuutosta on valittu niiden potentiaalisen vaikuttavuuden ja hallinnolta vaadittavien toimintatapamuutosten vuoksi. Sellaiset teknologian mahdollistamat yhteiskunnan muutokset, jotka eivät edellytä hallinnolta nykyisestä olennaisesti poikkeavaa toimintaa, on jätetty tämän tarkastelun ulkopuolelle, kuten myös vain yksittäisiin hallinnonaloihin liittyvät ja luonteeltaan inkrementaaliset toimintatavat. Tässä keskitytään siis julkisen hallinnon kannalta radikaaleihin teknologian mahdollistamiin suuriin lupauksiin.

### 3.3 Teknologiavisioiden arviointikehikko

#### 3.3.1 Sosioteknisten innovaatioiden potentiaaliset hyödyt ja uhkat

Radikaalit innovaatiot ovat harvoin pelkästään teknologisia. Teknologiakehitys voi mahdollistaa uuden toimintamallin, joka ilmenee monina sosioekonomisina muutoksina. Näitä uusia toimintamalleja voidaan kutsua sosioteknisiksi innovaatioiksi.

Luvussa 3.4 kuvattujen sosioteknisten innovaatioiden yhteiskunnallisia vaikutuksia on mahdollista arvioida monin eri tavoin. Tässä arvio suoritetaan kymmenen yhteiskunnallisessa keskustelussa tavallisen kriteerin avulla. Potentiaalisten toimintamallien vaikutukset ovat sidoksissa siihen, millä tavoin julkinen hallinto näihin mahdollisuuksiin reagoi, joten hyötyjä ja haittoja ei voi suoraviivaisesti ennustaa. On kuitenkin mahdollista arvioida po-

tentiaalisia hyötyjä ja potentiaalisia riskejä. Kunkin sosioteknisen innovaation hyödyt tyypillisesti saavutetaan vain, jos innovaation sujuva käyttöönotto kotimarkkinoilla mahdollistetaan. Riskit toisaalta saavuttavat meidät useilta osin rajojenkin yli, joten niiden välttäminen edellyttää aktiivisia toimenpiteitä. Silmien ummistaminen kehitykseltä ei riitä, eikä myöskään kehityksen kieltäminen.

Sosioteknisten innovaatioiden potentiaalın karkeaan arviointiin on käytetty seuraavia yleisiä kriteerejä:

**Resurssitehokkuus:** Tässä tarkastellaan materiaalisia resursseja, eli sitä, kuinka niukoin materiaalisin resurssein tarkastelussa olevat tarpeet saadaan tyydytettyä.

**Henkilötyön tuottavuus:** Uuden toimintamallin vaikutus siihen, kuinka paljon henkilötyötä vaaditaan tarkastelun kohteena olevan tuotteen tai palvelun aikaansaamiseen sekä käyttöön.

**Kauppataase/palvelutase:** Uuden toimintamallin vaikutus tavaroiden tai palveluiden viennin ja tuonnin tasapainoon huomioiden erilaiset korvaavuudet.

**Tuloerot/työttömyys:** Uuden toimintamallin vaikutus tuloeroihin ja työllisyyteen kotimarkkinoilla, olettaen työttömyyden johtuvan minimipalkan alittavasta henkilöidenttisestä tuottavuudesta saatavilla työvälineillä.

**Hyvinvointi/terveys:** Tässä tarkastellaan uuden toimintamallin potentiaalisia vaikutuksia kansalaisten yleiseen hyvinvointiin ja terveyteen sekä toimintakyvyn säilymiseen.

**Koheesio/merkityksellisyys:** Uuden toimintamallin vaikutus lähiyhteisöjen ja alueiden koheesiolle sekä yksilötasolla merkityksellisyyden tunteelle.

**Kestävä kehitys:** Uuden toimintamallin vaikutus materiaalisen kulutuksen kautta syntyville elinympäristöä uhkaaville päästöille sekä niukkojen resurssien tarpeelle ja tätä kautta elinympäristön kestävyydelle.

**Alueiden tasa-arvo:** Tässä tarkastellaan potentiaalisia uuden toimintamallin vaikutuksia Suomen eri alueiden kehitykselle lähinnä logistiikan ja palveluiden alueellisen tarjonnan kustannusvaikutuksen kautta.

**Hallinnon tehokkuus:** Tässä tarkastellaan, mikä potentiaalinen vaikutus uudella toimintamallilla voisi olla julkisen hallinnon kustannuksiin ja toiminnan tehokkuuteen.

**Vapaus/demokratia:** Useilla uusilla toimintatavoilla on vaikutuksia monien kansalaisten toimintavapauksiin ja arjen rajoitteisiin sekä yhteiskunnallisiin vaikutusmahdollisuuksiin.

Olenneisimmat uhkat ja mahdollisuudet on mainittu kunkin sosioteknisen innovaation yhteydessä kohdassa 3.4. Yhteenvetotaulukko on esitetty näiden jälkeen kohdassa 3.5. Taulukossa vähäinenkin mahdollisuus tai uhka saa yhden merkinnän, + tai – vastaavasti. Merkittävät uhkat tai mahdollisuudet saavat merkinnät +++ ja --- vastaavasti. Näitä merkintöjä luettaessa on huomattava, että mahdollisuudet eivät realisoitu ilman toimenpiteitä eivätkä riskit ole väistämättömiä. Näin ollen siis esimerkiksi merkintä +++/--- saattaa realisoitua merkittäväksi ja riskittömäksi hyödyksi tai suuriksi haitoiksi ilman hyötyjä, riippuen siitä, miten hallinto toimii.

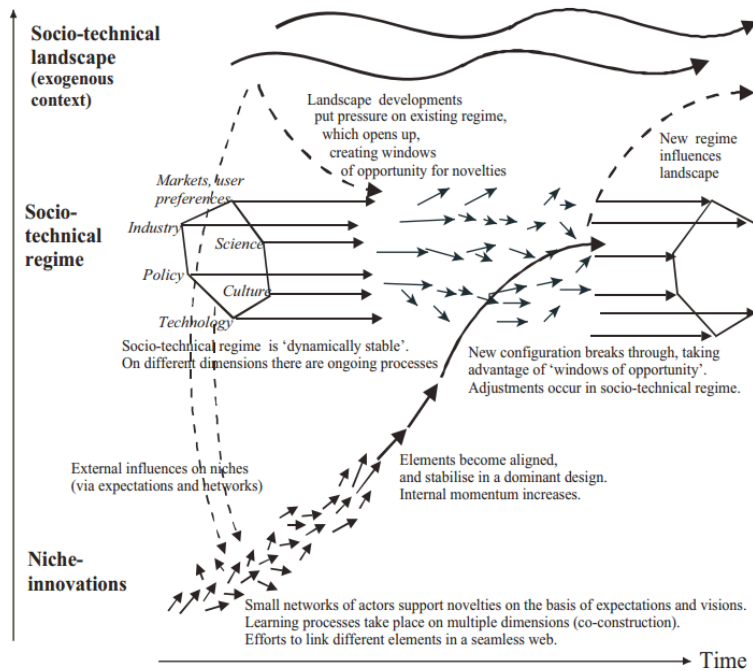
### 3.3.2 Teknologioiden hyväksikäytön esteet ja sosiotekninen regiimi

Professori Frank W. Geels kuvaa tutkimuksissaan sosioteknisen regiimin vaikutuksia yhteiskuntien teknologisessa uusiutumisessa. Hän jäsentää seitsemän dimensiota sosioteknisille regiimeille. Nämä ovat teknologia itsessään, käyttäjätottumukset ja sovellusalueet eli markkina, teknologian symboliset merkitykset, infrastruktuuri, teollinen rakenne, regulaatioympäristö ja teknistieteellinen tieto. Sosioteknisen regiimin täytyy usein muuttua olennaisesti hallinnon toimesta varsinkin radikaalien teknologisten muutosten edellä, jotta markkinamekanismi yksinään kykenisi omia innovaatioitaan tehokkaasti edistämään.

Monilla alueilla, erityisesti oligopolitilanteissa suurilla yrityksillä on halu säilyttää vallitseva tilanne mahdollisimman pitkään. Ne kykenevät suuruuden ekonomian vallitessa ja asiakastuntemuksensa varassa usein pitämään pienet markkinoille tulijat loitolla, jälkimmäisten paremmasta teknologiasta huolimatta. Muutosta voidaan silti jouduttaa eri tavoin. Monet huomiotalouden keinot esimerkiksi ovat hallinnon käsissä. Uutta teknologiaa voidaan suosia julkisissa hankinnoissa. Sen käyttöä rajoittavia tai estäviä regulaatioita voidaan purkaa. Pieniä toimijoita haittaavia regulatiivisia esteitä voidaan poistaa esimerkiksi jäsentämällä julkisia hankintoja avointen rajapintojen avulla ja uusiin toimintamahdollisuuksiin ja pienten toimijoiden mahdollisuuksiin soveltuvalla tavalla. Uuden teknologian koulutusta ja muita siihen liittyviä palveluita voidaan lisätä. Uuteen teknologiaan liittyviä käytäntöjä ja ekosysteemejä katalysoivia alustoja ja toiminnallisia rooleja voidaan luoda. Nämä kaikki toimet voivat nopeuttaa uuden teknologian omaksumista olennaisesti.

F.W. Geels / *Environmental Innovation and Societal Transitions 1 (2011) 24–40*

Increasing structuration  
of activities in local practices



### 3.3.3 Mahdolliset ja välttämättömät hallinnon toimenpiteet

Tavallista on, että julkisen hallinnon kansalaisilta ja yrityksiltä edellyttämät sekä sen itsensä soveltamat toimintamallit ovat normitettuja. Usein helpointa on normittaa varsinainen toimintatapa sen toivotun tuloksen sijaan. Tästä toimintatavan normittamisesta ei ole ollut haittaa, jos tehokkaita vaihtoehtoisia toimintatapoja ei ole ollut käytettävissä. Kehityksen mahdollistaessa uudet teknisesti vaivattomammat toimintamallit, saatetaan kuitenkin jatkaa niiden näkökulmasta tarpeettomien menettelytapojen vaatimista. Tämän vuoksi uusien menettelyiden hyöty jää realisoitumatta eivätkä nämä periaatteessa paremmat tavat leviä käyttöön.

Suoranaisten kieltojen lisäksi uusien menettelytapojen kannalta tarpeettomien töiden tai ominaisuuksien vaatiminen sekä perinteisten menettelytapojen suosiminen esimerkiksi subventioissa ja tarjouspyynnöissä muodostavat kehityksen esteen. Kehitys estyy myös, jos vanhaa käytäntöä varten on luotu toimiva säännöstö ja palvelurakenne, mutta näin ei ole uutta toimintamallia varten tehty. Tämä koskee myös osaamista.

Julkinen hallinto on merkittävä ostaja, yleisesti ottaen Suomen suurin ostaja. Hallinnon toiminta edistyksellisenä ostajana on tärkeää sekä hallinnon oman että koko Suomen kotimarkkinoiden tuottavuuden ja uudistumisen kannalta.

## 3.4 Sosioteknisten innovaatioiden Top Ten: hyödyt, uhkat, toimenpiteet

### 3.4.1 Robottiliikenne

Teknologiaperusta: Lähes kaikki suuret autoteollisuuden jätit ovat julkistaneet täysin autonomiseen ajoon tähtäviä kehitysprojekteja. Monet valtiot ovat muuttaneet lainsäädäntöään ja käynnistäneet hankkeita kokeillakseen kuljettajattomia ajoneuvoja sekä henkilö- että tavaraliikenteessä. Myös robotisoituja kuljetuskoptereita kehitetään ja kokeillaan hyvin laajasti. Tekninen valmius on saavutettu pienten pakettien automatisoituun toimitamiseen ilmaitse muutaman kilometrin etäisyyksille. Kokeiluissa ovat myös henkilöiden kuljetukseen soveltuvat automatisoidut sähkökopterit. Kaupunkien välisille etäisyyksille suunniteltu 1200 km/h liikkuva automatisoitu Hyperloop-sukkula on testausvaiheessa. Myös vesiliikenteessä kokeillaan miehittämättömiä laivoja.

Toimintamalli: Robotisaatio mahdollistaa edullisen liikkumisen palveluna. Yksityisomisteisista ajoneuvoista voidaan luopua, kun sama liikkumisen vapaus sekä monipuolisemmin valittavissa oleva tarpeen mukainen kalusto voidaan järjestää robottien avulla edullisesti. Erilaiset liikennemuodot voidaan yhdistää ohjelmistoilla toisiinsa siten, että liikenteen tarvitsija saa tarpeensa mukaisen kuljetuksen kokonaisuutena siten, että runkoreiteillä palvelu käyttää joukkoliikenteen kalustoa. Tavaraliikenteessä robotisaatio mahdollistaa hyvin edullisen jakelun noutopisteisiin tai suoraan kotitalouksiin.

Tavoitellut hyödyt: Mikäli liikkuminen onnistutaan toimintamallin avulla muuttamaan kattavaksi yksityisautoilun kokonaan korvaavaksi palveluksi, syntyisi siitä varovasti laskien 10-20 miljardin euron vuosittainen säästö kaluston tehokkaamman käytön kautta. Kaupunkirakenne paranisi parkkipaikkatarpeen poistuessa ja onnettomuudet vähenisivät. Noin miljardi tuntia ratistapitoaika vapautuisi. Logistiikkakustannukset laskevat robotisaation avulla merkittävästi, jakelulogistiikassa jopa niin paljon, että logistiikkapalveluiden käyttö voisi kasvaa radikaalisti vähittäiskaupan kotijakelussa. Myös monien palveluorganisaatioiden, kuten koulujen ja sairaaloiden logistiikka voisi muuttua olennaisesti. Hyperloopin yhdistämät kaupungit muuttuvat yhdeksi työssäkäynti- ja asiointialueeksi ja monien nyt kuihtuvien kaupunkien tuottavuus voi nousta lähelle alueen keskuskaupungin tasoa.

Vältettävät uhkat: Robottiliikenteen uhkaksi on nähty se, että terroristit kaappaisivat liikennettä haltuunsa tai muutoin kauko-ohjaisivat liikennevälineitä esimerkiksi väkijoukkoon. Sodankäynnissä robottien nähdään muuttavan monia uhkakuvia. Nämä ovat parhaiten vältettävissä teknologiaan liittyvällä osaamisella ja reguloimalla tuotteet siten, etteivät ne voi kauko-ohjattuna tai muutoin toimia vaarallisella tavalla.

Hallinnon toimet: Liikenteen robotisaation mahdollistaminen on edennyt hyvin ja liikennekaari edesauttaa liikenteen muuttumista palveluksi. Julkisen hallinnon tulisi nyt määrätietoisesti omaksua liikenteen robotisaatio laajojen kokeilujen kautta sekä joukkoliikenteen järjestäjänä että omissa logistiikassaan ja esimerkiksi katujen ja teiden kunnossapidossa. Hallinnon tulisi myös varmistaa, että liikenteen robotisaation tarpeisiin syntyy riittävä, Suomen kattava kartta-aineisto ja muu toiminnallinen digitaalinen ja fyysinen alusta sekä henkilö- että tavaraliikenteeseen. Kaavoituksessa tulee ottaa huomioon liikenteen muuttuminen palveluksi ja esimerkiksi parkkiluolien ja parkkihallien osalta tulee valvoa, ettei ylipitkiä poistoajoja käytetä.

### 3.4.2 Energiamurros

Teknologiaperusta: Asennetun aurinkoenergian hinta on laskenut 30 vuoden ajan keskimäärin 7% vuosivauhdilla. Viime vuosina hinnan lasku on ollut tätäkin nopeampaa. Ohutkalvotekniikkaan siirryttäessä hintojen radikaalin alenemisen jatkumiselle ei näytä olevan esteitä. On mahdollista, että aurinkoenergia maksaa vuonna 2040 sentin murto-osia kilowattituntia kohden. Aurinkoenergian avulla kyetään laboratorioissa tuottamaan erilaisia polttoaineita, esimerkiksi vetyä, metaania, metanolia ja propaania. Hyötysuhde on alhainen, 40-70%, mutta aurinkoenergian ollessa hyvin halpaa, on tällainenkin hyötysuhde täysin riittävä. Polttoaineiden käyttöön on kehitetty polttokennoja, jotka kykenevät tuottamaan sähköä ja lämpöä. Polttokennoja on kehitetty mm. vetyautoihin ja hiljaisiksi varavoiman lähteiksi diesel-aggregaattien tilalle. Parhaimmillaan pienten polttokennojen yhdistetty sähkön ja lämmöntuotannon hyötysuhde ylittää 90%.

Toimintamalli: Aurinkoenergiaa rakennetaan niin paljon, että valoisimpaan aikaan sähköstä on ylitarjontaa. Sähkön ylitarjonta käytetään tuottamalla synteettisiä polttonesteitä. Pimeään talviaikaan sähkö ja lämpö tuotetaan synteettisistä polttoaineista polttokennojen avulla. Tämä toimintamalli mahdollistaa tulevaisuudessa kannattavan irtautumisen sähköverkosta.

Tavoitellut hyödyt: Sähköverkko voidaan jättää rakentamatta monilta osin. Verkon rakentaminen ja ylläpito on tulevaisuudessa kalliimpaa kuin paikallinen sähkön tuotanto. Vertailukohtana voidaan todeta, että sillä hinnalla, joka sähköverkossa peritään energian siirrosta, voidaan säiliöautolla siirtää vastaava energiamäärä kuusi kertaa Hangosta Karigasniemelle



ja takaisin. Energian siirto polttonesteinä on siis kertaluokkia edullisempaa kuin sähköverkon ylläpito. Hajautettu tuotanto on myös huoltovarmuuden kannalta vähäisempi riski kuin keskitetty energiatuotanto sähköverkkoiheen.

Vältettävät uhkat: Polttonesteiden säilytys on riskitekijä. Samanaikainen sähköverkon laaja ylläpito ja erityisesti kotitalouksien oma energiatuotanto ovat merkittävä taloudellinen riski. Jos hallinto säilyttää sähkön siirtoyhtiöillä nykyisenkaltaiset veloitteet, eikä siirtoverkosta peritä kustannusvastaavaa maksua, irtautuvat sähköverkosta väärät tahot. Sääntely voi tällaisessa teknologioiden välisessä kilpailutilanteessa johtaa todella epäoptimaalisiin tuloksiin. Lisäksi riskinä tulee pitää, jos tätä kehitystä ei ymmärretä, että Suomi investoi edelleen miljardeja sähköverkkojen parantamiseen ja keskitettyyn energiatuotantoon, ja viimeistään 2030-luvulla herää havaitsemaan valtavan alaskirjaustarpeen.

Hallinnon toimet: Sähkön siirtoverkon osittainen purku on mahdollistettava. Polttonesteiden pientuotanto ja säilytys on reguloitava. Sähkövarastot on sallittava osaksi sähkön siirtoverkkoa ja verkko-operaattorin palvelua. Julkishallinnon on lisättävä omaa aurinkoenergian tuotantoaan. Off-Grid -kokeiluja ja tutkimusta on lisättävä. Kirjanpitolain vaatimus siitä, että aktivointien on perustuttava kannattavaan pitoaikaan, on otettava vakavasti siten, että tulevaisuuden kehitys otetaan mahdollisuutena huomioon. Tämä mahdollisuus varovaisuusperiaatteen mukaan estää vanhakantaisten investointien ylipitkät poistoajat. Energiavarastoille on luotava liikennekaarta vastaavat rajapinnat. Sähkön myynti on tehtävä mahdolliseksi ilman liittymistä valtakunnalliseen sähköverkkoon sekä ostajan tiloissa että niiden ulkopuolella olevista myyjän laitteista.

### 3.4.3 Yksilöllinen lähivalmistus

Teknologiaperusta: 3D-tulostus kehitty nopeasti. HP:n uusin laite tulostaa 350 miljoonaa yksityiskohtaa sekunnissa. 3D-tulostimilla voidaan valmistaa jo nyt silmälasia, mekaanisia kovia ja joustavia osia, elektroniikkaa, muovisia, metallisia ja biomateriaaleista koostuvia esineitä, elintarvikkeita ja keinoelimiä. Robotit kykenevät valmistamaan yhä useampia rakenteita talojen seinistä sisustuselementteihin, siltoihin ja katukiveyksiin. Robotit kehittyvät yhä monitaitoisemmiksi siten, että sama robotti pystyy moniin eri tehtäviin. Keinoälyn kehitys mahdollistaa valmistettavien tavaroiden ja rakenteiden automaattisen suunnittelun tarpeen mukaiseksi, mutta myös olemassa olevien tavaroiden kopiointi 3D-malleiksi ja uusien 3D-mallien tuottaminen ihmisten toimesta helpottuu jatkuvasti ja sujuu hyvin jo monissa alakouluissa lapsille opetettuna. Tietoverkoissa on jo satoja tuhansia tulostuskelpoisia tavaroiden malleja vapaasti harrastelijoiden käytettävissä ja määrä kasvaa nopeasti. 3D-tulostuksen markkina kasvaa 2020-luvun alkupuolella 100 miljardin euron suuruiseksi ja 2030-luvun alkupuolella lähelle autoteollisuuden kokoa.

Toimintamalli: Teollinen valmistus nykyisessä keskitetyssä muodossaan purkautuu vähitellen osaksi kauppaa ja palveluita. Palvelupisteessä mitataan ja neuvotaan ihmistä hänen tarpeissaan ja valittu asiakkaan mukaan mahdollisesti muokattu tuote tulostetaan osana palvelua lähellä asiakasta olevassa tulostuspisteessä. Tavallisimmista tavaroista on joukkoistuksen avulla saatavilla maksuttomia tulostuskelpoisia malleja. Ihmisten yksilölliset mittatiedot ovat MyData -periaattein vakioitu. Yksilöllinen sovitus tavaroiden tyyppillisiin parametreihin tapahtuu helposti. Esimerkiksi asiakkaan jalka on pilvipalvelussa 3D-mallina ja kengän 3D-malli sovittautuu tähän automaattisesti. Kunnat ja kuntayhtymät sekä muu julkinen hallinto ryhtyvät 3D-valmistuksen vetureiksi siten, että koulutoimi osallistuu julkisten mallien synnyttämiseen ja julkinen hallinto ryhtyy edelläkävijäksi 3D-tulostettujen yksilöllisten tavaroiden käyttäjänä.

Tavoitellut hyödyt: Lähivalmistus vähentää tuontitarvetta ja suo mahdollisuuden yksilöllisen lisäarvon tuottamiseen. Valmistuksen siirtyminen osaksi palveluita johtaa työn muuttumiseen kokonaisvaltaisemmaksi ja pienentää hierarkioita ja eriarvoisuutta. Työllisyys lisääntyy, syrjäytyminen vähenee ja huoltovarmuus paranee.

Vältettävät uhkat: Kun joustavuuden lisääntyessä yhä lyhyempiä sarjoja voi tehdä kannattavasti, siirtyä valmistus lähelle asiakasta. Tämä merkitsee viennin vaikeutumista. Mikäli tätä ei kompensoida käyttämällä teknologioita itse tuontitarpeen vähentämiseksi, seuraa tästä kauppataaseen heikkeneminen. Kun tavaroita on helppo valmistaa muiden malleista napin painalluksella, muuttuvat vastuukysymykset sekä tuoteturvallisuuden että aineettomien oikeuksien osalta nykyistä monimutkaisemmiksi.

Hallinnon toimet: Tuotevastuukysymyksiä ja IPR-kysymyksiä on selkiytettävä tavalla, joka nopeuttaa kuluttajistuvan ja yksilöllisen valmistusteknologian järkevää käyttöä. Julkisen hallinnon niissä yksiköissä, jotka käyttävät tavaroita laajasti, on ryhdyttävä valmistamaan tavaroita tuottamansa palvelun osana. Ostajien rinnalle on koulutettava osaajia, jotka kykenevät tunnistamaan tavarat, jotka kannattaa ostamisen sijaan valmistaa itse. Julkisen hallinnon toimin, esimerkiksi opetussektorin kautta, on tuotettava avoin alusta ja sisältö siten, että 10 000 – 100 000 tavallisinta suomalaisten käyttämää esinettä on mallinnettu tulostuskelpoiseen muotoon kansalaisten vapaasti saataville. 3D-tulostus ja robottien käyttö valmistuksessa on saatava kansalaistaidoksi opetustoimen kautta.

### 3.4.4 Urbaani biotuotanto

Teknologiaperusta: LED-valojen kehittyminen on tehnyt salaattien ja itujen urbaanin sisäviljelyn kannattavaksi. Tehokkainta on käyttää vain kasvien tarvitsemia valon aallonpituuksia, tarkasti lehtiin kohdistettuna, oikea-aikaisesti ja optimaalisella teholla. Tuotanto on noin satakertainen saman pinta-alan peltoviljelyyn verrattuna, ja suljetussa kierrossa ei

ole ympäristöhaittoja. Teknologian kehittyessä lajikkeet monipuolistuvat. Kasvien lisäksi kokeillaan lihan viljelyä siten, että lihakarjan kantasoluista viljellään solukkoa, joka kudoetaan koostumukseltaan hyvän makuseksi. Varsinaisen lihan viljelyn lisäksi on kehitetty aminohappokoostumukseltaan ja rakenteeltaan lihaa vastaavia valmisteita. Geenimani-pulointi on kehittynyt merkittävästi ja niin kutsuttu CRISPR/Cas9 -tekniikka on yleistymässä. Siinä ei ole kyse siirtogeeneistä, joten normaali GMO-regulointi ei monissa maissa sitä koske. Menetelmässä modifioidaan suoraan kasvin tai muun eliön omaa perimää jopa yhden emäsparin tarkkuudella. Teknologia on helppokäyttöistä ja esimerkiksi bakteerien tai hiivan perimää muokkaamalla ne saadaan tuottamaan hyvin monipuolisesti kemiallisia ja biologisia yhdisteitä. Lääkkeiden ja huumeiden tuotanto on mahdollista, mutta jopa toimivia akkuja ja aurinkopaneeleita on onnistuttu valmistamaan tällä tavalla elatusmaljassa.

Toimintamalli: Kaupungeissa monet tilat, kuten autotallit ja parkkihallit jäävät pääosin tarpeettomiksi liikkumisen muuttuessa palveluksi robottiautojen avulla. Nämä vapautuvat tilat voi käyttää kerrosviljelyyn. Merkittävä osa kaupunkien tarvitsemasta ravinnosta voidaan tuottaa kaupungissa parantaen ruoan tuoreutta ja vähentäen logistiikan tarvetta. Tällaista hajautettua tuotantoa varten tulisi luoda virtuaalinen tori tai muu jakamistalouden tyyppinen alusta siten, että urbaanit pienet viljelmät voisivat helposti erikoistua ja saada tuotantonsa myydyksi. Viljelyn ja synteettisen lihan tuotanto yksilöllisiin ravintotarpeisiin, yksilön perimän ja soluaineenvaihdunnan perusteella, tulee käyttää mahdollisuutena. Muiden materiaalien valmistus yksilöllisesti Crispr/Cas9 -tekniikkaa ja sen parempia versioita hyväksikäyttäen on valjastettava osaksi robotisaation ja 3D-tulostuksen mahdollistamaa lähivalmistusta.

Tavoitellut hyödyt: Sisäviljelyn mahdollistama suljettu kierto eliminoi viljelyn ympäristöhaittoja. Ravinnon tuoreus ja soveltuvuus yksilölliseen, omaan aineenvaihduntaan perustuvaan ruokavalioon on selkeä tavoiteltava asia. Ruoan ja materiaalien paikallinen tuotanto lisää merkityksellisyyttä elämään ja parantaa alueellista koheesiota sekä huoltovarmuutta.

Vältettävät uhkat: Crispr/Cas9-tekniikka mahdollistaa hyödyllisten aineiden tuotannon lisäksi haitallisina ja vaarallisina pidettävien materiaalien tuotannon. Tekniikka ei ole vaativaa, ja sitä käytetään jo tuhansissa laboratorioissa. Käyttö on siirtymässä harrastelijapiireihin. Kemiallinen monimuotoisuus tulee lisääntymään rajusti. Valvonta on lähes mahdollista.

Hallinnon toimet: Elintarvikkeiden pientuotantoa jakamistalouden piiriin tulee helpottaa. LED-viljely tulee saattaa maataloustukien piiriin tai poistaa tuet kilpailevilta perinteisiltä menetelmiltä. Tutkimus- ja hankintatoiminta on suunnattava urbaaniin biotuotantoon, ja asia on käsiteltävä huoltovarmuuskysymyksenä. LED-viljelyä tulee opettaa ja ohjeistaa. Viljelty liha tulee normittaa kasviseksi, kuten muukin synteettinen liha. Biomateriaalituotan-

to Crispr/Cas9 -tekniikalla ja sen seuraajilla tulee omaksua opetuksessa laajasti ja samalla ohjeistaa ja tutkia valvonnan tarve.

### 3.4.5 Sote-hakkerointi

Teknologiaperusta: Ihmisen ja muiden eliöiden perimän lukeminen on muuttunut rutini-  
nimaisen edulliseksi. Edullisin DNA-sekvensseri maksaa tuhat euroa. Tutkijat ovat osoitta-  
neet mahdolliseksi sekä DNA-selvitykset että ravinnon ja aineenvaihdunnan selvittämi-  
sen arjen päivittäisessä käytössä. Tutkijat ovat esimerkiksi valmistaneet noin tulitikkuaskin  
kokoisen laitteen, joka tutkii näytteen samanaikaisesti 170.000 eri kohdasta ja kertoo mitä  
molekyylejä kussakin kohdassa on. Yksinkertaisempia materiaalitutka-tyyppisiä laitteita  
on jo myynnissä, joilla voidaan tutkia laitteen edessä olevia materiaalikoostumuksia niihin  
koskematta spektrometrian avulla. Saatavilla on myös monia itsediagnostiikkalaitteita,  
joilla voi esimerkiksi kuvata tärykalvon liikkeitä ja retinan sekä ottaa sydänfilmin ja ultran.  
Tricorder XPrize-kilpailussa on kokeilussa seitsemän eri laitetta maallikon käyttöön, joiden  
tarkoituksena on tunnistaa 13 eri tautia luotettavasti ja automaattisesti.

Toimintamalli: Kun ihminen selvittää oman perimänsä, syntyy tutkimuksen kautta jatku-  
vasti kasvava määrä tietoa hänen taipumuksistaan, riskeistään ja hänelle suotuisista elinta-  
voista, ravinnosta ja lääkevaikutuksista. Ihmisen tietäessä oman perimänsä ja selvittäessä  
soluaineenvaihduntansa, tiedot mahdollisista taudeista ja tarvittavista elintapa- ja ravin-  
tomuutoksista tarkentuvat. Nämä tiedot voidaan antaa osaksi tietopankkeja, joista etä-  
lääkärit, keinoäly ja potilasyhdistykset voivat tietoja analysoida ja antaa neuvoja. Itsediag-  
nostiikkalaitteiden ja keinoälyn avulla lääkäri voidaan useassa tapauksessa ohittaa. Monet  
potilasyhdistykset tukevat tiedonvaihtoa, jossa tautiin sairastunut potilas tekee kokeita  
itsellään. Mittalaitteiden ja biomateriaalien tuotantotapojen kehittyessä tämä lähestymis-  
tapa saattaa tuottaa nykyisen lääketieteen rinnalla merkittäviä hoitotuloksia.

Tavoitellut hyödyt: Yksilön parempi tietoisuus omasta kehostaan, ravinnon ja hyvinvoinnin  
merkityksestä sekä omista tautitiloistaan vaikuttaa myönteisesti kansanterveyteen. Taval-  
listen ja helppojen tautitilojen automaattinen tunnistus vähentää terveydenhuoltojärjes-  
telmään kohdistuvaa kuormaa ja auttaa löytämään ongelmat ennen kuin niistä vielä on  
vakavia seurauksia.

Vältettävät uhkat: Kehittyneiden mittalaitteiden yleistymisen merkitsee yksityisyyden  
suojan häviämistä. Jos esimerkiksi hiustyvestä saa mitatuksi ihmisen perimän, voi tämän  
tehdä kenenkään huomaamatta. Mikäli materiaalitutka osoittaa etäältä, mitä huumeita tai  
lääkkeitä ihminen on syönyt, tai onko hengityksessä syövän merkkejä, on yksityisyys siltä  
osin kadonnut. Merkittävin riski on, että tällaisten pelkojen vuoksi näiden teknologioiden  
käyttöä rajoitetaan ja sen seurauksena hyödyt jäävät saavuttamatta.

Hallinnon toimet: Itsediagnostiikan roolia terveydenhuollossa tulisi nopeasti kasvattaa. Lääkäreiden käyttämien, yhteiskunnan maksamien tietolähteiden tulisi olla avoimia kansalaisille. Lääkäriin, potilaan ja apteekin vastuut tulisi tarkentaa tilanteissa, joissa potilaan omat laitteet tuottavat mittatiedon tai diagnoosin. Laitevalmistajien vastuu tulisi määrittellä. Julkisen terveydenhuollon tulisi tukea itsediagnostiikkaa ja etähoitoa. Väestön DNA-sekvensointi tulisi aloittaa. Itsediagnostiikka tulisi ohjeistaa ja siihen tarkoitettuja laitteita testata.

### 3.4.6 Jakamis- & alustatalous

Teknologiaperusta: Internetin yleistyminen ja monet siihen liittyvät pilvipalvelut sekä erityisesti globaalit tunnistautumiskäytännöt ovat luoneet edellytykset jakamistalouden ja alustatalouden nopealle kasvulle. Wikipedian ja Linux-yhteisön tyyppinen talkoohenkinen yhteiskehitys kasvaa edelleen, mutta yritysmaailman alustat, kuten Uber ja AirBnB ovat nousseet näiden maailmaa muuttaneiden liikkeiden rinnalle voimakkaiksi työtä ja palveluita organisoiviksi globaaleiksi toimijoiksi. Uusina toimijoina siipiään kokeilevat monenlaiset osuuskuntia muistuttavat alustat. Alustat yhdistävät tarvitsijoita ja tarpeiden tyydyttäjiä lisäten luottamusta ja helpottaen taloudellisia transaktioita. Useimmiten alustoja operoi joku alustaa kehittävä taho, jonka on saatava rahoitus kehitykselleen ja järjestelmänsä ylläpidolle. Bitcoin-verkkorahan perustana oleva lohkoketju on hajautettu, eikä siinä käynnistyksensä jälkeen ole keskitettyä järjestelmää hallinnoivaa tahoa. Lohkoketjun tiedot on hajautettu ja monistettu kaikille toimintaan osallistuville, ja järjestelmässä ei näin ollen ole tarpeen luottaa mihinkään tahoon. Lohkoketjuun perustuvia alustoja ja hankkeita on kehitteillä runsaasti ja kehitystoimintaan osallistuvat mm. rahoituslaitokset hyvin laajasti.

Toimintamalli: Monet yksinkertaiset rekisterit voidaan hajauttaa lohkoketjun avulla. Näitä on runsaasti sekä julkishallinnon ylläpitäminä virallisina rekistereinä, että kaupallisten sopimusten ja transaktioiden kirjanpitoa. Monet perinteisiin rekistereihin liittyvät luottamusrakenteet ovat manipuloitavissa ja vaativat raskasta valvontaa. Lohkoketjuihin pohjautuvilla automatisoiduilla varmenteilla monet näistä raskaista rakenteista voidaan purkaa. Alustatalouden monimutkaisempien rakenteiden avulla vielä laajempi joukko palveluiden tilaamisen, alihankkimisen ja tarjoamisen sekä valvonnan rakenteita voidaan automatisoida. Uber ja AirBnB ovat tästä hyviä esimerkkejä. Nämä alustatyyppiset toimintamallit tulisi hyötyjensä vuoksi ottaa yhteiskunnassa laajaan käyttöön. Samalla, kun luottamusalustat korvaavat brändejä ja hierarkkista valvontaa, jakamistalouden transaktiot tulee integroida verotusjärjestelmiin ja yhteiskunnan valvontaan. Osuuskuntatyyppisiä ja avoimia alustoja tulisi suosia.

Tavoitellut hyödyt: Alustatalous on erittäin tehokas toimintatapa, koska sopiminen, työnjako ja valvonta tapahtuvat suoraan tarvitsijan ja tekijän välisenä, alustan tukemana vuo-

rovaikutuksena ilman välikäsiä. Resurssitehokkuus kasvaa, kun alustatalouden vapaus yhdistyy jakamistalouteen. Monien kulkuvälineiden ja asuintilojen käyttöaste esimerkiksi on alhainen, ja jakamistaloutta tukevien alustojen avulla käyttöaste kasvaa huomattavasti. Mikäli alustatalous ei synnytä voimakkaita monopoleja, pienentää se keskimääräisiä tuloeroja. Alustatalous pienentää transaktiokustannuksia ja hallinnon kustannuksia.

Vältettävät uhkat: Alustatalous tarjoaa mahdollisuuksia erilaisiin petoksiin ja pyramidihuijauksiin. Globaalit alustat saattavat olla ristiriidassa kansallisen lainsäädännön kanssa. Suomessa ei pienenä maana ole suurta vaikutusvaltaa alustakehitykseen kuin poikkeustapauksissa, joten normaaleiksi vaihtoehtoiksi jää usein silmien sulkeminen, lakien muuttaminen tai alustan kieltäminen.

Hallinnon toimet: Luottamusalustat ja jakamistalouden transaktiot on normitettava. Julkisen hallinnon palveluiden siirto alustatalouden piiriin, rekisterinpidon siirto lohkoketjuteknologioiden varaan ja joidenkin keskeisten tietojen, kuten henkilötietojen ja tavaratietojen (esim. MyData, Thing2Data) normitus siirrettävyyttä ja yhdistettävyyttä tukemaan tulisi selvittää ja geneeristen, avointen alustojen mahdollisuus tutkia. Verotuksen integrointi alustoihin ja alustoja operoivien tahojen vastuuttaminen tulisi suorittaa.

### 3.4.7 Lisätty todellisuus & IoT

Teknologiaperusta: Lisätty todellisuus on teknologia, jossa ihmisen näkökenttään, normaalin toimintaympäristön osaksi, joko lasertekniikan tai erikoislasien avulla lisätään todellisen näköisiä objekteja. Jotta lisätyn todellisuuden lasit (AR-lasit) toimisivat halutulla tavalla, on niiden muodostettava malli näkökentässä olevasta tilasta ja esineistä. Microsoftin HoloLens on toistaiseksi varteenotettavin tuote. Se tunnistaa näkökentässä myös käden liikkeet, joilla näkökentässä olevia hologrammeja ohjataan. Lisätty todellisuus ja asioiden Internet, IoT liittyvät tulevaisuudessa toisiinsa saumattomasti. IoT tarkoittaa sitä, että tavarat ovat seurattavissa ja ohjailtavissa internetin kautta, ja että ne voivat myös käsitellä toistensa tietoja. Tavara voi liittyä internetiin suoraan, jos se itse on älykäs. Tavarannäköisen tunnisteen avulla tavarannäkö voi sijaita kokonaan internetissä, jolloin tavara itse ei aktiivisesti osallistu tiedon käsittelyyn, vaan älykkäät laitteet toimivat sen puolesta. Lisätyn todellisuuden ja IoT:n avulla ihminen voi nähdä tavaroiden tunnisteita katsoessaan tavarannäkö tilan ja siihen liittyviä virtuaalisia ohjaimia. Paikkatiedon perusteella voimme ympäristöä tai karttaa katsoessamme nähdä mitattua reaaliaikaista tietoa tai laitteiden sijaintitietoa, sosiaalisen median paikkaan liitettyä tietoa tai historiatietoa. Raakatiedon lisäksi laajennettun todellisuuden lasit voivat keinoälyn avulla esittää meille tulkittuna tietona vaikkapa seuraamamme ihmisen pulssin tai tunnetilan.

**Toimintamalli:** Useimmista laitteista voidaan poistaa erilliset näyttö- ja hallintalaitteet. Tämä edellyttää langattoman hallinnan vakioimista. IoT-tieto tulisi pyrkiä standardoimaan siten, että olisi yleisiä alustoja, joiden avulla useimpien laitteiden tietoja voisi katsoa, mikäli niihin on oikeus. Tavaroilla tulisi olla yksilöllinen identiteetti ja rajapinta, jonka kautta saa tiedon siitä, miten laitteen kanssa voi kommunikoida. Tähän tulee suhtautua samalla tavalla kuin aiemmin suhtauduttiin siihen, että puhelinverkon laitteet kykenivät kommunikoimaan keskenään. Kotimaisin toimin ei liene mahdollista saada aikaan yhteisiä matalan tason standardeja, mutta voidaan saada aikaan ylemmän tason palveluita, joihin kaikki on sovitettavissa. Kaikki mahdollinen julkinen tieto, laitteiden käsittely, tavaratieto ja vuoro-vaikutus tulisi saattaa lisätyn todellisuuden piiriin pilvipalveluiden kautta.

**Tavoitellut hyödyt:** Tietoisuus toimintaympäristöstä lisääntyy, kun IoT-tieto on laajasti ja helposti saatavilla. Tavaroiden yksilöllinen identiteetti mahdollistaa organisaattorajojen yli helposti tapahtuvan tavaratiedon jakamisen ja yhteiskäytön sekä monen toimijan keskinäiset ja kuluttajalle saakka ulottuvat tavaratietoon perustuvat suoritteet. AR/loT-markkinan arvioidaan kasvavan yli 100 miljardiin vuoteen 2021 mennessä.

**Vältettävät uhkat:** Hidas eteneminen nopeasti kehittyvillä markkinoilla johtaa kilpailukyvyn olennaiseen heikkenemiseen sekä siihen, että tehokkaat prosessit, työtavat ja työvälineet tulevat yhä kasvavassa määrin meille ulkomaiden kautta.

**Hallinnon toimet:** Tavaroiden tunnistet on vakioitava, tunnisteeissa on pyrittävä tavaratyyppin sijaan yksilölliseen tunnisteseen, kuten autoissa. Paperisista, pakollisista etiketeistä on siirryttävä identiteetin kautta koneluettavaan ja tulostettavaan selosteeseen. Asiahallinta ja tavarahallinta on siirrettävä objektipohjaiseksi ja Omadata-lähestymistapaa on laajennettava roolipohjaisiin oikeuksiin. Tavaroihin ja tiloihin on lisättävä yksilöllinen tunniste, johon kaikki tavaraan liittyvä hallinnointi tulee kytkeä. Tavaroiden kaikki tiedot on digitalisoitava ja prosessit muutettava siten, että ne käsittelevät tavarän ID:hen sidottua tietoa, joka on siirrettävissä tavarän muille käsittelijöille ja tavarän omistajan vaihtuessa uudelle omistajalle.

### 3.4.8 Etiäis- & palvelurobotiikka

**Teknologiaperusta:** Robotit ovat yhä valmiimpia liikkumaan itsenäisesti luonnossa ja ihmisen rakentamassa ympäristössä. Lentäen, pyörillä ja kävellen liikkuvat robotit toimivat uuden akku- ja moottoritekniikan avulla hyödyllisen ajan kertalatauksella ja teknologia kehittyä jatkuvasti paremmaksi. Robottien kyky havainnoida ympäristöään reaaliajassa mahdollistaa törmäysten välttämisen luonnossa ja ihmisten seassa. Robotit voivat keinoälyn avulla oppia katsomalla mallisuoritteita esimerkiksi televisio-ohjelmista. Kokeilussa on robottikokki, joka opettelee keittotaitoja television kokkiohjelmista ja koettaa valmistaa

ruokaa sen mukaan. Robotit ovat toistaiseksi sähkömekaanisia laitteita, mutta keinolihaksia kehitetään ja kokeillaan. Niiden avulla robottien toimintakyky edelleen laajenee. Käsien kaltaiset manipulaattorit ovat yksi robottien haasteista mutta siinäkin on edetty nopeasti. Virtuaalilasien ja datahanskojen avulla ihminen voi nähdä saman, minkä robotti ”näkee”, tuntee käsissään sen, minkä robotti ”tuntee” ja ihmisen liikkeet välittyvät robotin liikkeiksi. Tällaisessa järjestelyssä ihminen kokee olevansa mainitun robotin asemassa ja voidaan puhua etäläsnäolosta ja etiäisestä. Ihminen toimii etiäisensä avulla ja on siis etäläsnä. Etiäisiä myydään USAssa jo yleisesti ja kaupallisia valmistajia on lukuisia.

Toimintamalli: Robotteja tullaan opettamaan moniin tehtäviin muutaman yleisen keinoälyalustan avulla. Robotit tulevat palvelemaan kaikissa tehtävissä, vastaanottoapulaisina, oppaina, opettajina, tarjoilijoina, kunnossapidon, huollon ja vartioinnin tehtävissä, jake-lussa, rakentamisessa, viljelyssä yms. Matkustaminen korvataan etäläsnäolon ja etiäisten avulla, videoneuvottelut jäävät syrjään. Itsenäisesti toimivan robotin kokiessa ongelman, jota se ei kykene jäsentämään toimenpiteiksi, ottaa robotti yhteyden avustavaan ihmiseen, joka suorittaa tehtävän etäläsnäolon keinoin.

Tavoitellut hyödyt: Robottien ja etäläsnäolon avulla palveluiden kustannuksia saadaan laskettua radikaalisti. Matka-ajat voidaan eliminoida ja monien palveluiden henkilövaltaiset, mutta monotoniset tehtävät saadaan automatisoitua. Palveluiden ajallinen ja maantieteellinen kattavuus on helppo järjestää. Vaikka esimerkiksi etiäisenä nopeasti rikospaikal-le saapuva poliisi ei vastaa todellista poliisia, on tosiasia kuitenkin se, ettei todellinen poliisi ehdi kovinkaan moneen paikkaan. Vaarallisten tilanteiden hoitaminen etiäisten avulla on myös turvallisuustekijä.

Vältettävät uhkat: Itsekseen liikkuvat ja toimintakykyiset laitteet ovat selkeä turvallisuusris-ki, mikäli niiden käyttäjät ovat pahantahtoisia eivätkä riittävästi jäljitettävissä. Vastuukysy-mykset saattavat olla epäselviä myös tavanomaisissa robottien ja etäläsnäolon tilanteissa, mikäli robotti aiheuttaa vahinkoa.

Hallinnon toimet: Itsenäisen ja kauko-ohjatun robotin vastuukysymyksiä tulisi selvittää. Robotin erehdyttäminen ja estäminen tulisi kriminalisoida. Tienpito ja valvonta sekä jul-kisten alueiden kunnossapito tulisi robotisoida. Julkishallinnon tulisi mahdollistaa omien etiäistensä avulla etäläsnäolo julkishallinnon sisäisissä kokouksissa, museoissa, sairaalois-sa, oppilaitoksissa, virastoissa. Robotisaation digitaalinen alusta on luotava ja robottien itsenäiselle liikkumiselle on luotava edellytykset.



### 3.4.9 Superkykypalvelut

Teknologiaperusta: Optiikan, elektroniikan ja tietotekniikan nopea kehitys on luonut meille superaistit. Mittalaitteemme näyttävät, kuinka kaukana esineet ovat, miten nopeasti ne liikkuvat, mitä materiaalia ne ovat ja jopa sen, onko toinen ihminen rakastunut, psykopaatti, tai sairastaako hän syöpää. Voimme havaita ruoasta, kuinka paljon se sisältää sokeria tai viljaa, onko se pilaantunutta ja jopa, mistä siinä käytetty liha on kotoisin. Joukkoistetun tiedon avulla kännykkämme varoittaa ennalta maanjäristyksestä, juurut ja tilastot saavuttavat meidät ja keinoälyn avulla ymmärrämme kaikkia tärkeitä maailman kieliä, osaamme korjata kirjoitusvirheemme ja saamme kaikkien alojen asiantuntemuksen käyttöömme. Monet näistä taidoista ovat vielä vain harvojen käytössä tai jopa tutkimuslaboratorioiden ja tuotekehittäjien pöydillä, mutta 2020-luvulla ne ovat osa tavallista kehittyneiden maiden arkea.

Toimintamalli: Yksilötasolla meidän on pian mahdollista saada itsenäisesti tieto lähes kaikesta. Saamme tietoja esimerkiksi omilla mittareillamme ja tuotteiden sekä ympäristön IoT-tiedoista. Sosiaalinen media, meitä palveleva keinoäly sekä verkkoon tuotetut ohjeet auttavat meitä jäsentämään havaitsemaamme. Maailman monimutkaistuesssa ja valmistuksen hajautuessa ei keskitetty kansallinen valvonta ja neuvonta voi saada aikaan muuta kuin kasvavaa byrokratiaa sekä vahvistaa suurten toimijoiden dominoivaa asemaa, mutta ratkaisuksi siitä ei ole. Yhteiskunnan on muututtava siten, että yksilöt käyttävät tulevia superkykyjään yhä yksilöllisempiin tilanteisiin, ja yhteiskunnan tehtävänä on tarjota siihen puitteet ja ohjeet. Superkykyjen yhtenä seurauksena on erikoistumisen tarpeen väheneminen. Kykenemme keinoälyn, vertaisverkkojen ja robotisaation avulla tuottamaan yhä suuremman osan tarvitsemistamme tuotteista ja palveluista lähiyhteisöissä. Tämä vähentää vaihdannan ja jopa rahan tarvetta.

Tavoitellut hyödyt: Moderni kompassin ja kartan yhdistelmä, navigaattori, on hyvä esimerkki yksilön toimintakykyä parantavista laitteista. Me tulemme saamaan sellaisia laitteita ja kykyjä hyvin runsaasti osaksi älypuhelinia, lisätyn todellisuuden laseja tai etiäisrobottejamme. Opimme soittamaan sonaatteja, tanssimaan kuin Gene Kelly tai maalaamaan Viimeisen ehtoollisen keittiömme seinään. Toki käytämme apuvälineitä, mutta meistä tulee monien alojen mestareita. Tunnistamme tauteja, pilaantumisia, rakenteellisia heikkouksia. Meidän tuottavuutemme nousee. Saamme myös edullisia yleiskäyttöisiä työkaluja, joita voimme yhteisön piirissä jakaa. Tuottavuutemme nousu omiin tarpeisiimme liittyen johtaa elintasomme kasvuun, vaikka ansiomme palkkatyöstä laskisi.

Vältettävät uhkat: Yksityisyyden suoja vähenee, monet vastuukysymykset hämärtyvät ja erikoistumisen sekä vaihdannan vähentyminen suuruuden ekonomian antaessa tilaa pienyyden ekonomialle rapauttaa veropohjaa.

Hallinnon toimet: Vastuunrajoja on siirrettävä ja mahdollisuuksia omatoimiseen yhteisölliseen työhön on lisättävä. Keskitettyä sääntelyä ja valvontaa on vähennettävä ja kuluttajien ja työntekijöiden itsensä suorittamaa valvontaa on tuettava. Valvonnassa on otettava uudet keinot käyttöön ja päätöksenteossa on siirrettävä valtaa keinoälylle sekä vertaisverkoille. Superaisteille on järjestettävä testejä, kuten kaupan vaaonille on perinteisesti järjestetty. Keinoälyille on järjestettävä kurssimateriaaleja ja vertaisverkoille on harkittava virallista asemaa.

### 3.4.10 Oppimisen digitalisaatio

Teknologiaperusta: Oppimateriaalin digitalisointi mahdollistaa oppisisällön sijoittamisen tallenteelle. Tallenne voi hoitaa esittelyn, taustoituksen, havainnollistuksen, opitun testaamisen, opitun kokeilemisen ja soveltamisen harjoittamisesta. Oppiminen voidaan pelillistää siten, että oppija näkee, kuinka hänen taitonsa kehittyvät ja saa välittömän palautteen virheistään. Käänteisen opetuksen pioneeri, Khan Academy tuotti aluksi matematiikan, fyysiikan ja kemian oppisisällöt peruskoulun alkeista ensimmäisiin yliopistokursseihin saakka, ja harjoitusmateriaalit näihin. Khan Academyn mallissa luennot kuunnellaan kotona ja harjoitukset tehdään koulussa. Khan Academyllä on yli 6500 videotallennetta julkisesti katsottavissa ja käännettävissä eri kielille. Katselukertoja on 10/2016 mennessä ollut 840 miljoonaa. Suomessa Soveltolla on noin 4000 opetusvideota työelämän tarpeisiin. Yliopistoista MIT:n kaikki kurssit ovat vapaasti verkossa katsottavissa. Keinoälyyn, peleihin simulointiin, robottiopettajiin ja verkossa yhdessä oppimisen malleihin kehitetään teknologiaa. Osaamisen näyttämiseen on useita toimivia ja testattuja järjestelmiä, jotka soveltuvat vaihtelevasti eri aihealueille. Laajinta toiminta on tietotekniikassa, jossa ammattilaiset hankkivat tietojärjestelmätoimittajien varmistamia auktorisointeja, jotka on täysin automatisoitu ja erotettu koulutuksen järjestäjistä.

Toimintamalli: Siirrytään käänteiseen opetukseen, jossa oppija saa johdannon oppiaineeseen seuraamalla aihealueen mestareiden videoluentoja sekä mahdollisesti suorittamalla ryhmän yhteisiä oppimislejyjä ja osallistumalla simulaatioihin ja virtuaalimaailman tutustumiskäynteihin. Opettaja näkee, mitä tehtäviä oppija on suorittanut. Varsinaiset oppimista testaavat harjoitukset tehdään opettajan läsnä ollessa siten, että opettaja voi tarvittaessa auttaa. Opettaja johtaa myös vapaan keskustelun opituista aiheista ja jakaa oppilaiden yhteiset itsenäiset selvitystehtävät. Ilmiöpohjaisessa opetuksessa tätä mallia sovelletaan tarpeen mukaan. Opetus ja osaamisen näyttö erotetaan toisistaan siten, että osaaminen näytetään oppilaitoksen kurssijärjestelmästä riippumattomina laajempina kokonaisuuksina ja osaamisen näyttö on automatisoitu.

Tavoitellut hyödyt: Oppimisen kustannus laskee ja pullonkaulat poistuvat. Oppijat voivat oppia sellaisiakin asioita, joita opettaja ei osaa opettaa, ja oppijoiden oppimispolut voivat

helposti jakautua. Opetusta ei tarvitse rajoittaa, ja menettelytapa mahdollistaa itseoppimisen ja opitun näyttämisen ilman, että on oppilaitoksen kirjoilla. Menettely mahdollistaa myös kaupallisten toimijoiden osallistumisen tutkintopohjaiseen opetukseen ja kouluopetukseen.

Vältettävät uhkat: Nykyisen mallin jatkaminen johtaa siihen, että tutkintopohjainen koulutus jää jälkeen itseopiskelusta ja tutkintojen arvostus laskee ja instituutiot menettävät arvoaan. Nykyisen mallin jatkaminen johtaa myös siihen, että oppisisällöt ovat työelämässä joko vähämerkityksisiä tai kyky niiden soveltamiseen on huono, tai että se on hyvä lähinnä niillä, jotka ovat jaksaneet hankkia itselleen oppilaitoksen opetuksen ulkopuolisen osaamisen.

Hallinnon toimet: Osaamisen näyttö on irrotettava opetuksen tarjoavasta oppilaitoksesta. Julkinen opetus on siirrettävä käänteisen mallin mukaiseksi ja julkisin varoin tuotetut oppimateriaalit ja videoidut opetusjaksot on julkaistava kaikkien saataville. Kaikki peruskurssit ja koulukurssit on tuotettava videomuodossa useiden eri opetustapojen ja opettajien toimesta. Harjoitusmateriaalia on tuotettava digitaaliseen muotoon oppimispelien, simuloinnin ja keinoälyn soveltamisen avulla.

### 3.5 Yhteenveto mahdollisuuksista ja uhkista sekä toimenpidesuosituksista

10 radikaalin toimintamallin potentiaali, Risto Linturi	Resurssi-tehokkuus	Henkilö-työn tuot-tavuus	Kauppata-se/palvelu-tase	Tuloerot /työttö-myyss	Hyvin-vointi /terveys	Kohe-sio /merki-tys	Kestävä kehitys	Aluei-den tasa-arvo	Hallin-non tehokkuus	Vapaus /demo-kratia
Robottiliikenne	+++/-	+++	+++/-	+/-	+++/-	+/-	+++/-	+++	++/-	+++/-
Energiamurros	+++/-	+/-	+++/-	++/-	+/-	++/-	+++	+++	++/-	++/-
Yksilöllinen lähivalmistus	++/-	+/-	+++/-	+++/-	+/-	+++/-	++/-	+++	++/-	+++/-
Urbaani biotuotanto	+++/-	+/-	++/-	++/-	+++/-	+++/-	+++/-	--	+/-	++/-
Sote-hakkerointi	+/-	+++/-	+/-	+/-	+++/-	++/-	+/-	++/-	+++/-	+++/-
Jakamis&alustatalous	+++/-	+++/-	++/-	+++/-	+/-	+++/-	++/-	+/-	+++/-	+++/-
Lisätty todellisuus & IoT	+++/-	+++	++/-	++/-	++/-	++/-	++/-	+/-	+++/-	+/-
Etiäis&palvelurobotiikka	+/-	+++/-	++/-	+/-	++/-	++/-	+/-	++/-	++/-	++/-
Superkykypalvelut	+	++/-	+/-	+++/-	++	++/-	++/-	++	+++/-	++/-
Oppimisen digitalisaatio	++/-	+++/-	+/-	++/-	+	++/-	++	+++	++/-	+++

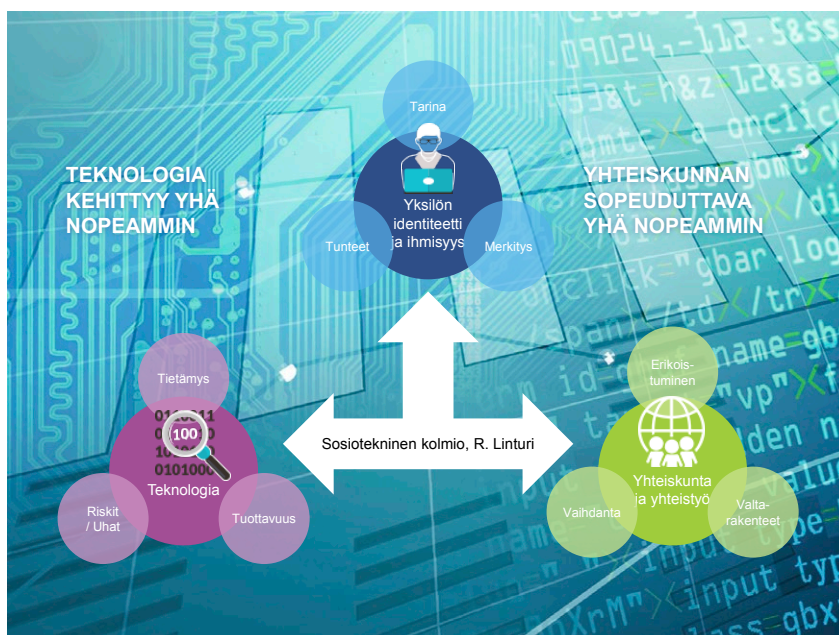
Kun ehdotettuja toimintamalleja tarkastellaan niiden yhteiskunnallisen vaikutuksen kautta, huomataan kaikissa malleissa monia myönteisiä mahdollisuuksia. Niistä siis voitaisiin hyötyä, mikäli toimintamalleihin siirryttäisiin. Huomataan myös paljon selkeitä riskejä, jot-

ka voivat monilta osin toteutua, vaikka Suomessa näihin asioihin ei reagoitaisi. Toisaalta, jos toimintamallit reguloidaan ja niihin varaudutaan hyvin, useimmat riskit on mahdollista välttää tai niitä voidaan merkittävästi lieventää.

Resurssitehokkuuden ja henkilötyön tuottavuuden on arvioitu hyötyvän useimmista ehdotetuista toimintamalleista. Toimintamalleista käsin tarkasteltuna robottiliikenne ja jakamis & alustatalous tuottavat kattavimmat vaikutukset. Jokainen valituista kriteereistä ja kukin toimintamalli sisältävät sekä merkittäviä potentiaalisia hyötyjä että riskejä, ja jokaiseen tulisi suhtautua vakavasti. Teknologiakehitys vaikuttaa jokaiseen hallinnonalaan ja jokaiseen yhteiskunnan osaan, vaikka siltä kehitykseltä sulkisi silmänsä.

Kun tätä teknologialähtöistä tarkastelua katsotaan laajassa kuvassa, nähdään selkeä kolmi-jako. Teknologia opittavine menetelmineen, yksilön tarpeet ja toiveet sekä yhteiskunta rakenteineen, vaikuttavat kaikki toisiinsa eikä mitään yhteiskunnallista rakennetta voi pohtia ottamatta näitä kaikkia asioita huomioon. Määräävää kaikessa on se, mikä on mahdollista ja se, mitä me yksilöinä ja yhteiskuntana haluamme, ja kuinka nämä kolme, monin tavoin omaehtoista toimijaa, saadaan sovitettua keskenään.

Vaikka tarkastelutapa tässä luvussa vaikuttaa teknologialähtöiseltä, ei kyse syvällisemmin ottaen ole siitä. Teknologia edustaa niitä uusia mahdollisuuksia, ja meidän on yhteiskuntina pohdittava, miten me niihin uusiin mahdollisuuksiin suhtaudumme. Globalisaation ja kansalaisvapauksien maailmassa me emme kuitenkaan voi kuvitella, että yhteiskunta suoraviivaisesti päättää, mitä teknologioita käytetään ja mitä ei. Yksilöt ja yhteiskunta on tarkastelussa erotettava toisistaan. Monilla yksilöillä on toisistaan poikkeavia intressejä ja haluja. Myös eri valtioiden tavoitteet ja keinot poikkeavat toisistaan yrityksistä ja muista organisaatioista puhumatta.



Luodessaan uusia mahdollisuuksia ja riskejä, teknologinen kehitys muuttaa arvomaailmaamme. Saavutamme monia asioita aiempaa vähäisemmin uhrauksin ja näin prioriteettimme muuttuvat. Myös riskeissä tapahtuvat muutokset luovat uusia pelkoja ja tabuja. Teknologia kehittyy nyt nopeasti suuntaan, joka voimaannuttaa yksilöitä. Yksittäinen ihminen tai pieni ryhmä voi uusien teknologioiden avulla saada aikaan tuloksia, joihin suuri yritys tai valtiollinen toimija ei aiemmin ole kyennyt. Kehityksen arvioinnissa yksilöiden moninaisten motiivien tarkastelu ja yksilökeskeinen ajattelu ovat keskiössä.

Tuleva teknologinen murros on erittäin suuri. On melko ilmeistä, että olemme Kondratieffin syklien eli talouden pitkien syklien käänneasteissa, jossa talouden paradigmat murtuvat ja vaihtuvat. Puhutaan kolmannesta, neljännestä tai viidennestä teollisesta vallankumouksesta, mutta kyse ei tietysti ole pelkästään teollisuudesta vaan talouden ja koko yhteiskunnan rakenteista. Muutosta on mahdoton hallita, koska se sisältää paljon ennakoimatonta, mutta muutoksen voimat voi kohdata murtumatta. Ketteryyttä ja resilienssiä on kehitettävä, jäykkiä rakenteita on korvattava joustavilla ja itseorganisoituvilla rakenteilla.

Tärkein asia hallinnon kannalta on nopea omaksuminen. Suomen kaltaisessa maassa, jossa julkisen vallan ote on hyvin laaja, hallinnon tulisi olla erityisen ketterä. Yhtenä keskeisenä asiana tämä tarkoittaa sitä, että reguloinnin tulisi kohdistua tekemisen tuloksiin ja vastuisiin, mutta ei tekemisen tapoihin. Mikäli regulaattori määrää tekemisen tavoista, jäykistyvät nuo tavat, vaikka niiden tulisi kehittyä. Toisaalta kehitystä ei tapahdu, jos vanhoilla mekanismeilla on puolellaan suuruuden ekonomia ja uudet keinot eivät vakiinnu eikä niille synny toiminnallista alustaa eikä puitteita. Siis suo siellä ja vetelä täällä. Jotakin pysyvää regulaattorin on luotava, jotta kehitykselle olisi ennustettavat puitteet.

Nykyinen julkisten hankintojen kilpailutus on vallitsevan käytäntönsä vuoksi yksi merkittävistä kehityksen esteistä. Erityisesti tietojärjestelmien kehityksessä on vaikea nähdä, kuinka suunnittelutyötä voidaan kilpailuttaa ilman suuria ongelmia. Koska toivottuja järjestelmiä ei ole vielä suunniteltu, eikä määritelty, ovat tarjoukset väistämättä puutteellisia. Toteutus jää myös puutteelliseksi, jos maineella ei jälkikäteen ole merkitystä. Vaikuttaa teoriassa mahdottomalta saada näillä säännöillä hyviä tuloksia aikaan.

Yllättävänä kehityksen esteenä voidaan nähdä nykyinen poistokäytäntö. Organisaatiot aktivoivat investointeja jopa useiksi kymmeniksi vuosiksi ilman, että niillä on perusteltua arviota investointien taloudellisesti kannattavasta pitoajasta. Lain mukaan näin ei saa toimia, vaan tulee noudattaa erityistä varovaisuutta. Investointien pitoaikaa perustellaan teknisellä käyttöajalla, mutta jätetään täysin huomiotta tulevaisuuden teknologisen kehityksen aiheuttama teknologian vanhentuminen. Tämä on systemaattinen virhe, eikä siis osoita erityistä varovaisuutta. Tämä johtaa vanhakantaisten investointien näyttämiseen todellista kannattavammilta ja myöhemmin suuriin alaskirjaustarpeisiin. Tämä myös suosii vanhaan uuden kustannuksella.

Kokeilut ovat tärkeitä muutosta aikaansaataessa. Liian usein kokeiluissa tartutaan inkrementaaliseen kehitykseen ja marginaaliseen muutokseen, vaikka mahdollisuudet olisivat todella radikaaleihin askeleisiin. On ikään kuin suuria muutoksia pelättäisiin. Tulevaisuus on rohkeissa päätöksissä ja suurissa loikissa. Tavoitteena jokaisella toimialalla tulisi olla vähintään liikennekaaren suuruiset askeleet, jotka järjestävät uudelleen sekä kuluttajien, keskeisten toimijoiden että hallinnon askelmerkit, ja ottavat huomioon yhteiskunnan rakenteet, yksilön näkökulman ja motiivit sekä teknologian nopean kehityksen.

Lainsäädäntöä tulisi muuttaa huomattavasti nykyistä nopeammin, ja siihen tulisi saada enemmän resursseja. Maailma ei meitä odota, jos emme sitä ehdi seuraamaan. Eikä meidän parane pienenä maana edetä varovaisesti muiden perässä, kun elintasomme edellyttää edelläkävijyyttä.

### 3.6 Lähteet

Tämä luku perustuu hyvin laajaan lähdeaineistoon, joka on luokiteltu ja luetteloitu alla mainituissa aiemmissa raporteissa. Frank W. Geelsin tutkimukseen viite suoraan, koska sitä on tässä lainattu laajemmin:

- Frank W. Geels, 2002, Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes, Elsevier, <https://www.sussex.ac.uk/webteam/gateway/file.php?name=fac-fgw-rp2002&site=25>
- Linturi 2013, Automaattisen liikenteen metropolivisio, Sovelto, [https://www.sovelto.fi/yrittys/tiedotteet/Documents/Loppuraportti\\_automaattisen\\_liikenteen\\_metropolivisio.pdf](https://www.sovelto.fi/yrittys/tiedotteet/Documents/Loppuraportti_automaattisen_liikenteen_metropolivisio.pdf)
- Linturi, Kuusi, Ahlqvist 2013, Suomen sata uutta mahdollisuutta, Eduskunta, [https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj\\_6+2013.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_6+2013.pdf)
- Linturi, Kuittinen 2014, Liikennetiedon visiot, 42/2014, Liikennevirasto, [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts\\_2014-42\\_liikennetiedon\\_visiot\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2014-42_liikennetiedon_visiot_web.pdf)
- Linturi, Kuittinen, 2016, Digitaalinen tietopohja ja robotisaation vaikutukset, osaraportti kokonaisuudessa: Robotiikan taustaselvityksiä, LVM <https://www.lvm.fi/documents/20181/877203/Robotiikan+taustaselvityksi%C3%A4/b1b-9f5d6-4f1f-436a-84c9-eb42da4f81e2>
- Linturi, Technology as an enabler of sustainable well-being in the modern society, Sitra Studies 103, Sitra <https://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksia103.pdf>
- Linturi, Teknologiamurros 2013-2016, 2016, Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta [https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj\\_1+2016.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_1+2016.pdf)

*Osaraportin kirjoittajasta*

*Risto Linturi on pitkäaikainen teknologiavaikuttaja ja koulutusyrittäjä. Hän on osallistunut lukuisten teknologiayhtiöiden johtotehtäviin, sekä toiminut useiden kotimaisten ja kansainvälisten organisaatioiden neuvonantajana. Hän on esiintynyt kahdesti Maailman tietotekniikkakongressissa, ja vuonna 2007 UNESCO:n pääjohtaja kutsui hänet korkeantason asiantuntijaryhmään laatimaan Kronbergin julkilausumaa. Monet hänen keksintönsä ovat saaneet laajaa julkisuutta kansainvälisessä mediassa erityisesti 1990-luvun lopulla ja 2000-luvun alussa. Tulevaisuudentutkijana Linturi on keskittynyt teknologian yhteiskunnallisiin vaikutuksiin.*

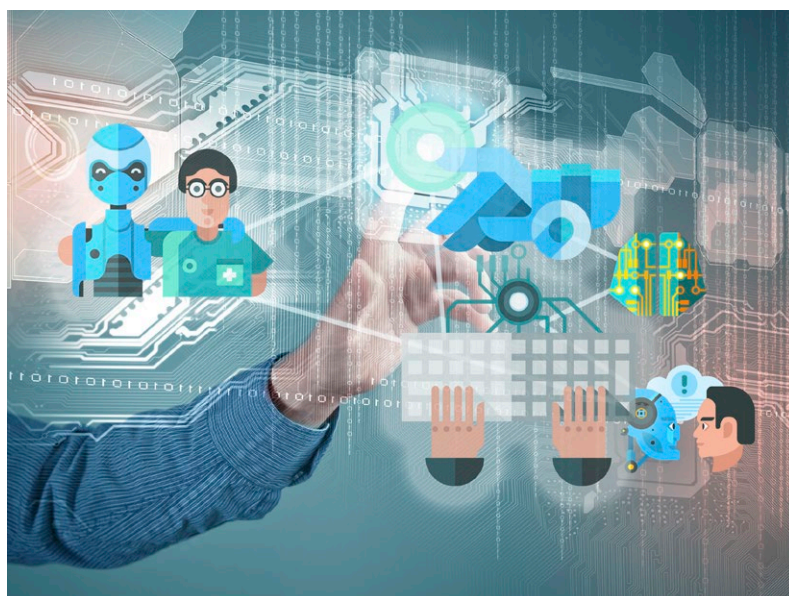


## 4 Kestävästi kehittyen kohti tulevaisuutta

*Cristina Andersson*

Kymmenen keskeistä osa-aluetta, joissa robotisaatio etenee merkittävästi v 2025 mennessä!

Raportin tarkoitus on luoda yleiskatsaus niihin robotiikan haasteisiin, joihin tulisi Suomessa välittömästi tarttua. Tähän katsaukseen on koottu kymmenen alaa, joita robotiikka muuttaa vahvasti jo lähitulevaisuudessa. On kuitenkin hyvä muistaa, että robotiikka on läpileikkaava teknologia, joka tulee koskemaan jokaista yhteiskunnan, elinkeinoelämän ja elämän aluetta. Robotisaatio ilmiönä mullistaa yhteiskunnan rakenteita sekä tapaa, jolla tehdään työtä.





## 4.1 Johdannoksi

Eihän robotiikassa mitään uutta ole, kuulee usein sanottavan. Monen alan konkarin vahva mielipide on, että robotteja on ollut kautta aikojen, eikä niiltä mitään mullistavaa ole odotettavissa. Sitä paitsi ne toimivat tehtaissa kokoonpano- ja hitsaushommissa. Ei niillä ihmisten keskuuteen ole mitään asiaa.

”On välttämätöntä erottaa klassinen robotiikka tästä uudesta robotiikasta” totesi professori Aarne Halme Robottiviikolla vuonna 2014. Klassinen robotti on se monen tuntema perinteinen teollisuuden toimilaitte, joka tekee sille ohjelmoituja liikkeitä automaattisesti niin kauan kuin virtaa riittää. Klassinen teollisuusrobotti on myös ihmiselle vaarallinen, jos ihminen joutuu liian lähelle sitä laitteen ollessa toiminnassa.

Moderni robotiikka (Advanced robotics) kykenee toimimaan ihmisen kanssa. Moderni robotti on monenlaisen teknologian yhdistymisen seurausta, teknologioiden, jotka ovat vasta nyt kehittyneet tasolle, joka mahdollistaa modernien robottien esilletulon. Uusissa roboteissa on fyysisen toiminnallisuuden lisäksi sensoreita, joiden avulla se kommunikoi ympäristönsä kanssa. Niissä on kehittyvä keinoäly, eli aivot, joissa on jo oppimiskykyä ja kykyä tehdä johtopäätöksiä. Lisäksi robotit voivat olla yhteydessä verkkoon, internetiin ja pilveen sekä hyödyntää siellä olevaa prosessointitehoa ja tietoa työnsä hoitamiseksi. Virtuaali- tai ohjelmistorobotit voivat toimia fyysisen maailman robottien työpareina digitaalisessa maailmassa, mikä mahdollistaa täydellisen palvelukonseptin syntymisen - kokonaisen arvoketjujen robotisoinnin, tarvitaan vain rohkeutta ja luovuutta rakentaa ennen näkemättömiä palveluita.

Teollisuuteen tarkoitetuista roboteista esimerkiksi ABB:n YuMi robotti tekee ihmisen kanssa saumatonta yhteistyötä. Robottia ei tarvitse osata ohjelmoida, vaan sitä opetetaan kädestä pitäen ja se on turvallinen työpari, perinteisten teollisuusrobottien tapaan YuMin ei tarvitse pysytellä häkissä, vaan se toimii samassa ympäristössä, missä ihminen on.

Samanlainen kohtelias ja ihmisystävällinen teknologia on myös uusissa ”robottiautoissa”, jotka tällä hetkellä kehittyvät kovaa vauhtia kohti autonomiaa, liikkumista ilman ihmiskuljettajaa. Huomaavainen robottiauto ei esimerkiksi roiku edellä ajavan puskurissa ja se pysähtyy riittävän ajoissa antamaan tietä jalankulkijalle. Sensoreidensa avulla auto tunnistaa asioita ympäristöstään ja voi esimerkiksi varoittaa lähestyvistä vaarasta.

Uutta tämän päivän robotisaatiossa on sen tulo ihmisten arkeen. Professori Bart Selman toteaa: ”Ensimmäistä kertaa tulemme näkemään nämä koneet ja systeemit osana jokapäiväistä elämäämme”.<sup>1</sup> Elämme aikaa, jolloin jotain aivan uutta tulee elämäämme. Visionääri

<sup>1</sup> Bart Selman, Cornell University 2016

Peter Diamandis vertaa kirjassaan ”Bold” aikaamme 500 miljoonan vuoden takaiseen kambriikauden räjähdykseen, jolloin yhtäkkiä maailmaan ilmaantui miljoonia uusia eläinlajeja. Tämän päivän uudet oliot ovat robotteja, Diamandis kirjoittaa.

## 4.2 Digitalisaatiosta robotisaatioon

Tulevaisuudentutkijat puhuvat Kondratieffin kuudennesta aallosta<sup>2</sup>, tarkoittaen, että täysin uusi vaihe on käynnistymässä ihmiskunnan historiassa.

Kondratieff esitti, että maailman teollinen historia on hahmotettavissa 45-60 vuoden sykleissä. Keskimäärin sykli on kestänyt 54 vuotta. Jokainen sykli sisältää omia erityistrendejä ja piirteitä, joiden varaan taloudellinen kasvu nojautuu syklin aikana. Viidettä aaltoa leimasi informaatioteknologia. Kuudennen aallon yksi keskeinen tekijä on robotisaatio. Viidennen aallon kehitys näyttäytyi digitalisaation ja ICT teknologioiden muodossa. Kuudennessa aallossa kaikki mikä voidaan robotisoida, robotisoidaan. Ei ole sattumaa, että myös terveysteknologiat ovat kuudennen aallon keskiössä.

Kondratieffin seitsemännen aallon ennakoidaan käsittävän teknologian ja älyn yhdistämät erikokoiset robotit, jotka ovat kykeneviä korjaamaan ja tuottamaan itse itseään – sekä toimimaan autonomisesti. Kuinka kauan seuraavan aallon saavuttamiseen menee aikaa, on vaikea ennustaa. Googlen keinoälyn kehittämisestä vastaava johtaja Ray Kurzweill ennakoii, että tietokoneäly saavuttaa ihmisen älyn jo vuonna 2020: ”Noin vuonna 2020 tietokone, joka maksaa noin 1000\$ omaa vähintään saman prosessoritehon kuin ihmisäly,” ennustaa Kurzweil<sup>3</sup>.

Suomi on jäänyt jumittamaan digiaikaan – edelliseen aaltoon. Yksisilmäinen fokusointi digitalisaatioon on peittänyt alleen robotisaation ja on estänyt näkemästä sitä valtavaa muutosaaltoa, joka valtaa alaa maailmalla. Ja kuitenkin edes digitalisaatiota ei olla saatu kunnolla hyödynnettyä ja kehitettyä täyteen mittaansa.

Mikä on robotisaation ja digitalisaation ero? Moderni robotti on toimija, kuten ihminen. Robotti muuttaa digitaalisen tiedon fyysisiksi teoiksi ja tulevaisuudessa yhä useammin myös muuntaa fyysistä maailmaa digitaaliseen muotoon. Voi vain kuvitella kuinka paljon ihmisen lailla aistiva robotti kerää tietoa sensoriensa avulla ja muuttaa sitä massadataksi, jota se itse voi keinoälynsä avulla käsitellä. Ei ole yhdentekevää puhummeko terveyden-

<sup>2</sup> Kondratieffien syklit ja Suomen tulevaisuus, dos. Jari Kaivo-oja 2012

<sup>3</sup> The Coming Merging of Mind and Machine, Scientific American, 2009

hoidosta vain pelkän digitalisaation näkökulmasta. Jos niin teemme, niin tärkeä osa hoivaa jää liian vähälle huomiolle.

Robotti voi olla myös virtuaalinen toimija. Edesmennyt professori Tony Dyson, Star Warsista tunnetun R2D2 robotin kehittäjä, totesi Robottiviikolla 2013, että varsinainen vallankumous tapahtuu, kun robotit virtualisoituvat ja alkavat toimia digitaalisessa maailmassa. Jo nyt on paljon ohjelmistoja, jotka toimivat osin robotin kaltaisesti, tehden esimerkiksi talouden tai terveydenhoidon tietojärjestelmien tehtäviä. Keinoälyn edelleen kehittyessä voidaan puhua aidosti virtuaalisista roboteista, oppivista keinoälytoimijoista verkossa.

IBM:n kehittämä Watson on edellä esitetyn kaltainen virtuaalinen robotti, joka kykenee jo mitä ihmeellisimpiin saavutuksiin. Se on voittanut Jeopardy tietovisassa, se analysoi syöpäkasvaimen ihmislääkäreitä tarkemmin ja nopeammin<sup>4</sup> kaiken tämän lisäksi Watson oppii keskustelemaan ihmisten kanssa. Watsonin kanssa keskustellut Reuben Brewer kertoo: ”Watsonille opetetaan miten tietystä asiasta keskustellaan, siis siten, että se ymmärtää lauseen sekä osaa liittää sen oikeaan kontekstiin.”<sup>5</sup>

Kondratjeffin kuudetta aaltoa leimaa myös ikääntyminen ja sen mukanaan tuomat ongelmat. Hyvinvointivaltion suuriin sote – sektorin ongelmiin kuuluu myös hyvinvoinnin ja terveyden epätasa-arvo, jonka ratkaiseminen ilman robotteja ja robotisaation syvällistä ymmärtämistä on äärimmäisen haasteellista.

### 4.3 Robotit kohti autonomiaa

Robottien asteittainen kehittyminen kohti kyvykkyyttä toimia autonomisesti on äärettömän tärkeää ottaa huomioon valmistellessa suuntaviivoja ja strategioita tulevaisuuden robotisoituneen yhteiskunnan varalle. Autonomisuus roboteissa on ominaisuus, jonka varalle on ehkä vaikea tehdä tarkkoja suunnitelmia, mutta sillä on merkitystä, minkälaisia asioita viemme eteenpäin ja millä tavalla kehitystä johdetaan.

Robottiautojen autonomisuutta määritellään asteikolla 1-5. Viidennellä tasolla ihmiseltä on poistettu mahdollisuus puuttua ajamiseen. Tällä hetkellä autot pystyvät jo tason kolme toiminnallisuuteen ja taso neljä, jossa auto voi hoitaa ajamisen itse, on erittäin lähellä. Teslan valmistajan mukaan tason neljä autoja nähdään liikenteessä jo vuonna 2021, Volvon käsityksen mukaan jo aikaisemmin.

<sup>4</sup> IBM's Watson computer can now do in a matter of minutes what it takes cancer doctors weeks to perform, Business Insider 2015

<sup>5</sup> IBM Shows Me What Watson Can Do, SeekingAlpha, 1.4.2016

Kirjassaan "Our Robots, Ourselves" **David A. Mindell** nimeää 2000 –luvun robotiikan ja automaation kolme myyttiä:

- 1) **Lineaarisen kehityksen myytti:** Uskomus, että teknologia kehittyy vain ihmisen osallisuuden kautta ensin etäläsnaolona ja seuraavaksi täyteen autonomisuuteen. Poliitiikan tutkija Peter W. Singer toteaa, että tämä myytti on todettu kuluneeksi niin päätöksentekijöiden kuin itse teknologian toimesta, jotka molemmat etenevät kohti kehitystä, jossa ihminen on yhä pienemmässä roolissa – jopa täysin pois luupista. Toisaalta nähdään myös kehitys, jossa ihminen on yhä tiiviimmässä vuorovaikutuksessa laitteidensa kanssa. Ihmiset kehittyvät rinta rinnan koneiden kanssa.

On tärkeää ymmärtää, että kehittyneimmät robotit ja teknologiat ovat niitä, jotka toimivat ja ovat vuorovaikutuksessa ihmisen kanssa. Esimerkiksi terveyspalveluisa ihminen ei ole jäämässä luupista pois, vaan on keskeinen ja kehittyvä toimija robottiapulaisten rinnalla.

2. **Myytti, että robotti korvaa ihmiset.** Aikanaan kiskojen uskottiin korvaavan hevoset. Junat olivat huonoja hevosia, mutta hevoset eivät kyenneet kuljettamaan suuria matkustajamääriä nopeasti paikasta toiseen.

Ranskalainen Pont Avenin pieni kylä heräsi taiteen kukoistukseen junan tulon myötä. Pariisilaiset taiteilijat ja opiskelijat löysivät kauniin kylän ja perustivat sinne yhteisön, jota Pont Avenin taidekouluksikin kutsutaan. Hevosten aikana matkan teko kesti aivan liian kauan, jotta Pariisiin taideakatemiaista olisi lähdetty Bretagnen maisemiin inspiraatiota hakemaan.

- 3) **Täyden autonomian myytti.** Robotit voivat kyllä ottaa tehtäväkseen töitä tai osia tehtävistä, jotka ovat aikaisemmin kuuluneet ihmisille. Kone, joka toimii täysin irti ihmisistä ja ihmiskunnasta on kuitenkin hyödytön. Ollakseen hyödyllinen, on robotinkin pystyttävä toimimaan vuorovaikutuksessa ja ympäristönsä tavoitteiden ja vaatimusten mukaisesti.

Robotisaatio muuttaa ihmisen osallisuutta, mutta ei poista sitä. Vaikka kuinka autonominen systeemi, niin jostakin kohtaa tulemme aina löytämään ihmisen osallisuuden. Ihmisen osallisuus tekee robotin työstä hyödyllisen ja sen tuottamasta tiedosta merkityksellistä.

Mindellin visiona on tilannekohtainen autonomisuus. Robotin on kyettävä tarpeen mukaan toimimaan autonomisesti. Tilannekohtainen autonomisuus on välttämätön esimerkiksi hoivatyössä. Kotona ihmisen apuna toimivan hoivarobotin käyttöliittymän on oltava

ainakin osittain intuitiivinen. Ei voida olettaa, että hoidon ja avun tarpeessa oleva ihminen osaisi koodata tai edes antamaan kaikissa tilanteissa robotille komentoja. Tilannekohtaisesti autonominen robotti osaa tarttua itsenäisesti myös tehtäviin, jotka ovat ennakoitavissa, mutta tulevat kuitenkin ennakoimattomalla hetkellä.

### **Voiko robottiin luottaa?**

”Seuraa rahaa”, kehottaa tutkimusjohtaja Mikko Hyppönen, kysyttäessä, minkälaisia turvavaukia hän näkee robottien lisääntyessä. Jos jostain löytyy kohta, jolla rikolliset pääsevät rahastamaan niin siellä on potentiaalinen turvavauha.

Robottien pitää olla ”Safe by Design” erityisesti silloin, kun roboteissa – kuten aiemmin mainitussa Lilly robotissa – on hiukankin enemmän painoa ja ulokkeita. Robotit eivät saa joutua epäkuntoon siten, että ne aiheuttavat ihmiselle vaaratilanteita. Uhat, jotka liittyvät robotin fyysiseen käyttäytymiseen pitää minimoida jo niiden kehityksen alkuvaiheessa.

Kaikkiin kyberturvallisuuden liittyviin uhkiin on mahdoton varautua kehitysvaiheessa. Myös robotti voidaan hakkeroida ja muuntaa se ihmistä uhkaavaksi aseeksi. Ajatellaanpa vain robottiautoa, johon hyökätään tarkoituksena ohjata se ihmismassojen keskelle.

”Robotilla pitää olla immuniteetti hyökkääviä viruksia kohtaan, vasta silloin voimme luottaa sen autonomiseen kyvykkyyteen”, sanoo European Space Agencyn robotiikan ja automaatio-osaston johtaja Gianfranco Visenti (EYE2016). Osittain tällaista immuniteettia on jo olemassa, kertoo Mikko Hyppönen, mutta täydelliseen immuniteettiin on vielä matkaa.

Pitäisikö robotteihin saada ohjelmoitua ihmisen etiikka? Viimeaikaiset uutiset esimerkiksi Kupittaaan psykiatrisen sairaalan potilaiden kohtelusta tai vanhusten kaltoinkohtelusta ympäri Suomea, eivät anna kuvaa, että inhimillinen ja arvokas hoiva toteutuisi riittävästi tässä ajassa: ”Vastaajista (7400 henkilöä) 93 prosenttia oli havainnut jonkinlaista kaltoinkohtelua eli tekoja, puheita tai tekemättä jättämisistä, jotka vaarantavat vanhusten hyvinvointia, terveyttä tai turvallisuutta. Luku on järkyttävän suuri, olivat otoksen kattavuus ja tekojen laatu minkälaisia tahansa.”<sup>6</sup>

Näiden hälyttävien tutkimusten ja lukujen valossa on vaikea ymmärtää, miksi uusien robottiapulaisten tuloa hoivatyöhön vastustettaisiin.

Robotin luotettavuus on keskeinen tekijä kaikilla aloilla ja erityisesti kodeissa, joissa vanhukset ovat suuren osan aikaa yksin robotin kanssa ja oppivat luottamaan siihen kuin ihmiseen.

<sup>6</sup> 93 % Valviran kyselyyn vastanneista on havainnut vanhusten kaltoinkohtelua, Valvira 2016

”Aukotonta, 100%:n, turvallisuutta ei saavuteta missään olosuhteissa, mutta riittävään luotettavuuteen täytyy päästä”, toteaa professori Jarno Limnell. ”Tulemme varmaankin näkemään myös ikäviä asioita, mutta kokonaisuus ratkaisee ja uskon, että roboteista on ihmisille paljon iloa ja hyötyä”. Luottamusta rakennetaan pienin askelin. Kaikki alkaa tiedostamisesta ja tietoisuuden jatkuvasta lisäämisestä. Mitä enemmän tiedämme, sitä vähemmän on epävarmuutta uuden edessä.

Robotiikan alalla innovoidaan valtavalla vauhdilla. Turvallisuustekijöiden huomioonottaminen pitäisi olla kehittämisen perustekijöitä, innovoijien tulisi ymmärtää luotettavuus kilpailuetuna. ”Menetettyä luottamusta on vaikea saada takaisin”, professori Limnell muistuttaa.

Jotkut kokevat uhkana, että älykkäät ja kyvykkäät robotit ottavat täyden vallan ihmiskunnasta. Uhkien sijaan voidaan ajatella, että ihmisten tehtävä on rakentaa maailmasta parempaa paikkaa ja nyt meillä on robotit maaailmanparannustyön apuna. On omista käsissämme, minkälaista tulevaisuutta rakennamme ihmiskunnalle. Tämän päivän teoilla on suuri vaikutus, minkälainen maailma on 20 vuoden kuluttua. Tehkäämme viisaita valintoja, hyviä tekoja ja jakakaamme hyviä asioita – myös internetissä.

## 4.4 Onko robotti kuin ihminen

Renaud Champion on yksi Euroopan keskeisiä robotiikka –alan vaikuttajia. Hän on mukana muun muassa maailman suurimman Sparc -rahaston hallituksessa. Sparc on EU komission vuonna 2014 lanseeraama rahasto, jonka tarkoituksena on parantaa Euroopan kilpailukykyä robotiikassa USA:n ja Aasian maiden kanssa.

”Meidän on tosissaan pohdittava robotin henkilöllisyyttä,” Renaud Champion miettii. Robotti on vahvasti kulttuurinen tuote. Esimerkiksi Japanissa robotit voivat olla täysin ihmisen näköisiä ja oloisia kun taas Euroopassa sellainen ei ole samalla tavalla hyväksyttyä. Robotti voi tehdä myös erilaisia päätöksiä itsenäisesti. Esimerkiksi kotiapulaisrobotti voi tilata vaikkapa lääkkeitä tai ruokatarvikkeita ja hoitaa maksun itsenäisesti saman tien. Liikenteessä robottiauto voi tehdä päätöksiä esimerkiksi reitin osalta. On monia tilanteita, joissa tulemme edellyttämään robotilta kyvykkyyttä autonomisuuteen. Yksi vaihtoehto olisi luoda robotille sähköinen henkilöllisyys, joka olisi välimuoto ihmisen ja yrityksen identiteetistä. Tällöin robotilla voisi olla vastuita ja sen aseman määrittely olisi yksinkertaisempaa.

On nähtävillä, että ihmiset liittävät robotteihin inhimillisiä piirteitä ja tunteita. Paro -terapiarobotti on halattava ja sen pitelemisen tuntuu hyvältä. Parolla on todettu olevan myön-

teisiä vaikutuksia esimerkiksi dementiapotilaille<sup>7</sup>. Kun ihminen kokee robotin ystäväkseen, ei hän tietenkään salli robotin kaltoin kohtelua. Robotti on ihmiselle enemmän kuin laite – onko tässä sosiaalisen ja eettisen pohdinnan paikka, vai annetaanko kehityksen kehittyä omaa tahtiaan?

Lentäviä robotteja, drooneja, rekisteröidään USA:ssa. Olisiko myös hoivarobottien osalta järkevää aloittaa jonkinlainen tunnistaminen? Ainakin hoivapuolella voi olla hyvä tietää, mikä robotti on töissä, kuka sen omistaa ja mitkä ovat sen tehtävät.

## 4.5 Kestävästi kehittyen kohti tulevaisuutta

**Kymmenen keskeistä osa-aluetta, joissa robotisaatio etenee merkittävästi v 2025 mennessä!**

1. Robotit osaksi sote -ratkaisua
2. Robotit ihmisen sisällä ja osana ihmistä
3. Liikkuminen palveluna – automaatiosta robotisaatioon
4. Oppiva keinoäly ja suomalaisuuden tulevaisuus. Ihmisen uusi oppiminen ja koulutus.
5. Uusteollistamisohjelma. Uutta elinkeinoa, vientiä ja reshoringia. Suomi nousuun!
6. Ohjelmistorobotiikka ja hallinnon uudistus. Rakenteet joustaviksi palvelijoiksi.
7. Roboteilla maailmaa pelastamaan. Itämeri, metsät ja ilmasto kiittävät! Arktinen mahdollisuus. Suomalainen osaaminen maailmanluokkaa!
8. Boteista kognitiivisiin assistentteihin. Vallankumous asiakaspalvelussa ja neuvonnassa.
9. Yhteiskunnan uusi ansaintalogiikka. Mistä tulot, jos palkkatulo siirtyy historiaan?
10. Kvanttirobotit ja neuroverkot. Visiointia tulevasta.

### 4.5.1 Robotit osaksi sote -ratkaisua

Robotit tulevat kaikkeen hoivaan. Lääketieteelliseen hoitoon leikkaussaleissa ja toimenpidehuoneissa. Sairaanhoidajien avuksi sekä kotihoitoa tukemaan. Voidaan sanoa, että mikään sote -ratkaisu ei tule onnistumaan ilman robotteja.

Sote -sektorin robotiikka edellyttää korkeaa eettisyyttä, luottamusta ja turvallisuutta. Nyt on korkea aika käynnistää keskustelut sote -sektorin robotiikan arvoista ja etiikasta.

<sup>7</sup> American Psychology Association, 2015

Moni teknologinen kehitys on tärkeä ja keskeinen hyvinvointiyhteiskunnan kannalta. Mutta mikäli emme onnistu vanhusten hoidossa siten, että jokaiselle voidaan tarjota itsenäisen ja arvokas elämä päivien loppuun saakka, voidaan tuskin puhua hyvinvointiyhteiskunnasta. Robottien avulla tämä voidaan toteuttaa myös kustannustehokkaalla tavalla. On löydettävä keinoja, miten robottien hankinta on mahdollista kaikille vanhuksille ja muille kotona asumiseen apua tarvitseville.

#### 4.5.2 Robotit ihmisen sisällä ja osana ihmistä

Nanokokoinen lääkerobotiikka mullistaa terveydenhoidon lähiaikoina. Lääketiede uudistuu seuraavan 10 vuoden aikana enemmän kuin koko historiansa aikana tähän saakka, toteaa professori Vivek Wadhva. Tulevaisuuden lääkkeet ovat nieltäviä, nanokokoiset robotit voivat esimerkiksi viedä lääkkeen suoraan kohteeseen tai suorittaa täsmäleikkauksen ilman kudoksia avaavia operaatioita. On myös kehitetty lääkkeen sisälle sopiva wifi -lähetin, joka aktivoituu vatsahapoista lähettämään signaalin varmistaen hoitajille, että potilas on nauttinut oikean lääkkeen oikeaan aikaan.

Miten kehitys vaikuttaa ihmiseen ylipäätään ja miten suhtaudutaan ihmisen sisällä toimiiviin robotteihin? Mitkä ovat keskeiset eettiset kysymykset huomioon ottaen, että nämä robotit ovat myös yhteydessä verkkoon?

#### 4.5.3 Liikkuvat robotit keskuudessamme

Liikenne muuttuu palveluksi ja ihmisten omistamat autokanta pienenee jo lähitulevaisuudessa. Autojen maahantuojat, vuokraamot ja autoliikkeet varautuvat muutokseen kehittämällä erilaisia car sharing palveluita. Robottiautokyytejä on helppo jakaa ja kimppekyydit onnistuvat joustavammin kuin yhden ihmisen omistamassa autossa. Olisi tutkittava ja tehtävä päätöksiä siitä, voidaanko kehitystä edistää uudistamalla autoverotusta robottiautojen jakamista tukevaksi.

Liikenteen kehityksestä on Suomessa keskusteltu paljon ja kehitys vaikuttaa olevan varsin hyvissä kantimissa. Vähemmälle keskustelulle on sen sijaan jäänyt eri tavoin ja eri paikoissa liikkuvien robottien tulo keskuuteemme niin julkisilla kuin yksityisillä paikoilla ja kotona.

Palvelurobotiikka, johon myös auto kuuluu, on suurelta osin liikkuvaa. Liikkuva palvelurobotti voi työskennellä logistisissa tehtävissä, puhtaanapidossa, rakennuksilla, kiinteistöissä, satamissa, lentokentillä, hotelleissa. Ne voivat kulkea pyörillä, jalan, siivillä tai innovatiivisin tavoin, joita emme ole vielä nähneet. Autojen keskellä voi kulkea robotteja, jotka eivät



muistuta mitään perinteistä kulkuneuvoa. Pizzajätti Domino kokeilee pizzankuljetusrobotia Uudessa Seelannissa.

#### **4.5.4 Oppiva keinoäly ja suomalaisuuden tulevaisuus. Ihmisen uusi oppiminen ja koulutus.**

Keinoälykehitys ottaa valtavia loikkia. Keinoälyn osa-alueet erityisesti koneoppiminen ja syväoppiminen (deep learning) näyttävät edistyvän nopeammin kuin on osattu ennakoida. Vähitellen kaikki ohjelmistokehitys muuttuu keinoälypohjaiseksi ja jatkossa keinoäly oppii itse havaintojensa ja saamansa opetuksen ansiosta.

Suomalaisen keinoälyteollisuuden tila ei ole kehuttava. Uusimman tutkimuksen mukaan patenttien valossa Suomi on jopa romahtanut kilpailijamaihinsa nähden. On tärkeää, että käytettävissä on suomalaista keinoälyä. Kyse on esimerkiksi suomen kielen tulevaisuudesta.

Syväoppimisen nopeat kehitykset vaikuttavat myös liikenteeseen. Tällä hetkellä haetaan aktiivisesti ”automaattiliikennettä”. Syväoppimisen ja hahmontunnistuksen ansiosta autoista tulee verkosta riippumattomia. On jäänyt pohtimatta mitä tämä vaihtoehto tarkoittaa tulevaisuuden liikenteelle. Tulisikin puhua liikenteen robotisaatiosta liikenteen automaation sijaan.

#### **4.5.5 Uusteollistamisohjelma. Uutta elinkeinoa, vientiä ja reshoringia. Suomi nousuun!**

Suomessa valmistetaan tulevaisuudessakin erilaisia tavaroita ja tuotteita. Robottien ansiosta myös pk-teollisuuden vienti voi elpyä ja nousta. Erittäin tärkeää on käynnistää pikaisesti Teollinen Suomi 4.0 ohjelma, jossa fokusoidaan eri alojen uusteollistamiseen robotien ja muiden älykkäiden teknologioiden avulla. On autettava yrityksiä kotiuttamaan tuotanto, mikäli se markkinoiden kannalta on järkevää. Yritysten teknologiatason nostaminen on otettava uusteollistamisohjelman ytimeen, jotta varmistetaan laadukas tuotanto ja voimakas tuottavuuden kohottaminen.

Uutena teollisuudenalana voi Suomeen kehittyä palvelurobotiikan sektori. Palvelurobottien määrä kasvaa 2015-2018 200 000 kpl => 33 miljoonaan kappaleeseen. Eksponentiaalikäyrällä on tilaa myös suomalaisille innovaatioille. Palvelurobottien kysyntä on voimakkaassa kasvussa. Esimerkiksi Singapore on ilmoittanut kiinnostuksensa kaikenlaisia robotteja kohtaan. Kyseessä on valtava liiketoimintapotentiaali, joka ei synny ilman yritysten (innovaatioiden) ja julkisen sektorin yhteistyötä, sillä kyseessä on edelläkävijämarkkinan luominen, jota yritykset harvoin kykenevät itse rakentamaan.

#### **4.5.6 Ohjelmistorobotiikka ja hallinnon uudistus. Rakenteet joustaviksi palvelijoiksi.**

Tietotyön muutokset ovat käynnissä. Ohjelmistorobotiikan avulla voidaan tehdä erilaisia talous- ja henkilöstöhallinnon tehtäviä. Jatkossa koneoppimisen ja syväoppimisen ansiosta moni tietotyö siirtyy kokonaan roboteille. Koneoppiva ohjelmistorobotti oppii tehtävän ihmisen työtä seuraamalla.

Hallinnon rakenneuudistus ei onnistu ilman (ohjelmisto)robotteja. Vuosien saatossa syntyneet eri prosessien kiemurat on usein jopa mahdoton oikaista tai suoristaa. Ohjelmistorobotti ei laita mutkia suoraksi vaan tekee nöyrästi, väsymättä ja nopeasti kaikki prosessin eri vaiheet. Jatkossa, kun robotti muuttuu oppivaksi se alkaa tehdä rakenneuudistusta oma-aloitteisesti sekä ihmisiltä oppien.

Ohjelmistorobotiikan kehityksen myötä myös asiakaspalvelu ja neuvonta muuttuvat bottivetoisiksi. Georgian teknisessä yliopistossa kokeiltiin tutorbottia, opintoneuvoja -keinoälyä, joka neuvoi opiskelijoita erilaisissa opintoihin liittyvissä asioissa. Opiskelijat eivät havainneet keskustelewansa botin kanssa. Puheentunnistuksen ja kognitiivisen ohjelmistorobotiikan kehittyessä yhä useampi asiakaspalvelutehtävä siirtyy bottien hoidettavaksi.

Tietotyön disruptiivinen muutos luo uutta ja tuhoaa vanhaa. Rutiininomaisista tieto- ja neuvontatehtävistä ihmisen tulee siirtyä uustietotyöhön eli uutta arvoa luovien konseptien muotoiluun.

#### **4.5.7 Roboteilla maailmaa pelastamaan. Itämeri, metsät ja ilmasto kiittävät! Arktinen mahdollisuus. Suomalainen osaaminen maailmanluokkaa!**

Metsien monimuotoisuus ja itämeren tilan parantaminen ovat suomalaisen luonnonsuojelun haasteita. Robottien avulla voidaan tutkia ja tehdä toimenpiteitä, jotka ovat ihmiselle mahdottomia tai vaarallisia. Metsien käytön tehostamiseen voidaan saada robottiapua. Suomalainen metsäosaaminen on maailmankuulua, olisi varmasti älykästä ottaa metsärobotiikka yhdeksi fokusalueeksi. Raskaiden koneiden osalta robotiikkaa jo on, mutta nyt tarkoitetaan hienovaraisempaa modernia robotiikkaa, esimerkiksi parvirobotteja.

#### 4.5.8 Autonomisten ja systeemisten virtuaalirobottien vallankumous

Sensorien avulla kerätään yhä enemmän tietoa, joka IoT:n ja muiden vastaavien konseptien avulla välittyy valtavaksi tietomassaksi verkkoon. Ohjelmistojen avulla tietoa voidaan tarkastella, hallinnoida ja optimoida hyötykäyttöön eri toimijoille.

Tulevaisuudessa systeemiajatteluun kykenevät virtuaaliset ja autonomiset robotit pystyvät hoitamaan monitahoisia ja monimutkaisia kokonaisuuksia itsenäisesti. Tulevaisuudessa kokonaiset yritykset ja muut organisaatiot voivat toimia täysin ”miehittämättöminä” virtuaalirobottien avulla.

Yritysten ja organisaatioiden robotisoitumista on kuvattu samanlaisella viisitasoisella asteikolla, kuin itsejavia autoja (Volkswagen 2016)<sup>8</sup>:

- 1) Manuaalinen: ihmiset hoitavat kaiken päätöksenteon ja toiminnan.
- 2) Avusteinen: Keinoäly tarjoaa suosituksia perustuen data analytiikkaan ja ohjelmistoihin, mutta ihmiset hoitavat työn.
- 3) Puoli-automaattinen: Keinoäly tekee päätökset, mutta ihminen vahvistaa ennen kuin muutokset tehdään.
- 4) Korkea automaatio: Rutiinitehtävät hoidetaan täysin robottien toimesta.
- 5) Täysin automatisoitu: Toiminta ja päätökset hoidetaan keinoälyn ja robottien (AiRo -teknologiat) toimesta ja ihminen ei puutu niihin millään tavalla.

#### 4.5.9 Yhteiskunnan uusi ansaintalogiikka. Mistä tulot, jos palkkatulo siirtyy historiaan?

On myös kiireellä ryhdyttävä miettimään yhteiskunnan rahoitusmallin uudistusta. Mikäli ansiotulovero putoaa pois tai kapenee huomattavasti jää veropottiin merkittävä aukko. Robotteja ei voida verottaa, voidaanko löytää muita tapoja suunnata robotin tekemän työn tuottavuutta yhteiskunnan kustannusten kattamiseen? Voidaanko julkisen sektorin kustannuksia vähentää merkittävästi robottien avulla? Minkälaisella prosessilla nämä uudistukset saadaan toteutettua?

<sup>8</sup> Websummit 2016, Lissabon

#### 4.5.10 Kvanttirobotit ja neuroverkot. Visiointia tulevasta.

Vielä on otettava huomioon kvanttietokoneiden kehitys. Ne ovat nyt suurin piirtein samassa vaiheessa kuin tietokoneet 60-luvulla, mutta kehitys on nopeaa. Kvanttietokoneen vahvuus on sen valtava nopeus verrattuna nykytietokoneisiin.

Kvanttirobotit kykenevät myös luovuuteen:

"(Quantum computing) means a step towards the most ambitious objective of artificial intelligence: the creation of a robot that is intelligent and creative, and that is not designed for specific tasks."

- Anthony Cuthbertson, International Business Times.

Kvanttietokonetta kehittävän D-Wave yhtiön johtaja Vern Brownel arvioi <sup>9</sup>, että muutamassa vuodessa jokainen voi saada kvanttietokoneen kapasiteetin käyttöönsä kännykän kautta. Voittajia ovat luonnollisesti he, jotka tämän kapasiteetin osaavat hyödyntää. Miten yritysten, valtioiden ja muiden organisaatioiden tulisi valmistautua valtavan laskentatehon tuomiin mahdollisuuksiin ja haasteisiin?

## 4.6 Mikä on ihmisen rooli robotisoituvassa maailmassa?

Ihmiskunnan tulevaisuutta pohtiessa on otettava huomioon robotin kehittymisen ihmisen kaltaiseksi kyvykkyksiltään ja ehkä ohikin. Tähän saakka teknologiset murrokset ovat tuottaneet uutta työtä, mutta ei saa tuudittautua uskoon, että näin kävisi myös tällä kerralla. Varmuudella uusia työpaikkoja jää syntymättä, jos mitään ei tehdä. Siksi työmarkkinoiden ja työn tekemisen uudistukset ovat todella kiireellisiä.

Erilaiset arviot työpaikkojen korvautumisesta roboteilla vaihtelevat 7% (EVA 2016) 50% (Bank of England 2015) ja enemmänkin. Olipa prosenttiluku mikä tahansa on jokaisen valmistauduttava tulevaisuuteen, jossa oma työtehtävä, tai osia siitä, on korvattu robotilla.

Mitä ihminen sitten voi tehdä tulevaisuudessa? Maatalouden ja teollisuuden työtehtävät ovat suhteessa tuotantoon vähentyneet jatkuvasti, seuraavaksi sama tilastoilmiö nähdään palvelu- ja tietoammateissa. Professori Richard Florida on tutkimuksissaan todennut, että tulevaisuudessa jokainen tehtävä pitää tehdä luovaksi, muuten sillä ei ole tulevaisuutta. Onkin mahdollista, että keinoälyllä kestää jonkin aikaa, ennen kuin se pystyy muotoilemaan monimutkaisia, monivaiheisia ja inhimillisesti merkityksellisiä palvelu- ja elämyskon-

<sup>9</sup> The Guardian, 22.5.2016

septeja. Ihmisen tehtäväksi jää luoda arvoa ja antaa koneiden tehdä se missä ne ovat hyvä; takoa luovat konseptit vauraudeksi ja hyvinvoinniksi.

## 4.7 Suomi tarvitsee robotisaatiostrategian!

Robotteihin liittyy monta kysymystä pohdittavaksi. Mistä yhteiskunnan tulonmuodostus rakentuu, kun robotit tekevät yhä enemmän ihmisten ”tavallisia” töitä niin teollisuudessa, tietotyössä kuin palvelu- ja hoivasektoreillakin? Onko eettisiä kysymyksiä, joihin tulisi varautua yhteiskuntana? Tarvitaanko roboteille erityistä lainsäädäntöä (tai sen purkua) – ovatko ne toimijoita, jotka tulisi sellaisina huomioida. Miten alaa voidaan edistää julkisin toimin? Mitä osaamista tarvitsemme tulevaisuudessa ja mitä meidän tulisi juuri nyt alkaa opetella, jotta tuo osaaminen olisi saatavilla, kun sitä tarvitaan.

Robotisaatio on niin merkittävä muutos ja valtava mahdollisuus, että tarvitaan kattava kansallinen strategia tarjoamaan visioita ja suuntaviivoja, jotta tulevaisuus yhdessä robotien kanssa olisi meille kaikille mahdollisimman hyvä ja auttaisi myös nostamaan inhimillisyyden ja välittämisen uudelle, paremmalle tasolle.

Suomella on paljon voitettavaa. World Economic Forumin UBS pankilla teettämä tutkimus kertoo, että Suomella on neljänneksi parhaat mahdollisuudet olla voittaja robotisaatiossa. Alexander Stubb on asian ytimessä todetessaan: ”Se, että joku sanoo jotain ei ole mitään. Meidän on itse tehtävä muutoksesta hyvä.”

Suomella on vahva perinne oppimisessa, keksimisessä ja teknologioiden hyödyntämisessä. Robottiikassa yhdistyvät kaikki keskeiset vahvuutemme. Valmistautukaamme siis ottamaan robotisaatio haltuun!

Suomi tarvitsee robotisaatiostrategian. Kutsukaamme sitä suomalaisittain AiRo strategiaksi (Artificial Intelligence & Robotics):

### 4.7.1 Suomen robotisaatiostrategia – AiRo strategia

Valtioneuvoston periaatepäätös älykkäästä robotiikasta julkistettiin kesäkuussa 2016. Periaatepäätöksessä visioidaan myös sote –sektorin tulevaisuutta:<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Valtioneuvoston periaatepäätös 2.6.2016

“Visiona vuoteen 2025 on älykästä robotiikkaa ja automaatiota valmistava, kehittävä ja laajasti hyödyntävä Suomi, jossa monia suuria yhteiskunnallisia haasteita, kuten terveydenhuollon palveluiden tarjoaminen, julkishallinnon tietotyön tehostaminen ja liikenteen järjestäminen, on ratkaistu nykyistä laadukkaammin ja kustannustehokkaammin. Suomalaisia keinoälyyn, älykkääseen robotiikkaan ja automaatioon liittyviä tuotteita, järjestelmiä ja palveluja hyödynnetään maailmanlaajuisesti, ja suomalaiselle osaamiselle on paljon kysyntää. Suomi on tehnyt merkittävän kilpailukykyloikan älykkään robotiikan ja automaation avulla.”

Periaatepäätöksen muistiossa todetaan myös: “Suomella on myös erinomainen mahdollisuus pyrkiä maailman kärkimaaksi palvelurobotiikan kehittämisessä ja hyödyntämisessä. Suomessa erityisesti väestön ikääntyminen aiheuttaa paineita etsiä vaihtoehtoisia palvelumalleja uudistuvassa sosiaali- ja terveydenhuollossa. Erityisesti hoitotyötä avustavalle palvelurobotiikalle, kuten erilaisille nosto- tai kuljetusroboteille, olisi tarvetta. Kokonaan uusia tuotemahdollisuuksia avautuu myös esimerkiksi turvallisuudessa, kotitalouksissa ja koulutussektorilla.”

Osaamispulaa robotisoiduilla aloilla on tullut esille, erityisesti konepajoissa ja metalliteollisuudessa<sup>11</sup>, mikä todetaan myös periaatepäätöksessä. Uusi palvelurobotiikka sote – sektorilla nostanee esille osaamistarpeita, joita ei tässä vaiheessa pystytä ennakoimaan. On kuitenkin selvää, että uudenlaista koulutusta tarvitaan ja osaajille on kova kysyntä niin kotimaassa kuin ulkomailla.

“Perinteisen robotiikkaosaamisen koulutuksen rinnalla on huolehdittava, että myös sitä hyödyntävillä toimialoilla, kuten esimerkiksi uudistuvassa sosiaali- ja terveydenhuollossa käytetään resursseja osaamisen täydentämiseen. Erityisesti tämä koskee niitä robotiikan osa-alueita, joissa ihmiset toimivat läheisessä yhteistyössä robottien kanssa kuten palvelurobotiikassa ja ohjelmistorobotiikassa. Uudet vaatimukset ja teknologiat näkyvät myös lisääntyvänä täydennys- ja uudelleen kouluttautumisen tarpeina. Koulutuksen kehittämisen tulee olla ketterää ja monimuotoista sekä koulutuksen laadultaan ajantasaista. Tämän varmistamiseksi Suomen kannattaa pyrkiä oppimaan myös muilta osaajamailta ja tehdä koulutukseen liittyvää yhteistyötä alan huippumaiden kanssa.”

Muistiossa luetellaan myös toimenpiteitä, joilla visiot toteutetaan. Toimenpiteissä luvataan selvittämistä ja lisäämistä. Periaatepäätös on erinomainen pohja rakentaa suomalainen robotisaatio tai AiRo strategia vertaismaiden tapaan. Strategian tulee olla konkreettinen jatko periaatepäätökselle.

<sup>11</sup> “Alan osaajien puute jarruttaa robovallankumousta konepajoissa” ProMetalli 3/2014

Japanissa vuonna 2015 julkistettu robotisaatiostrategia<sup>12</sup> antaa esimerkin konkretiasta, jota suomalaisen robotisaation strateginen edistäminen nyt kaipaa kaikilla elinkeinoelämän ja yhteiskunnan alueilla. Terveystieteiden osalta Japanin strategiassa todetaan mm:

- Kasvatetaan kotimainen hoivarobotiikka markkina 50 miljardiin jeniin.
- Vähennetään hoivatyöntekijöiden selkävaivat nollaan hoivarobotiikan avulla.
- Muutetaan tietoisuus uusista hoivamenetelmistä käyttämällä uusinta hoivarobotiikkaa.
- Kasvatetaan niiden ihmisten määrää, jotka haluavat käyttää robotteja hoivatarjonnassa nykyisestä 59.8%:sta 80%:iin.
- Kasvatetaan niiden ihmisten määrää, jotka haluavat, että robotteja käytetään hoivassa nykyisestä 65.1%:sta 80%:iin.

Tälle tasolle on myös Suomessa päästävää tavoitteiden määrittelyssä, eikä vain sote –sektorilla vaan kaikilla elinkeinoelämän alueilla. Lisäksi on otettava kantaa mm. verotukseen, tulonjakoon ja lainsäädäntöön. Vain näin voimme rakentaa vaikuttavia toimenpiteitä sekä mitattavia tavoitteita. Strategian työstäminen on toki vaativa tehtävä edellyttäen myös tutkimusta, mutta käytettävissä on myös paljon informaatiota, jotta työ voidaan käynnistää nopeasti ja saada ensimmäinen perusmateriaali hyödynnettäväksi, jotta päästään nopeasti toimintaan, tuloksiin ja vaikuttavuuteen.

Suomen robotisaatiostrategian nimeksi sopii suomalainen sana AiRo. Airolla soudetaan venettä eteenpäin, se kuvastaa sitä tosiasiaa, että meidän on itse tehtävä muutoksesta hyvä. AiRo, Artificial Intelligence & Robotics –strategia ei voi odottaa. SoTe –sektorilla ongelmat kasautuvat päivä päivältä samalla kun tuottavuus on kriisissä kaikilla sektoreilla. Saamme lukea vanhuksista, joiden hoito on epäinhimillistä. Hoitajista, jotka voimiansa ääri rajoilla eivät jaksakaan olla ystävällisiä. Jokainen tällainen uutinen on tappio hyvinvointiyhteiskunnalle, jota olemme rakentaneet ja vaalineet vuosikymmeniä. Yksinelävien vanhusten määrä kasvaa, samalla kun resurssit hoitaa heitä kodeissaan vähentyvät. Yhtälöä ei ratkaista ilman robotiapulaisia. Robotit, jotka monet ovat vielä kehitysvaiheessa, vapauttavat ihmisen tekemään sitä, mistä hoivatyössä on kyse: hoivaamaan inhimillisesti välittäen, samalla kustannustehokkuus ja tuottavuus paranevat.

<sup>12</sup> Japan's Robot Strategy -Action plan toward a New Industrial Revolution Driven by Robots, Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan 2015

## Haastatellut asiantuntijat:

Pääjohtaja Liisa Hyssälä, Kela  
Puheenjohtaja Merja Merasto, Sairaanhoidtajaliitto ry.  
Tutkija, dosentti Mari Kangasniemi, Itä-Suomen yliopisto  
Hallituksen jäsen Renaud Champion, Sparc EU  
Professori Jarno Limnell, Aalto yliopisto  
Tutkimusjohtaja Mikko Hyppönen, F-Secure Oy

## 4.8 Viitteet:

Cristina Andersson, Jari Kaivo-oja: BohoBusiness – Ihmiskunnan voitto koneesta, Talentum 2012/2016

Mitä vanhusten kotihoidossa oikeasti tapahtuu? HS 15.2.2015 <http://www.hs.fi/sunnuntai/a1423809755859>

93 % Valviran kyselyyn vastanneista on havainnut vanhusten kaltoinkohtelua – kysely paljasti myös puutteita omavalvonnan ja ilmoitusvelvollisuuden toteutumisessa <https://www.valvira.fi/-/93-valviran-kyselyyn-vastanneista-on-havainnut-vanhusten-kaltoinkohtelua-kysely-paljasti-myos-puutteita-omavalvonnan-ja-ilmoitusvelvollisuuden-toteutu>

Kondratieffien kuudes aalto:

<http://blog.src.sk.ca/innovation/waves-innovation/>

<http://www.foresight.fi/2012/12/13/kondratieffin-syklit-ja-suomen-tulevaisuus/>

Watson:

<http://www.businessinsider.com/r-ibms-watson-to-guide-cancer-therapies-at-14-centers-2015-5?r=US&IR=T&IR=T>

<http://seekingalpha.com/article/3962568-ibm-shows-watson-can>

Ray Kurtzweil:

<http://www.scientificamerican.com/article/merging-of-mind-and-machine/>

Our Robots, Ourselves, David A. Mindell, Viking, Penguin Random House, New York, 2015.

Machines of Loving Grace, John Markoff, Harpers Collins, New York, 2015

BohoBusiness, Cristina Andersson, Jari Kaivo-oja, Talentum 2012/2016

Bold: How to Go Big, Create Wealth and Impact the World, Peter Diamandis, Steven Kotler, Simon & Schuster, New York, 2015

<http://www.apa.org/monitor/2015/06/robo-therapy.aspx>

<http://www.theguardian.com/lifeandstyle/2016/mar/14/robot-carers-for-elderly-people-are-another-way-of-dying-even-more-miserably>

<http://www.chla.org/benefits-robotic-surgery>

Valviran kysely <http://www.valvira.fi/-/93-valviran-kyselyyn-vastanneista-on-havainnut-vanhusten-kaltoinkohtelua-kysely-paljasti-myos-puutteita-omavalvonnan-ja-ilmoitusvelvollisuuden-toteutu>



Valtioneuvoston periaatepäätös <http://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=0900908f804c7484>

AAAS <http://www.aaas.org/news/increasing-use-autonomous-systems-could-threaten-jobs>

Connecting the Everyday. Telia Company, Ericsson, 2016, seminar material from Telia IoT Symposium.

Domino's is trialling an autonomous pizza delivery robot <http://arstechnica.com/gadgets/2016/03/dominos-pizza-delivery-robot/>

Robotit töihin! Raportti, EVA 2016 <http://www.eva.fi/blog/2016/09/13/robotit-toihin-koneet-tulivat-mita-tapahtuu-tyopaikoilla/>

Future enterprise companies will be run by robots

<http://www.zdnet.com/article/future-enterprise-companies-will-be-ran-by-robots/>

The Rise of the Creative Class Revisited: 10th Anniversary Edition, by Richard Florida. Basic Books (C) 2012.

Has the age of quantum computing arrived? The Guardian, May 2016, <https://www.theguardian.com/technology/2016/may/22/age-of-quantum-computing-d-wave>

#### *Osaraportin kirjoittajasta*

*Cristina Andersson, tietokirjailija, yrittäjä ja robotisaatioaktivisti. Cristina tutustui globaaliin robotisaatio –kehitykseen vuonna 2011 kirjoittaessaan kirjaa BohoBusiness (Talentum 2012/2016) yhdessä dos. Jari Kaivo-ojan kanssa. Cristina on järjestänyt EU Robottiviikon Suomessa kolmena vuonna, hän on toiminut asiantuntijana ja EU Parlamentin työryhmissä, eri valiokunnissa ja muissa tilaisuuksissa robotisaation eri kysymyksiin liittyen sekä osallistui Valtioneuvoston periaatepäätöksen "Automaatio ja älykäs robotiikka" valmisteluun. Hän on myös esiintynyt useissa tilaisuuksissa puhujana, luennoitsijana ja panelistina. Cristina Andersson on yksi EVA:n "Robotit töihin" (2016) raportin kirjoittajista. Cristinan yritys Develor Productions Oy on yksi Airo Island ry:n perustajajäsenistä. Parhaillaan Cristina kirjoittaa kirjaa AiRo –teknologioista ja niiden vaikutuksesta organisaatioiden johtamiseen.*

## 5 Lohkoketjuteknologian mahdollisuudet – Graalin malja vai Pandoran lipas?

*Sari Stenfors*

### 5.1 Johdanto - suurten kysymysten ja ratkaisujen aika

Meidän sukupolveamme on onnistanut. Olemme syntyneet tähän upeaan muutosten aikaan, jossa tekemillämme ratkaisuilla voi olla todella suuri merkitys tulevaisuuden yhteiskunnalle. Pian näemme yhtä suuria muutoksia yhteiskunnassamme kuin 1800-luvun alussa teollisen vallankumouksen aikaan tapahtui. Edessä on sekä ennennäkemättömiä mahdollisuuksia että suuria haasteita.

Tällä hetkellä nämä orastavat muutokset näkyvät lähinnä uusina ongelmina. Painiskelemme erilaisten ympäristöongelmien kanssa, pohdimme robotisaation ja automatisaation vaikutuksia työhön ja työntekijöihin, manailemme pieneneviä budjetteja, päivittelemme kaupungistumisen nopeutta, kehitämme ratkaisuja alati kasvavan tulokuilun aiheuttamiin epäkohtiin, seuraamme isojen yritysten sekä alustatalousjättien maailmanvalloitusta ja ihmettelemme kaikkia vertaisverkoissa toimivia joukko- ja jakamissovelluksia. Uusia haasteita ja hommia niiden ympärillä on niin paljon että on vaikea hahmottaa taustalla olevia kriittisiä kysymyksiä ja niiden mahdollisia ratkaisuja. Erityisesti, koska olemme aikakautemme lapsia, emme edes huomaa että monet itsestäänselvyydet yhteiskunnassamme eivät enää palvele parhaalla mahdollisella tavalla.

Suomalaiselle, pienelle hyvinvointivaltiolle, olisi kuitenkin tällaisessa muutostilanteessa todella tärkeää pystyä visionäärisesti keskittämään rajalliset resurssit todella tärkeiden kysymysten ratkaisuihin. Tulemme näkemään maapallolla huomattavan suuria uusia varallisuuskertymiä ja toisaalta joillakin tulee olemaan hyvinkin vaikeaa. Vakinaisten työpaikkojen puutteessa tavallisten ihmisten toimeentulo tulee koostumaan erilaisista pienistä tulopuroista, joita kerätään esimerkiksi tekemällä keikkahommia alustataloudessa. Suurten

kansainvälisten liikeyritysten voitot tulevat edelleen kasvamaan ja lisäksi yritykset keskittyvät tiettyihin maantieteellisiin innovaatiometropoleihin, kuten Piilaaksoon Kaliforniassa. Mitä ratkaisuja Suomessa pitäisi sitten tehdä? Ja miten voisimme hyväksikäyttää maailmanlaajuisia muutoksia uuden hyvinvointiyhteiskuntamme parhaaksi? Tähän ei ole yksitällistä selkeää vastausta, koska erilaisten mahdollisuuksien joukko on vielä avoin. Joitakin suuria kysymyksiä ja ratkaisuja on kuitenkin nähtävillä ja tutustumalla niihin pystymme paremmin näkemään Suomelle sopivia vaihtoehtoja.

Yksi suurista ratkaistavista kysymyksistä on luottamuksen automatisointi. Vaikka harvoin pohdiskelemme luottamuksen olemusta sen syvällisemmin, niin luottamus on yhteiskuntamme toiminnan elinehto. Kaikki vaihtokaupat ihmisten ja erilaisten ihmisryhmien välillä vaatii luottamusta. Kansantaloustieteestä tuttu 'vangin dilemma' selittää asian ytimekkäästi. Kaksi toisilleen tuntematonta ihmistä haluaa tehdä vaihtokaupan. Kumpikaan ei halua antaa hyödykettään toiselle ennenkuin voi olla varma että saa vastineen. Teorian mukaan tuloksena on patti-tilanne ja vaihtoa ei tapahdu. Lisäksi vaihtokaupoissa on vielä toinen haaste. Jos luottamusta löytyy sen verran että jompi kumpi osapuoli suostuu ensin antamaan hyödykkeensä, on vielä sovittava reilusta hinnasta. Jos osapuolia on ainoastaan myyjä ja ostaja, voi helposti käydä niin ettei hinnasta ja valuuttakursseista päästä yhteisymmärrykseen. Tarvitaan siis joku luotettu kolmas osapuoli tai markkinamekanismi hoitamaan arviointi ja valuuttakurssit. Kaikkien tekemiemme transaktioiden katalysaattorina toimii siis luottamus tai jonkinlainen luottamusjärjestelmä.

Olemassaolevalla luottamusjärjestelmällämme on vanhat historialliset juuret. Usein koemme luotettavaksi ihmisen, jonka tunnemme tai josta meillä on kokemusta tai jonkinlaisia luottotietoja. Saatamme luottaa myös sellaiseen ihmiseen, joka seisoo sen verran lähellä että rinnuksista saa vielä otteen, jos hän näyttää livistävän maksamatta. Mikäli luottamusta ei kahden osapuolen välillä synny, on mahdollista käyttää kolmatta osapuolta transaktion varmistamiseen. Yksi esimerkki kolmannesta osapuolesta on pankki, joka toimii investoijan ja lainansaajan välissä. Pankkitoiminta on alkanut jo Babyloniasta 1700 eaa ja pankeilla on kautta aikojen ollut hyvin tärkeä tehtävä finanssimarkkinoiden muodostajana. Haasteena kolmansien osapuolten olemassaololle on se, että joku saattaa kokea heidän nostavan liian suuria välityspalkkioita tai käyttävän valtaansa väärin. Julkishallinto onkin ottanut tehtäväkseen kolmannen osapuolen rooleja ja regulointia varmistaakseen että yhteiskunta toimii oikeudenmukaisesti ja sujuvasti. Haasteena on nyt siirryttäessä digitaaliseen aikaan että fyysisiin, historian muokkaamiin prosesseihin perustuva luottamusjärjestelmä ei enää toimikaan tehokkaasti. Vanha järjestelmä on kömpelö digitaalisissa ympäristöissä ja syö tarpeettoman määrän kaikkien resursseja.

Uuden maailmanlaajuisen digitaalisen luottamusjärjestelmän kehitys on nyt saanut alkunsa. Niin kutsuttu lohkoketjuteknologia (blockchain) on uudenlainen tietokanta-arkkitehtuuri, jonka protokolla automatisoi luottamuksen. Lohkoketjuteknologian lupaus tulevai-

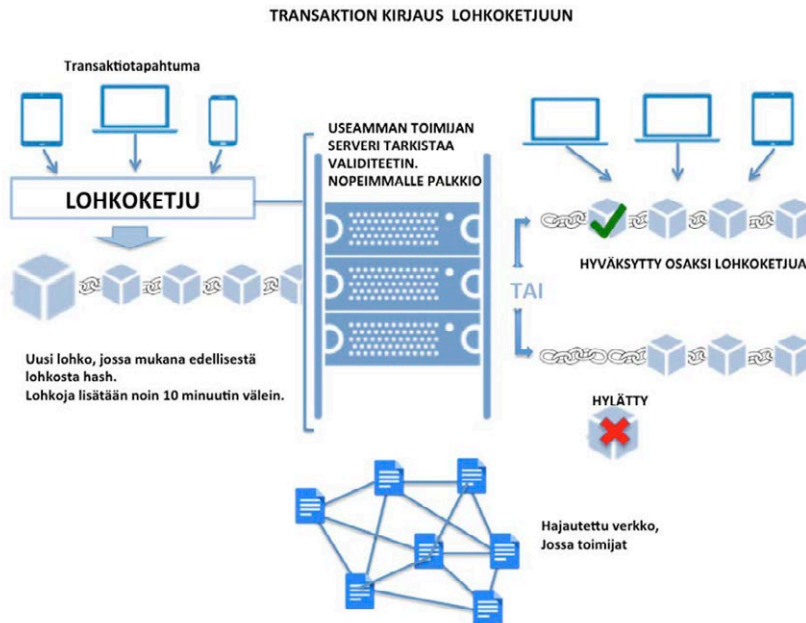
suuden teknologiana on todella merkittävä, sillä se ei ainoastaan tee kolmansia osapuolia tarpeettomiksi, vaan lisäksi se tuottaa innovatiivisen ratkaisun digitaalisen yhteiskuntamme tärkeimmän resurssin, tiedon, varastoinnille. Se, millä tavalla ja kenen toimesta luottamusta ja tietoja hallinnoidaan, vaikuttaa olennaisesti valtarakenteisiin, liiketoimintamahdollisuuksiin ja yhteiskunnan toimintamalleihin.

Tämä artikkeli keskittyy kertomaan erilaisista sovelluksista, joita lohkoketjuteknologian avulla voitaisiin ohjelmoida. Sen päämääränä on antaa ideoita siitä, miten julkishallinnon puolella voitaisiin innovoida luottamusjärjestelmiä, parantaa kansallista kilpailukykyä ja lisätä hyvinvointia.

## 5.2 Mitä lohkoketjuteknologia on?

Lohkoketju on tietokanta, jossa eri toimijat hajautetusti tuottavat ja ylläpitävät tapahtumarekisteriä yhdessä. Perusidea on selkeä. Transaktiot kirjataan rekisteriin eli lohkoketjuun aikajärjestyksessä ja kaikilla hajautetun verkon toimijoilla on serverillä samanlainen lohkoketju. Tiedot on tallennettu siten että niitä ei voi väärentää tai muuttaa ja lisäksi kaikki osapuolet vielä vahvistavat hyväksyttävät tiedot. Salassapidettävät tiedot varmennetaan julkisen avaimen salauksella. Lohkoketju on siis tallennus- ja salausmenetelmä.

Ensimmäisen lohkoketjun kehitti hakkeri tai hakkeriryhmä nimimerkiltään Satoshi Nakamoto (Nakamoto, 2008). Bitcoin-kryptovaluutta, joka oli rakennettu lohkoketju-protokollan päälle, lanseerattiin 2008. Protokollan kehityksen päämääränä oli ratkaista luottamusongelma: Kryptovaluutan käyttö kahteen kertaan tuli estää ilman että tarvittaisiin keskuspankin tapaista yksikköä valvomassa. Satoshi Nakamoton lohkoketjuratkaisu toimi ja Bitcoinista tuli ensimmäinen laajasti käytetty kryptovaluutta. Lohkoketjun sisäänrakennetun luottamusprotokollan lisäksi luottamuksen takeena on vielä lisäksi se että Bitcoinin lohkoketjun avoimen lähdekoodin voi kuka tahansa vapaasti tarkastaa.



Lohkoketjun tapa rakentaa luottamusta on yksinkertaisuudessaan nerokas. Jokainen uusi lohko sisältää edeltävän lohkon kryptografisen tiivisteen. Jos lohkoketju on haarautunut jostain kohtaa kahdeksi erilaiseksi lohkoketjeksi, niin Bitcoin-lohkoketjussa asia ratkaistaan valitsemalla se ketju, johon on eniten käytetty laskentatehoa. Huomattavaa on, että jos jollain toimijalla on yli puolet kaikesta laskentatehosta, pystyy hän tuottamaan totuuden. Bitcoin-lohkoketjua voisi siis luonnehtia demokraattiseksi järjestelmäksi, jossa laskentatehon enemmistö päättää, mikä on totuus.

Ketä verkon toimijat ovat? Bitcoinin lohkoketjun yli 5000 toimijaa ovat vapaaehtoisia ja heidän velvollisuudet on rakennettu systeemiin. Heille on tarjolla joitakin insentiivejä ja lisäksi toimijan tehtävissä pääsee tutustumaan muihin sisäpiiriläisiin. Toimijaryhmät tekevät tärkeitä päätöksiä lohkoketjun sisällöstä.

On tärkeitä miettiä, miten toimijat organisoidaan. Erilaiset toimijaverkostot sopivat erilaisiin sovelluksiin. Avoimessa verkossa (permissionless) toimijat ovat vertaisverkon ylläpitäjiä ja he voivat vapaasti päättää osallistumisestaan. Lohkoketjun tapahtumat ovat avoimesti nähtävillä. Lohkoketju voi myös toimia suljetussa verkossa (permissioned), jossa toimijat on valittu tietyillä kriteereillä ja toimijoilla on jonkinlainen erillinen sopimussuhde verkkoon. Oleellista on huomata että avoimen verkon sovellukset tuottavat vertaisosallistumista ja sopivat hyvin jakamistalouden tarpeisiin. Suljetun verkon sovellukset ovat usein yritysratkaisuja, joissa digitalisoidaan pois välikäsiä.

Voisiko joku muuttaa lohkoketjua omiin hyötötarpeisiinsa? Lohkoketjun tahallinen vilpallinen muuttaminen on käytännöllisesti katsoen mahdotonta. Tietojen muuttaminen yhdessä paikassa ei ole riittävää muutoksen aikaansaamiselle lohkoketjussa. Jonkun aikaisemman tapahtuman muuttamiseksi pitäisi nimittäin ensin luoda uudestaan muutettava lohko ja sitten muuttaa ihan kaikki sen jälkeiset lohkot kaikkien toimijoiden servereiltä. Lohkoketjun oikeellisuutta varjelee lisäksi konsensusmekanismi. Lohkoketju on siis luottamusjärjestelmä, jossa luottamus perustuu prosessin muuttumattomuuteen ja varmatoimisuuteen.

Disintermediaatio on lohkoketjun suurin etu. Lohkoketjun operointi on jaettu eri toimijoille, jotka saattavat edustaa hyvinkin erilaisia intressejä. Transaktiot voidaan hyväksyä itsenäisessä prosessissa useampien toimijoiden kesken. Tällöin lohkoketju toimii konsensusmekanismina varmistaen että kaikki toimijat on synkronisoitu. Disintermediaatio takaa lohkoketjun oikeellisuuden.

Nykyään lohkoketjuja on ainakin neljäkymmentä erilaista. Lohkoketjuteknologia mahdollistaa esimerkiksi hajautetusti tuotetut digitaaliset valuutat, älykkäät sopimukset, mikromaksut, sähköiset omaisuusrekisterit, identiteetti- ja maineenhallintarekisterit, IoT yhteenliittymät, äänestysjärjestelmät, erilaisia finanssituotteita, laitteiden väliset keskinäiset maksut ja autonomiset organisaatiot. Bitcoinin lisäksi yksi tunnetuimmista lohkoketjuista on Ethereum, joka on erikoistunut älysopimuksiin.

### 5.3 Miten lohkoketju voisi ratkaista julkishallinnon kiperiä kysymyksiä?

Lohkoketjuteknologialla on mahdollista uudelleenorganisoida rahajärjestelmien rakenteita, liiketaloudellisia toimintamalleja sekä hallinnon ja yhteiskunnan systeemeitä. Erityisesti julkishallinnon palveluiden kohdalla lohkoketju tarjoaa moninaisia mahdollisuuksia innovatiivisiin ratkaisuihin.

Voisimme esimerkiksi käyttää lohkoketjuteknologiaa ennaltaehkäisevän terveydenhuollon todentamiseen tai palveluntarjoajien vaikuttavuuspohjaiseen hinnoitteluun. Valtion tulonsiirrot kansalaisille voitaisiin myös täsmäkohdistaa lohkoketjun avulla. Esimerkiksi Kelan korvaukset voisivat olla vaikka viisinkertaiset ostettaessa paikalliskaupasta hedelmiä mutta puolittuisivat lähtiessämme ulkomaille ostoksille. Lisäksi voisimme kerätä automaattisesti verotuloja lohkoketjussa tehdyistä transaktioista, jotka tapahtuvat jonkun tietyn maantieteellisen alueen sisällä. Lohkoketjuteknikka antaa mahdollisuuden paitsi ihan uusille toimintamalleille myös aivan uudellelaiselle yhteistyölle eri organisaatioiden kanssa.

Mahdollisista sovelluksista on runsaudenpula ja niitä voi generoida itse lisää vaikka kuinka. Oleellista kuitenkin olisi että pystyisimme löytämään mahdollisimman vaikuttavia mutta silti mahdollisuuksien rajoissa toteutettavia sovelluksia. Tätä helpottamaan olen jakanut sovellukset kolmeen eri näkökulmaan sovellusten erilaisen vaikuttavuuden mukaan. Ensimmäisen näkökulman sovellukset tehostavat ekosysteemin olemassaolevia prosesseja, toisessa näkökulmassa on kysymys innovatiivisista uusista tavoista ratkaista ongelmia ja kolmannessa sovellukset muuttavat sekä toimintaprosessit että osapuolten roolit uudella tavalla eli kyse on disruptiosta.

**Kolme keskeistä näkökulmaa.**



### 5.3.1 Näkökulma I: Ekosysteemitehokkuus

Lohkoketju on todella hyvä tietokantaratkaisu parantamaan tehokkuutta silloin, kun toimitaan eri osastojen, organisaatioiden tai koko ekosysteemin kanssa yhteistyössä - erityisesti, jos ekosysteemissä on kolmansia osapuolia varmistamassa luottamusta. Lohkoketjun avulla luottamus voidaan rakentaa suoraan automaattiseen prosessiin ja eliminoida kolmannet osapuolet.

Lisäksi tehoja saa helposti irti konsolidoimalla backend-prosesseja. Esimerkiksi samankaltaiset kahdella eri osastolla olluista systeemiä voisi helposti korvata yhdellä lohkoketjurat-

kaisulla. Lohkoketjuhan päivittyä samantien ja transaktiosta saa heti tiedon riippumatta siitä, kummalla osastolla ollaan.

Lohkoketjut näyttävät toimivan parhaiten alueilla, joissa ei ole keskusmonopolia, kuten terveydenhuolto, media ja finanssi.

Prosesseja tehostettaessa käytetään yleensä suljettua verkkoja ja järjestelmiä turvallisuusriskin minimoimiseksi. Olisi varmastikin paikallaan arvioida, mitä uusia mahdollisuuksia ja millaisia kustannussäästöjä vertaisverkkojen käyttö mahdollistaisi vielä lisäksi ilman että tietoturvallisuutta vaarannetaan.

Julkishallinnossa on neljä selkeätä lohkoketjusovellusalueita, joilla voidaan tehostaa tämän hetkisiä prosesseja:

1. Verifiointi, lisenssit, todistukset, luvat, transaktiot, prosessit, tapahtumat, rajoitujen aineiden seuranta, ruoan valmistusaineketju, autentisointi. Ratkaisuja kysymyksiin, kuten 'Onko lupa päässyt vanhentumaan?', 'Onko laitteelle tehty huolto?'
2. Identiteetti, luottotieto, maineenhallinta, äänestysjärjestelmä. Esimerkiksi e-henkilökortti, jolla pääsisi äänestämään e-vaaleissa ja johon voi liittyä jotain muitakin palveluita.
3. Omistus ja rekisterit. Esimerkiksi kiinteistöomistuksen kirjaukset ja omistusten vaihdot.
4. Rahaliikenne. Kaikki, missä liikkuu raha tai muita taseen omaisuuksia. Esimerkiksi maksusuoritus voisi lähteä heti, kun työ on suoritettu.

Ylläolevien kaltaisista rekistereistä lohkoketjussa on jo hyvää kokemusta. Lisää tämän tyyppisiä projekteja käynnistetään nyt eri puolilla maailmaa:

- Delawaren osavaltio on ilmoittanut kahdesta lohkoketjuprojektista, jotka liittyvät osakeyhtiö- osake- ja osakasrekisteriin.
- Singaporessa valtio kehitti vientilaskujen kirjausjärjestelmän, joka estää laskujen käytön kahteen tai useampaan kertaan.
- Eestissä on e-residenssiohjelma ja potilastietorekisteri, jonka tietojen omistaja on asiakas.
- Georgia, Ghana ja Ruotsi ovat ilmoittaneet tekevänsä maanomistusrekisterin. Lisäksi Ruotsi tutkii kiinteistökaupparekisterin mahdollisuuksia.
- UK:ssa apurahat aiotaan rekisteröidä.
- Etelä-Korea on ilmoittanut olevansa kiinnostunut finanssisovelluksista.
- Suomessa maahanmuuttajien luottokortti Moni.
- Venäjällä CSD (Central Securities Depositories) kehittää järjestelmää, jossa asiakkaat voisivat tehdä transaktioita.
- USAssa MIT ja Stanfordin yliopisto pilotoivat lohkoketjuun perustuvilla opintosuoritusrekistereillä.



### 5.3.2 Näkökulma II: IoT ja älysopimukset

Lohkoketjuteknologia on kuin tehty esineiden ja asioiden verkon (IoT) tarpeisiin. IoT:n skaalautuvuus, turvallisuus ja reliabiliteetti voidaan joustavasti hoitaa lohkoketjuteknologialla ja lisäksi käytössä on vielä älysopimuksetkin. Lohkoketjuteknologiaa kutsutaankin myös nimellä Internet of Value, IoV, koska nämä kaksi teknologiaa integroituu toisiinsa niin saumattomasti.

Tämän kategorian projektit eivät ole ainoastaan toiminnan tehostamista vaan myös aitoa uuden markkinan avausta ja kasvua. Nämä projektit ovat oleellisia siis kasvukehityksen kannalta. Julkishallinnon alueella tämän tapaisia projekteja on käynnistetty erilaisten liikeyritysten ja voittoa tavoittelemattomien organisaatioiden muodostamissa konsortioissa.

Lohkoketjuteknologian avulla voisi esimerkiksi seurata jonkun tietyn IoT-laitteen historiaa kirjaamalla ylös sen kommunikointia toisten laitteiden, webbipalveluiden tai ihmiskäyttäjien välillä. Lohkoketjujen avulla älylaitteista voi tulla myös autonomisia toimijoita, jotka voivat tehdä itsenäisiä transaktioita. Työpaikan sosiaalitalan elintarvikeautomaatti voisi esimerkiksi pitää huolta oman varastonsa kirjanpidosta ja tehdä lisätilauksia menekin mukaan. Lisäksi se voisi vielä koordinoita tilauksia vaikka suurkeittiön älyjääkaapin kanssa.

Esimerkkejä IoT & älysopimus-projekteista:

- Infrastruktuurin hallinta ja huolto
- Kiinteistöhuollon automatisointi ja hallinnointi
- Yksityistalouksien aurinkoenergian myynti
- Laitteiden väliset maksut
- Koneiden keikkatyötehtävät eli yhteiskäyttö
- Turvallisuus ja vartiointi

Tulevaisuudessa älylaitteiden ja lohkoketjusovellusten on ajateltu pystyvän olemaan itsenäisiä toimijoita, joita kutsutaan myös nimellä Distributed Autonomous Corporations (DAC). Nämä automaattiset yritykset voisivat tarjota esimerkiksi lähettipalveluita salassapidettävillä tiedoilla, objektiivisia kolmannen osapuolen palveluita suurissa kiinteistökaupoissa tai vaikka uusien ohjelmien asennuspalveluita muille DACeille.

Useita pilottiprojekteja on käynnissä ja näyttää siltä että erityisesti laitteiden yhteiskäyttösovelluksille on kysyntää. Tällaisia on esimerkiksi LaZooz (autojen yhteiskäyttö) ja Brooklyn Microgrid (yksityistalouksien aurinkoenergian myynti yksityistalouksille).

Tähän kategoriaan kuuluu myös erilaisten sopimusten muuttaminen koodiksi. Esimerkiksi rahan käsite on sosiaalinen sopimus ja euron arvoa valvotaan keskusjohtoisesti. Lohkoketjussa kaikki sopimukset määritellään koodina. Bitcoin ei ole sosiaalinen sopimus vaan kaik-

ki on koodattu avoimesti hajautettuun lohkoketjuun. Erilaisten sopimusten muuttaminen koodiksi saattaa tuottaa aidon uuden markkinan tai markkinakasvua.

### 5.3.3 Näkökulma III: Rakenteiden ja toimintamallien innovointi

Mielenkiintoisinta lohkoketjuteknologiassa on kuitenkin ehkä se että sen avulla voidaan disruptoida olemassaolevia rakenteita, luoda uusia käytäntöjä, uudenlaisia tulovirtoja sekä muuttaa valtasuhteita. Parhaimmassa tapauksessa sosiaalisten rakenteiden muutoksilla voitaisiin auttaa ihmisiä tässä haasteellisessa siirtymäkaudessa kohti seuraavaa ajanjaksoa.

Suurimmat muutokset tulevat aiheuttamaan lohkoketjuteknologia-sovellukset, jotka toimivat avoimessa vertaisverkossa. Tällaiset sovellukset pystyvät haastamaan alustatalouden jättejä. Periaatteessa alustatalouden sovelluksilla, kuten AirBnB ja Uber, on kaksi tehtävää: markkinapaikan tekeminen ja luottamuksen ylläpitäminen. Tästä palvelusta palkkiona alustat saattavat ottaa jopa 30% liikevaihdosta. Lohkoketjuteknologian avulla voitaisiin luoda markkinapaikkoja, joissa luottamus on jo sisäänrakennettuna ja toimijat toimivat suoraan toistensa kanssa. Näitä niin kutsuttuja 'positiivisia alustoja' on jo alkanut ilmestyä markkinoille. Ne toimivat huomattavasti pienemmällä palkkioilla kuin alustatalouden yksösnimet, mutta ovat kuitenkin kilpailukykyisiä. Esimerkiksi <https://ujomusic.com/> haastaa iTunesin.

Lisäksi lohkoketjusovellukset toimivat hyvin tehokkaasti erilaisissa joukko- ja mikro-sovelluksissa, kuten joukkorahoitus ja mikrolainat. Yksilökeskeisyyden kasvaessa yhteiskunnassamme markkinat tällaisille suorille mikrotransaktioille kasvavat. Lohkoketjusovellusten avaaminen vertaisverkostossa voisi toimia positiivisena rakenteiden disruptoijana, mutta se vaatisi institutionaalista tukea ja selkeää visiota julkishallinnolta. Ihmisten väliset ja ihmisten ja instituutioiden väliset sopimukset voitaisiin ajatella uudella tavalla.

Tulevaisuudessa ihmiset tulevat elämään yhä enemmän 'tasetaloudessa', joka tarkoittaa sitä että palkkatyön vähentyessä meidän kaikkien henkilökohtaisiin 'taseisiin' tulee kerätä eriä, jotka pystyvät tuottamaan erilaisia toimeentulovirtoja. Sellaisia voivat olla esimerkiksi auto, ajokortti ja ajotaito, jotka laitetaan taksikeikkahommiin; oma tietotaito, jota myydään konsulttipalveluna; blogi, josta tulee mainostuloa. Tai vaikkapa ihmisten rahavirtojen avittaminen aurinkoenergian avulla kts. <https://solarcoin.org/en/front-page/>. Kansalaisilla voisi myös olla mahdollisuus omistaa oma datansa ja valvoa sen käyttöä ja saada siitä mahdollista lisätienestiä. Voisi esimerkiksi olla mahdollista myydä quantified-self terveystietoaan lääkekehitystyöhön ja olla vaikka mikro-osakkaana lääkekehityksessä, johon on käytetty omaa dataa. Lohkoketju on erityisen hyvä teknologia pitämään kirjaa juuri tällaisista mikrotason älynsopimuksista ja niiden mikrotulovirroista.

Lohkoketjussa voi käyttää mitä valuuttaa tahansa. Ei ole enää tarpeen käyttää euroja vaihdannan välineenä, kun voi vaihtaa aikaa, osaamista tai vaikkapa ihan omaa kryptovaluuttaa. Mitä vaikutuksia tällä tulee olemaan?

Yksi tärkeä konsepti, mitä lohkaketju ei osaa tehdä, on totuuden luominen. Se pystyy päättämään sisäisellä konsensus-prosessilla, onko uusi lohko oikea vai ei, mutta se ei osaa itse tulkita totuutta esimerkiksi saatavilla olevasta uutisesta. Lohkoketju tulee aina tarvitsemaan jonkun luotettavan lähteen eli oraakkelin kirjaamaan totuuden. Myös ennustusmarkkinat <https://app.augur.net> ovat vain alkunäyttöä sille, miten ennustusmarkkinat tulevat tulevaisuudessa toimimaan. Tämä on oleellinen asia, kun mietitään valta-asemia tulevaisuuden isoissa lohkaketjuissa.

Yleensä uudet teknologiat voimistavat niitä rakenteita ja trendejä, jotka ovat vallalla. Lohkoketjuteknologia toimii näin, jos sitä käytetään suljetussa verkossa. Jos lohkaketjua käytetään vertaisverkossa, se muuttuu tasa-arvoa ajavaksi työkaluksi.

## 5.4 Onkohan lohkaketju hypetystä?

Varmastikin lohkaketjusta puhuminen kovin positiiviseen sävyyn tässä vaiheessa teknologian kehityskäyrää on jonkun verran hypetystä. Tässä tilannekatsaus, joka helpottaa itse päättämään:

Toimivia lohkaketjusovelluksia on vähän, mutta lähiaikoina tullaan näkemään ennätysmäärä isoja lohkaketjupilotteja. Yli 15% pankeista tulee lanseeraamaan lohkaketjusovelluksen vuonna 2017. Isot yritykset, kuten IBM ja Microsoft, ovat päätyneet tekemään aggressiivisen markkinaiskun lohkaketjumarkkinoille. Joidenkin arvioiden mukaan lohkaketjuun tullaan investoimaan yli 30 miljardia euroa vuonna 2017. Tähän mennessä on investoitu noin 5 miljardia euroa. Lohkoketjun tulevaisuus näyttää positiiviselta.

Lohkoketjuteknologiassa on vielä paljon tehtävää infrastruktuurin puolella. Ei olla vielä edes varmoja siitä, mikä lohkaketjuista olisi paras. Isot investoinnit tulevat kuitenkin korjaamaan näitä lapsuudentauteja.

Lohkoketjusovellusten lanseerauksen aikataulu vaikuttaa hyvinkin nopealta. Paljon sovelluksia on lanseerattu tänä vuonna ja paljon tulee tapahtumaan ensi vuonna. Isoja teknologiamuutoksia arvioidessa käy kuitenkin usein niin että tulee helposti yliarvioinneeksi lyhyen tähtäyksen muutoksen ja aliarvioinneeksi pitkän tähtäyksen muutoksen.

## 5.5 Mitä nyt tehtäisiin?

Olisi hyvä selvittää, että mitä on mahdollista tehdä ja sitten mitä ruvetaan tekemään. Lohkoketjun avulla voi ratkoa isoja kysymyksiä, joten pitäisi löytää hyviä tiimejä, joilla on tietotaitoa eri näkökulmista. Mietittävänä on poliittisia, filosofisia, strategisia sekä teknisiä asioita.

Alla on ehdotus seuraaviksi askeliksi:

- Etsitään vielä lisää tietoja lohkoketjusta ja pyritään ymmärtämään se todella hyvin.
- Kerätään ryhmä ihmisiä kehittämään lohkoketju-strategiaa.
- Aloita pilotointi. Vaikka ihan pienestä, mutta aloita.
- Kehitä vieläkin parempia lohkoketjusovellusideoita, mieti olisivatko ne suomalaisille aivan mielettömän hieno juttu.
- Ole se muutos, jonka haluat tapahtuvaksi.
- Kasvata kapasiteettia.
- Regulaatio. Olisi hyvä vähän odottaa, jotta tietäisimme oikeasti, mitä lohkoketju-teknologia voi saada aikaiseksi.

*Osaraportin kirjoittajasta:*

*Sari Stenfors on tulevaisuudentutkija ja strategisti. Hänen intohimonaan on pohtia kyborgiyhteiskuntien toimintaa ja ratkaista vaikeita haasteita innovatiivisilla strategioilla ja teknologioilla. Sari työskentelee johtajana kalifornialaisessa ajatushautomossa, Augmented Leadership Institute:ssa. Hän on koulutukseltaan kauppatieteiden tohtori ja hänen erikoisalaansa ovat liikkeenjohdon teknologiat, strateginen johtaminen, organisaatiokäyttäytyminen, tekoäly ja algoritmit. Sarin akateemisia kirjoituksia on julkaistu mm. Journal of Behavioral Decision Making, Organization, and Journal of Productivity Analysis lehdissä. Sari on lisäksi toiminut yritysjohtajana terveydenhuolto- vähittäismyynti- viihde- ja mainosalloilla sekä perustanut useita start-up yrityksiä. Hänen työnsä virtuaalirahaprojekteissa Afrikassa ja Afganistanissa sai hänet kiinnostumaan lohkoketjuteknologiasta yhteiskunnallisen osallistumisen mahdollistajana.*

## 6 Toiminnan digitalisaatio – miten sudenkuopat vältetään?

*Timur Kärki, Gofore Oy*

### 6.1 Mitä digitalisaatio on?

Digitalisaation rakennuspalikat ovat varsin uusia, vaikka itse termiä on toisteltu julkisessa keskustelussa niin usein, että sen uutuudenviehätys ja huomioarvo ovat jo aikaa sitten karsineet. Tosiasiassahan maailma asettui näille raiteille vasta hetki sitten. Uudet toimintatavat ja palveluinnovaatiot mahdollistava teknologia on lopulta hyvin tuoretta.

Älypuhelin sellaisena kuin me sen ymmärrämme on alle kymmenen vuotta vanha keksintö. Tänäpäin meillä kaikilla on jatkuvasti mukana nykyaikainen tietokone, jossa on esimerkiksi tehokkaat tiedonsiirto- ja paikannusominaisuudet, kamera ja huippuluokan kosketusnäyttö. Tämä on tehnyt mahdolliseksi sekä palvelujen käyttämisen että tiedon keräämisen aivan uudella tavalla, mistä ja milloin tahansa. Esineiden internetin rinnalla on kehittynyt ihmisten internet, jossa kaikki ihmiset ovat yhteydessä tietoverkkoon ja toisiinsa jatkuvasti, ja pystyvät näin suorittamaan monipuolisia sosiaalisia ja kaupallisia transaktioita ajasta ja paikasta riippumatta.

Kuuluisa Mooren laki määrittäi 1960-luvulla, että transistorien lukumäärä mikropiireissä kaksinkertaistuu kahden vuoden välein. Vastaava eksponentiaalinen kehitys koskee myös monia muita teknologian osa-alueita, mikä tekee tulevaisuuden mahdollisuuksien ennustamisen haastavaksi. Kuka olisi esimerkiksi osannut ennustaa kannettavien päätelaitteiden kehityksen näin nopeaksi? Disruptiiviset innovaatiot mullistavat nimensä mukaisesti vanhan maailman liiketoimintaa, arvoketjuja ja toimintatapoja usein ennakoimattomin harppauksin.

Alustatalous ja digitaaliset palveluekosysteemit ovat myös alle kymmenen vuotta vanha ilmiö. Apple ja Google ovat kehittyneet nykymuotoonsa vasta viime vuosikymmenen aikana. Nämä globaalit firmat ovat asemoineet itsensä asiakkaiden, palveluntarjoajien, prosessien ja tiedon keskiöön. Olemme vasta alkaneet ymmärtää jakamistaloutta uubereineen. Se on kuitenkin konsepti, joka muuttaa työn tekemisen ja työhön järjestäytymisen käsitteitä erittäin oleellisella tavalla jo nyt – sanoisin jopa, että yhtäkkiä. Nämä verkostoilmiöt nostavat tekemisen keskiöön teknologisten innovaatioiden rinnalle sosiaalisten toimintamallien innovaatiot, vuorovaikutuksen ja yhdessä tekemisen.

Elämme nyt uuden digitaalisen aikakauden ensimmäisiä vaiheita. Kuilu nykyisten toimintatapojemme ja teknologian mahdollistamien uusien toimintatapojen välillä on juuri tällä hetkellä poikkeuksellisen suuri.

Kuilu on olemassa, koska käsityksemme maailmasta ei ole ehtinyt käynnissä olevaan nopeaan muutokseen mukaan. Ajattelumme on yhä vahvasti virittynyt siihen aikaan, jolloin ihmisten välinen vuorovaikutus ja toiminta onnistuivat parhaiten kasvokkain, fyysisesti kohtaamalla. Organisaatiomme sekä työ- ja elinkeinoelämämme rakentuvat edellisen ison murroksen, teollistumisen, luomien lainalaisuuksien ja rakenteiden varaan.

Tuon nykyisten toimintatapojen ja uusien, teknologisen kehityksen tarjoamien mahdollisuuksien välisen kuilun kuromista kiinni kutsun itse digitalisaatioksi.

## 6.2 Julkisen sektorin rooli digitalisaatiossa

Julkinen sektori hakee yhä rooliaan ja asemaansa suhteessa digitalisaatioon. Digitalisaatio näyttää helposti negatiivisena: uutisotsikoihin ja julkiseen keskusteluun nousevat automaatioasteen kasvun aiheuttama työttömyys, paperiteollisuuden kriisi, sääntelyn rajoja koetteleva jakamistalous ja uusiin palvelu- tai työntekomalleihin liittyvät laittomuudet sekä tietenkin kalliit IT-epäonnistumiset tai muuten vain älyttömiltä vaikuttavat tietojärjestelmähankkeet.

Toisaalta digitalisaatio on, aivan oikein, laajasti tunnustettu ja tunnustettu sellaiseksi muutosvoimaksi, joka vaikuttaa merkittävästi tulevaan hyvinvointiimme ja kilpailukykyymme niin paikallisesti, kansallisella tasolla kuin myös globaalisti.

Julkisen sektorin toimintaprosessien digitalisointi, siis sähköistäminen, alkoi jo 1990-luvulla kehittyvien internet-teknologioiden avulla. Olemassa olevat organisaatiot sähköistivät prosessejaan tai tehostivat toimintaansa tietojärjestelmähankkeiden yhteydessä – Suomessa hyvin ennakkoluulottomastikin. Tämä onkin ollut oikein hyvä asia yksittäisen orga-

nisaation näkökulmasta. Nyt huimasti kehittyneet teknologiat ja kuluttajakäyttäytymisen muutos tarjoavat organisaatioille uusia, entistä suurempia mahdollisuuksia uudistaa toimintaa, tuottaa kustannussäästöjä sekä parantaa asiakaskokemusta ja palvelun saatavuutta ja laatua.

Tällaiset modernit digitaaliset palvelutransformaatiot voivat parhaimmillaan tarjota kansalaisille sellaista asioinnin vaivattomuutta, jota ei aikaisemmin olisi voinut kuvitellakaan. Aikaa kuluttava manuaalinen ja kansantaloudellisesti tuottamaton työ jää pois sekä viranomaisilta että kansalaisilta. Palvelut toimivat taustalla ennakoiden kansalaisen palvelutarvetta eivätkä välttämättä vaadi käyttäjältään enää minkäänlaisia toimenpiteitä palveluprosessissa.

Todellinen yhteiskunnan digitalisaatio on kuitenkin jotain vielä tätäkin paljon enemmän. Se on organisaatorajoja ja toimintatapoja rikkovaa, asiakaslähtöistä uusien palvelujen ja palvelumuotojen synnyttämistä julkisen ja yksityisen sektorin toimijoiden yhteistyössä. Se muuttaa koko toimintakentän ja muodostaa näin kaikille toimijoille ennalta-arvaamatonta uutta arvoa. Tällaiseen arvomuodostukseen päästään ainoastaan ekosysteemissä, jossa palveluntuottajat, kansalaiset sekä julkinen organisaatio kohtaavat luonnollisella ja esteettömällä tavalla.

Julkisen sektorin rooli digitalisaatiossa ei siis voi rajoittua ainoastaan organisaatioiden sisäisten prosessien digitalisoimiseen parhaalla mahdollisella tavalla. Eikä se voi rajoittua edes organisaatorajoja leikkaavien, uusien ja ennennäkemättömien asiakaslähtöisten palveluprosessien synnyttämiseen. Todellinen digitalisaatio tapahtuu lopulta markkinassa, ei koskaan vain yksittäisen toimijan toiminnassa. Julkisten organisaatioiden pitää antaa vahva panos tähän yhteiskunnan kokonaisvaltaiseen digitalisaatioon, kukin oman toiminta-alueensa näkökulmista.

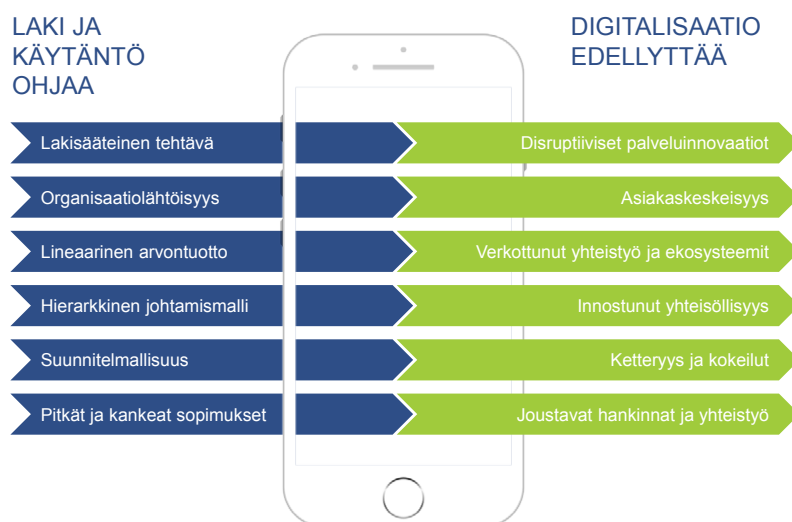
Tämä edellyttää muun muassa oman organisaation tiedon ja palvelujen avaamista yhteiseen käyttöön. Se vaatii julkisilta toimijoilta aktiivista otetta asiakaslähtöiseen suunnitteluun ja innovointiin ennakkoluulottomasti myös oman vastualueen ulkopuolella. Ennen kaikkea julkisissa organisaatioissa tarvitaan laaja-alaista kykyä uudistua sekä innostunutta ja vahvasti eteenpäinpyrkivää asennetta. Nämä kaikki ovat asioita, joita näiltä organisaatioilta ei ole perinteisesti odotettu.

Todellinen digitalisaatio tarkoittaakin lopulta aina yksittäisen organisaation tarkoituksen muuttumista. Toisinaan kehitys voi johtaa jopa siihen, että organisaatio tulee tarpeettomaksi. Tämä muodostaa digitalisaatiota edistäville organisaatioille lähtökohtaisen eksistentiaalisen kriisin.

## 6.3 Organisaation eksistentiaalinen kriisi

Digitaalinen transformaatio on yhtä suuri ja pysäyttämätön murros yhteiskunnassa kuin teollinen vallankumous. Organisaatioiden eksistentiaalinen kriisi aiheuttaa kuitenkin merkittävästi kitkaa julkisen sektorin digitalisaatiokehitykseen, sillä se estää ja hidastaa välttämätöntä muutosta ja lukitsee organisaatiot nykytilaan, nykyisiin rakenteisiin, nykyiseen tapaan toimia. Tämä luo esteitä onnistumiselle, tarkastellaan asiaa sitten koko yhteiskunnan digitalisoitumisen kannalta tai yksittäisten kansalaisille suunnattujen digitaalisten palvelujen näkökulmasta.

Näiden kulttuurin, johtamisen ja toimintatapojen suurimpien sudenkuoppien yli suomalaisen julkisen sektorin palvelukehityksen on ponnistettava, jotta digitalisaation kaikki mahdollisuudet voidaan tavoittaa.



### 6.3.1 Lakisääteinen tehtävä > Disruptiiviset palveluinnovaatiot

Julkisen hallinnon organisaatiot rakentuvat edelleen pääasiassa tarjotakseen kansalaisille palvelua perinteisellä, fyysiseen asiointiin perustuvalla tavalla. Vaikka ymmärrämme jo hallitusohjelmassakin korostaa palvelujen digitaalisuutta, palvelukehityksen lähtökohtana ovat silti fyysisen palvelun tarjoamista varten pystytetyt organisaatorakenteet. Ja vaikka näin ei olisikaan, julkiset organisaatiot ovat aina olemassa suorittaakseen tiettyä, lakisääteistä tehtäväänsä – eikä niiltä sen vuoksi odoteta yhtään sen enempää.

Mikä voi lopulta olla tällaisen yksittäisen organisaation ja sen sisällä tapahtuvan kehityksen rooli digitalisaatiossa? Siellä, yhden organisaation ja yhden tehtävänkuvan lähtökohdasta, ei ainakaan voi tapahtua sellaista digitalisaation ytimessä olevaa aidosti disruptoi-



vaa kehitystä, joka muuttaisi pelin henkeä ja toisi kansalaisille odottamattomia palveluja ja ennakoimatonta arvoa.

Onko siis realistista odottaa, että julkinen organisaatio kehittää palvelun, jossa palveluprosessi ulottuu myös naapuriorganisaation vastuualueen puolelle ja joka voi tehdä onnistuessaan koko organisaation olemassaolon tarpeettomaksi? Tai voidaanko organisaation odottaa työskentelevän tarmokkaasti sen eteen, että sen tilalle palveluntarjoajaksi nousee lopulta esimerkiksi julkista tietoa tehokkaasti ja innovatiivisesti hyödyntävä yksityisen sektorin toimija?

Tästä aiheutuva eksistentiaalinen kriisi hidastaa perinpohjaisesti julkisen sektorin palvelukehityksen peräänkuulutettua digiloikkaa. Taloudessa luova tuho karsii yritysten joukosta pois ne, jotka ovat kykenemättömiä kehittämään omaa toimintaansa. Aito digitalisaation edistäminen vaatisi myös julkisilta organisaatioilta omien perustuksien purkamista tai jopa oman toiminnan kannibalisoinnista.

#### Ratkaisuja:

- Julkisten organisaatioiden ja lainsäätäjien vuorovaikutusta on parannettava. Lait muuttuvat jatkuvasti – ne eivät ole milloinkaan ns. ”valmiita”. Entistä parempi vuorovaikutus varmistaa, että suunta on oikea.
- Lait pitää säätää lähtökohtaisesti nykyistä väljemmiksi. Tällä hetkellä lait säädetään monilta osin tarpeettomalla tarkkuudella, mikä jättää toiminnan aidolle kehittämiseksi liian vähän liikkumavaraa.
- Julkisten organisaatioiden tulee uskaltaa kehittää toimintaansa rohkeasti myös laajemmin kuin lain määrittämän tehtävän puitteissa.

### 6.3.2 Organisaatiolähtöisyys > Asiakaskeskeisyys

Teknologisen kehittymisen kaikkia hyötyjä saadaan tuskin siirrettyä parhaisiin mahdollisiin kansalaisten ja yritysten palvelupolkuihin niin kauan kun toimintaa ja tietojärjestelmiä kehitetään organisaatioiden sisäisesti. Kuten edellä on todettu, julkisen sektorin palveluihin liittyvä digitalisaatiokehitys kärsii ongelmista, jotka tulevat palveluja kehittäville organisaatioille annettuina. Perustuslaki säättää voimakkaan itsemääräämisoikeuden sekä kunnille että toisaalta eri hallinnonaloille. Näin muodostuu jo lähtökohtaisesti kahdensuuntaiset siilot toiminnan kehittämiseksi.

Nämä siilot periytyvät hyvin usein myös sähköisten palvelujen kehittämiseen. Palveluntuotanto on voimakkaasti hajautettu ja tapahtuu mitä pienemmissä organisaatioyksiköissä, minkä vuoksi myös sähköisiä palveluja kehitetään mitä pienemmissä organisaatioyksiköissä.

sä. Valitettavan usein sähköinen palvelu jää myös kokonaan kehittämättä, koska järkevä vastuutaho puuttuu.

Kansalainen ei kuitenkaan odota kohtaavansa sähköistä palvelua käyttäessään tiettyä organisaatiota ja sen viranomaista, vaan palveluntarjoajan, joka pystyy ratkaisemaan ja täyttämään hänen tarpeensa. Nykytilanteessa organisaatiot ovat passiivisia ja kansalaiset aktiivisia – oletus on yhä, että palvelujen käyttäjät etsivät ja löytävät virastojen ja palvelujen viidakosta sen, mitä tarvitsevat. Kun kansalainen tarvitsee tiettyä palvelua, hänen täytyy lähes poikkeuksetta tuntee palvelutuotannon organisoitumistapa ja tietää taho, joka palvelua tuottaa, jotta hän voi löytää tarvitsemansa. Miksi minun pitäisi kuluttajana ja kansalaisena tietää, mikä toiminto on esimerkiksi erikoissairaanhoidon ja mikä ei?

Organisaatiolähtöisyys palvelukehityksessä rampauttaa aidon asiakaskeskeisyyden, koska se estää näkemästä parasta mahdollista ratkaisua palvelun käyttäjän näkökulmasta. Käyttäjät eivät elä samassa siilossa organisaation ja tälle kuuluvien vastuualueiden ja tehtävien kanssa, eikä heitä tyypillisesti kiinnosta minkä seinien sisällä vastuu tarvittavan palvelun tuottamisesta on. Heillä on jokin tarve, ongelma, johon he tarvitsevat vastauksen. Organisaatiolähtöiset digitalisaatioon tähtäävät hankkeet päätyvät helposti vain vahvistamaan nykyisiä toiminta- ja palveluprosesseja, kun keskeinen, merkityksellisempi näkökulma löytyisi palvelujen käyttäjien luonnollisista tarpeista ja toiminnasta.

#### Ratkaisuja:

- Sähköisten palvelujen kehittämisessä tulee huomioida asiakaskokemuksen kitkatomuus ja katkeamattomuus eri vastuutahojen yhteisessä palveluntuotannossa, jotta palvelupolut eivät törmää organisaatorajoihin.
- Palveluiden kehittämiseen tulee aina osallistaa käyttäjiä eli organisaation asiakkaita. Pelkkä ratkaisujen testaaminen loppukäyttäjillä ei riitä, vaan asiakasnäkökulman on hyvä olla mukana vahvasti jo palvelun ideointi- ja suunnitteluvaiheessa.
- Organisaation tarjoamien palvelujen muodostamaa asiakaskokemusta tulee jatkuvasti mitata ja kehittää. Kehittämiselle on hyvä nimetä johtaja, jonka tehtävä on selkeästi määritelty ja jolla on myös päätäntävalta.

### **6.3.3 Lineaarinen arvontuotto > Verkottunut yhteistyö ja ekosysteemit**

Organisaatiolähtöisyys aiheuttaa myös julkishallinnon arvontuotannon verkottumattomuutta. Julkisia digitaalisia palveluja toteutetaan edelleen vanhalla, lineaarisen arvontuotannon mallilla. Kukin organisaatio palvelee omia asiakassegmenttejään suoraviivaisesti omista lähtökohdistaan eikä huomioi sitä, millä tavalla toimintaympäristön muut toimijat tuottavat samoille asiakkaille lisäarvoa tai jopa korvaavaa arvoa. Samaan aikaan ympärillä

kehittyvät kohisten alustatalous ja liiketoimintaekosysteemit, joissa arvoa tuotetaan nopeasti ja nimenomaan asiakkaan kokeman arvon ohjaamana.

Osasyys vallitsevaan tilanteeseen ovat uudenlaiseen arvontuotantoon soveltumattomat julkishallinnon rakenteet sekä nykyinen sektoroitunut ja sektoroiva lainsäädäntö. Alustoille rakentuvia ekosysteemejä sen sijaan on vaikea ohjata lainsäädännöllä. Julkisen sektorin toimijoiden pitää pystyä omaksumaan rooli sekä alustan tuottajana että osana ekosysteemiä toimivana palvelun tuottajana. Rooli on dynaaminen, ja se voi olla erilainen eri asiakassegmenttien kohdalla ja muuttua tarvittaessa nopeastikin.

Kansallinen palveluarkkitehtuuri eli KaPA-ohjelma kaikkine osa-alueineen on avaus oikeaan suuntaan. Harmi, ettei selkeän, yhteisen ohjauksen tarpeeseen herätty jo vuosia sitten: yhteistyötä kangistavia pirstaleisia ja sektorikohtaisesti kehitettyjä monoliittisiä tietojärjestelmiä, suljettuja tietovarastoja ja pisteestä pisteeseen -integraatioita olisi varmasti vähemmän kuin nyt.

KaPA rakentaa alustan kuitenkin vain yhtenäiselle tekniselle infrastruktuurille, eikä olemassaolollaan vielä takaa sitä, että julkisten palvelujen tuottajat todella ryhtyvät toimimaan aidossa vuorovaikutuksessa uudella tavalla ja luovat aktiivisesti kansalaisille uutta arvoa verkottuneessa yhteistyössä. Alustojen päälle rakentuissa yhteisvaikuttamisen ja keskinäisriippuvuuden ekosysteemeissä arvo tuotetaan sekä julkisen sektorin organisaatioissa että yksityisissä yrityksissä.

#### Ratkaisuja:

- Julkisten organisaatioiden pitää tehdä saumatonta ja jatkuvaa yhteistyötä erityisesti startup-yritysten sekä muiden innovatiivisten ja innostuneiden yhtiöiden kanssa. Kokeiluja voitaisiin tehdä yritysten toimesta ja julkisen sektorin toimijoiden näkökulmasta vähäisellä vaivalla ja rahalla. Tämä vaatii paitsi ekosysteemien teknistä kehittämistä myös lainsäädännön muuttamista, sekä etenkin asenteiden muuttumista.
- Julkisten palvelujen tuottamisessa tulee hyödyntää alustatalouden mekanismeja. Osa palveluista pitää jo tietoisesti tuottaa yhteistyössä yritysten kanssa ja uusia liiketoimintamalleja hyödyntäen. Julkisen palveluntarjoajan on osattava omaksua rooli palveluntuottamiseen tarjottavan alustan fasilitoijana.
- Kansallisen palveluarkkitehtuuri ja sen osakokonaisuudet poistavat jo teknisiä esteitä ja antavat vauhtia kansalliselle alustataloudelle. KaPAn tarjoamista mahdollisuuksista pitää ottaa nyt täysimääräisesti kaikki hyöty irti muuttamalla toimintakulttuuria.

### 6.3.4 Hierarkkinen johtamismalli > Innostunut yhteisöllisyys

Onnistuminen edellä kuvatussa kompleksisessa ja jatkuvassa liikkeessä olevassa ympäristössä vaatii organisaatioilta entistä enemmän ketteryyttä, kokeilunhalua ja itseohjautuvuutta. Tekemisestä pitää voida oppia ja suuntaa pitää voida korjata jatkuvasti. Perinteinen päätöksentekomalli, jossa analysoidaan nykytilanne, tehdään päätökset analyysin pohjalta tietäen etukäteen jo melko tarkasti niiden vaikutukset ja seurataan, että asiat tapahtuvat suunnitelmien mukaan, on auttamatta vanhentunut.

Ongelma on, että yhä edelleen monessa organisaatiossa toiminnan lähtökohtana on oletus hierarkian huipulla olevasta johtajasta, joka kertoo mitä ja miten tehdään tänään, huomenna ja tulevaisuudessa. Sen lisäksi, että johtavassa asemassa olevat henkilöt ovat tottuneet toimimaan näin ja ehkä jopa ajattelevatkin tietävänsä paremmin kuin muut, organisaatioissa työskentelevät ihmiset odottavat näitä ohjeita ylhäältä päin, koska niin on aina ollut eikä kulttuuri rohkaise toisenlaiseen toimintaan. Työkäsityksemme on juurtunut yli sata vuotta vanhaan teolliseen yhteiskuntaan, jossa tehtaasäilyttivät arvonsa ja työntekijät olivat vain tuotantohyödykkeitä.

Asetelma jäykistää organisaatiot ja estää niiden muuttumista ja kehittymistä. Modernin johtajan tehtävä on olla muutoksessa rohkea ja huolehtia, että organisaatiolla on yhteinen tahtotila ja jaetut tavoitteet kehittymiseen. Jokainen työntekijä on innostettava aktiivisesti mukaan muutokseen, digitalisaatioon. Tällä hetkellä ”toiminnan kehittäminen” ja ”päivittäinen työ” mielletään helposti erillisiksi tehtäviksi, vaikka muutoksen tekemisen pitäisi olla jo erottamaton osa työtä, jokaisen tehtävä ja velvollisuus. Siis kuka organisaatiossa vastaa kehittämisestä? Kaikki.

Ajatus konkretisoituu kokeilukulttuurissa, jossa oppiminen, kehittyminen ja uudistuminen tapahtuvat nopeiden ja ketterien kokeilujen – tekemisen ja harkittujen irtiottojen, uudelleenlaisen ajattelun, epäonnistumisen ja onnistumisen – kautta. Kokeilujen avulla myös organisaatioiden strategiatyö voi muuttua kankeista kolmi- ja viisivuotissuunnitelmista entistä dynaamisemmaksi ja vastata näin entistä paremmin ympäristön yhä kiihtyvään muutosvauhtiin.

#### Ratkaisuja:

- Julkisen sektorin johtamisparadigmaa on muutettava tietoisesti, organisaatio kerrallaan. Hierarkkisessa mallissa jokainen organisaation jäsen asemastaan riippumatta pysyy ja toimii vain mukavuusalueellaan. Sieltä pitää uskaltaa murtautua ulos. Löyhästi johdettu ja innostunut organisaatio on tehokas ja tyypillisesti työte-  
liäs.

- Muutos tulee jalkauttaa kaikkialle organisaatiossa nimettyjen ja asiaan innostuneesti suhtautuvien muutosagenttien avulla. Muutosagenttiverkostot auttavat rakentamaan yhtenäistä käsitystä myös naapuriorganisaatioiden toimintatapa-muutoksesta.

### 6.3.5 Suunnitelmallisuus > Ketteryys ja kokeilut

Ketteryys ja kokeilut täytyy pystyä tuomaan myös käytännön toimintatapoihin ja toimintaympäristöön. Erityisesti julkishallinnon digitalisaatioon tuo omat haasteensa vaatimusohjatun vesiputouksmallin perintö, joka on tietojärjestelmäkehittämisessä yhä vahva. Edelleen ajatus hyvin suunnitellusta puoliksi tehtynä saa aikaa ja resursseja kulumaan, vaikka jatkuvan kokeilemisen ja kehittämisen mahdollistavat ketterät menetelmät ovat olleet järjestelmä- ja ohjelmistotyössä arkipäivää jo kymmenen vuotta.

Liiallisella suunnitelmallisuudella organisaatiot sitovat jo lähtökohtaisesti mahdollisuutensa reagoida muutoksiin ja ennakoida niitä jatkuvasti kehittyvässä toimintaympäristössä. Tarpeet ja tavoitteet, joita ei onnistuta alussa tunnistamaan, suistavat suunnitelmat raiteilta ja uhkaavat myöhemmässä vaiheessa sekä kehittämisen aikataulua että budjettia. Jos lähtölaukauksesta ravaa maaliin asti laput silmillä, saattaa jäädä huomaamatta, että maali onkin ehtinyt matkalla vaihtua.

On aika myöntää, että tarkat pitkän aikavälin suunnitelmat ovat tämän päivän maailmassa käytännössä jo mahdottomuus. Eikä uutta ja ainutlaatuista voi edes synnyttää ennalta kirjoitettujen ja lukkoon lyötyjen vaatimusten ja määrittelyjen pohjalta. Uusi ja ainutlaatuinen syntyy ketterästi kokeilemalla, epäonnistumisia pelkäämättä ja jatkuvasti parantamalla.

Suunnitelmallisuuden tilalle tarvitaan nyt julkishallinnossa määrätietoisten kokeilujen ja systemaattisen oppimisen jatkumo, ja siksi myös lupa epäonnistua, kunhan kokemukset vievät kohti tarkoituksenmukaista, vaikuttavaa ratkaisua. Oppia voisi ammentaa uuden sukupolven yrityksistä ja nopearytmisestä Lean Startup -menetelmästä, joka sinällään vaatii vain uutta, rohkeaa asennetta ja otetta tekemiseen.

Digiloikka ei käytännön tasolla olekaan loikka lainkaan, vaan uusi toimintatapa tai palveluinnovaatio syntyy pienillä askelilla eteenpäin, kokeiluilla, jotka joko vahvistavat alkupe- räisiä ajatuksia tai ohjaavat muuttamaan suuntaa.

Ratkaisuja:

- Kehittämisessä kannattaa omaksua niin sanottu bimodal-malli eli se kannattaa jakaa tulevaisuuden haasteisiin vastaavaan kokeilukulttuuriin sekä nykyisen, jatkuvan palvelun vähittäistä kehittymistä tukeviin toimintamalleihin.
- Organisaatioita tulee pitää vastuullisina tahoina uusien palveluinnovaatioiden synnyttämiseen. Innovaatiotoiminnan pitää olla myös julkisella sektorilla systemaattista.
- Muutosta on johdettava pitkäjännitteisesti vahvan vision kautta, ei yksittäisillä toteutusprojekteilla.
- Toimintakentän jatkuva muutos on hyväksyttävä ja ymmärrettävä, ja se pitää heijastaa palvelukehitykseen. Tässä onnistuu, kun reagoi nopeasti ja pienesti, ja on valmis korjaamaan suuntaa tarvittaessa.

### 6.3.6 Pitkät ja kankeat sopimukset > Joustavat hankinnat ja yhteistyö

Toinen organisaatioiden uudistumiskykyä käytännön tasolla rajoittava tekijä on epärealistinen tavoite tehdä digitaalisesta palvelusta kerralla valmis. Digitalisaatio etenee jatkuvasti ja muuttaa loppukäyttäjien tarpeita ja odotuksia palvelulle samalla kun myös toimintatavat muuttuvat ja uudet teknologiset innovaatiot mullistavat ympäristöä. Hankintavaiheessa palveluja kehittävien organisaatioiden tulisi ymmärtää tilaavansa joka tapauksessa vain ratkaisun ensimmäisen vaiheen toteutusta, joka tarjoaa lähtökohdan jatkuvaan ja ketterään jatkokehitykseen. Digitaalinen palvelu kun ei ole koskaan täysin valmis.

Asioiden, joita edellä on vaadittu julkisilta organisaatioilta – rajat rikkovan yhteistyön, verkostomaisen tavan toimia ja ketteryuden – pitäisi näkyä myös kehityshankkeiden kilpailutus- ja sopimusvaiheessa. Suosimalla monitoimittajatiimejä palvelua kehittävä taho varmistaa, että useampi kuin yksi toimittaja pääsee kiinni palvelukehitykseen, ja pieni tervehkinen kilpailu estää samalla toimittajien mukavoitumisen ja haastaa sopivasti etsimään jatkuvasti parhaita mahdollisia ratkaisuja. Lukittautumalla pitkäksi aikaa yhteen toimittajaan organisaatio vain rajoittaa turhaan mahdollisuuksiaan esimerkiksi muuttaa kehityksen suuntaa tai tekemisen tapaa tarvittaessa.

Oivaltavat digitaaliset palvelut eivät myöskään synny tilauksesta, avaimet käteen -ratkaisuna. Käytännön tasolla ratkaisevan tärkeä onnistumisen edellytys on vuorovaikutteinen yhdessä tekemisen kulttuuri. Tämä vaatii myös julkisen hallinnon organisaatioilta itseltään entistä tiiviimpää omistautumista, aikaa ja innostusta sitoutua kehitysprojekteihin.

Ratkaisuja:

- Kehittämishankkeisiin pitää saada mukaan parhaat mahdolliset ihmiset tavalla tai toisella. Muutos tapahtuu aina lopulta yksittäisten ihmisten kautta.
- Isot hankintakokonaisuudet on pilkottava pieniksi ja kokonaisuutta on johdettava. Jos omassa organisaatiossa ei ole hanke- ja projektihallinnan osaamista, sitä on hankittava.
- Isoja, monivuotisia ja kiinteähintaisia ratkaisuja ei yksinkertaisesti pidä hankkia. Se, että toimittaja maksaisi epäonnistumisen, on sopimusten muodostama illuusio.

## 6.4 Lopuksi: tieto kehityksen katalyyttinä

Maailma ympärillämme muuttuu radikaalisti, ja jokaiseen organisaatioon kohdistuu jatkuvasti kasvava paine uudistua ja kehittyä muuttuvan ympäristön mukana. Edellä esitetty eksistentiaalinen kriisi sekä nykyisten rakenteiden rajoitteet on hyvä tiedostaa, jotta niiden negatiivisia vaikutuksia kehitykselle ja digitaaliselle tulevaisuudelle voidaan lieventää.

Yksittäinen julkisen sektorin toimija on loppujen lopuksi alistettu tiettyyn rooliin jo nykyisen lainsäädännön puitteissa. Näistä lähtökohdista sen on hyvin hankala ponnistaa organisaatio- tai sektorirajoja ylittäväksi innovaattoriksi tai synnyttää odottamattomia palveluinnovaatioita. Mutta jokainen toimija voi omalta osaltaan olla kehityksen katalyyttinä ja toimia siten, että ennennäkemätöntä arvoa luovat innovaatiot ja uudet toimintatavat ovat ylipäänsä mahdollisia yhteiskunnassamme.

Tieto on digitalisaation polttoaine. Tietoa kertyy jo nyt paljon, jatkuvasti ja monesta eri paikasta, ja käytettävissä olevan tiedon määrä vain jatkaa kasvuaan esimerkiksi esineiden internetin myötä. Kehittyvän alustatalouden keskiössä on tieto ja sen entistä tehokkaampi hyödyntäminen. Avoin tieto mahdollistaa ekosysteemien rakentumisen ja luo perustan uudenlaiselle verkottuneelle toiminnalle ja toimijoiden yhteistyölle. Uutta arvoa tuottavat palvelut yhdistävät tyypillisesti useasta eri lähteestä kerättyä tietoa odottamattomasti ja pystyvät näin ilahduttamaan käyttäjiänsä esimerkiksi ennakoivalla toiminnalla.

Julkisilla toimijoilla on jo nyt hallussaan valtavat tietovarastot. Digitalisaation edistämisen kannalta keskeisimpiä kysymyksiä on kuinka hyvin tämä tieto saadaan jatkossa hyödynnettyä palvelukehityksessä. Olemassa olevan tiedon varaan olisi mahdollista rakentaa palveluja, joita emme edes ymmärrä vielä tarvitsevamme. Näille ennennäkemättömille palveluinnovaatioille annetaan tilaisuus syntyä, kun suljetut tietovarannot avataan systemaattisesti yleiseen ja yhteiseen käyttöön.

Tällä hetkellä vallitseva käytäntö on, että julkisen hallinnon organisaatiot tunnistavat ja valikoivat erikseen sen tiedon, jonka ne avaavat jaettavaksi. Nyt tarvitaan täyskäännös! Or-

ganisaatioiden tulisi suhtautua kaikkeen tietoon siten, että se on lähtökohtaisesti avointa. Tieto, joka ei voi olla avointa, olisi poikkeus ja tulisi erikseen tunnistaa. Tietojärjestelmien kehittämishankkeissa kaikki data tulisi suunnitella lähtökohtaisesti avoimeksi samalla kun luodaan joustavat ratkaisut myös datan jakamiseksi. Tiedonhallinnon merkitys kasvaa, ja sen kehittäminen olisi monilla aloilla luonteva rooli julkisille toimijoille.

Tietovarastojen avaaminen ja avointen tietojärjestelmäpalvelujen rakentaminen saattavat olla juuri se teko, joka lopulta vaikuttaa organisaation tarpeellisuuteen ja tekee eksistentiaalisesta kriisistä totta. Kun organisaatio lisää läpinäkyvyyttään sekä avaa tietojaan ja palvelujaan, joku toinen toimija, julkinen tai yksityinen, voi hyödyntää avointa dataa ja luoda palveluinnovaation, joka korvaa tietojaan avanneen organisaation palvelun.

Passiivisen odottamisen ja muutoksen pelkäämisen aika on kuitenkin jo ohitse. Todellinen digiaika on alkanut niin nopeasti, että on ymmärrettävää, että toimimme uudessa ympäristössä aluksi hölmösti harpoiden ja kehitämme palvelujamme, toimintaamme ja organisaatioitamme yhä tutuilla ja totutuilla vanhan maailman säännöillä. Nyt on kuitenkin aika irrottaa muutosta jarruttavista vanhentuneista ajatusmalleista ja päästä vauhtiin mukaan, muuten vain raahautuu mukana. Digitaalinen transformaatio ei nimittäin odota enää.

Uskon, että digitalisaation keinoin meillä kaikilla on todellinen mahdollisuus muuttaa maailmaa ja ratkaista yhteiskunnallisiakin ongelmia. Se on aidosti suuri mahdollisuus. Ja oikeastaan myös ainoa mahdollisuus, jolla voidaan parantaa nopeasti palvelujen laatua ja vaikuttavuutta sekä tuottavuutta ja synnyttää uutta kilpailukykyä ja menestymisen paikkoja kansalaisille, yrityksille ja koko suomalaiselle yhteiskunnalle. Digitalisaatio ei voi jäädä enää hype-sanaksi strategiapuheisiin, vaan siitä pitää vihdoinkin tehdä myös todellisuutta. Uudistuminen edellyttää ennen kaikkea halua ja kykyä muuttua – rohkeutta heittäytyä muutokseen.

*Osaraportin kirjoittajasta:*

*Timur on Goforen toimitusjohtaja ja yksi perustajista. Timur on innostunut maailman parantamisesta digitalisaation avulla sekä työkaluttuuria kehittämällä, yhdessä asiakkaiden ja työntekijöiden kanssa. Tietoviikon toimitus valitsi Timurin vuoden 2015 Tivi-vaikuttajaksi.*

*Tässä artikkelissa asiantuntijoina ovat toimineet myös Mikael Nylund, Arto Puikkonen ja Juha Virtanen Goforelta.*



## 7 Digitaalinen turvallisuus kehityksen ja toiminnan mahdollistajana

### 7.1 Kohti turvallisuuden tulevaisuutta

*Jarno Limnell*

Millaiseksi kuvittelet elämän Suomessa vuonna 2050 – tai kymmenen vuoden päästä? Koviin harvoin valitettavasti pohdimme tulevaisuutta, tai paremminkin sellaista tulevaisuutta, jonka haluamme luoda. Tarkoitin ajattelussamme synnyttettäviä mielikuvia, jollaisina tulevaisuuden hahmotamme. Toki tulevaisuuden pohtiminen on haasteellista, sillä tiedämme tulevaisuudesta varmuudella vain yhden asian. Se yllättää. Tulevaisuus yllättää meidät tavoilla, joita emme pysty täysin ennakoimaan nykyhetkessä. Rohkeasti kuitenkin väitän tietäväni tulevaisuudesta – tämän raportin erinomaisten kirjoitusten pohjalta – toisenkin asian. Jos haluamme luoda menestyvän, kilpailukykyisen, teknologiaa kestävällä pohjalta hyödyntävän ja onnellisen Suomen, on turvallisuus ymmärrettävä välttämättömyytenä, sekä ennen kaikkea mahdollistajana.

Teknologian kehityksellä on laajoja vaikutuksia yhteiskuntarakenteisiin, liiketoimintaan ja elämäntapaamme ihmisinä. Kehitystä ei tarvitse pelätä, vaan ymmärtää se mahdollisuutena ja voimavarana. Teknologian kehitystä on pidettävä myönteisenä asiana ja juuri teknologia voi tarjota ratkaisuja esimerkiksi ihmiskunnan ekologisen kestävyysparantamiseen. Samalla on välttämätöntä tiedostaa myös riskit, jotka teknologian kehitykseen liittyvät. Teknologioiden kehittämisen tulokset määrittelevät koko ihmiskunnan tulevaisuutta.

Digitaalisen toimintaympäristön turvallisuus (jota kutsutaan usein kyberturvallisuudeksi) on jo nyt erottamaton osa turvallisuutta. Jatkossa yhä keskeisemmin. Siksi ”pelkän” digitaalisen turvallisuuden” korostamisen sijasta on tarpeellista pohtia turvallisuuden nykytilaa ja tulevaisuutta. Yksinkertaiseen kysymykseen ”Mitä turvallisuus on nyt ja tulevaisuudessa” on varsin haasteellista vastata. Mutta kysymykseen on vastattava, sillä vastaus koskettaa meitä jokaista.

Turvallisuus on ihmisen perustarve. Meidän jokaisen tarve, mikä on todettu myös Suomen perustuslaissa (7 §); Jokaisella on oikeus elämään sekä henkilökohtaiseen vapauteen, koskemattomuuteen ja turvallisuuteen.” Suomalaisilla on siis lain mukaan perusoikeus turvalliseen elämään, mikä koskee yhtä lailla turvallisuutta digitaalisessa toimintaympäristössä. Moni inhimillinen toiminta on selitettävissä turvallisuuden tavoittelun tai turvattomuuden kokemisen kautta. Tunnetussa Maslowin tarvehierarkiassa turvallisuus näyttäytyy ihmisen toiseksi tärkeimpänä tarpeena, fysiologisten tarpeiden (ruoka, juoma, suoja) jälkeen. Kriisi- ja ääriolosuhteissa turvallisuus nousee ihmisen tärkeimmäksi tarpeeksi. Tällöin puhumme hengissä selviytymisestä.

Ilman turvallisuutta meidän ihmisten on vaikea elää onnellista elämää – tai elämää ylipäänsä. Sama periaate koskee valtioita, joiden yhtenä perustehtävänä on huolehtia kansalaistensa turvallisuudesta. Kuten uusimmassa Suomen Sisäisen turvallisuuden selonteossa hyvin todetaan: Turvallisuus on suomalaisen yhteiskunnan kivijalka.

Turvallisuudesta puhuttaessa erotetaan usein eri turvallisuuden tasoja ja toimijoita. Puhutaan yksilön turvallisuudesta, yhteiskunnan turvallisuudesta tai jopa globaalista turvallisuudesta. On sisäistä ja ulkoista turvallisuutta, sotilaallista ja ei-sotilaallista turvallisuutta, uutta ja vanhaa turvallisuutta sekä fyysistä ja digitaalista turvallisuutta. Vuosisatojen, jopa vuosituhansien, aikana turvallisuus on saanut osakseen monia lisämääreitä ja turvallisuutta on jaettu erilaisiin kategorioihin. Turvallisuudella on monia eri puolia, ulottuvuuksia ja ilmiöitä. Oleellista on ymmärtää turvallisuus lähtökohtaisesti yhtenä kokonaisuutena, turvallisuutena, jossa on toki monia eri ulottuvuuksia ja toimijoita. Suomalaisittain puhumme kokonaisturvallisuudesta – tai kokonaisturvattomuudesta. Määritelmälliset ”turvallisuuden raja-aidat” ovat aina enemmän tai vähemmän keinotekoisia etenkin tämän päivän keskinäisriippuvaisessa maailmassa. Jatkossa turvallisuuden raja-aidat hämärtyvät entisestään. Siksi ”teknologian turvallisuus” ei tule liiaksi erottaa turvallisuuden kokonaisuuden pohdinnoista.

Välttämättömyyden ohella turvallisuus näyttäytyy mahdollistajana. Kun turvallisuudesta huolehditaan, ei turvallisuutta tarvitse erityisemmin ajatella ja voidaan keskittyä muihin asioihin. Turvallisuus siis osaltaan mahdollistaa muun tekemisen ja elämisen. Teknologian kehityksessä turvallisuudesta huolehtiminen niin sanottuna sisäänrakennetulla periaatteella (security by design) mahdollistaa teknologian kehityksen ja digitalisaation hyödyistä nauttimisen. Mutta vain jos turvallisuudesta on huolehdittu. Turvallisuus siis ei saa olla ”päälle liimattu” asia, vaan sen on oltava sisäänrakennettuna kaikkiin rakenteisiin, laitteisiin, palveluihin ja järjestelmiin, joita nyt kiihtyvällä vauhdilla olemme luomassa. Tällöin turvallisuus näyttäytyy eettisesti kestäväenä sekä mahdollistajana, ja luottamuksemme teknologian kehitykseen ja sen positiivisiin vaikutuksiin säilyy.

Turvallisuus voidaan nähdä myös kilpailuetuna. Maailmassa kansakunnat kilpailevat keskenään työpaikoista, osaamisesta, investoinneista ja talouskasvusta, ja tässä yhtälössä turvallisuus näyttyy vahvasti niin valtioiden kuin yritysten yhtenä keskeisenä kilpailutekijänä. Turvallisuus ilmenee tällöin vahvuutena ja luottamuksena. Luottamus yhdistyykin vahvasti turvallisuuteen. Ilman luottamusta ei ole turvallisuutta – ja ilman turvallisuutta ei ole luottamusta. Ja me suomalaiset elämme luottamusyhteiskunnassa.

Turvallisuutta voi lähestyä myös strategioiden näkökulmasta. Pääministeri Juha Sipilän hallitusohjelmaan on kirjattu kunnianhimoinen tavoite: ”Suomi on maailman turvallisimma maa asua, yrittää ja tehdä työtä.” Siis maailman turvallisimma. Myös digitaalisessa turvallisuudessa tavoitteemme ovat korkealla. Suomen kyberturvallisuusstrategiassa esitetään tavoite Suomesta maana, joka on kyberturvallisuudessa maailmanlaajuinen edelläkävijä. Tietoturvalisuusstrategian visiona on puolestaan, että ”maailman luotetuin digitaalinen liiketoiminta tulee Suomesta.” Strategiset turvallisuustavoitteet on Suomessa asetettu korkealle. Tekojen on yllättävä samalle tasolle.

Strategioista pääsemme arvoihin, sillä turvallisuus on aina vahvasti arvopohjaista. Arvot ohjaavat turvallisuutta ja sen muodostamista. Suomalaisen turvallisuuden muodostumista ohjaavat yhteiskuntamme arvot, jotka muun muassa määrittävät sen, että miten korkealle turvallisuuden Suomessa arvotamme, millainen on oikeusjärjestelmämme ja miten yhdenvertaisuuden periaate Suomessa toteutuu. Klaus Helkama on tutkimuksessaan todennut, että suomalaista yhteiskuntaa luonnehtii matala hierarkia, suuri yksilökeskeisyys ja yhteistyöhakuisuus, jossa epävarmuutta vältetään kohtalaisen paljon. Nämä suomalaiset ominaispiirteet ovat osa suomalaista turvallisuuskulttuuria. Ominaispiirteiden muuttuessa myös turvallisuus muuttuu – ja päinvastoin.

Turvallisuutta lähestytään yleensä sen vastakäsitteiden – uhkan, riskin, vaaran – näkökulmasta. Erilaiset uhkat, riskit ja vaarat tuottavat turvattomuutta, turvallisuutta nakertaen. Wikipediassa turvallisuus määritetään ”uhkien ja riskien poissaoloksi”, eli silloin on turvallista kun uhkia ja riskejä ei ole. Määritelmää voi pitää virheellisenä, sillä täysin uhkatonta ja riskitöntä olotilaa ei ole mahdollista saavuttaa. Täydellistä turvallisuutta ei ole olemassa – ja tuskin tulee koskaan olemaankaan.

Realistisemmin turvallisuuden voi määritellä uhkien ymmärtämiseksi ja tiedostamiseksi sekä riittäväksi varautumiseksi. On siis oltava riittävä tietoisuus siitä ”mikä meitä uhkaa”, mutta myös tietoisuus etukäteen tiedostamattomien uhkien mahdollisuudesta. Turvallisuuden tulevaisuuden arviot perustuvatkin yleensä siihen, että millaisena tulevaisuuden turvallisuusympäristö nähdään ja millaisia turvallisuutta vaarantavia uhkia se ilmentää. Eri-alaisten uhkien ja riskien todennäköisyys ja vaikuttavuus vaihtelevat merkittävästi. Lähtökohtaisesti maailman (ja turvallisuuden) voi arvioida muuttuvan yhä monimutkaisemmaksi ja dynaamisemmaksi, jossa yksiselitteisiä arvioita on aiempaa vaikeampi tehdä. ”Riittävä

varautuminen” on puolestaan suhteellista. Tällöin on pohdittava, että miten paljon turvallisuuden halutaan panostaa ja millaiset riskitodennäköisyydet ja -vaikutukset on valmis hyväksymään. Uhkia ja riskejä ei kokonaan voi poistaa, mutta niihin varautumisen tasoa on mahdollista muuttaa. Idealisessa tilanteessa uhkat ja riskit ovat ”hyväksyttävällä tasolla.”

Turvallisuudessa yhdistyvät todellisuus, tunne, sietokyky ja kulttuuri. Jos turvallisuutta halutaan parantaa, on kiinnitettävä huomio näihin kaikkiin turvallisuuden neljään osa-alueeseen. Pragmaattiset suomalaiset kiinnittävät yleensä huomion turvallisuudessa todellisuuteen – miten asiat todellisuudessa ovat ja miten todellisuutta voimme muuttaa turvallisemmaksi. Voimme esimerkiksi hankkia kotiimme hälytysjärjestelmän, huolehtia nopeusrajoituksin liiketurvallisuudesta tai huolehtia ohjelmistopäivityksistä tietokoneissamme. Tällöin muutamme todellisuutta turvallisemmaksi tekojen kautta.

Turvallisuus on aina myös tunne ja mielikuva, hyvin henkilökohtainen subjektiivinen tunne ja mielikuva. Miten turvallisiksi tunnen itseni – ja miksi? Tunteet ovat erottamaton osa kaikkea inhimillistä toimintaa. On tärkeää pitää mielessä, että todellisuus ja turvallisuuden tunne eivät välttämättä ole sama asia. Tunne voi kulkea eri rataa kuin faktat. Objektii- nen faktapohjainen turvallisuusympäristö ja ihmisen subjektiivinen turvallisuuden tunne voivat siis olla hyvinkin paljon toisistaan poikkeavia. Esimerkiksi ihmiset eivät tietämättömyyttään ymmärrä uhkia ja niiden vakavuutta riittävästi tai vaihtoehtoisesti ihmisten mielikuvissa todellisuus näyttää huomattavasti turvattomampana kuin mitä todellisuuden perusteella olisi syytä olettaa. Suomalaisessa turvallisuuskeskustelussa voi havaita miten turvallisuusympäristö näyttää kovin erilaisena eri ihmisille ja todellisuutta tulkitaan hyvin eri tavoin. Tällöin turvallisuuden näkökulmasta ihmisten mielikuvat ja ymmärrys turvallisuudesta – ja turvattomuudesta – nousevat keskeiseen asemaan. Mielikuviin voi vaikuttaa todellisuutta muuttamalla tai vaikuttamalla vain mielikuviin todellisuudesta. Kun tunne on riittävän vahva, siitä tulee todellisuutta. Turvallisuuden tulevaisuus on nykyistä vahvemmin mielikuvien todellisuutta.

Todellisuuden ja tunteen lisäksi turvallisuuden yhdistyy sietokyky (resilienssi). Kun täydellistä turvallisuutta ei ole olemassa, on kyky sietää erilaisia häiriö- ja poikkeustilanteita oleellinen osa turvallisuutta. Miten tulen toimeen jos sähkökatkeavat tai tietojärjestelmät eivät toimi? Sietokyvyssä on kyse niin fyysisestä kuin henkisestä kyvystä. Kyse on myös kyvystä tulla toimeen häiriötilanteen aikana kuin valmiudesta toipua siitä mahdollisimman nopeasti. Viime aikoina on yhä enemmän korostettu henkisen sietokyvyn merkitystä, siis ”tunnekuuntoa”. Ei ole sattumaa, että henkinen kriisinsietokyky on määritelty yhdeksi suomalaisen yhteiskunnan seitsemästä elintärkeästä toiminnosta. Tällöin henkinen kriisinkestävyys ”ilmenee kansalaisen tahtona toimia valtiollisen itsenäisyyden, väestön elinmahdollisuuksien ja turvallisuuden ylläpitämiseksi kaikissa turvallisuustilanteissa.” Sietokyky tarkoittaa myös kykyä oppia ja kehittyä koetuista häiriötilanteista.

Turvallisuus on aina myös kulttuurisidonnainen. Eri maissa ja kansoissa on erilaisia kokemuksia ja näkemyksiä turvallisuudesta. Suomalaiseen yhteiskuntaan on ajan saatossa rakentunut omanlaisensa turvallisuuskulttuuri, jossa korostuvat suomalaisen turvallisuuden erityispiirteet. Puhutaan opituista tavoista toimia ja suomalaisesta turvallisuusasenteesta esimerkiksi turvavöiden käyttämiseen autolla ajettaessa. Kulttuurin muuttaminen vie aikaa, myös turvallisuuskulttuurin. Tällä hetkellä elämme erityisesti digitaalisen turvallisuuskulttuurin luomisen keskellä. Opettelemme elämään digitalisuuden ja teknologian kehityksen kanssa, ja mietimme mitkä ovat oikeita ja turvallisia toimintatapoja, joita meidän pitäisi omaksua yhtä lailla lainsäädännössä kuin ihmisten arjen käyttäytymisessä. Kulttuurinmuutos vie aikaa, mutta kulttuuria on tietoisesti kehitettävä oikeaan suuntaan.

### 7.1.1 Digitaalisen turvallisuuden kulttuurin luomisessa on kyse vastuullisuuden kulttuurista.

Turvallisuus on aina oman aikansa tuote. Turvallisuutta ei tule nähdä pysyvänä olotilana vaan jatkuvasti kehittyvänä ja muuttavana. Uhkat ja ratkaisut muuttuvat, mutta myös ymmärryksemme turvallisuudesta muuttuu. Teknologisen kehityksen, strategisten turvallisuuspoliittisten kysymysten ja yhteiskunnallisten pohdintojen aikana helposti unohdamme tärkeimmän asian turvallisuudessa. Turvallisuuden alkutekijän – ja sen mihin turvallisuuden tuottaminen lopulta päättyy. Puhun ihmisestä. Ihmisen tulee olla keskiössä myös, kun digitalisoimme suomalaista yhteiskuntaa. Teknologiakeskeisyydestä on siirryttävä ihmiskeskeisyyteen. Ihmisen ensisijaisuus sekä luottamuksen tietoinen vahvistaminen teknologian kehitykseen on oltava turvallisuuskulttuurin luomisen perustana. Se mahdollistuu vain, jos teknologian kehitys tapahtuu eettisesti kestäväällä pohjalla ja ihmisten osaamisesta huolehtien. Näin toimiessaan suomalainen yhteiskunta ja yritykset ovat kykeneviä hyödyntämään vääjäämättömältä näyttävän kehityksen positiiviset mahdollisuudet. Haluankin nostaa turvallisuuskeskustelussamme ja pohdinnoissamme ihmisen takaisin keskiöön. Yksittäisen ihmisen – meidät jokaisen. Ja samalla myös meidän jokaisen sekä vastuun että oikeuden olla tärkeä turvallisuustoimija yhteiskunnassamme

Nykyhetken teknologisen kehityksen muutosnopeutta emme täysin edes ymmärrä – näin väitän. Ei esimerkiksi ole sattumaa, että kesäkuussa 2016 ilmestyneessä uudessa Suomen ulko- ja turvallisuuspoliittisessa selonteossa puhutaan myös robotisaatiosta, tekoälystä ja 3D-tulostuksesta. Aiheellinen kysymys kuuluu: miten turvallisuus pysyy tässä kehityksessä mukana – ja miten ylipäänsä teknologian kehitys vaikuttaa meidän turvallisuuteen? Tai paremminkin, miten me ihmiset ja osaamisemme pysyvät tässä kehityksessä mukana?

Mitä enemmän itse pohdin teknologian kehitystä ja siihen yhdistyvää turvallisuutta, sitä enemmän huomaan pohtivani eettisiä kysymyksiä. Jatkossa ihmistieteiden merkitys tek-

nologian kehityksessä ja turvallisuudessa tulevat yhä tärkeämmiksi. Tämä edellyttää esimerkiksi teknologian kehittäjiltä lisääntyvää tarvetta ymmärtää ihmisten ajattelumalleja, käyttäytymistä ja päätöksentekoprosesseja. Tulevaisuuskeskustelun ytimessä teknologian osalta näyttääkin olevan etiikka. Suurimmat kysymykset teknologian suhteen eivät välttämättä ole kysymyksiä teknologiasta vaan ihmisistä ja ihmisyydestä. Nämä pohdinnat eivät toivottavasti jää vain pienen tutkijajoukon pohdittavaksi. Kun kyse ei pian ole enää siitä mitä teknologialla voidaan tehdä vaan mitä teknologian annetaan ja pitäisi tehdä, on kyse inhimillisyyteen ja ihmisyyteen lajina liittyvistä pohdinnoista. Etiikka on ymmärrettävä turvallisuuden perustana. Kun maailman arvioidaan muuttuvan merkittävästi seuraavien vuosikymmenien aikana, on aiheellista kysyä, että kenellä on visio ja vastuu turvallisuuden kehittämisestä samassa muutosnopeudessa?

*Jarno Limnell on kyberturvallisuuden professori Aalto-yliopistossa ja kyberturvallisuuden dosentti Tampereen Teknillisessä Yliopistossa. Hän toimii myös kyberturvallisuusjohtajana Insta Group Oy:ssä. Tietoviikon toimitus valitsi Limnell:n vuoden 2013 Tivi-vaikuttajaksi. Koulutukseltaan Limnell on sotatieteiden tohtori, valtiotieteiden maisteri ja upseeri.*

## 7.2 Digitaalisen turvallisuuden kokonaiskuva

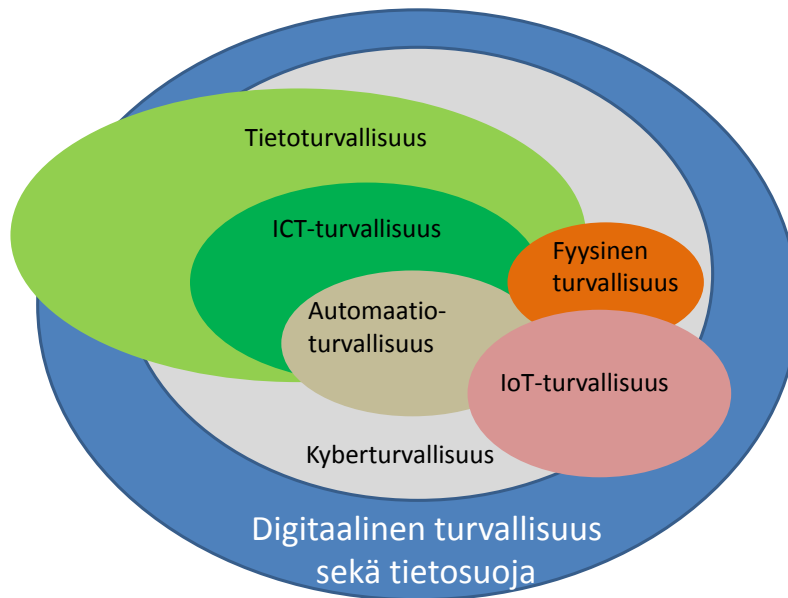
*Kimmo Rousku*

Kun ATK:n ja ICT:n aikakaudella siirryttiin hyödyntämään teknologian tarjoamia palveluita, tuskin kenelläkään oli käsitystä siitä, miten tärkeiksi tietoturvallisuudesta huolehtiminen ja toiminnan jatkuvuuden varmistaminen tulisivat. Tämä näkyy esimerkiksi siinä, että Internet-verkon peruseräite on ollut toimia mahdollisimman avoimena tiedonvälityskanavana, johon ei ole alun perin suunniteltu mitään tietoturvaominaisuuksia.

Sama koskee montaa muutakin teknologian osa-aluetta. Jatkossa tietoturvallisuus tulisi toteuttaa siten, että se on sisäänrakennettu osaksi kaikkea toimintaa. Käsitteet "security by design", henkilötietojen käsittelyssä "privacy by design" sekä robotisaatiossa "safe by design" muodostavat ne keskeiset toimintamallit, joiden pohjalta nykyiset palvelut ja toiminta tulisi suunnitella.

Perinteisen tietoturvallisuuden (luottamuksellisuus – eheys – saatavuus) rinnalle on nousut käsite kyberturvallisuus. Sitä on nyt laajennettu edelleen paremmin kokonaisuutta kuvaavalla ja helpommin ymmärrettävällä käsitteellä digitaalinen turvallisuus.

Turvallisuuden ja sen osa-alueet. Alkuperäisestä kuvasta muokattu versio; lähde Gartner Inc.



Kuvassa esiintyvien termien selitykset:

#### **Tietoturvallisuus**

- Kattaa suojattavan kohteen luottamuksellisuuteen, eheyteen ja saatavuuteen liittyvät toimenpiteet
- Tässä yhteydessä tulee huomata, että osa tietoturvallisuudesta jää digitaalisen turvallisuuden ulkopuolelle: osa toiminnastamme ja tiedosta on jatkossakin analogista tai manuaalista

#### **ICT-turvallisuus**

- Vastaa ICT-palveluiden ja palvelutuotannon turvallisuuden varmistamisesta

#### **Automaatioturvallisuus**

- Automaatioteknologiassa tarvittava turvallisuus, käytetään perinteisen ICT:n sijaan esimerkiksi sulautetuissa järjestelmissä ja prosessiautomaatiossa

#### **Fyysinen turvallisuus**

- Suojattavien kohteiden fyysisen turvallisuuden, esim. toimitila- ja kiinteistöturvallisuuden toteuttaminen

#### **IoT-turvallisuus**

- Esineiden internet-laitteiden turvallisuudessa huomioitavat seikat. Tähän kategoriaan kuuluvat jatkossa mm. internetiin liitettyjen kodinkoneiden, teollisuudessa

erilaisten sensoreiden ja muiden vastaavien laitteiden turvallisuudesta huolehtiminen

### **Kyberturvallisuus**

- Kattaa valtaosan edellä kuvatuista osa-alueista. ICT-toimintaympäristöön kohdistuvien tietoturvahukien lisäksi kyberuhkia kohdistuu myös henkilöihin ja muuhun toimintaympäristöön, joihin yritetään vaikuttaa esimerkiksi poliittisesti ja henkisesti. Kyberturvallisuudella pyritään lisäämään myös kykyä sietää näitä uhkia (resilienssiä).

### **Digitaalinen turvallisuus ja tietosuojaja**

- Digitaalinen turvallisuus kattaa kaiken digitaaliseen toimintaan liittyvät turvallisuuden eri osa-alueet. Itse sisällytän tähän myös tietosuojan, koska henkilötietojen käsittely, johon tietosuoja kiinteästi kuuluu, on osana monia prosesseja, palveluita, tietojärjestelmiä ja laitteita.

## **7.3 Mitä osa-alueita tarvitaan digitaalisen turvallisuuden toteuttamiseksi?**

Tietoturvallisuus näkyy käyttäjälle tai asiakkaalle, kun hän käyttää itse palveluita tai kun hänen tietojaan käsitellään. Tietoturvallisuuden pitäisi näkyä käyttäjälle vain tunteena ja tietona siitä, että hänen käytössään olevat palvelut ovat turvallisia ja että hänen tietojaan käsitellään vaatimusten mukaisesti. Toinen näkökulma tietoturvallisuuteen on tietoturvallisuus työssä. Se näyttäytyy käyttäjälle siinä, miten häntä on ohjeistettu ja koulutettu toimimaan työympäristössä - niin työpaikalla, työmatkalla kuin etätyössä. Henkilöstön tietoturvaosaamisen merkitys korostuu jatkossa, minkä vuoksi meidän on ohjeistettava ja koulutettava yhä aktiivisemmin turvalliseen toimintaan liittyviä toimintatapoja. Myös toimintaan kohdistuviin, nopeasti ilmestyviin uusiin riskeihin on kiinnitettävä huomiota kouluttamisessa.

Tässä raportissa ei käydä läpi kaikkia digitaaliseen turvallisuuteen ja tietosuojaan liittyviä osa-alueita, vaan keskitytään alla olevassa kuvassa oleviin osa-alueisiin.



Organisaation näkökulmasta (tieto)turvallisuus toteutetaan kuvassa olevien keskeisten osa-alueiden kautta.



### 7.3.1 Mistä tietoturvallisuudessa on kyse?

Tietoturvallisuuden avulla huolehditaan käsiteltävien tietojen, niiden taustalla toimivien tietojärjestelmien tai muiden suojattavana olevien kohteiden (myös henkilöstö, toimitilat) saatavuudesta ja eheydestä. Mikäli kyseessä on salassa pidettävästä tiedosta, on huolehdittava myös luottamuksellisuudesta, eli salassapidosta.

Toiminnan digitalisaation myötä on syytä korostaa sekä saatavuuden että eheyden merkitystä. Kerron tästä pari esimerkkiä, joihin liittyvät organisaation pääasiassa tiedottamiseen tarkoitetut www-sivut ja sinun henkilökohtainen veriryhmäsi.

Www-sivustot sisältävät pääosin julkista tietoa, jolloin luottamuksellisuudella ei ole merkitystä, koska tiedot on tarkoitettu kaikille. Jos organisaatiolla on merkittävä yhteiskunnallinen tehtävä, sen palvelun saatavuus ja siellä olevan tiedon eheys voi kuitenkin olla erittäin kriittistä organisaation omalle, asiakkaiden tai sidosryhmien toiminnalle. Sen sijaan sivujen saatavuudella ei ole erityisen suurta merkitystä, mikäli organisaation www-sivut sisältävät vain sen yhteystiedot ja staattiset perustiedot toiminnasta. Nämä tiedot on mahdollista saada selville myös muualta.

Entä veriryhmäsi? Normaalisti varmasti riittää, että sinä itse tai lähisukulaisesi tietää sen. Mutta entä jos joudut yllättäen tajuttomana sairaalahoitoon ja veriryhmäsi pitää selvittää nopeasti? Tällöin on äärimmäisen tärkeää, että sairaalan tietojärjestelmässä oleva tieto on oikein (tiedon eheys) ja että se saadaan esiin järjestelmästä (saatavuus). Veriryhmä voi olla salassa pidettävä tieto, mutta tässä tapauksessa sen saatavuus ja eheys ohittavat varmasti salassapitovaatimuksen (luottamuksellisuus).

Tiedon luottamuksellisuuden (salassapidon) merkitys kasvaa, jos asiakirjan tai siihen sisältyvän tiedon oikeudeton paljastuminen tai käyttö voi aiheuttaa vahinkoa kansainvälisille suhteille, valtion turvallisuudelle, maanpuolustukselle tai muulle yleiselle edulle viranomaisten toiminnan julkisuudesta annetun lain 24 §:n 1 momentin 2 ja 7-10 kohdassa tarkoitetulla tavalla; tällöin kyseessä on edellä mainituin perustein turvallisuusluokiteltu tieto.

Miten tulevaisuudessa opetamme keinoälylle tai roboteille sen, mikä tieto on salassa pidettävää ja mikä tieto on julkista? Varmasti hyvin samantapaisesti mitä ihmisille, tietoaikoneistojen luokittelulla, mutta tämä tulee tarjoamaan vielä monta mielenkiintoista kokemusta ja elämystä. Niin, miten järjestelmä sanoo ystävällisesti että sinulla ei ole oikeutta saada tietoa.

### 7.3.2 Tietosuojan merkitys kasvaa

Tietosuoja ja tietoturva menevät edelleen valitettavan usein sekaisin. Tietosuoja on tarkoitettu yksilön (henkilön) yksityisyyden ja luottamuksen turvaamiseksi ja se tarkoittaa henkilötietojen suojaamista ja niiden oikeaoppista käsittelyä. Tietosuojan toteuttaminen sen sijaan edellyttää tietoturvallisuuden toteutumista, eikä siihen vaikuta käsitelläänkö tietoja paperilla, digitaalisesti tai jossain muussa muodossa.

Parhaillaan on meneillään merkittävän tietosuojamuutoksen siirtymäkausi. EU:n asettama laajaa tietosuojaa koskevaa lainsäädäntökokonaisuutta aletaan soveltaa 25.5.2018 alkaen. Sädäntö parantaa merkittävästi kansalaisten oikeuksia ja mahdollisuuksia digitalisoituvassa yhteiskunnassa ja palveluissa. Asetus tuo myös rekistereistä vastaaville, eli rekisterinpitäjille ja rekisteritietojen käsitelijöille, mahdollisuuksia, mutta ennen kaikkea lisävelvoitteita.

Osa rekisterivelvoitteista liittyy tietoturvallisuuteen, joten tietosuojaa parantavalla lainsäädännöllä vaikutetaan myös henkilötietojen käsittelyn tietoturvallisuuteen. Näitä velvoitteita on suositeltavaa soveltaa kaikkeen tietojenkäsittelyyn organisaatiossa, koska silloin ne voidaan sisällyttää organisaation koko toimintaan eikä pelkästään henkilötietojen käsittelyyn.

Tietosuojan merkitys kasvaa, koska jatkossa joudumme käsittelemään ja hyödyntämään yhä enemmän henkilötietoja eri palveluissa. Tavoitteena on, että tiedot sijaitsevat yhdessä, keskitetyssä paikassa, josta tietoja voidaan tehokkaasti ja turvallisesti hyödyntää silloin kun se on sallittua ja tarkoituksenmukaista.

Tässä on jälleen robotisaatiota ajatellen sama tilanne kuin tietoturvallisuuden osalta. Meidän pitää pystyä mallintamaan ja kuvaamaan, luokittelemaan kaikki se tieto oikealla tavalla, jota entistä kehittyneemmät keinoälyjärjestelmät käsittelevät. Siten robotisaation tehokas hyödyntäminen edellyttää sitä varten suunniteltua digitaalista infrastruktuuria, jossa turvallisuus on sisäänrakennettu – ”Security by design”, mutta myös laitteiden rakentamisen ja toiminnan osalta ”Safe by design”.

### 7.3.3 Mitä kyberturvallisuus tarkoittaa?

Kyberturvallisuudesta on puhuttu aktiivisesti reilun viiden vuoden ajan. Suomen kyberturvallisuusstrategiassa (2013) asetetaan visio ja määritetään kymmenen strategista linjausta vision tavoitetilan mahdollistamiseksi.

Parhaiten kyberturvallisuutta voi kuvata yhdistelmänä tietoturvallisuutta, jossa huolehditaan tiedon, toiminnan tai muun suojattavan kohteen saatavuudesta, eheydestä ja salassa pidettävien tietojen osalta luottamuksellisuudesta. Lisäksi tähän yhdistyy muita sähköisessä ja digitaalisessa maailmassa tarvittavia osa-alueita, myös fyysisiä rakenteita ja henkilöstöä.

Suomen kyberturvallisuusstrategiassa määritetään kybertoimintaympäristöksi sähköisessä muodossa oleva informaation (tiedon) käsittelyyn tarkoitettu, yhdestä tai useammasta tietojärjestelmästä muodostuva toimintaympäristö. Tämän määritelmän perusteella kyberturvallisuudella tarkoitetaan tavoitetilaa, jossa kybertoimintaympäristöön voidaan luottaa ja jossa sen toiminta turvataan.

Meidän digitaaliseen, vahvasti ICT:n varaan rakennettuun toimintaympäristöömme kohdistuu kyberuhkia. Ne ovat tietoturvahyökkäyksiä, jotka toteutuessaan vaarantavat tietojärjestelmän tarkoitetun toiminnan. Tässä on tieto- ja kyberturvallisuuden välinen ero: kun tietoturvallisuus painottuu kohteen saatavuuden, eheyden ja luottamuksellisuuden takaamiseen, kyberturvallisuuden eri ulottuvuudet vaikuttavat kybertoimintaympäristöön (ICT) ja sitä kautta laajemmin sen käyttäjiin, esimerkiksi yhteiskunnan toimintaan. Hyökkäämällä virtuaaliseen, digitaaliseen maailmaan voidaan katkaista sähkönjakelu ja verkkoliikenne ja vaikuttaa suoraan meidän fyysiseen arkeemme. Tietoturvallisuus on merkittävässä roolissa kyberturvallisuuden takaamisessa, mutta se yksin ei riitä.

Hyvä esimerkki kyberturvallisuudesta on mielipidevaikuttaminen (trollaus), jota ei voi oikeastaan mitenkään liittää tietoturvallisuuteen, mutta joka laajemmassa mittakaavassa on yksi keino vaikuttaa yhteiskuntaan. Myös luonnonilmiöitä on aika hankala liittää suoraan tietoturvallisuuteen, mutta kuka tahansa voi parantaa omaa kyberturvallisuuttaan esimerkiksi varautumalla kotona lyhyisiin sähkökatkoihin kynttilöillä ja paristokäyttöisillä lampuilla.

Kyberturvallisuus on erittäin laaja yleiskäsite ja se voidaan ymmärtää usealla eri tavalla. Keskeistä kyberturvallisuudessa on kuitenkin sen liittyminen jollain tavoin sähköisessä muodossa toimivien toimintaympäristöjen turvaamiseen. Kuitenkin tämän lisäksi siihen voi liittyä myös analogisia, manuaalisia tai muita inhimillisiä tekijöitä tai osa-alueita.

Kaikki tietoturvallisuuden tai toiminnan jatkuvuuden takaamiseksi liittyvä työ voidaan liittää osaksi kyberturvallisuuden parantamista. Kaikkea kyberturvallisuuden eteen liittyvää työtä ei voi kuitenkaan yhdistää suoraan tietoturvallisuuden edistämiseen.

### 7.3.4 Toimintaan kohdistuvat vaatimukset

Usein kuulen kysyttävän, kuka näitä tieto- tai kyberturvallisuuteen liittyviä vaatimuksia oikein keksii. Käytännössä turvallisuusvaatimukset perustuvat pääsääntöisesti lainsäädäntöön, asiakasvaatimuksiin sekä riskienhallinnan kautta tunnistettujen uhkien hallinnan edellyttämiin toimenpiteisiin. Näiden kaikkien tarkoituksena on varmistaa turvallinen, samalla myös vaatimustenmukainen toiminta, joka myös on edellytys ylipäätään toimimiseen nykyaikaisessa, hyvin teknisessä toimintaympäristössä.

Keskeisiä muutoksia vaatimuksiin edellyttävät tietosuojan liittyvä uusiutuva lainsäädäntö, EU:n verkko- ja tietojärjestelmien turvallisuusdirektiivi (NIS-direktiivi) sekä mahdolliset valtiovaraministeriön tiedonhallintalain yhteydessä tehtävät muutokset kansallisiin tietoturvallisuutta koskeviin säännöksiin.

### 7.3.5 Toimintaan kohdistuvat tieto- ja kyberturvauhat

Käsitlemme tässä raportissa teknologian nopeaa kehitystä, jota hyödyntävät myös tietoverkko- ja kyberrikolliset. Koska kohtaamme alati uudenlaisia, nopeasti kehittyviä uhkia, tarvitsemme jatkuvaa turvallisuuden kehittämistä. Mitä enemmän muutamme palveluita ja prosesseja digitaalisiksi, sitä suurempi väärinkäytösten uhka niihin kohdistuu. Keskeiset kyberuhkien aiheuttajat ovat:

- Harrastelijat ja kokeilijat – motiivina kokeilunhalu
- Haktivistit – motiivina oman asian edistäminen ja vaikuttaminen esimerkiksi päätöksentekoon

- Tietoverkko- ja kyberrikolliset – motiivina taloudellisen hyödyn saavuttaminen
- Kyberterrorismi – motiivina tietojenkeruu, mahdollisuus hyökätä kriittistä infrastruktuuria vastaan ja aiheuttaa epäjärjestystä; toisaalta terroristit käyttävät myös itse paljon tietoverkkoja apunaan omassa toiminnassaan
- Valtiollinen tiedustelu – motiivina tiedustelu ja tietojen kerääminen, vaikuttaminen, kybersuorituskyvyn parantaminen

Näistä keskeisimmän, taloudellisesti suurimman uhan muodostaa tietoverkko- ja kyberrikollisuus, jota ajatellen on kehitettävä turvallisuuden eri osa-alueita myös tulevaisuudessa. Kun kehitämme omaa toimintaamme, tietoverkko- ja kyberrikolliset kehittävät omaa toimintaansa vielä nopeammin. Kuilu teknologian hyödyntämisen ja sen tarjoamien mahdollisuuksien välillä kasvaa. Sama heijastuu suojauskeinojen ja tietoverkkorikollisten käyttämien hyökkäyskeinojen välillä: rikolliset pystyvät käyttämään uutta teknologiaa jatkuvasti tehokkaammin kuin me kykenemme kehittämään suojauskeinoja. Tämän takia turvateknologioissa tulee hyödyntää samalla tavoin toiminnan digitalisaatiota, keinoälyä ja robotisaatiota kuin kaikessa muussakin toiminnassa!

Toivelistalla onkin enemmän käyttäjän profilointiin, toiminnassa esiintyvien anomalioiden seuranta porautuvien keinoälyä hyödyntävien turvallisuustuotteiden esiinmarssi.

### 7.3.6 Toiminnan johtaminen

Tässä yhteydessä toiminnan johtaminen tarkoittaa turvallisuuden johtamista osana organisaation muuta johtamista. Käytännössä nämä turvallisuusvastuut ja -veloitteet organisaatiossa on kirjattu osaksi tietoturva- tai muuta turvallisuutta koskevaa päätason asiakirjaa, strategiaa tai linjausta. Riippumatta siitä, kuka organisaatiossa vastaa operatiivisella tasolla turvallisuuden toteutumisesta, kantaa organisaation johto aina vastuun myös turvallisuuteen liittyvistä asioista, mukaan luettuna tietosuoja, eikä näitä vastuita voi siirtää organisaation sisällä tai ulkopuolisille toimijoille. Turvallisuuden toteutuminen edellyttää organisaation johdon toimimista esimerkkinä; henkilöstöltä ei voi odottaa mitään sellaista, johon johto ei omassa toiminnassaan ole sitoutunut näkyvästi.

Tulevaisuudessa turvallisuusjohtaminen edellyttää myös toimintaympäristössä tapahtuvan muutoksen parempaa ymmärtämistä; miten alati kehittyvä digitalisaatio, seuraavan sukupolven ICT-ratkaisut, robotisaatio vaikuttavat organisaation (liike)toimintaan ja kuinka tämän kaiken turvallisuuden varmistaminen tulee tapahtua.

### 7.3.7 Riskienhallinta mahdollistaa riskien ottamisen

Keskeisin seuraavien vuosien aikana kehitettävä osa-alue ja tarvittava kyvykkyys on riskienhallinta. Riskienhallinnan merkitys on kasvanut, koska eri turvavaatimuksiin liittyy yhä enemmän tapauskohtaista harkintaa. Tällöin vaatimusten toteutumista ei tarkastella mustavalkoisesti kyllä tai ei, täytyy tai ei täyty, vaan organisaation täytyy kyetä arviomaan sen toimintaan ja vaatimukseen liittyviä riskejä. Kaikkea ei ole mahdollista, järkevää ja tarkoituksenmukaista toteuttaa ehdottoman turvallisesti, jolloin toteutuksiin täytyy soveltaa olemassa olevaa, toimivaa riskienhallintaa. Organisaatiossa tarvitaan siis kykyä ottaa riskejä, hyväksyä jäännösriskejä sekä varmistaa hallinnassa olevien riskien sovitujen toimenpiteiden toteuttaminen suunnitellusti. VAHTI-johtoryhmä julkaisee riskienhallinnan helpottamiseksi uuden ohjeen ja kevennetyn mallin riskienhallintaan alkuvuodesta 2017.

### 7.3.8 Varautuminen häiriötilanteisiin

Todennäköisesti jokainen meistä on havainnut vähintään mediassa, kuinka työ- ja vapaa-ajalla käytössämme olevien ICT-palveluiden erilaiset häiriöt ovat yleistyneet. Valtaosa näistä häiriöistä liittyy normaaleihin ICT-palvelutuotannon ongelmiin. Sen sijaan tieto- tai kyberturvallisuuteen liittyvät ongelmat ovat edelleen harvinaisia, vaikka niiden määrä onkin noussut selvästi aikaisempiin vuosiin verrattuna.

Riskienhallinnan lisäksi toinen merkittävä osa-alue johtamisessa on häiriötilanteisiin varautuminen riippumatta niiden aiheuttajasta. Toteuttamalla häiriötilanteiden hallintaan liittyvät prosessit oikein organisaatio voi varautua erityyppisiin, niin ICT-toiminnasta kuin tieto- tai kyberturvallisuudesta syntyviin häiriöihin.

Meidän pitää huolehtia tarvittavasta, toiminnan kriittisyyden mukaisesta varautumisesta kaikissa toimintaa uhkaavissa turvallisuustilanteissa, myös poikkeusoloissa, mikäli organisaatiolla on tästä velvoitteita. Tämä on edellytys sille, että pystymme jatkamaan toiminnan digitalisaatiota ja laajentamaan sitä yhä useammille yhteiskunnan osa-alueille sekä hyödyntämään taustalla toimivien keinoälyn ja robotisaation mahdollisuuksia.

### 7.3.9 Tekninen turvallisuus

”Virustorjuntaohjelma ja palomuuuri” lienee edelleen yleisin vastaus, kun kysytään tietoturvallisuuden elementeistä. Kyllä, ne ovat osa turvallisuutta, mutta vain yksi todella kapea osa-alue teknisen tietoturvallisuuden toteuttamista. Teknisen tietoturvallisuuden tarkoitus on huolehtia esimerkiksi tietoliikenneverkkojen, palvelimien ja palveluiden, käyttämiem-

me päätelaitteiden, nykyisten ja tulevien IoT-laitteiden ja toimitilojen teknisestä turvallisuudesta.

Jos organisaation tietoturvaluus pettää, eräs syy siihen saattaa olla teknisen turvallisuuden pettäminen. Esimerkkejä teknisen tietoturvaluuden pettämisestä ovat se, kun varas pääsee yrityksen toimitiloihin ilman että siitä syntyy hälytystä, henkilön älypuhelin varastetaan ja laitteessa olevat tiedot joutuvat ulkopuolisen hallintaan, tai käyttäjän kannettavaan tietokoneeseen onnistutaan asentamaan haittaohjelma, jolla ulkopuolinen taho pääsee käsiksi kaikkiin keskeisiin organisaation sisäiseen käyttöön tarkoitettuihin, myös salassa pidettäviin tietoihin.

Tekninen tietoturvaluus on keskeisin osa-alue, jota keinoälyn ja robotisaation avulla voitaisiin parantaa merkittävästi.

### 7.3.10 Hallinnollinen tietoturva

Hallinnollista tietoturvaa ei voida pitää teknisen tietoturvaluuden vastakohtana, vaan sitä täydentävänä tekijänä. Hallinnolliseen tietoturvaluuteen voidaan laskea kaikki ne hallinnolliset asiakirjat, ohjeet ja sekä toimintaan luodut prosessit, joiden avulla organisaatio toteuttaa turvallisuustoimintoja. Esimerkiksi organisaation tietoturvapoliittika, mahdollinen henkilöiden turvallisuus selvitysprosessi, tietoaineistojen käsittelyohje ja ohjeet internetissä toimimiseen sekä sähköpostin käyttöpolitiikka ovat osa hallinnollista tietoturvaluutta.

Organisaation tietoturvaluuden hallinta tapahtuu tietoturvaluuden hallintajärjestelmän (Information Security Management System, ISMS) avulla, joka pitää sisällään sekä hallinnollisen että teknisen turvallisuuden hallinnan.

Hallinnollisen tietoturvaluuden rooli painottuu tulevaisuudessa valtionhallinnon organisaatioissa, koska Valtori vastaa valtaosasta perustietotekniikkaa. Vastuu toiminnasta on kuitenkin edelleen organisaatiolla, koska Valtori on vain näiden palveluiden alihankkija. Valtorin lisäksi organisaatiolla saattaa olla toimialasidonnaisten palveluiden tuottajia, ja sen tulee huolehtia siitä, että myös nämä alihankkijat täyttävät palvelutuotannolta edellytettävät tietoturvaluvaatimukset.

Organisaation ottaessa käyttöön uudenlaisia palveluita ja teknologioita tärkeää on huolehtia niissä olevien riskien hallinnasta ja vaadittavan turvallisuuden toteutumisesta. Tämä tehdään esimerkiksi hankinnassa, kilpailutuksissa käytettävien vaatimusten ja laadittavien sopimusten avulla.

### 7.3.11 Henkilöstö

Kukapa ei olisi kuullut ”motivoivaa” toteamusta siitä, että ”henkilöstö on tietoturvallisuuden heikoin lenkki”. En hyväksy tätä toteamusta sellaisenaan, vaan ainoastaan silloin, jos henkilöstö ei toimi tietoturvallisesti sittenkään, kun organisaatio on huolehtinut seuraavista asioista:

- Henkilöstölle on laadittu tarvittava tietoturvallisuusohjeistus
- Ohjeistus on koulutettu henkilöstölle, uudet henkilöt saavat koulutuksen osana perehdytystä
- Organisaatio tiedottaa esimerkiksi uusista uhkista sekä järjestää vuosittaista täydennyskoulutusta
- Henkilöstölle on tarjolla turvalliset palvelut, joiden käyttö em. ohjeissa on neuvottu
- Organisaation johto toimii esimerkkinä mahdollistaen turvallisuuteen liittyvän asenteen ja kulttuurin syntyminen ja kehittymisen.

Mikäli organisaatio on toteuttanut edelliset osa-alueet hyvin, on se huolehtinut riittävästi henkilöstön tietoturvallisuusosaamisesta ja -tietoisuudesta. Tällöin heikoimman lenkin rooli saattaa siirtyä muualle – kenties johonkin toiseen organisaatioon, tai kotiin? On yhä tärkeämpää huolehtia myös kotona olevien, internetiin liitettyjen laitteiden tietoturvalisuudesta. Näitä laitteita voidaan yrittää hyödyntää kotikäyttäjän työpaikalle murtautumisessa tai muuten vain tietoverkko- tai kyberrikollisten määrittämiin toimintoihin, esimerkiksi palvelunestohyökkäyksiin.

Henkilöstön ohjeistaminen, koulutus ja tietoturvatietoisuuden kasvattaminen ovat kustannustehokkain tapa parantaa kaikkea turvallisuutta ja mahdollistaa tietosuojan toteutuminen. Uudenlaisten palvelujen käyttöönotto edellyttää luottamuksen kasvattamista henkilöstön turvalliseen toimintaan, mikä onnistuu vain henkilöstön oikeaoppisella ohjeistuksella ja koulutuksella. Kirjallinen kieltoja sisältävä ohje ei sellainen ole. Tietoturvaohjeistuksen on hyvä olla tiivistä, mutta samalla myös visuaalista ja havainnollista.

Tulevaisuudessa meillä on käytettävissä mahdollisesti älypuhelimessa toimiva ohjelmistorobotti, joka osaa varoittaa meitä havaitessaan uhkan toimintaympäristössämme. Havainnointi voi perustua esimerkiksi käyttäytymisen profilointiin; on melko helppoa tehdä profiili Kimmon mobiililaitteen käytöstä ja havaita turvallisuuspoikkeamat siinä. Poikkeama voi olla joko itse aiheutettua tai ulkoisen tahon aiheuttamaa turvallisuutta heikentävää toimintaa.



### 7.3.12 Toiminnan mittaaminen ja vaatimusten hallinta sekä arviointi

Kuinka hyvin organisaation tietoturvallisuus toimii? Kuten kaikkea organisaation toimintaa, myös (tieto)turvallisuuden toteutumista tulisi valvoa ja mitata. Valtionhallinnossa tätä tehdään esimerkiksi vuosittaisilla VAHTI-johtoryhmän kyselyllä organisaatioille vuodenvaihteessa sekä syksyllä pidettävällä VAHTI henkilöstön ja johdon tietoturvabarometrilla.

Mikäli organisaatiolla on merkittäviä, koko yhteiskunnan toiminnan kannalta kriittisiä palveluita vastattavanaan, sitä tärkeämpää on, että organisaatio arvioi palveluiden turvallisuuden säännönmukaisesti osana vaatimustenmukaisuuden osoittamista.

Koska tietosuoja ja sitä koskevien vaatimusten merkitys tulee korostumaan, myös tietosuojan mittaaminen ja vaatimustenmukaisuuden osoittaminen (accountability) kannattaa sitoa osaksi organisaation vaatimusten hallintaa ja arviointia.

## 7.4 Turvallisuudesta huolehtiminen on luottamuksen rakentamista

Toteutimme VAHTIn ensimmäisen henkilöstön ja johdon tietoturvabarometrin syksyllä 2016. Kyselyyn vastasi noin 14 000 julkishallinnon palveluksessa olevaa henkilöä yhteensä noin sadasta organisaatiosta. Tulosten mukaan noin 96 prosenttia vastaajista kokee työskentelynsä käytössään olevilla ICT-päätelaitteilla melko tai hyvin turvalliseksi. Samoin vastaajien asenne tietoturvallisuuteen ja sen toteutumiseen organisaatiossa oli odotettua parempi, sillä yli 96 prosenttia arvioi, että tietoturvallisuus on toteutettu heidän organisaatioissaan hyvin tai erittäin hyvin. Hyvin toteutettu tietoturvallisuus on edellytys myös asiakkaille, kansalaisille ja sidosryhmille kohdennettujen palveluiden tuottamiselle ja sitä kautta luottamuksen rakentamiselle. Jotta osapuolten välinen luottamus digitalisoituihin palveluihin saadaan säilytettyä, myös turvallisuudentunteen on säilyttävä hyvänä. Barometrin tulosta voidaan pitää todella myönteisenä, ja jatkossa tuleekin huolehtia siitä, että tilanne säilyy hyvänä. Tämän varmistamiseksi seuraamme kehitystä ja jatkamme VAHTI-barometrikyselyn järjestämistä vuosittain.

Turvallisuuden rakentaminen ja luottamuksen saavuttaminen eivät tapahdu hetkessä, mutta valitettavasti turvallisuus ja luottamus voidaan menettää silmänräpäyksessä, hiiren napsautuksella tai näppäimen painalluksella. Meillä suomalaisilla on erittäin hyvä maine turvallisuuden toteuttajina ja olemme myös luotettavan osapuolen maineessa. Meidän tulee vaalia ja ylläpitää tätä kansallisesti ja kansainvälisesti arvokasta ominaisuuttamme. Se edistää maamme kilpailukykyä, etenkin kun mietitään Suomen houkuttelevuutta digitaal-

lisen liiketoiminnan globaalina, turvallisena alustana. Tämän vision toteuttamiseen meillä on loistavat edellytykset.

## 7.5 Mitä digitalisaatio ja robotisaatio vaativat turvallisuudelta?

Toiminnan digitalisaatioon ja sen rinnalla robotisaatioon liittyvät innovaatiot ja kehittämis-kohteet ovat nyt keskiössä kaikilla yhteiskunnan aloilla ja tasoilla. Kaikkeen uuden teknologian käyttöönottoon liittyy uusia ja osin tuntemattomia riskejä. Miten voimme varmistua esimerkiksi siitä, että autonomisesti kehittyvä keinoäly tekee oikeita päätöksiä? Mistä tiedämme, että kotona olevat esineiden internet -laitteet eivät vuoda tietoja ulkopuolisille tai että niitä ei käytetä palvelunestohyökkäyksiin? Entä kun robotisaatio leviää itsenäisesti kulkeviin autoihin ja ilmassa alkaa lennellä paketteja kuljettavia miehittämättömiä aluksia?

Keskeisessä roolissa tulevaisuuden turvaamisessa on uhkien tunnistaminen ja riskienhallinta. Emme voi koskaan saavuttaa 100 %:n turvallisuutta, mutta miten voimme määrittää riittävän tai oikean tason? Voimmeko olettaa, että nykyinen taso on sopiva, jos emme ole joutuneet merkittävien tieto- tai kyberturvallisuuspoikkeamien tai -hyökkäysten kohteeksi? Tätä on mahdotonta arvioida ilman uhkien tunnistamista ja niihin liittyvien riskien arviointia. Joka tapauksessa meidän täytyy kehittää riskinottohalukkuutta ja kyvykkyyttä, koska se mahdollistaa erilaiset kokeilut sekä kokeiluissa epäonnistumisen, kun havaitsemme etukäteen mietityn ja sovitun riskinottotason ylittyneen. Epäonnistuminen on siis sallittua, kunhan se tapahtuu hallitusti ja perustuu ennakolta sovittujen mittareiden tai riskitason ylittymiseen.

Vuoden 2016 aikana on puhuttu paljon esineiden internet-laitteiden (IoT) turvallisuudesta, tai pikemminkin niiden tietoturvatuudesta. Konkreettinen esimerkki saatiin syksyllä 2016, kun yhdysvaltalaisista dns-nimipalveluimittajaa vastaan kohdistui merkittävä palvelunestohyökkäys, joka vaikutti jopa satojen miljoonien käyttäjien palveluiden toimintaan. Hyökkäys kohdistui osin vapaa-ajankäyttöön liittyviin palveluihin etenkin Yhdysvalloissa, mutta myös globaalisti. Se toteutettiin rikollisten käyttöönsä kaappaamien laitteiden, muun muassa kotikäytössä olevien nettikameroiden ja nauhoittavien digi-tv-tallentimien avulla. Tästä opittiin, kuinka tärkeää on huolehtia kaikkien internetiin liitettävien laitteiden turvallisuudesta ja suojauksista. Uudet teknologiat ja IoT-laitteiden määrän eksponentiaalinen kasvu edellyttävät teknisen turvallisuuden aktiivista kehittämistä, jossa kotimaisella ohjelmistoteollisuudella on loistava mahdollisuus tarjota osaamistaan, palveluitaan ja tuotteitaan globaalisti.

Uuden teknologian hyödyntäminen ja turvallisuuden varmistaminen edellyttävät lainsäädännön ja vaatimustenmukaisuuden kehittämistä. Valtiovarainministeriö on käynnistänyt tiedonhallintalain valmistelun, jonka yhteydessä selvitetään tarpeet nykyisten tietoturvasäännösten uudistamiseksi. Lisäksi VAHTI-johtoryhmä on päivittämässä tietoturvallisuuden liittyviä vaatimuksia, mihin liittyen vuonna 2017 on mahdollista tutustua ja pilotoida uudenlaista vaatimuskehikkoa. Nämä uudet vaatimukset tukevat aikaisempaa paremmin riskienhallintaa ja digitaalista turvallisuutta.

## 7.6 Kuinka turvallisuudesta tehdään mahdollistaja?

Uusia turvallisia palveluita ei voi rakentaa kiihtyvällä tahdilla ja kustannustehokkaasti, elleimme ota huomioon turvallisuutta niissä alusta alkaen ja rakenna sitä toteutusten sisään. Tätä toimintaperiaatetta kutsutaan nimellä ”security by design” ja henkilötietoja käsiteltäessä ”privacy by design”. Turvallisuuden ja tietosuojan lisääminen jälkikäteen on joko mahdotonta tai niin kallista, ettei se ole enää tarkoituksenmukaista.

Turvallisuus toteutetaan ottamalla huomioon kaikki turvallisuuden osa-alueet, niin digitaalinen turvallisuus kuin henkilötietoja käsiteltäessä tietosuojavaatimukset. Palveluiden ja tietojärjestelmien vaatimuksia on tähän asti toteutettu mallilla, joka ei ole riittävän joustava tuleviin tarpeisiin. Jatkossa pitäisi pystyä laskemaan ja keventämään sellaisten palveluiden ja tietojärjestelmien tietoturva-vaatimuksia, joissa käsiteltävät tiedot tai toiminta eivät ole kovin kriittisiä ja joissa tapahtuvat poikkeamat eivät aiheuta merkittävää haittaa organisaation toiminnalle. Kaivataan siis lisää sietokykyä eli resilienssiä, joka on tärkeä ominaisuus, kun kehitetään toiminnan jatkuvuuden hallintaa ja mietitään vaihtoehtoisia ratkaisuja häiriötilanteissa.

Samoin kuin vähemmän suojausta vaativat kohteet, meidän täytyy pystyä myös tunnistamaan ja priorisoimaan paremmin koko yhteiskunnan tai organisaation toiminnan kannalta kriittiset prosessit, palvelut ja tietojärjestelmät. Tätä työtä vaikeuttaa yhä enenevässä määrin verkottuva toimintaympäristö, jossa riippuvuuksien tunnistaminen eri osatekijöiden välillä on hyvin hankalaa, ellei jopa mahdotonta. Tämä asettaa haasteita palveluiden tuottamisesta vastaaville organisaatioille ja heidän alihankkijoilleen: jokaisen pitää pystyä osoittamaan olevansa luottamuksen arvoinen, toisin sanoen kykynsä tuottaa palvelut ja prosessit turvallisesti ja vaatimusten mukaisesti. Kehittämällä toiminnan turvallisuutta rakennamme koko yhteiskunnan toiminnassa tarvittavaa luottamusta: luomme ja liitämme itsemme osaksi laaja-alaista organisaatioiden ja henkilöiden luottamusverkostoa. Luottamuksesta - sen ansaitsemisesta ja säilyttämisestä - tässä kaikessa on kuitenkin kysymys.

Vaikka toimintoja hoidettaisiin tulevaisuudessa kuinka paljon hyvänsä automaation ja robotisaation avulla, vastuu tästä kaikesta kuuluu kuitenkin ja edelleen meille ihmisille. Emme voi myöskään ulkoistaa vastuuta teknologiseen kehitykseen vedoten. Teknologia on kaikesta kehityksestään huolimatta vain hyvä renki. Kuinka varmistamme, että olemme itse hyviä isäntiä?



  
**VALTIOVARAINMINISTERIÖ**

Snellmaninkatu 1 A

PL 28, 00023 VALTIOEUVESTO

Puhelin 0295 160 01

Telefaksi 09 160 33123

[www.vm.fi](http://www.vm.fi)