

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu • Ministeriö • 19/2018

# Tekoälyajan työ

Neljä näkökulmaa talouteen,  
työllisyyteen, osaamiseen ja etiikkaan



Työ- ja elinkeinoministeriö  
Arbets- och näringsministeriet



Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 19/2018

# Tekoälyajan työ

Neljä näkökulmaa talouteen, työllisyyteen, osaamiseen ja etiikkaan

Työ- ja elinkeinoministeriö

ISBN: 978-952-327-311-5

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2018

## Kuvailulehti

<b>Julkaisija</b>	Työ- ja elinkeinoministeriö	20.6.2018
<b>Tekijät</b>	Olli Koski, Kai Husso (toim.)	
<b>Julkaisun nimi</b>	Tekoölyajan työ: neljä näkökulmaa talouteen, työllisyyteen, osaamiseen ja etiikkaan	
<b>Julkaisusarjan nimi ja numero</b>	Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 19/2018	
<b>Diaari/ hankenumero</b>		<b>Teema</b> Ministeriö
<b>ISBN PDF</b>	978-952-327-311-5	<b>ISSN PDF</b> 1797-3562
<b>URN-osoite</b>	<a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-311-5">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-311-5</a>	
<b>Sivumäärä</b>	55	<b>Kieli</b> suomi
<b>Asiasanat</b>	tekoöly, yhteiskuntakehitys, yhteiskuntapolitiikka, talouspolitiikka, etiikka	
<b>Tiivistelmä</b>	<p>Tekoölyajan työ –raportti on osa elinkeinoministeri Mika Lintilän asettamaa tekoölyohjelmaa, jonka ohjausryhmän puheenjohtajana toimii Pekka Ala-Pietilä. Raportin on tuottanut ohjelman alaisuudessa toiminut Työn ja yhteiskunnan muutos –työryhmä, jonka puheenjohtajana toimi VTL Osmo Soininvaara.</p> <p>Raportti koostuu neljästä pääartikkelista, jotka käsittelevät (1) tekoölyn vaikutuksia yleiseen talous- ja työllisyyskehitykseen; (2) työn muutosta ja työmarkkinoita; (3) koulutusta ja osaamisen ylläpitoa; sekä (4) etiikkaa.</p> <p>Tekoöly on yleiskäyttöinen teknologia, joka muokkaa työelämää ja yhteiskuntaa laajasti. Tekoöly tarjoaa mahdollisuuden tuottavuuden nopeampaan kasvuun ja siten elintason paranemiseen. Hyötyjen saavuttamiseksi yhteiskunnan tulee investoida työvoiman osaamisen päivittämiseen, työvoiman liikkuvuuden helpottamiseen sekä ihmistyötä täydentävien innovaatioiden synnyttämiseen. Työmarkkinoiden hyvä toimivuus on entistä tärkeämpää.</p> <p>Työryhmä esittää jatkovalmisteluun muun muassa elinikäisen oppimisen reformia, jossa työkäisille luotaisiin osaamistili tai -seteli, jolla voisi päivittää osaamistaan hankkimalla koulutusta palvelujen tarjoajilta. Työntekijät, työnantajat ja yhteiskunta kantaisivat vastuun yhdessä työvoiman osaamisen päivittämisestä. Suomeen syntyisi koulutuskysynnän ylläpitämänä koulutusmarkkinat.</p> <p>Olli Koski (TEM, Innovaatiot ja yritysrahoitus / puh. 029 504 7174)</p>	
<b>Kustantaja</b>	Työ- ja elinkeinoministeriö	
<b>Julkaisun jakaja/myynti</b>	Sähköinen versio: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a> Julkaisumyynti: <a href="http://julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi">julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi</a>	

## Presentationsblad

<b>Utgivare</b>	Arbets- och näringsministeriet	20.6.2018
<b>Författare</b>	Olli Koski, Kai Husso (red.)	
<b>Publikationens titel</b>	Arbetet under den artificiella intelligensens tidevarv: fyra perspektiv på ekonomi, sysselsättning, kompetens och etik	
<b>Publikationsseriens namn och nummer</b>	Arbets- och näringsministeriets publikationer 19/2018	
<b>Diarie-/ projektnummer</b>		<b>Tema</b> Ministeriet
<b>ISBN PDF</b>	978-952-327-311-5	<b>ISSN PDF</b> 1797-3562
<b>URN-adress</b>	<a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-311-5">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-311-5</a>	
<b>Sidantal</b>	55	<b>Språk</b> finska
<b>Nyckelord</b>	artificiell intelligens, samhällsutveckling, samhällspolitik, ekonomisk politik, etik	
<b>Referat</b>	<p>Rapporten Arbetet under den artificiella intelligensens tidevarv är ett led i programmet för artificiell intelligens, som är tillsatt av näringsminister Mika Lintilä. Programmet har en styrgrupp som Pekka Ala-Pietilä är ordförande för. Rapporten har utarbetats av arbetsgruppen med politices licentiat Osmo Soininvaara som ordförande.</p> <p>Rapporten består av fyra huvudartiklar, som behandlar (1) den artificiella intelligensens inverkan på den allmänna utvecklingen av ekonomin och sysselsättningen, (2) arbetets förändring, (3) utbildning och upprätthållande av kompetensen, samt (4) etik.</p> <p>Artificiell intelligens är en genombrottsteknologi som i stor utsträckning omdanar arbetslivet och samhället. Artificiell intelligens möjliggör en snabbare ökning av produktiviteten och därmed en förbättrad levnadsstandard. För att uppnå fördelarna med artificiell intelligens bör samhället investera i att uppdatera arbetskraftens kompetens, att underlätta arbetskraftens rörlighet samt att få fram innovationer som kompletterar det mänskliga arbetet. Vikten av en välfungerande arbetsmarknad accentueras.</p> <p>För den fortsatta beredningen föreslår arbetsgruppen bland annat en reform för livslångt lärande, där varje människa i arbetsför ålder får ett kompetenskonto eller en kompetenssedel som hen kan använda för att uppdatera sin kompetens. Arbetstagarna, arbetsgivarna och samhället får tillsammans bära ansvaret för att uppdatera arbetskraftens kompetens. Samtidigt uppstår i Finland en utbildningsmarknad.</p> <p>Olli Koski (arbets- och näringsministeriet / tfn 029 504 7174)</p>	
<b>Förläggare</b>	Arbets- och näringsministeriet	
<b>Distribution/ beställningar</b>	Elektronisk version: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a> Beställningar: <a href="http://julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi">julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi</a>	

## Description sheet

<b>Published by</b>	Ministry of Economic Affairs and Employment	20.6.2018
<b>Authors</b>	Olli Koski, Kai Husso (eds.)	
<b>Title of publication</b>	Work in the age of artificial intelligence: four perspectives on economy, employment, skills and ethics	
<b>Series and publication number</b>	Publications of the Ministry of Economic Affairs and Employment 19/2018	
<b>Register number</b>		<b>Subject</b> Ministry
<b>ISBN PDF</b>	978-952-327-311-5	<b>ISSN (PDF)</b> 1797-3562
<b>Website address (URN)</b>	<a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-311-5">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-311-5</a>	
<b>Pages</b>	55	<b>Language</b> Finnish
<b>Keywords</b>	artificial intelligence, economic policy, ethics, social development, social development policy	
<b>Abstract</b>	<p>The report Work in the age of artificial intelligence is part of the Artificial Intelligence Programme set up by Minister of Economic Affairs Mika Lintilä. The programme's steering group is chaired by Pekka Ala-Pietilä. A working group on the transformation of work and society, chaired by Osmo Soininvaara, Lic. PolSc, wrote the report.</p> <p>The report is a collection of four main articles that discuss (1) the effects of artificial intelligence on general economic and employment trends; (2) the transformation of work and the labour market; (3) reforms on education and skills maintenance; and (4) ethics.</p> <p>Artificial intelligence is a general-purpose technology that changes working life and society extensively. It opens the possibility for rapid productivity growth and also for a higher standard of living. To harness the potential of artificial intelligence, society must invest in updating workers' skills, facilitating workforce mobility and generating innovations that complement human labour. The importance of a well-functioning labour market will be even greater.</p> <p>One of the working group's proposals for further preparation is a lifelong-learning reform where every person of working age would be given a skills account or voucher, which they could use to update their skills. Employees, employers and society together would bear responsibility for updating workforce skills. This would create a demand-based market for education and training.</p> <p>Olli Koski (Innovations and Enterprise Financing, Ministry of Economic Affairs and Employment / tel. +358 29 504 7174)</p>	
<b>Publisher</b>	Ministry of Economic Affairs and Employment	
<b>Distributed by/ publication sales</b>	Electronic version: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a> Publication sales: <a href="http://julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi">julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi</a>	





# Sisältö

<b>Aluksi</b> .....	9
<b>1 Ajatuksia tekoälyajan työstä</b> .....	10
<b>2 Tekoälyn kasvu- ja työllisyysvaikutukset</b> .....	13
2.1 Digitalisaatio ja tekoäly teknologisenä harppauksena.....	13
2.2 Työllisyysvaikutuksista tutkimuksen valossa .....	16
2.3 Poliittikkasuositukset.....	18
<b>3 Työmarkkinadynamiikka teknologisessa murroksessa</b> .....	20
3.1 Talouskasvu syntyy tuottavuudesta, jonka kasvu on hiipunut .....	20
3.2 Digitalisaatio ja tuottavuuden kasvu.....	22
3.3 Digitalisaatio, alustatalous ja työmarkkinat.....	26
3.4 Digitalisaatio ja yrittäjäyys.....	28
3.5 Digitaalisuus ja työhyvinvointi.....	30
3.6 Poliittikkasuositukset.....	31
<b>4 Oppiminen ja osaaminen muutoksessa</b> .....	35
4.1 Tekoälyn vaikutukset osaamiseen .....	35
4.2 Osaamisvaatimuksista.....	36
4.3 Oppiminen muuttuu .....	38
4.4 Suomen koulutusjärjestelmä ja tekoäly.....	39
4.5 Työnantajien investoinnit osaamisen kehittämiseen.....	41
4.6 Ihmiset ja oppiminen.....	41
4.7 Poliittikkasuositukset .....	42
<b>5 Tekoälyteknologian hyvä soveltaminen ja etiikka</b> .....	45
5.1 Miksi tarvitaan keskustelua hyvästä soveltamisesta ja etiikasta? .....	46
5.2 Hyvän tekoäly-yhteiskunnan arvoja .....	47
5.3 Poliittikkasuositukset .....	50
<b>Liite 1. Työryhmän kokoonpano</b> .....	53
<b>Liite 2. Tekoälyn määrittelyä</b> .....	54



## ALUKSI

Elinkeinministeri Mika Lintilä asetti 18.5.2017 Pekka Ala-Pietilän johtaman ohjausryhmän valmistelevaan ehdotuksen tekoälyohjelmaksi Suomelle. Asettamispäätöksen mukaan ”Tekoälyohjelman tavoitteena on nostaa tekoäly ja robotiikka suomalaisyritysten menestystekijäksi. Suomen tavoitteena on olla maailman paras tekoälyn soveltaja”. Ohjausryhmän alaisuudessa on työskennellyt viisi alatyöryhmää, joista puheenjohtaja Osmo Soininvaaran vetämä Työn ja yhteiskunnan muutos -työryhmä on ollut yksi. Työryhmä on kokoontunut yhdeksän kertaa. Työryhmän jäsenet on lueteltu liitteessä 1.

Työryhmän jäsenet eivät ole edustaneet raportin valmistelussa omaa taustaorganisaatiotaan, eivätkä organisaatiot ole sitoutuneet raportissa esitettyihin kannanottoihin. Jäsenet ovat kukin toimineet riippumattomasti, oman asiantunteuksensa pohjalta. Työryhmään haluttiin mukaan hyvin monipuolista osaamista ja erilaisia katsantokantoja. Raportin politiikkasuositukset ja päätelmät eivät välttämättä edusta koko työryhmän näkemystä. Niiden esittäminen ei ole edellyttänyt yksimielisyyttä, mutta kuitenkin enemmistön näkemystä.

Raportti koostuu neljästä erillisestä substanssiluvusta (luvut 2–5). Kukin luku on oma riippumaton kokonaisuutensa, joita ovat valmistelleet työryhmän jäsenet eri kokoonpanoissa. Raporttiin ei haettu täysin yhtenäistä muotoa, vaan haluttiin painottaa jäsenistön omaa näkemystä.

# 1 Ajatuksia tekoäläjän työstä

Tekoälyä on verrattu sähköön. Tekoäly on yleiskäyttöinen teknologia, joka tulee aikaa myöten tunkeutumaan melkein kaikkialle. Tämä saattaa muuttaa työtä ja yhteiskuntaa merkittävästi. Koska tekoäljän ja muun digitalisaation vaikutuksia on vaikea erottaa toisistaan, ei työryhmämmeäkään pitänyt niiden voimakasta erottelua tarpeellisena.

Kuluttajat tulevat kokemaan tekoäljän voittopuolisesti hyödyllisenä, koska markkinoille tulee elämää helpottavia tai mukavuutta lisääviä edullisia tai kokonaan ilmaisia tuotteita. Tämän optimistisen näkymän rinnalla on esitetty pessimistisiä näkemyksiä työn tulevaisuudesta ja yhteiskunnallisten erojen kehityksestä.

Käsitykset vaihtelevat suuresti siitä, kuinka paljon ja kuinka nopeasti tekoäly tuhoaa nykyisiä työpaikkoja. On varauduttava hyvinkin nopeaan muutokseen. Tekoäljän vaikutukset ovat Suomessa todennäköisesti pienemmät kuin esimerkiksi Saksassa. Helposti automatisoitavia, rutiininomaisesti toistuvia tehtäviä sisältäviä taylorisoituja työpaikkoja oli vuonna 2015 Suomessa noin 9 % työpaikoista, kun luku samaa määritelmää käyttäen oli Saksassa noin 30 % (Makó, Illésy & Borbély, julkaisematon työpäpaperi, 2018).

McKinseyn Suomea koskevan raportin mukaan tekoäly tuhoaa noin 15 % työpaikoista vuoteen 2030 mennessä ja muuttaa työn luonnetta huomattavasti tätä suuremmassa osassa tehtäviä. Arvio suosittelee, että on varauduttava kouluttamaan miljoona suomalaista uudestaan. Vastaavasti tekoäljän edistysellinen soveltaminen mahdollistaa monia kokonaan uudenlaisia tuotteita ja ammatteja.

Vaikka työpaikkojen häviämismvauhti tuntuu suurelta, se on selvästi vähemmän kuin Suomessa on koettu aiempina vuosikymmeninä. Ennen tuottamattomasta työstä

kuitenkin siirryttiin pääsääntöisesti parempipalkkaisiin töihin. Nyt monen ammatinsa menettävän osana saattaa olla tyytyminen aiempaa pienipalkkaisempaan työhön. Tekoäly vie töitä myös korkeasti koulutetuilta, kuten juristeilta, lääkäreiltä ja pankinjohtajilta.

Tekoäly voi myös parantaa työmarkkinoiden toimintaa. Työnvälitystä voidaan tehostaa nykyisestä valtavan paljon, koska työnhakijan ominaisuuksia voidaan koneellisesti verrata kerralla kaikkiin tarjolla oleviin työpaikkoihin. Työnvälitysbotti voi etsiä töitä myös työssä oleville niin, että työvoima siirtyisi osaamisen karttuessa osaamistaan paremmin vastaaviin tehtäviin ja vapauttaisi vähemmän vaativia töitä työttömille ja työmarkkinoille tuleville.

Tuottavuuden kasvu ja sen mukana luova tuho hidastuivat 2000-luvulla kaikissa teollisissa maissa. Jos tekoäly täyttää siihen asetetut odotukset, tuottavuus ja luova tuho voivat kääntyä uudestaan kasvuun. Muutos vähentää yhdenlaisia työpaikkoja ja lisää toisenlaisia. Samalla erilaisten osaamisalojen kysyntä muuttuu: toisten laskee ja toisten nousee. Ilman korjaavia toimia tämä pahentaa työmarkkinoiden kohtaanto-ongelmaa ja nostaa rakennetyöttömyyttä. Yleisesti ennustetaan, että työvoimalta edellytetään yhä korkeampaa koulutustasoa. McKinseyn ennusteen mukaan korkeasti koulutetun työvoiman osuus nousee noin 51 %:iin vuoteen 2030 mennessä, kun se vuonna 2016 oli 44 %. Muutos asettaa haasteita Suomen koulutusjärjestelmälle, koska koulutustaso lakkasi nousemasta Suomessa 1990-luvulla.

Tekoälyn kehittäminen ja käyttöönotto sekä yleisesti yhteiskunnan digitalisoituminen haastavat poliittisen päätöksenteon ja keskushallinnon perinteiset, siiloutuneet toimintatavat. Tarvitaan enemmän ns. konserniajattelua, mikä mahdollistaa hallinnonala- ja sektorirajat ylittävien kokonaisvaltaisten kehittämistoimien toteutuksen. Kysymys on laajemmin julkisen sektorin kyvystä reagoida toimintaympäristön muutoksiin ja uusista tavoista tehdä yhdessä.

Uhkakuvina tekoälyyn liittyvät rakennetyöttömyyden kasvu ja kasvavat yhteiskunnalliset erot. Poliittisen demokratian oloissa on liki mahdoton tilanne, jossa väestön enemmistö kokisi asemansa heikentyvän. On tärkeätä kyetä ennakoimaan muutoksen synnyttämiä sosiaalisia ongelmia tai niiden uhkia.

Tekoälyn tuomat haasteet eivät edellytä mitään kokonaan uudenlaisia ratkaisuja, joita ei olisi esitetty aiemminkin, mutta se lisää joidenkin toimien tarpeellisuutta huomattavasti. Muutos työmarkkinoilla korostaa heikoimpien suojelun tarvetta, mutta samalla työmarkkinoiden jäykkyyksistä aiheutuvat haitat kasvavat. Vastuuta heikoimpien suojelusta on siirrettävä valtion kustantaman sosiaalipolitiikan suuntaan. Sinänsä pohjoismainen hyvinvointivaltio on paljon paremmin varautunut vastaanottamaan muutoksen kuin vaikkapa Yhdysvallat, jossa turvaverkko on ohuempi.

Työryhmämme tehtäviin ei kuulunut tehdä sosiaalipolitiikan piiriin kuuluvia ehdotuksia. Voidaan kuitenkin todeta, että tarve huolehtia työn vastaanottamisen kannattavuudesta korostuu samoin kuin tarve alentaa tasapainotyöttömyyttä palkkatuen tai ansiotuloja täydentävien tulonsiirtojen avulla.

Myöskään vaatimus elinikäisestä oppimisesta ei ole uusi, mutta sen tarve lisääntyy voimakkaasti. Jotta tämä voisi toteutua, on ratkaistava kysymys koulutuksen maksajasta. Työryhmä esittää jokaisen suomalaisen koulutustiliä, jolle kertyy koulutukseen oikeuttavaa rahaa. Maksajina voisivat olla valtio sekä työnantajat ja työntekijät. Oikeus koulukseen tulisi olla yhtäläisesti myös yrittäjillä. Samalla Suomeen syntyisivät koulutuskysynnän ylläpitämänä koulutusmarkkinat.

Osmo Soininvaara  
työryhmän puheenjohtaja

## 2 Tekoälyn kasvu- ja työllisyysvaikutukset<sup>1</sup>

### 2.1 Digitalisaatio ja tekoäly teknologisenä harppauksena

Digitaalisaatio on muovannut jo tähän mennessä perusteellisesti tuotanto- ja työtapoja monissa ammateissa ja eri aloilla. Se on myös hävittänyt aikaisempia tehtäviä ja synnyttänyt uusia. Digitalisaation viime vuosien merkittävimpiä ilmenemismuotoja ovat mobiiliin internetin ja pilvipalvelujen käytön yleistyminen, laskenta-tehon kasvu ja big datan lisääntyvä hyödyntäminen. Tekoälyn ja koneoppimisen sekä näihin liittyvien sovellusten, kuten kehittyneen vuorovaikutteisen robotiikan ja autonomisen liikenteen, suurimmat vaikutukset työelämään ovat kuitenkin mitä ilmeisimmin vasta edessä (ks. raportin liite 2).

Digitalisaation ja tekoälyn yhteydessä voidaan puhua niiden aikaansaamasta teknologisen kehityksen murroksesta. Kyseessä on koko yhteiskuntaa muuttava teknologisen kehityksen harppaus, johon vaikuttavat monet eri tekijät. Viime kädessä kysymys on uudenlaisesta ihmisen ja koneen suhteesta tuotantotoiminnassa. Höyrykoneen ja sähköistymisen aikana koneet lähinnä korvasivat ihmisen fyysistä ponnistelua ja täydensivät inhimillistä työtä (ns. ensimmäinen koneaika). Teknologisen kehityksen mukana ja ns. toiseen koneaikaan siirryttäessä koneiden avulla kyettiin jo ohjaamaan fyysistä työtä ja myös helposti koodattavissa olevia kognitiivisia tehtäviä voitiin siirtää niiden tehtäviksi. Joissain ammateissa koneet saattoivat koko-

---

1 Luvun ovat valmistelleet työryhmän jäsenet Anu Järvensivu, Seija Ilmakunnas ja Ville Kyrki.

naan korvata ihmistyön, ja tällaiset vähenevien töiden ammatit ovat usein olleet palkkajakauman keskivaiheella.

Supistuvien töiden tehtäväkuvia leimaavat rutiininomaisuus ja toisto, jonka tietokoneet suorittavat tehokkaammin. Esimerkkejä ovat suorittavan tason toimistoammatit (rutiiniluonteiset tietoammatit) ja tehtaiden kokoonpanoammatit (rutiiniluonteiset manuaaliset ammatit). Samanaikaisesti suhteellisesti asemiaan ovat kasvattaneet vähärutiiniset ammatit niin palkkajakauman ala- kuin yläpäässä. Niiden suhteellista asemaa on parantanut suorittamisessa tarvittava (ja vaikeammin digitalisoitava) vaade työhön liittyvästä henkilökohtaisuudesta, joustavuudesta, ongelmien ratkaisukyvyistä tai luovuudesta. Näitä tietotekniikan ja globalisaation kehitykseen liittyviä muutoksia on käsitelty useissa työmarkkinoiden polarisaatioita käsittelevissä tutkimuksissa.

Toisen koneajan toisessa aallossa koneet eivät toimi vain ennalta ohjelmoitujen päättelysääntöjen mukaisesti, vaan ne oppivat itse hyödyntämällä neuroverkkoja ja isoja tietoaisteita. Tämä on lisännyt mahdollisuuksia automaation hyödyntämiseen monissa uusissa sovelluksissa, jotka liittyvät muun muassa kielten käänntöksiin, hahmontunnistukseen, sairauksien diagnostisointiin ja itseohjautuviin liikennevälineisiin. Nämä uudet sovellusalueet merkitsevät sitä, että niiden työllisyysvaikutukset koskettavat myös monia vähärutiinisia tietoammatteja, joita aiemman polarisaatiotutkimuksen valossa on pidetty pikemminkin osuuttaan kasvattavina kuin supistuvina ammatteina.

Yhteiskunnan murroskohtien tunnistamiseen liittyy – ainakin etukäteen – tulkinnanvaraisuutta. Itse teknologian kehityksen vauhtiin liittyy epävarmuutta, eivätkä muutokset työllisyydessä todennäköisesti ole yhtä nopeita kuin teknologinen kehitys antaisi odottaa. Teknologisen kehityksen vaikutukset yhteiskuntaan suodatuvat monien tekijöiden läpi. Yritykset voivat ensinnäkin olla haluttomia ottamaan käyttöön uutta teknologiaa, jos käyttöönotto edellyttää suuria organisaatiomuutoksia. Uusiin olosuhteisiin soveltumaton lainsäädäntö ja ratkaisua vaativat eettiset kysymykset voivat vähintään hidastaa kehitystä.

Tulkintaa perustavaa laatua olevasta murroksesta kuitenkin tukevat useat seikat. Niihin lukeutuu se, että tekoäly yleiskäyttöisenä teknologiana jo nyt mahdollistaa radikaalejakin tuote- ja prosessi-innovaatioita useilla eri aloilla. Muutokset voivat



olla nopeita, ja ne voivat tehdä olemassa olevasta fyysisestä ja henkisestä pääomas-  
ta tuottamatonta ennakoimattomassa tahdissa. Tietotekniikan kehitys on merkin-  
nyt myös sitä, että entistä useamman tuotteen markkinat ovat globaalit, digitaalisten  
tuotteiden monistaminen on usein lähes ilmaista ja tuotannon skaalaedut ovat  
suuret. Tällöin muutokset markkinoilla ovat nopeita, ja niiden ”voittaja(t) vie(vät)  
kaiken” -ilmiö on useille markkinoille tyypillistä. Hyvin pieni yritysjoukko voi viedä  
suurimman osan voitoista ja markkinoista. Mahdollisuus monopoliaseman hyväk-  
sikäyttöön ja kilpailun puute ovat omiaan lisäämään riskiä tulojen epätasaisesta ja-  
kautumisesta. Uhkana voidaan pitää sitä, että hyödyt uudesta teknologisesta harp-  
pauksesta jakautuvat epätasaisemmin kuin hyödyt aiemmista vastaavista.

Kansantalouden tilastoissa digitalisaatiokehitys on näkynyt ennakoitua vaimeam-  
pana talouskasvuna (Itkonen 2017). Samaan aikaan digitalisaation kanssa havaittu  
heikko tuottavuuskehitys on johtanut tulkintaa vaativaan ristiriitaan. Taustalla on  
yhtäältä se, että digitaalisten hyödykkeiden taloudellista merkitystä on ollut vai-  
kea mitata. Digitalisaation mittaamisen haasteiksi ovat osoittautuneet kokonaan  
uudet hyödykkeet, ilmaisupalvelut, laadun muutokset ja globaali aineeton pääoma.  
ICT-laitteiden ja -palveluiden laadun paraneminen on tekijä, jonka vaikutusta hinta-  
kehitykseen on ollut vaikea arvioida. Käytännössä hintakehitys on yliarvioitu muun  
muassa siksi, että ICT-tuotteiden laadun paraneminen on huomioitu vain osittain ja  
parempi laatu onkin näkynyt virheellisesti korkeampina hintoina. Tällöin vastaavasti  
talouskasvu eli kiintein hinnoin mitatun bruttokansantuotteen kehitys on aliarvioitu.  
Johtopäätöksensä voidaan todeta, että digitalisaation elintasoja parantava vaikutus  
ei ole näkynyt täysimääräisesti taloustilastoissa.

Toinen selitys on se, että tuottavuuskasvu tapahtuu laajassa mitassa vasta, kun kehi-  
tetään ja otetaan käyttöön laajalti ihmistyötä täydentäviä innovaatioita, kuten uusia  
työn organisointitapoja. Tämä taas edellyttää niin yhteiskunnan kuin yritystenkin ta-  
solla investointeja aineettomaan pääomaan, esimerkiksi koulutukseen ja tutkimuk-  
seen. Vaikka tällä hetkellä tekoälyteknologia mahdollistaisi monenlaista kannatta-  
vaa liiketoimintaa, visiot eivät toteudu, elleivät ihmiset keksi ja kehitä tarvittavia täy-  
dentäviä innovaatioita. Näistä osa on luonteeltaan teknologisia, mutta huomattava  
osa sosiaalisia tai sosioteknisiä (Brynjolfsson ym. 2017).

On mahdollista myös tulkita nykyinen tilanne perustavanlaatuisemmin eräänlai-  
seksi innovaatiokäsityksen taantumaksi ja paluuksi teknologiseen determinismiin.

Teknologiseen determinismiin perustuvalla innovaatiokäsityksellä tarkoitetaan mallia, jossa tutkimuksessa kehitettyjen teknologioiden oletetaan leviävän yrityksiin ja vaikuttavan lineaarisesti kasvuun, työllisyyteen sekä työnteon muotoihin ja käytäntöihin. Kuitenkin jo vuosikymmeniä sitten tämä malli on haastettu, kun on tarjottu tilalle yhteistoiminnallisia innovaatiomalleja, kuten ”open innovation” tai ”quadruple helix”. Näissä päättäjät ja hallinto, elinkeinoelämä, tutkijat ja kansalaiset toimivat yhdessä luodakseen tulevaisuutta ja toteuttaakseen rakenteellisia muutoksia (Kopp ym. 2017; Arnkil ym. 2010.).

## 2.2 Työllisyysvaikutuksista tutkimuksen valossa

Tämänhetkinen keskustelu tekoälyn työelämävaikutuksista on jaettavissa kahteen päälinjaan. Ensinnäkin pohditaan työllisyysvaikutuksia, eli a) syntykö katoavien töiden tai tehtävien tilalle riittävästi uusia töitä vai kasvaako työtä ja toimeentuloa vailla olevien määrä sekä b) mitkä ammatit ovat pahiten uhattuina ja millaisia uusia tehtäviä kehkeytyy (mm. Frey & Osborne 2013; Pajarinen & Rouvinen 2014; McKinsey 2017; Linturi & Kuusi 2018). Toisaalta keskustellaan työelämän laadullisista muutoksista, eli siitä, millaisia muutoksia tapahtuu tehtävien sisällä ja työnteon tavoissa, kuten työsuhdemalleissa, työnteon ajoissa, paikoissa ja organisoitumisessa, ja olisiko koko työtä ja työelämää koskeva käsitteistö pohdittava uudelleen (Järven-sivu 2010; Gratton 2011; Dufva ym. 2017; Antila ym. 2018). Tämän raportin tarkastelun painopiste on tekoälyn työllisyysvaikutuksissa.

Automaation työllisyysvaikutuksista on keskusteltu jo teollisen yhteiskunnan alkuvaiheista asti. Viimeisin keskustelu teknologioiden työllisyysvaikutuksista ja niiden mittaluokasta alkoi Freyn ja Osbornen (2013) artikkelista. Siinä ammatit luokiteltiin sen suhteen, miten todennäköisesti ne ovat automatisoitavissa. Ammatit luokiteltiin korkean, keskitason ja matalan riskin kategorioihin. Tulosten mukaan USA:n työllisyydestä jopa 47 % automatisoidaan 70 %:n todennäköisyydellä 20 vuoden kuluessa. Vastaava analyysi Suomen osalta osoitti automaation uhan kohdistuvan kolmannekseen työllisyydestä (Pajarinen & Rouvinen 2014).

Ammatit koostuvat monenlaisista tehtävistä, joiden automatisoinnin todennäköisyys vaihtelee huomattavasti. OECD:n kansainvälinen aikuiskoulutustutkimusaineis-

to (PIAAC) mahdollistaa analyysin kohdistamisen tehtäviin. Tätä aineistoa hyödyntävissä OECD:n julkaisemissa tutkimuksissa on todettu, että edellä mainitut ennakoinnit ovat todennäköisesti yliarvioineet automaation vaikutukset. Vuonna 2016 julkaistu tutkimus käsitti 21 jäsenmaata ja tehtävätason tarkastelut viittasivat siihen, että työllisyydestä vain noin 9 % olisi automatisoitavissa. Maiden väliset erot osoittautuivat merkittäviksi, esimerkiksi Suomessa automatisoitavissa olevia työpaikkoja arvioitiin olevan vain alle 7 % (Arntz ym. 2016).

Tuoreimmassa OECD:n tutkimuksessa maajoukko laajentui käsittämään 32 maata. Sen tulosten mukaan 14 % työpaikoista on sellaisia, missä automatisoinnin riski on korkea (Nedelkoska & Quintini 2018). Tämän lisäksi noin kolmannes työpaikoista on sellaisia, missä automatisoinnin riski on 50–70 %. Näihinkin töihin sisältyy siis huomattava osuus automatisoitavissa olevia tehtäviä, mikä lisää merkittävästi paineita taitovaatimusten muutoksille niissä työskenteleville. Suomea koskevien tulosten mukaan noin kolmannes työpaikoista kuuluu joko korkean (yli 70 %) tai keskitason (50–70 %) automatisoinnin riskin piiriin. Luku on kolmanneksi alhaisin Norjan ja Uuden-Seelannin jälkeen.

Uusin OECD:n tutkimus pyrkii myös kuvaamaan suurimman muutosriskin työllisyyttä sen suhteen, mitä väestöryhmiä muutokset eniten koskettavat. Raportin mukaan muutokset kohdistuvat eniten matalan taitotason työllisyyteen ja automatisoinnin riski vähenisi varsin suoraviivaisesti koulutus- ja osaamistason noustessa. Suurin riski kohdistuu nuoriin, jotka usein työskentelevät sellaisissa työmarkkinoiden sisään-tuloammateissa, joissa on korkea automatisoinnin riski.

Myös isot kansainväliset liikkeenjohdon konsulttiyritykset ovat osallistuneet keskusteluun teknologian työllisyysvaikutuksista. Jonkin verran julkisuudessa olleessa McKinseyn (2017) raportissa analyysitasona ovat toiminnot ja niiden suorittamiseen tarvittavat kyvykkyydet. Raportin mukaan noin puolet toiminnoista olisi nykyteknologialla mahdollista automatisoida, mutta kokonaisista ammateista vain noin 5 % olisi täysin automatisoitavissa. Kuitenkin jopa 60 % ammateista sisältää automati-soitavissa olevia toimintoja.

Tutkimuksista voidaan havaita, että ennusteet vaihtelevat suuresti. Niissä on käytetty erilaisia tarkastelutasoja ja käsitteistöjä sekä analysoitu erilaisia aikavälejä. Kokonaiskuvaa katoavista töistä on vaikea hahmottaa, eikä tilannetta helpota se, että

tekoälyn vaikutuksia on hankala erottaa muun teknologian vaikutuksista. Johtopäätöksenä voidaan kuitenkin todeta, että automatisointi ei todennäköisesti hävitä kokonaan moniakaan ammatteja, mutta korvaa useissa tehtävissä ihmistyötä (Koski 2018). Samalla se muuttaa tehtäväkuvia. Ennusteeseen luo huomattavaa epävarmuutta se, että myös uusia tehtäviä ja ammatteja syntyy (Linturi & Kuusi 2018).

On myös hyvä huomioida, että tekoäly ei vaikuta samalla tavalla kaikkien työhön ja työllisyyteen. Uusien teknologioiden käyttöönotolla on myös tulonjakovaikutuksia. Tekoälyllä niitä voi olla aiempaa enemmän, koska sen odotetaan vaikuttavan rutiini-tehtävien ohella myös korkean asiantuntijuuden tehtäviin. Polarisaation ja eriarvoisuuden kasvun riskit ovat olemassa (Korinek & Stiglitz 2017), kuten myös sosiaalisen ja poliittisen epäjärjestyksen mahdollisuudet erityisesti lyhyellä aikavälillä (Eurofound 2018). Tästä syystä yhteiskunnallisten ja taloudellisten instituutioiden kehittäminen on tarpeen. Kehittämisessä tulisi ottaa huomioon teknologiseen determinismiin kohdistettu kritiikki ja soveltaa eri tahojen osallisuutta laajasti sallivia ja tukevia toimintatapoja, joita digitaaliset välineet hyvin mahdollistavat.

## 2.3 Politiikkasuositukset

1. Kansallisissa tekoälyohjelmissa tulee panostaa ihmistyötä täydentäviin innovaatioihin, joista huomattava osa on sosiaalisia ja sosio-tekniisiä. Tuottavuus kasvaa laajassa mitassa vasta sitten, kun tekoälyn rinnalla otetaan käyttöön sitä tukevia muutoksia työtavoissa ja organisaatioissa.
2. Koulutussisällöissä on huomioitava tarve teknologia- ja vuorovaikutustaitojen yhdistämiselle, koska tekoäly tulee muokkaamaan useimpien ammattien tehtäväsisältöjä. Vaikka kokonaan automatisoivissa olevaa työllisyyttä on suhteellisen pieni osa, huomattavaan osaan työpaikkoja kuitenkin sisältyy automatisoitavia tehtäviä. Se merkitsee, että työntekijöiden taitovaatimukset muuttuvat.
3. Teknologiseen kehitykseen liittyy myös tekoälyn yhteydessä ns. osaamisvinouma: osaajista on puutetta samalla, kun vähemmän koulutetut eivät löydä töitä. Jotta työllisyys olisi riittävän korkea ja syrjäytymisriski pieni, on perusteltua varmistaa riittävät oppimis-

valmiudet kaikille ja pitää huolta, että pelkän peruskoulun varaan jääviä olisi mahdollisimman vähän.

4. Tekoälyteknologian skaalautuvuuden vuoksi monopolien syntyminen on mahdollista. Markkina-aseman väärinkäyttöön tulee puuttua älykällä sääntelyllä ja kilpailuvalvonnalla.
5. Työvoiman liikkuvuutta tulee tukea siten, että työntekijät siirtyvät paremmin osaamistaan vastaaviin tehtäviin, esimerkiksi työnvälitystä kehittämällä. Kilpailukieltojen käyttöä tulee rajoittaa.

- Anttila, J., V. Eranti, J. Jousilahti, J. Koponen, M. Koskinen, J. Leppänen, A. Neuvonen, M. Dufva, M. Halonen, J. Myllyoja, V.-V. Pulkka, M. Annala, H. Hiilamo, H., J. Honkatukia, A. Järvensivu, M. Kari, J. Kuosmanen, M. Malho & M. Malkamäki (2018). Tulevaisuusselonteon taustaselvitys. Pitkän aikavälin politiikalla läpi murroksen – tahtiloja työn tulevaisuudesta. *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja* 34/2018.
- Arnkil, R., A. Järvensivu, P. Koski & T. Piirainen (2010). Exploring Quadruple Helix. Outlining user-oriented innovation models. *University of Tampere, Work Research Centre, Working papers* 85/2010.
- Arntz, M., T. Gregory & U. Zierahn (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: a comparative analysis. *OECD Social, Employment and Migration working paper* 189. OECD, Paris.
- Brynjolfsson, E., C. Syverson & D. Rock (2017). Artificial intelligence and the modern productivity paradox: a clash of expectations and statistics. *NBER Working Paper* 24001.
- Dufva, M., M. Halonen, M. Kari, T. Koivisto, R. & J. Myllyoja (2017). Kohti jaettua ymmärrystä työn tulevaisuudesta. *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja* 33/2017.
- Eurofound (2018) Automation, digitalisation and platforms: Implications for work and employment. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Frey, C. B & M. A. Osborne (2013). The future of employment: how susceptible are jobs to computerization? The Oxford Martin School, Programme on Technology and Employment, Working Paper.
- Gratton, L. (2011). *The Shift. The future of work is already here*. Collins, London.
- Ikonen, J. (2017). Digitalisaation mittausaasteiden vaikutus kansantalouden kokonaisuvaan. *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 4/2017.
- Järvensivu, A. (2010). Tapaus työelämä – ja voiko sitä muuttaa? Tampere: TUP.
- Kopp, R., J. Howaldt & J. Schultze (2016). Why industry 4.0 needs workplace innovation: a critical look at the German debate on advanced manufacturing. *European journal of workplace innovation* 2(1), 7–24.
- Korinek, A. & J. Stiglitz (2017). Artificial intelligence and its implications for income distribution and unemployment. *NBER Working Paper* 24174.
- Koski, O. (2018). Tekoäly ja muuttuva työ. *Työpoliittinen aikakauskirja* 1/2018, 11–22.
- Linturi, R. & O. Kuusi (2018). Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018–2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. *Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu* 1/2018.
- McKinsey (2017). *A future that works: Automation, employment, and productivity*. McKinsey Global Institute.
- Nedelkoska, L. & G. Quintini (2018). Automation, skills use and training. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers* 202. OECD, Paris.
- Pajarinen, M. & P. Rouvinen (2014). Computerization Threatens One Third of Finnish Employment. ET-LA muistio 22, 13 January 2014.

## 3 Työmarkkinadynamiikka teknologisessa murroksessa<sup>2</sup>

### 3.1 Talouskasvu syntyy tuottavuudesta, jonka kasvu on hiipunut

Bruttokansantuotteella (bkt) mitattu talouskasvu lisää kansalaisten keskimääräistä onnellisuutta<sup>3</sup> ja hyvinvointia<sup>4</sup> myös kehittyneissä kansantalouksissa. Talouskasvu on työllisyyden kasvun ja työn tuottavuuden kasvun summa. Kaikkialla kehittyneissä maissa on nähty tuottavuuskasvun hidastuneen tämän vuosituhannen puolella. Mittausongelmat eivät tätä hidastumista selitä.<sup>5</sup> Selityksistä ei ole täyttä yksimielisyyttä taloustieteilijöiden keskuudessa, mutta vaikuttaa siltä, että edellisen teknologisen hyppäyksen tarjoamat merkittävimmät tuottavuusmahdollisuudet on tältä erää suurelta osin hyödynnetty. Yritys- ja työpaikkadynamiikka on hiipunut kehittyneissä maissa.

Työn tuottavuuden pitkän aikavälin kasvu pohjautuu lopulta teknologiseen kehitykseen, jota voidaan ajatella ideoiden lisääntymiseksi. Se riippuu puolestaan siitä,

2 Luvun ovat valmistelleet työryhmän jäsenet Mika Maliranta, Niilo Hakonen, Juha Antila, Mika Kuismainen ja Susanna Siitonen.

3 Stevenson, B. ja Wolfers, J. (2013). Subjective well-being and income: Is there any evidence of satiation? *The American Economic Review: Papers & Proceedings*, 103(3), 598-604.

4 Jones, C. I. ja Klenow, P. J. (2016). Beyond GDP? Welfare across countries and time. *The American Economic Review*, 106(9), 2426-2457.

5 Ks. Esim. Byrne, D. M., Fernald, J. G. ja Reinsdorf, M. B. (2016). Does the united states have a productivity slowdown or a measurement problem? *Brookings Papers on Economic Activity*, 2016(1), 109-182 ja Syverson, C. (2017). Challenges to mismeasurement explanations for the us productivity slowdown. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2), 165-186.

1) kuinka moni uusia ideoita kehittelee ja 2) mikä on näitä ideoita kehittävien tuottavuus eli mikä on tutkimuksen tuottavuus. Viimeaikaiset analyysit ovat osoittaneet, että tutkijoiden määrä on viime vuosikymmenten aikana voimakkaasti lisääntynyt, mutta tutkimuksen tuottavuus on heikentynyt: uuden idean keksimiseen tarvitaan yhä enemmän tutkijoita. Tämä nähdään monilla aloilla ja monella tavalla.<sup>6</sup>

Tieto- ja viestintäteknologialla oli merkittävä vaikutus tuottavuuden kasvuun 1990-luvun puolivälin jälkeen. Vaikutus kuitenkin hiipui 2000-luvun ensimmäisinä vuosina. Tätä koskevat tutkimustulokset ovat peräisin ennen kaikkea Yhdysvalloista. Koska teknologinen kehitys on globaalia, samansuuntaiset kehityskulut koskenevat myös muita kehittyneitä maita, vaikka ne voivat joskus jäädä muiden maakohtaisten tekijöiden peittoon. Tekoäly on vielä niin tuore asia, ettei se ole ehtinyt vaikuttaa merkittävästi tuottavuuteen kansantalouksien tasolla.

Hyvinvoinnin kehitys riippuu siis edelleen merkittävästi kansantalouden työllisyyden ja ennen kaikkea työn tuottavuuden kasvusta. Nämä puolestaan riippuvat paljon työmarkkinoiden toiminnasta: Kuinka korkeaksi muodostuu työllistymisaste? Kuinka sujuvasti työvoima siirtyy heikon tuottavuuden työpaikoista korkeamman tuottavuuden työpaikkoihin eli kuinka hyvin toimii luova tuho? Talouskasvua heikentää siis se, että ihmiset eivät työllisty tai he jumiutuvat töihin, joissa heidän osamistiaan ei kyetä hyödyntämään. Talouskasvun kannalta kielteistä olisi myös se, että suuri määrä työntekijöitä joutuisi siirtymään vähemmän tuottaviin ja pienempi-palkkaiseihin töihin.

Bkt:llä mitattavan talouskasvun lisäksi teknologinen kehitys, kuten tekoäly, vaikuttaa markkinoiden ulkopuoliseen tuotantoon hyvinvointia kohottavalla tavalla. Tutkijoiden arvioiden mukaan nämä hyödyt eivät kuitenkaan ole riittäviä tasapainoittamaan markkinoilla tapahtuneen tuottavuuden kasvun hidastumista.<sup>7</sup> Google-haut ja Wikipedia esimerkiksi helpottavat ilmaiseksi kansalaisten arkipäivää, mikä ei näy BKT:n kasvuna, mutta kun niitä käytetään maksuttomina välituotteina yrityksissä, se lisää yritysten tuottavuutta ja vähentää esimerkiksi informaattikkojen tarvetta. Tältä

6 Bloom, N., Jones, C. I., Van Reenen, J. ja Webb, M. (2017/2018). Are ideas getting harder to find? NBER, Working Paper No. 23782.

7 Syverson, C. (2017). Challenges to mismeasurement explanations for the us productivity slowdown. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2), 165-186.

osin teknologinen kehitys tulee mitatuksi kansantalouden tason tuottavuustilastoissa.

Markkinoilla syntyy usein merkittävää kuluttajan ylijäämää. Tällä viitataan siihen, että monet kuluttajat olisivat valmiita maksamaan tuotteesta markkina-arvoa korkeamman hinnan. Asiaa havainnollistavana ajatusleikkinä voidaan miettiä, kuinka paljon keskivertokuluttaja vaatisi rahallista hyvitystä siitä, että hän ei voisi käyttää vuoteen esimerkiksi sähkövaloa, sisävesiä, katsoa televisiota, surffaila internetissä tai lueskella ja päivittää Facebookia. Nämä kaikki ovat kuluttajan kannalta selvästi arvokkaampia asioita kuin niistä maksettava bkt:ta nostava hinta osoittaa<sup>8</sup>. Digitaalissa tuotteissa kuluttajaylijäämän ja hinnan välinen suhde on joskus erityisen suuri, koska tuotteiden monistettavuus on lähes rajatonta ja marginaalinen tuotantokustannus siten matala. Niinpä tekoälyn voi olettaa lisäävän kansalaisten hyvinvointia tulevaisuudessa enemmän kuin virallinen bkt-mittari kertoo. Toisaalta on tärkeä muistaa, että myös aikaisemmat merkittävät innovaatiot, kuten viemäriputkistot, sähkövalo ja pyykkikone, loivat valtavan määrän kuluttajaylijäämää, josta edelleen jatkuvasti nautitaan.<sup>9</sup>

Taloukasvua tulkittaessa on siis syytä miettiä, miten kuluttajaylijäämän ja bkt:n välinen suhde on ajan kuluessa muuttunut. Tämä asia on kiistanalaisempi kuin käsitys siitä, että tuottavuuden kasvussa on tapahtunut merkittävä ja jo pitkään kestänyt hidastuminen.

## 3.2 Digitalisaatio ja tuottavuuden kasvu

Digitalisaation on nähty tarjoavan merkittäviä mahdollisuuksia parantaa tuottavuutta.<sup>10</sup> Tieto- ja viestintäteknologia kiihdytti työn tuottavuutta Yhdysvalloissa

8 Brynjolfsson, E., Eggers, F. ja Gannamaneni, A. (2018). Using massive online choice experiments to measure changes in well-being. National Bureau of Economic Research.

9 Gordon, R. J. (2018). Why has economic growth slowed when innovation appears to be accelerating? : National Bureau of Economic Research.

10 Pohjola, M. (2006). ICT, productivity and economic growth: What will be the next wave? Teoksessa P. Heikkinen ja K. Korhonen (toim.), Technology-driven efficiencies in financial markets (s. 9-33). Helsinki: Expository studies A:110, Bank of Finland.



1990-luvun puolivälissä niillä aloilla, joilla sitä merkittävästi hyödynnettiin. Kasvu hiipui 2000-luvun alkuvuosina, ja hiipumista tapahtui ennen kaikkea niillä aloilla, joilla tuottavuus oli aikaisemmin kiihtynyt.<sup>11</sup> Digitalisaation voisi ajatella parantavan myös tutkimuksen tuottavuutta ja tällä tavalla kiihdyttävän teknologista kehitystä ja kansantalouden tuottavuuden kasvua. Artikkelit tutkimuksen tuottavuudesta kuitenkin kertoo, että tarvitaan yhä enemmän tutkijoita uuden<sup>12</sup> keksinnön tai innovaation synnyttämiseen. Kyse voi olla siitä, että matalalla roikkuvat hedelmät on jo poimittu – monilla aloilla helpommin keksittävät ideat on jo keksitty ja jäljellä on vaikeammin keksittäviä ideoita. Toisaalta uusi tieteellinen läpimurto saattaa poikia kokonaisen innovaatioiden aallon.

Teknologisen kehityksen synnyttämään tuottavuuden kasvuun kuuluu se, että työpaikkoja syntyy ja tuhoutuu kiihtyvään tahtiin.<sup>13</sup> Työpaikkojen mikrotason dynamiikka näyttää kuitenkin pikemminkin laantuneen kuin kiihtyneen niin meillä kuin Yhdysvalloissa.<sup>14</sup>

Teknologiseen murrokseen liittyy usein se, että yritysten väliset tuottavuuserot kasvavat. Uuden teknologian soveltamisessa onnistuneet yritykset lisäävät tuottavuutta muiden jäädessä paikoilleen. Tältä osin tulokset ovat jossain määrin ristiriitaisia. Työn tuottavuuden hajonta yritysten välillä Suomen teollisuuden toimialojen sisällä kasvoi 2000-luvun alkupuolelta vuoteen 2010-saakka, mutta sen jälkeen hajonta on ollut hienoisessa laskussa. Hyvin samanlainen kehitys havaitaan Ruotsissa. Myös työn hinnan hajonta yritysten välillä kasvoi Suomessa hieman tuolla ajanjaksolla, mutta selvästi vähemmän kuin Ruotsissa. Sen sijaan Suomen palvelualoilla yritysten väliset tuottavuuserot eivät ole kasvaneet, mutta Ruotsissa ovat, mikä viittaa eroon innovatiivisuudessa. Tosin kasvu on taittunut Ruotsissa myös palvelualoilla 2010-luvulla. Kaiken kaikkiaan tuottavuuden ja palkkojen hajonta on kasvanut,

11 Fernald, J. (2014). Productivity and potential output before, during, and after the great recession. Teoksessa Nber macroeconomics annual 2014, volume 29. University of Chicago Press.

12 Bloom, N., Jones, C. I., Van Reenen, J. ja Webb, M. (2018). Are ideas getting harder to find? : NBER, Working Paper No. 23782.

13 Aghion, P., Akcigit, U. ja Howitt, P. (2013). What do we learn from schumpeterian growth theory? : NBER, Working Paper No. 18824; Comin, D. ja Mulani, S. (2009). A theory of growth and volatility at the aggregate and firm level. Journal of Monetary Economics, 56(8), 1023-1042.

14 Kauhanen, A., Maliranta, M., Rouvinen, P. ja Vihriälä, V. (2015). Työn murros – riittääkö dynamiikka? Etlä b 269. Helsinki: Taloustieto Oy; Molloy, R., Trezzi, R., Smith, C. L. ja Wozniak, A. (2016). Understanding declining fluidity in the US Labor market. Brookings Papers on Economic Activity(1), 183-259.

mutta kehitys näyttää pysähtyneen 2010-luvulla.<sup>15</sup> Asia on kiinnostava ja tärkeä, koska Yhdysvalloista tehtyjen analyysien mukaan henkilöiden väliset palkkaerot johtuvat merkittävältä osin nimenomaan yritysten välisten palkka- ja tuottavuuserojen kasvusta.

Taloukskasvun kannalta ratkaiseva kysymys kuuluu, voiko digitalisaatio kiihdyttää tuottavuuden kasvua tulevina vuosina. Lupauksia tarjoavat robotisaatio ja ennen kaikkea tekoäly. Jos (ja kun) ne alkavat muokata töiden sisältöä ja tuhota ja luoda uusia tehtäviä kiihtyvään tahtiin, tuottavuuden kasvun kiihtymiselle avautuu mahdollisuuksia. Tämä vaikuttaa talouden rakenteisiin ja dynamiikkaan monella tavalla. Taloustieteen tämän hetkinen paras väline automaation talousvaikutusten tarkasteluun on Acemoglun ja Restrepon (tulossa)<sup>16</sup> esittämä tarkastelukehikko. Sen avulla voidaan ennakoida tulevia kehityskulkuja mutta myös arvioida julkisen vallan toimien tarvetta.

Tekoälyllä on merkittävä *korvausvaikutus*. Sen ansiosta aikaisempi tuotos saadaan tehtyä aiempaa pienemmällä työpanosmäärällä, mikä tuhoaa työtehtäviä. Samalla se mahdollistaa vapautuneen työpanoksen kohdistamisen enemmän arvoa tuottaviin tehtäviin tai aiempien tehtävien tekemiseen entistä paremmin tekoälyn avulla.

Samaan aikaan taloudessa on mekanismeja, jotka lisäävät työn kysyntää.

*Tuottavuusvaikutuksen* vuoksi tuotantokustannukset ja sitä kautta tuotteiden hinnat laskevat ja kotitalouksien ostovoima kasvaa, mikä lisää työvoiman kysyntää taloudessa. Automaation kehityksen ansiosta koneen avulla pystytään tekemään sellaisia tehtäviä, jotka on aikaisemmin voitu tehdä vain ihmistyöllä. Tästä tulee edellä mainittu *korvausvaikutus*. Automaatio vaikuttaa myös siten, että ihmistyötä korvanneet koneet tulevat aiempaa tehokkaammiksi. Tästä syntyy samanlainen tuottavuusvaikutus, josta oli edellä puhe. Kysymys on *automaation syvenemisestä*, mikä parantaa pääoman tehokkuutta ja lisää tällaista pääomaa hyödyntävän työvoiman kysyntää.

---

15 Maliranta, M. (2016). Reaalisten yksikkötyökustannusten kehitys ja siihen vaikuttavat tekijät suomessa ja ruotsissa. *Kansantaloudellinen aikakauskirja*, 112(1), 22-46.

16 Acemoglu, D. ja Restrepo, P. (Forthcoming). The race between machine and man: Implications of technology for growth, factor shares and employment. *American Economic Review*.

Edellä hahmoteltu kehikko auttaa jäsentämään sitä, mitä taloudessa tapahtuu, kun automaatio kiihtyy. Kehikon avulla voidaan tarkastella, millainen on uusi tasapaino ja miten siirtymä kohti uutta tasapainoa tapahtuu. Mallin avulla on myös luontevaa pohtia politiikkatoimia. Mallin mukaan vapaasti toimivilla markkinoilla automaatiota tapahtuu enemmän kuin on hyvinvoinnin kannalta optimaalista. Yritykset korvaavat työvoimaa koneilla niin paljon kuin on yrityksen kannalta tarkoituksenmukaista ottamatta huomioon tämän negatiivisia vaikutuksia. Pääoman verotuksen vääristymät sekä työmarkkinoiden epätäydellisyydet kasvattavat poikkeamaa toteutuman ja ihannetilanteen välillä. Työmarkkinoiden jäykkyydet ja muu toimimattomuus lisäävät entisestään työvoiman korvaamista koneilla yli järkevän määrän. Samaan suuntaan vaikuttavat myös pääoman verotuksen vääristymät. Siirtymävaiheessa myös eriarvoisuus kasvaa, mutta edellä kuvatut talouden itseään korjaavat mekanismit hillitsevät pitkän aikavälin vaikutuksia. Aikaisemmat historialliset episodit, kuten 1800-luvulla tapahtunut teollistuminen, kertovat sopeutumisajanjakso voivan olla sangen pitkä. Talous voi siis kärsiä pitkään työmarkkinoiden häiriöistä, hitaasta palkkakehityksestä ja kohonneista tuloeroista. Niinpä kehitykseen sisältyy myös pitkäaikaisesti kohoavan eriarvoisuuden riski.

Acemoglun ja Restrepon kehikko tarjoaa myös välineen etsiä syitä edellä kuvatulle tuottavuuskasvun hidastumiselle. Osaamisen puute muodostuu hidasteeksi, mutta kyse on pikemminkin osaamisen lajista kuin osaamisen yleisestä tasosta. Aiemmin hyvinkin arvokas osaaminen voi vanhentua nopeasti. Toisten valmiuksien kysyntä kasvaa, ja toisten valmiuksien kysyntä laskee. Joidenkin työntekijöiden osaamisen työmarkkina-arvo laskee, sillä syntyy monenlaisia osaamisvajaita. Koulutusjärjestelmä ei välttämättä pysty reagoimaan nopeasti tällaisiin kysynnän muutoksiin.

Kun automaatio lisää tuottavuutta, sama tuotanto saadaan aikaan pienemmällä työpanoksella. Työvoiman kysyntä pysyy ennallaan, jos lisätään tuotantoa. Vastaan voi kuitenkin tulla työvoiman kysynnän tyydyttyminen, vaikka tuotteiden hinnat laskevat. Toisaalta teknologinen kehitys tekee mahdolliseksi kehittää kokonaan uusia tuotteita, joiden valmistamiseen työvoima voi siirtyä.

Politiikkatoimet ja työmarkkinainstituutiot vaikuttavat paitsi automaation nopeuteen myös siihen, minkä muodon automaatio saa: missä määrin kyse on vanhojen tehtävien korvaamisesta koneella ja missä määrin sellaisesta automaatiosta, joka mahdollistaa uusien tehtävien syntymistä. Innovaatiopolitiikalla ei tule pyrkiä

kiihdyttämään automaatiota. Sen sijaan, julkisessa painopisteen tulisi olla sellaisessa automaatiota täydentävässä tutkimus- ja kehystoiminnassa, joka nopeuttaa uusien ja uudenlaisten tehtävien syntymistä taloudessa. Acemoglu ja Restrepo korostavat akateemisen ja soveltavan tutkimuksen merkitystä sekä tähdentävät, että on tärkeä ymmärtää tekoälyn kehitykseen liittyviä yhteiskunnallisia tekijöitä. He varoittavat, että poliittisten paineiden vuoksi politiikkaratkaisut saattavat kääntyä teknologisen kehityksen ja sitä kautta hyvinvoinnin kehityksen vastaiseksi, ellei automaatioon liittyviä tulojakovaikutuksia oteta riittävän vakavasti.<sup>17</sup>

On erittäin tärkeää pitää huolta siitä, että murros kohtelee kansalaisia oikeudenmukaisesti ja kohtuullisesti. Epäonnistuminen tässä johtaa yhteiskunnallisen luottamuksen laskuun, mikä on viime vuosina näkynyt yhteiskunnallisina protestointeina sekä poliittisen järjestelmän ulkopuolella että sen sisäpuolella vaaleissa ja kansanäänestyksissä.

Pohjoismainen hyvinvointiyhteiskunta on selvästi paremmin varautunut työn murroksen tuottamiin sosiaalisiin riskeihin kuin esimerkiksi Yhdysvallat. Tämä on meillä perustunut sekä julkisen vallan harjoittamaan sosiaalipolitiikkaan että heikompaan osapuolta suojeleviin työmarkkinakäytäntöihin ja -lainsäädäntöön. Työmarkkinoiden eriasteisten jäykkyyksien haitat toisaalta korostuvat teknologisen murroksen oloissa, mikä puoltaa painopisteen siirtämistä sosiaalipolitiikkaan ja tulojen uudelleenjakoon. Tällöin on kuitenkin varottava, ettei tämä muodostu muutokseen sopeutumista hidastavaksi tekijäksi.

### 3.3 Digitalisaatio, alustatalous ja työmarkkinat

Digitaalisen talouden vauhdikkaimmin kasvava ja perinteistä liiketoiminta-ajattelua eniten haastava ilmentymä ovat verkkopohjaiset markkinapaikat eli alustat. Alustatalous tuo paljon taloudellisia tehokkuushyötyjä, ja se monipuolistaa työmarkkinoita uusien työskentelytapojen kautta. Kuten torit, myös alustat mahdollistavat kysynnän ja tarjonnan kohtaamisen organisoidusti ja matalin kaupankäyntikustannuksin

---

<sup>17</sup> Acemoglu, D. ja Restrepo, P. (2018). Artificial intelligence, automation and work. National Bureau of Economic Research.

ja ovat siten talouden resurssien tehokkaan kohdentamisen väline. Alustojen kautta voivat kohdata esimerkiksi rahoittajat, tuoteideat ja innovaatiot, mikä mahdollistaa joukkorahoituksen ja pienet sijoitukset uuden kehittämiseen. Alustojen kautta kohtaavat nykyisin myös työnhakija ja työnantaja, ja niiden kautta voi tarjota ja löytää pieniä keikkatöitä. Alustojen kautta voi tarjota hyödykkeitä tarvitseville, mikä mahdollistaa kirpputorien lisäksi myös monien asioiden yhteiskäytön.

Alustojen menestys perustuu verkostovaikutukseen: jokainen uusi käyttäjä tekee alustasta entistä houkuttelevamman. Digitaalisuus tekee verkostovaikutusten leviämisestä nopeaa, mikä lisää alustojen skaalautumispotentiaalia. Digitaalisuus tarjoaa siis hyvät edellytykset tuottavuutta vahvistavalle yritys- ja työpaikkarakenteiden muutokselle eli luovalle tuholle. Luovan tuhon muiden edellytysten, kuten yritysten välisen kilpailun ja työvoiman sujuvan liikkuvuuden, täytyy silloin olla kunnossa.<sup>18</sup>

Koska alustat ovat digitaalisia, kertyy kaikesta alustalla tapahtuvasta toiminnasta tietoa eli dataa, mikä tarjoaa merkittävän lisäarvotekijän alustan itsensä kaupallistamiselle ja kehittämiselle tai siihen kytkeytyvien kolmansien osapuolten sovellusten rakentamiselle. Data on alustatalouden pääomaa, joka ei käytön myötä kulu vaan päinvastoin kasautuu ja jalostuu. Kuluttajien ohella alustat ovat tekemässä tuloaan yritysten välisille markkinoille.

Osana alustataloutta saadaan yksityiskäytössä olevat hyödykkeet, kuten asunnot ja autot, osaksi jakamistaloutta. Tästä syntyy politiikkahaaste: miten kuluttajasuojaa, työehtoja ja vakuutuksia, verotusta yms. koskevat säännöt pitäisi laatia, jotta markkinoilla vallitsisi tasapuolinen kilpailuasema perinteisen toiminnan ja alustatalouden välillä. Vääristymänä ei kuitenkaan voida pitää sitä, että tällainen jakaminen johtaa resurssien tehokkaampaan käyttöön. Alustatalouteen liittyy lisäksi verkostovaikutuksen kautta merkittävä monopolisoitumisen riski. Kilpailuviranomaisten ja regulaattorien on silloin oltava tehtäviensä tasalla. Tasapuoliset lähtökohdat ovat luovan tuhon kautta syntyvien tuottavuushyötyjen keskeinen edellytys.

---

18 Maliranta, M. (2017). Tieto- ja viestintäteknologia, tuottavuus ja "luova tuho". Teoksessa M. Lehti ja M. Rossi (toim.), *Digitaalinen suomi 2017* (s. 567-581). Vantaa: ERWEKO Oy.

### 3.4 Digitalisaatio ja yrittäjyys

Digitaalisuus tarjoaa merkittäviä uusia mahdollisuuksia liiketoimintamallien uudistamiseen ja kilpailukyvyn kasvattamiseen. Siksi yrittäjyyspolitiikan yhtäältä tuettava innovatiivisen uuden yrittäjyyden syntyä ja toisaalta luotava edellytyksiä ja kannustimia vakiintuneen yrityskehityksen uudistumiselle.

Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2013 työmarkkinoilla oli noin 152 000 itsensä työllistävää 15–64-vuotiasta. Ajanjaksolla 2000–2013 itsensä työllistävien määrä on kasvanut noin 32 000 hengellä. Eniten on kasvanut yksinyrittäjien (pl. maatalousyrittäjät) ja freelancereiden määrä. Aivan viime vuosina yksinyrittäjien määrä on lisääntynyt noin 4000–5000 vuodessa. Yksinyrittäjien suhde palkansaajiin on kasvanut erityisesti finanssikriisin jälkeisinä vuosina 2008–2016. On syytä huomattava, että kaikki yksinyrittäjät eivät harjoita kokopäiväistä toimintaa. Vaikka itsensä työllistävien määrä on jonkin verran lisääntynyt, on heidän joukkonsa edelleen verrattain pieni, kun työmarkkinoiden rakennetta katsotaan kokonaisuudessaan. Tämän ryhmän yhteenlaskettu osuus kaikista 15–64-vuotiaista työllisistä vuonna 2013 oli noin 6 %. Vuodesta 2000 heidän määränsä on noussut reilulla prosenttiyksiköllä.

Nimenomaan yrittäjämuotoinen itsensä työllistäminen käy yksiin alustatalouden ja digitalisaation kehittymisen kanssa. Ensinnäkin alustatalous mahdollistaa toimimisen ei-hierarkkisesti, jopa ilman kuulumista johonkin työnantajaorganisaatioon. Alustat mahdollistavat kysynnän ja tarjonnan kohtaamisen organisoidusti ja matalin kaupankäyntikustannuksin ja ovat siten talouden resurssien tehokkaan kohdentamisen väline. Toiseksi, yrittäjämuotoinen itsensä työllistäminen on usein tehokas tapa hakea toiminnallista joustavuutta ja sitä kautta tuottavuuden kasvua.

Vuosien aikana lukuisat työryhmät ovat pohtineet mahdollisuuksia muodostaa palkkatyön ja yrittäjyyden väliin uusi ns. kevytyrittäjien ryhmä, jollaisia on muun muassa Alankomaissa. Suomessa pyrkimykset ovat kuitenkin osoittautuneet tuloksettomiksi. Riski kuuluu yrittäjätoimintaan. Jos muodostetaan ns. kevytyrittäjien joukko, jolla on palkansaajien turva ja yrittäjien mahdollisuudet, tästä voi aiheutua kilpailuasetelman vääristymiä hieman samaan tapaan kuin jos pienet yritykset vapautetaan arvonlisäverosta. Jako palkansaajiin ja yrittäjiin on ajoittain hankaa, mutta yhden rajan korvaaminen kolmella rajalla ei välttämättä vähennä tätä.

Samankaltaista pohdintaa työntekijän ja yrittäjän välisestä rajasta on käyty aiemmin vuokratyön kohdalla. 1990-luvun alkupuolella vuokratyö nousi uutena ilmiönä julkiseen keskusteluun, ja huolenaiheena oli silloinkin uuden työskentelytavan nivoutuminen osaksi työmarkkinoita. Vähitellen vuokratyönantajien rooli muuttui kohti lainmukaista toimintaa, jossa työn teettämisen tavat ja sopimukselliset pelisäännöt tulivat hyväksytyiksi. Alkuvaiheessa toiminnassa oli epämääräisyyksiä ja jopa laittomuuksia. Vähitellen alalle jääneiden suurten toimijoiden halu muuttaa alan imagoa kunnialliseksi ja normaaliksi toiminnaksi tuotti tilanteen, jossa vuokratyömarkkinat toimivat kilpailullisesti hyväksyttävällä ja työehtojen osalta kunniallisella tavalla. Alan kulttuurimuutos vei paineen rakentaa erillisiä statuksia vuokratyötä tekeville ihmisille ja erillisiä säädöksiä alan yrityksille. Nyt käynnissä oleva keskustelu alustoilta tehtävän työn tarvitsemasta ns. kolmannesta kategoriasta eli palkansaajan ja yrittäjän väliin kehitellystä luokasta, heijastelee alustataloustyön toimintakulttuurin kehitysmättömyyttä. Kuten vuokratyössä, myös alustatyössä on mahdollista rakentaa lainmukaista liiketoimintaa nykyisen luokittelun varaan. Yksittäisissä sosiaaliturvaan liittyvissä kysymyksissä on mitä ilmeisimmin tarpeen tehdä päivityksiä ja korjauksia, mutta kokonaisen uuden luokan rakentaminen tuskin on tarpeellista.

Alustan kautta työskennellessä alustan käyttämä algoritmi ja siihen tehdyt muutokset vaikuttavat työskentelyn ehtoihin, olipa sitten yrittäjän tai työntekijän asemassa. Muuten alustojen kautta työskentelyyn liittyy samankaltaisia verotusta, sosiaaliturvaa ja työmarkkina-asemaa koskevia kysymyksiä kuin kenellä hyvänsä palkansaajalla, itsensä työllistäjällä tai yksinyrittäjällä, työttömällä tai opiskelijalla, joka miettii työn vastaanottamista tai siitä luopumista. On hyvä muistaa, että elämänsä eri vaiheissa sama henkilö voi toimia useassa eri roolissa, osassa jopa samanaikaisesti.

Ihmisten toivelistalla ovat selvät pelisäännöt, sujuvammat siirtymiset eri roolien välillä, ennakoitavat päätökset ja vaikutukset esimerkiksi sosiaaliturvaan, eläkkeisiin ja käteen jääviin tuloihin. Ne ovat myös yhteiskunnan kannalta tavoiteltavia asioita. Eriytyisen tärkeitä ne ovat silloin, jos alustan kautta työskentelystä tulee yhä useammalle väylä työntekoon, työmarkkinoille tai yrittäjyyteen.

### 3.5 Digitaalisuus ja työhyvinvointi

Digitaalisuus on jo leikannut läpi koko suomalaisen työelämän – se ei ole vasta tuossa. Esimerkiksi SAK:n liittojen jäsenistä valtaosa käyttää työssään myös muuta digitaalista teknologiaa kuin yhteydenpitovälineistöä eli kännykkää tai sähköpostia<sup>19</sup>. Toimihenkilöammateissa digitaalisuus vaikuttaa työhön vielä enemmän. Moni on lisäksi jo kotona ja koulussa tottunut hyvin toimiviin digitaalisiin palveluihin. Niitä odotetaan myös työpaikoille työnteon tueksi.

Lukuisat eri mittarit antavat sangen yhdenmukaisen viestin, että Suomessa työhyvinvointi on keskimäärin parempi kuin aiemmin ja parempi kuin kilpailijamaissa. Työhyvinvointi on positiivisessa yhteydessä johtamisen laatuun.<sup>20</sup> Myös suomalainen johtamisen keskimääräinen laatu on tältä osin kansainvälisesti vertailtuna monella tavalla arvioituna sangen hyvä, mutta kuten kaikkialla muuallakin on havaittu, vaihtelu yritysten välillä on suurta.<sup>21</sup>

Digitaalisuuden vaikutus työhyvinvointiin riippuu johtamiskäytännöistä. Digitaalisuus lisää tarvetta huolehtia työntekijöiden osaamisesta. Erityisesti ikääntyneiden huomioiminen uuden teknologian käyttöönotossa on tärkeää. On havaittu, että työntekijäasemassa olevista ikääntyneistä enemmistöllä on vaikeuksia hyödyntää teknologiaa ja myös heidän motiivinsa uusien laitteiden tai ohjelmien käytön opetelemiseen on heikompaa kuin nuoremmilla. Mikäli tähän ei kiinnitetä riittävästi huomiota, vaarantuu tavoite pidentää työuria.

Digitaalisuuden mahdollistama työntekijöiden työn mielekkyyden lisääntymisen riippuu voimakkaasti siitä, millaiset mahdollisuudet työntekijöillä on vaikuttaa uuden teknologian hankintaan ja käyttötarkoituksiin. Työmarkkinakielellä kyse

19 Miten uusi teknologia muuttaa palkansaajien työtä? SAK:n työolobarometri 2018

20 Bloom, N., Kretschmer, T. ja Van Reenan, J. (2009). Work-life balance, management practices and productivity. Teoksessa International differences in the business practices and productivity of firms (s. 15-54). University of Chicago Press.

21 Ks. esim. Maliranta, M. (2017). Johtamisen laatu, talouden uudistuminen ja tuottavuus: Arvioita Suomen tilasta. Työpoliittinen Aikakauskirja, 60(2), 33-49; Maliranta, M. ja Ohlsbom, R. (2017). Suomen tehdasteollisuuden johtamiskäytäntöjen laatu. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, ETLA raportit No. 73. Jokinen, J., Sieppi, A. ja Maliranta, M. (2018). Johtamiskäytäntöjen laatu suomen ammatillisessa peruskoulutuksessa. Kansantaloudellinen aikakauskirja, 114(2).



on yhteistoiminnasta, jonka onnistuminen on edellytys sille, että henkilöstö näkee muutokset mielekkäinä ja on motivoitunut käyttämään uutta teknologiaa tuottavuutta parantavalla tavalla. Suurella osalla työpaikoista teknologian hyödyntäminen ei ole onnistunut optimaalisesti.<sup>22</sup> Yhteistoiminnan sujuminen liittyy voimakkaasti työpaikan kulttuuriin, jossa johtamisella on ratkaiseva rooli.

On luontevaa ajatella, että johtamisen laatu korostuu teknologisen murroksen aikana, jolloin yritysten uudistumistarve voimistuu. Hyvä johtaminen on tekijä, joka parantaa sekä tuottavuutta että työhyvinvointia ja synnyttää näin positiivista yhteyttä tuottavuuden ja työhyvinvoinnin välille. Kilpailuympäristössä yrityksillä on kannusteet parantaa johtamista, koska se parantaa tuottavuutta ja kannattavuutta. Hyvään tuottavuuteen tarvitaan myös pätevää ja motivoitunutta työvoimaa, joten kilpailuympäristössä yritysten on taloudellisesti kannattavaa panostaa työhyvinvointiin.<sup>23</sup>

On positiivista, että digitalisuuden hyödyntäminen on mahdollista kaikilla aloilla ja lähes kaikilla työpaikoilla. Työpaikan toimintatavat ja -kulttuuri muodostavat suodattimen, jonka kautta teknologia tulee toimeenpannuksi. Johtamisella ja hyvin toimivilla työyhteisöillä on tässä ratkaiseva rooli. Yhteiskuntapoliittisesti olisi tarpeellista tukea työyhteisöjä, sillä puutteellinen toimeenpano heikentää työelämän laatua ja digitalisaation mahdollisuuksia.

### 3.6 Politiikkasuositukset

Suosituksen lähtökohta on, että teknologia itsessään ei tee mitään, vaan ihmiset yksin ja yhdessä tekevät. Oleellista ei ole vain se, mikä on teknisesti mahdollista, vaan minkä arvellaan olevan myös kannattavaa ja haluttavaa. Tekoälyn ja digitalisaation hyödyntäminen mahdollistaa tuottavuushypyn, mutta se voidaan ja pitää tehdä sitten, ettei saada aikaan yhteiskunnan kurjistumista.

<sup>22</sup> SAK:n luottamushenkilöpaneeli, kevät 2018

<sup>23</sup> Maliranta, M., Jokinen, J. ja Sieppi, A. (2018). Johtamiskäytäntöjen tutkimus: Havaintoja suomen ammattillisen peruskoulutuksen oppilaitoksista ja teollisuuden toimipaikoilta. Palkansaajien tutkimuslaitos, Talous & Yhteiskunta 2/2018.

## Työmarkkinoiden toimivuus on entistäkin tärkeämpää

1. Siirryttäessä uuden teknologian käyttöön on työmarkkinoiden toimivuus entistä tärkeämpää. Tarvitaan toimenpiteitä, jotka edistävät työssä olevien ihmisten turvalliseksi koettua siirtymistä heidän osaamistaan paremmin vastaaviin ja tuottavampiin tehtäviin ja työpaikkoihin. Muutos tulisi kokea houkuttelevammaksi kuin paikallaan pysyminen. Näin toimimalla saadaan kansakunnan osaaminen parempaan käyttöön, ja työpaikkoja avautuu myös työmarkkinoille tuleville. Työvoiman liikkuvuuden lisäämiseksi työnvälitystä tulisi tarjota myös työssäkäyville. Konkreettisia toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi tekoälyn avulla toteutettu sopivien avointen työpaikkojen vahti ja työnvälitystoimenpiteiden suuntaaminen työttömien ohella jo työssäkäyville. Mahdollista voisi olla myös hyödyntää täydentäviä tulonsiirtoja tai palkkatukea aiempaa enemmän, kuten Ruotsissa.
2. Teknologian ja työn murroksen aikana työmarkkinoiden toimintomuudesta aiheutuvat haitat lisääntyvät. Työntekijöiden turvan ja oikeudenmukaisuuden tarve ei toisaalta vähene, pikemminkin päinvastoin. Jos keinojen kustannukset kasvavat, on perusteltua harkita uusia keinoja turvan saavuttamiseksi. Työmarkkinajäykkyysien tarjoamaa turvaa työntekijöille voidaan korvata sosiaaliturva- ja koulutusjärjestelmää vahvistamalla. Työntekijöiden näkökulmasta turvalliset siirtymät työstä toiseen mahdollistavat tarvittavan työmarkkinadynamiikan.

## Ei vääristäviä tukia

3. Ansiotulojen ja sosiaaliturvan yhteensovittamisessa tulee välttää sellaisia ratkaisuja, jotka asettavat esimerkiksi yksinyrittäjät parempaan asemaan kuin kilpailevat pienyritykset tai muulla tavalla vääristävät markkinoiden toimintaa niin, että tuottavuutta vahvistava yritys- ja työpaikkarakenteiden muutos eli luova tuho häiriintyy.
4. Tekoälyn kaltaisen teknologisen murroksen myönteiset tuottavuusvaikutukset syntyvät luovan tuhon kautta, jota valtiovallan ei pidä häiritä. Jotkut yritykset eivät kykene ottamaan käyttöönsä teknologiamurroksen tarjoamia mahdollisuuksia. Yhteiskuntapoliti-

kalla voidaan edistää teknologian omaksumisen edellytyksiä, mutta julkisin varoin ei pidä ryhtyä muutoin auttamaan näitä yrityksiä.

## **Yrittäjien ja palkansaajien väliin ei tarvita uutta lakisääteistä väliryhmää**

5. Suositeltavaa ei ole rakentaa yrittäjyyden ja palkkatyön väliin uusia luokkia, koska ne helposti sekoittaisivat näiden toimijoiden kansantaloudelle tärkeät roolit kilpailua ja yrittämistä vääristävällä tavalla. Uusien luokittelujen myötä helposti luodaan myös uusia väliinpuotoajaryhmiä. Sen sijaan suositeltavaa on kehittää nykyistä sosiaaliturvajärjestelmää ja huolehtia nykyistä sujuvammasta ja vaikutuksiltaan ennakoitavasta siirtymisestä eri työmarkkinaroolien välillä mukaan luettuna opiskelu ja työttömyys.

## **Työn kehittämisohjelma edistämään täydentäviä tekoälyinnovaatioita**

6. Tulevina vuosina työn ja teknologian murroksen suurimmat vaikutukset toteutuvat työpaikoilla, minkä vuoksi juuri niiden pitää olla kehittämisen ja sitä tukevien toimenpiteiden ytimessä. Arvioiden mukaan uutta teknologiaa ja uusia työn organisointitapoja hyödynnettäessä työn sisällöt, toimintatavat ja niiden edellyttämä osaaminen ja johtaminen uudistuvat vähitellen kaikilla aloilla, kaikissa työyhteisöissä ja kaiken tyyppisissä työtehtävissä. Suomessa tulisi jatkaa ohjelmaperustaista ja pitkäjänteistä työelämän kehittämistä ja kytkeä se innovaatiopolitiikkaan siten, että ohjelmalla edistetään ihmistyötä täydentäviä tekoälyinnovaatioita.

## **Innovaatiopolitiikassa paluu perusasioihin**

7. Innovaatiopolitiikassa on suositeltavaa suunnata innovaatorahoi-  
tusta automaation kiihdyttämisen sijasta nykyistä enemmän uuden-  
laista tuotantoa synnyttävien innovaatioiden suuntaan, koska ne  
synnyttävät uusia tehtäviä ja työpaikkoja. Tukea tarvitaan esimerkik-  
si organisatorisille ja sosiaalisille innovaatioille, joita tarvitaan uuden  
teknologian onnistuneessa hyödyntämisessä.

8. Valtiovallan on tarpeen kannustaa monialaista, monipuolista ja perustutkimukseen nykyistä kiinteämmin kytkeytyvää soveltavaa tutkimusta, joka samalla vahvistaa yliopistojen, yritysten ja julkisten organisaatioiden välistä yhteistyötä. Tuen kriteerinä pitää olla innovaation kunnianhimoisuus ja toteuttamismahdollisuus, ei esimerkiksi yrityksen koko. Tutkimus- ja innovaatorahoituksen tasoa tulisi nostaa siten, että vuoteen 2030 mennessä Suomen t&k-investoinnit olisivat 4 % bkt:sta tutkimus- ja innovaationeuvoston suositusten mukaisesti.
9. Yliopistojen tulosohjaus- ja kannustejärjestelmää tulisi uudistaa siten, että luodaan selkeät kannusteet osallistua yhteistyö- ja verkostohankkeisiin ja tutkimuksen kaupallistamiseen. Kokemusten mukaan t&k-rahoitusta kannattaa nostaa asteittain monivuotisella ohjelmalla, johon sitoudutaan.

## 4 Oppiminen ja osaaminen muutoksessa<sup>24</sup>

### 4.1 Tekoälyn vaikutukset osaamiseen

Tekoälyn perustuvien yleiskäyttöisten teknologioiden hyödyntäminen yhteiskunnassa muuttaa laajasti työelämää ja siellä tarvittavia taitoja. Tällöin väistämättä nousee esille osaamiseen ja oppimiseen liittyviä kysymyksiä. Aiemminkin yleiskäyttöisten teknologioiden käytön vaikutukset ovat olleet moninaisia: niiden avulla on kehitetty työtapoja ja tehokkuutta, mutta ne ovat myös luoneet uusia markkinoita ja palveluita.

Vaikutukset ulottuvat osaamisvaatimusten lisäksi itse oppimiseen. Tätä voi havainnollistaa kuvittelemalla tilanteen, jossa oppimisympäristössä ei hyödynnettäisi sähköä lainkaan. Sähkön hyödyntäminen tapahtui vähitellen: ensiksi tuli valaistus, jolla oli luonnollisesti merkittävä vaikutus. Muut vaikutukset näkyivät todella vasta, kun opetuksessa ryhdyttiin käyttämään audiovisuaalisia aineistoja tai tietokoneita. Suurempi vaikutus on näkynyt vasta nyt, siirryttäessä digitaalisiin oppimisympäristöihin.

On hyvä havaita, kuinka myöhään esimerkiksi sähköllä alkoi olla syvällisempää merkitystä oppimistilanteissa. Esimerkki kuvaa sitä, kuinka kauan voi kestää ennen kuin uusilla yleiskäyttöisillä teknologioilla on merkittävämpää vaikutusta inhimilliseen toimintaan, kuten oppimiseen. Teknologian vaikutus välittyi työhön ja osaamis-

---

<sup>24</sup> Luvun ovat valmistelleet työryhmän jäsenet Vesa Vuorenkoski, Anita Lehikoinen, Tuulia Hakola-Uusitalo ja Penna Urrila.

vaatimuksiin radikaalisti nopeammin kuin oppimiseen. Tekoälyn tapauksessa vaikutukset saattavat tapahtua yhtä nopeasti taloudessa ja työmarkkinoilla kuin oppimisessa, koska tekoäly on erityisen hyödyllinen oppimisen kannalta (Brynjolfsson, Rock & Syverson 2017).

## 4.2 Osaamisvaatimuksista

Tekoälyyn perustuvat teknologiat lisäävät useiden ihmisten tekemien tehtävien tehokkuutta ja parantavat näin tuottavuutta. Erityisen hyödyllisiä koneoppiminen ja tekoäly ovat tehtävissä, jotka edellyttävät suurten tietomassojen analysointia ja säännönmukaisuusien havainnointia. Tekoäly helpottaa ja jopa korvaa useita yksittäisiä työtehtäviä, vaikka ei välttämättä kovin nopeasti voikaan korvata suoraan kokonaisia ammatteja tai työtä tekevää ihmistä. Tekoälyyn perustuvat teknologiat ovat toistaiseksi korvanneet vain rutiininomaisia, pitkälle strukturoituja ja toistuvia tehtäviä (Brynjolfsson & Mitchell 2017).

Työvoiman osaamisvaatimukseen vaikuttavat työn kysynnän muutokset työmarkkinoilla. On oletettavissa, että tulevaisuudessa työvoiman kysyntä vähenee ensin ammateissa, joissa suuri osuus ammatin sisältämistä tehtävistä voidaan korvata tekoälyyn perustuvilla teknologioilla. Toisaalta kysyntä kasvaa voimakkaimmin tehtävissä, joissa tekoälyä tai sen soveltamista kehitetään. Kokonaisvaikutuksen kannalta tärkeää on myös, kuinka paljon syntyy uusia mielekkäitä ammatteja, joissa ihmistyö ja tekoäly täydentävät toisiaan. Nämä uudet ammatit vaativat uusia osaamisyhdistelmiä. Muutoksia osaamisvaatimukseen on hahmotettu ainakin neljällä eri tavalla. (Acemoglu & Restrepo 2018, Brynjolfsson & Mitchell 2017)

Ensiksi tekoälyn korvaamiin tehtäviin liittyvät osaamiset muuttuvat ihmiselle tarpeettomiksi, ainakin käytännössä, vaikka ei välttämättä teoreettisella tasolla. Tähän liittyy kysymys siitä, mitä osaamisia tekoälyyn perustuvan teknologian on vaikea korvata ja mitä tehtäviä se suorittaa ihmistä paremmin. Olisi kehitettävä sekä ihmisten valmiutta muutokseen ja uuden oppimiseen, myös yritysten valmiutta uudistua ja tukea työntekijöiden osaamisen kehittämistä. Lisäksi yhteiskunnan muodollisen koulutusjärjestelmän on tuettava osaamisen jatkuvaa kehittämistä ja elinikäistä oppimista.

Toiseksi tekoälyyn liittyvät osaamisvaatimukset muuttuvat tekoälyn käyttämisen kasvaessa. Jos ja kun tekoälyä käytetään laajasti ihmistyötä korvaten ja täydentäen, on työntekijän edelleen kuitenkin ymmärrettävä, mitä tehtävää tekoäly tekee hänen puolestaan. Työntekijöiden on opittava hyödyntämään kyseistä työtehtävää korvaavaa tekoälyä. Oppivien järjestelmien käyttö saattaa edellyttää myös niiden opettamista. Vaikka tekoälyyn perustuvaa järjestelmää ei tarvitsisi opettaa, edellyttää sen käyttö ja tehokas hyödyntäminen ymmärrystä sen toimintaperiaatteista, kuten minkä tahansa muun työkalun.

Kolmanneksi tekoälyn parantama työ saattaa luoda sen tekijälle mahdollisuuden tehdä jotain muuta sillä työpanoksella, jonka tekoäly korvaa. Työntekijälle syntyy mahdollisuus ja tarve kehittää osaamistaan, jolla tuottaa uutta lisäarvoa. Tämä tarkoittaa ammattien sisältämien tehtävien monipuolistumista ja kehittymistä. Yrityksillä olisi oltava mahdollisuus muokata työntekijöiden tehtävänkuvia yhteistyössä työntekijöiden kanssa. Ammatteihin liittyvää sääntelyä tulisi myös tarkastella tämän kehityksen johdosta.

Neljänneksi tekoäly muuttaa osaamisvaatimuksia myös välittömämmillä tavoilla. Tekoälyn yleistyminen luo varmuudella paljon sellaisia työpaikkoja, joita emme osaa vielä ennakoida. Näin on käynyt ennenkin yleiskäyttöisten teknologioiden seurauksena. Syntyy uusia ammatteja, joissa on uusia ja nyt tuntemattomia osaamisvaatimuksia. Paras tapa vastata tällaiseen muutokseen on yhteiskunnan ja osaamisen kehittämiseen liittyvien järjestelmien riittävä joustavuus ja reagointikyky. Uuden oppiminen on mahdollista, jos kansalaisilla on hyvä perusosaamistaso ja tietopohjan laaja-alaisuus.

Tekoäly ei todennäköisesti kykene nopeasti korvaamaan ihmistä sellaisissa tehtävissä, jotka edellyttävät monipuolista kommunikointia, tunteiden osoittamista, intuition tai luovuuden käyttämistä tai kulttuurin ja ihmisten toiminnan ymmärtämistä. Lisäksi tekoälyn soveltaminen on vaikeaa silloin, kun käyttötilanne edellyttää laajaa yleistiedon tai taustatietojen soveltamista. Koneiden tai tekoälyn opettaminen on myös toistaiseksi ollut ihmisten tehtävä. Koneoppimisen kehittyessä edellä kuvattuihin osaamisiin perustuvat tehtävät eivät välttämättä ole kokonaan tekoälyn soveltamisen ulkopuolella. Näissä osaamisissa tekoälyn hyödyntämisen aloittaminen laajassa mitassa kestää vain vähän kauemmin. (Brynjolfsson & Mitchell 2017)

Osaamisvaatimuksien luonteen muuttumisen hahmottaminen on tärkeää sen vuoksi, että tekoälyn tuomat uudet osaamisvaatimukset ovat aina jossain määrin yhteen sopimattomia työvoiman nykyisten osaamisten kanssa. Tämän yhteensopimattomuuden on esitetty heikentävän työvoiman kysynnän kasvua, lisäävän epätasa-arvoisuutta ja vähentävän tuottavuuden kasvua. (Acemoglu & Restrepo 2018)

Työvoiman nykyisten tietojen ja taitojen yhteensopimattomuus kysynnän kanssa johtaa siihen, että tarve työvoiman liikkuvuudelle kasvaa. Erilaiset oikeudelliset, sosiaaliturvaan ja osaamisiin liittyvät esteet työstä työhön siirtymiselle on purettava ja luotava ennemmin siltoja ja parannettava turvaa. Osaamisen kannalta tämä tarkoittaa sitä, että on vähennettävä sellaisia koulutusohjelmia, jotka tuottavat puhtaasti vain jotakin tiettyä erikoisosaamista. Koulutuksen on tarjottava syvällä erikoistuvan ns. porakaivo-osaamisen rinnalla edellytyksiä uuden oppimiseen.

Suurissa talouden rakennemuutoksissa osaamisen, eli inhimillisen pääoman, arvossa tapahtuu usein suuria muutoksia. Osaaminen, joka vielä hetki sitten oli tae hyvästä palkasta ja arvostuksesta, voi muuttua teknologian kehityksen seurauksena suurelta osin jopa täysin hyödyttömäksi. Taloushistoriassa on lukuisia esimerkkejä tästä. Monesti paras tietämys omasta osaamisesta on ihmisillä itsellään. Työntantajalla taas on paras tietämys osaamisvaatimusten muutoksista. Tämän johdosta on perusteltua ratkaista, kuinka valtaa ja vastuuta inhimillisen pääoman huollosta voitaisiin hajauttaa kestäväällä ja hyväksyttävällä tavalla. Elinikäistä oppimista varten tulisi suunnitella nykyistä toimivimmat koulutusmarkkinat.

## 4.3 Oppiminen muuttuu

Tekoäly muuttaa todennäköisesti myös tapaamme oppia. Tekoälyn avulla yksilöllisiä eroja oppimisessa voidaan ottaa entistä paremmin huomioon ja avustaa oppimista (Acemoglu & Restrepo 2018). Tekoälyn ja digitalisaation avulla voidaan entistä laajemmalle joukolle tarjota hyvää ja yksilöllistettyä opetusta matalammin kustannuksin.

Oppimisen tukemisessa tekoälyyn perustuvat teknologiat tarjoavat mahdollisuuksia, joita ilman on vaikea kilpailla perinteisin menetelmin. Vastaavalla tavalla kuin



opetuksessa on ryhdytty hyödyntämään digitaalisia järjestelmiä, tullaan tulevaisuudessa hyödyntämään tekoälyyn perustuvia järjestelmiä oppimisen tukena. Ne koulutusjärjestelmät menestyvät, jotka soveltavat tekoälyä oppimisen tukena tuloksellisimmin.

## 4.4 Suomen koulutusjärjestelmä ja tekoäly

Yhteiskunnan ylläpitämän koulutusjärjestelmän uudistaminen sen eri tasoilla on perustellustikin hidasta. Sen vuoksi on jo varhaisessa vaiheessa huomioitava, miten koulutusjärjestelmää uudistetaan vastaamaan haasteisiin, jotka tekoälyn lisääntyminen aiheuttaa.

Tekoäly ja automaatio korvaavat osaamisia kaikkien työntekijöiden työtehtävissä, mutta muutoksen painopisteen nähdään useimmiten edelleen olevan matalamman koulutustason tehtävissä. Koulutusjärjestelmää on muutettava sekä ammatillisessa koulutuksessa että korkeakoulutuksessa. Lisäksi jo työelämässä olevien työntekijöiden osaamisen uudistamiseen on panostettava entistä enemmän ja elinikäisen oppimisen järjestelmää uudistettava. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2018)

Koulutusjärjestelmää ei kyetä uudistamaan vastaamaan tekoälyn tuomiin vaatimuksiin vain lisäämällä rahoitusta. Koulutusohjelmat on uudistettava monipuolisemmiksi ja lisättävä niihin sellaisia osia, jotka mahdollistavat uuden teknologian ja tekoälyn hyödyntämisen sekä tekoälyn täydentävän käytön.

Painotusta on lisättävä tekoälyajan osaamisiin, kuten viestintätaitoihin ja sosiaalisiin taitoihin ja luovuutta edellyttäviin kognitiivisiin taitoihin. Lisäksi tekoälyteknologioiden kehittämisen vaiheessa koulutuksessa on tarjottava kattavasti matemaattisia taitoja kehittäviä opintoja ja saatava erityisesti tytöt poikien ohella opiskelemaan matemaattisia tai teknisiä aloja.

Koulutusjärjestelmässä on lisättävä joustavuutta, jotta opetustarjonta pystyy vastaamaan nopeammin työmarkkinoilla esiintyvään uuteen ja muuttuvaan kysyntään. Koulutusta on uudistettava siten, että tarjotaan opiskelijoiden valinnanvapautta ja liikkuvuutta tukevia koulutusohjelmia, joissa oppimisen tukena hyödynnetään

tekoälyteknologioita. Opintoja pitäisi voida suorittaa moduuleissa, joista opiskelijat voisivat valita itselleen hyödyllisimmät kokonaisuudet. Erityisen tärkeää on, että varmistetaan kattava pääsy korkeakouluopintoihin niin nuorten kuin työelämässä jo olevien osalta.

Ammatillista koulutusta on muutettava voimakkaasti siten, että koulutukseen tuodaan mukaan uusia osaamisia, helpotetaan ammattiin opiskelevien mahdollisuuksia opiskella myös korkea-asteen koulutusohjelmissa, lisätään valinnanvapautta ja joustavuutta sisältöihin, mahdollistetaan opiskelijoiden liikkuvuus koulutusohjelmien välillä ja lisätään työelämän yhteyksiä. (Haapakorpi 2018). Ammatillisen koulutuksen sisältöihin on tehtävä suuria muutoksia, mutta myös opetusmenetelmiä on muutettava.

Korkea-asteen koulutusohjelmia on myös muokattava vastaamaan edellä kuvattuja osaamisvaatimusten muutoksia. Vuonna 2020 korkeakoulutuksessa aloittavat, digitaaliset ylioppilaskirjoitukset suorittaneet nuoret ovat työikäisiä ja -kykyisiä mahdollisesti vielä 2070-luvulla. Siihen mennessä lukuisat nykyammatit ovat muuttuneet niin paljon, ettei nykyisillä osaamisvaatimuksilla enää pärjää.

Korkeakoulujen rahoitusta kehitetään laajentamalla rahoituspohjaa. Kustannuksia on voitava myös alentaa tekoälyteknologioiden avulla. Resurssien painopiste on siirrettävä kiinteistöistä uudenlaisen opetuksen tarjontaan, teknologian hyödyntämiseen ja tutkimukseen.

On arvioitu, että tulevaisuudessa Suomen työelämässä olevasta työvoimasta jopa miljoona ihmistä on syytä täydennys- tai uudelleen kouluttaa. Koulutusjärjestelmän onkin tarjottava työikäiselle aikuisväestölle elinikäistä oppimista modulaarisesti paljon nykyistä joustavammin, laadukkaammin ja tehokkaammin. Elinikäisen oppimisen kehittämisessä on otettava huomioon, että nykyään peruskoulun päättävien tiedoissa ja taidoissa voi olla puutteita ja että isolla osalla aikuisista on riittämättömät perustaidot elinikäiseen oppimiseen. Elinikäisen oppimisen kehittämiseen tarvitaankin monentasoisia uudistuksia.

## 4.5 Työnantajien investoinnit osaamisen kehittämiseen

Suuri osa ihmisen osaamisesta perustuu työssä oppimiseen. Tekoälyn hyödyntäminen tapahtuu ensimmäisenä työnantajien toiminnassa, ja työnantajat yhdessä työntekijöiden kanssa huomaavat työntekijöiden nykyisten osaamisten ja uusien osaamisvaatimusten yhteensopimattomuuden.

Työnantajien vastuu osaamisen kehittämisestä kasvaa sen vuoksi, että tekoälyn hyödyntämisessä ja niihin liittyvien osaamisvaatimusten määrittelyssä työnantajat ovat parhaimmassa asemassa arvioimaan täsmällisiä tarpeita uusille osaamisille. Tässä on toisaalta huomioitava se, että yksittäisen yrityksen etu on kouluttaa työntekijöitään omista tarpeista lähtien ja yritysten koulutusinvestoinnit ovat sinällään riittämättömiä työvoiman koulutustarpeiden täyttämiseksi. Tosin teknologian kehittäminen johtaa yhä uusiin teknologia- ja palvelustandardeihin, jotka mahdollistavat vastaavasti työvoiman osaamisten vertailukelpoisuuden paranemisen työmarkkinoilla.

Menestyvissä yrityksissä osaamisen kehittämisestä on tehty strategisen johtamisen keskeinen osa. Se edellyttää tietoisuuden lisäämistä markkinoiden muuttumisesta ja uusien tekoälyn perustuvien teknologioiden mahdollisuuksista. Digitalisaation osalta on huomattu, että startup-yrityksiä lukuunottamatta pk-yritykset ovat hitaita omaksumaan uusia teknologioita.

## 4.6 Ihmiset ja oppiminen

Tekoälyteknologioiden yleistyminen tekee osan nykyään ihmisten tekemistä tehtävistä tarpeettomiksi ja saattaa jopa joissain tapauksissa korvata ihmisen kokonaan tietyissä työssä. Työikäiselle väestölle tulee kasvava tarve päivittää osaamistaan, mikäli he haluavat pysyä työelämässä. Suuri kysymys koskeekin sitä, miten ihmiset saadaan motivoitumaan jatkamaan uuden oppimista läpi elämän. Ajankohtaisessa poliittisessä keskustelussa on tehty aloitteita oppivelvollisuuden ulottamisesta toiselle asteelle. Onko meidän sen jälkeen käynnistettävä keskustelu elinikäisestä oppivelvollisuudesta?

Uuden oppimisesta on joka tapauksessa tulossa keskeinen ihmisen selviytymisen taito, joka lisää todennäköisyyttä pysyä työelämässä mukana. Kun tulevaisuuden koulutusjärjestelmiä luodaan, on painotettava sellaisia menetelmiä, joissa korostuvat vastuun, itseohjautuvuuden ja oppimisen halun teemat.

Oppimiseen kannustamista ei voi kuitenkaan pelkästään koulutusjärjestelmän sisällä tehdä. Keskeinen osa oppimiseen kannustamista on sosiaaliturvajärjestelmällä, joka on myös viritettävä sellaiseksi, joka tukee, kannustaa ja mahdollistaa ihmisiä elinikäiseen oppimiseen.

## 4.7 Politiikkasuositukset

### Tekoälyaikaan valmistavat perustaidot kaikille

1. Tekoäly muuttaa ammattien sisältöjä ja työpaikkoja. Rakennemuutoksissa on aina riski, että vähemmän koulutetut syrjäytyvät ja rakenteellinen työttömyys kasvaa. Muutoksiin valmistautumiseksi on perusasteen päättävälle varmistettava yleissivistykseen liittyvät osaamiset ja taidot, jotka mahdollistavat jatko-opintokelpoisuuden ja edistävät elinikäistä oppimista. Tulevaisuuden korkean rakennetyöttömyyden torjumiseksi laaditaan osaamisohjelma, jonka avulla käytännössä varmistetaan kaikille vähintään toisen asteen tutkinto. Koulutuspaikkojen lisäämisen ohella oppivelvollisuus ulotetaan koskemaan toista astetta.

### Laadukas ammatillinen koulutus

2. Tekoäly vaikuttaa laajasti ammatteihin, ja myös ammatillisen koulutuksen laatua on kehitettävä uusiin vaatimuksiin vastaamiseksi. Ammatillisessa koulutuksessa mahdollistetaan opiskelijoiden liikkuvuus koulutusohjelmien välillä ja osallistuminen korkea-asteen opintoihin. Työelämän yhteyksiä ammatillisessa koulutuksessa lisätään mahdollistamalla ammatillisen opetuksen ja työnteon limittäminen, myös oppisopimusta hyödyntäen.

3. Laaja-alaisempi osaaminen helpottaa sopeutumista ammattien muutokseen. Lisätään koulutusohjelmiin mahdollisuuksia laajentaa tutkintojen sisältöjä. Tavoitteena on vähentää ns. porakaivo-osaamisen syntymistä, jossa erikoistutaan jopa liikaa kapea-alaiseen asiaan. Lisätään eri alojen koulutusohjelmiin tekoälyajan osaamisia, kuten viestintätaitoja ja sosiaalisia taitoja.

### **Korkea-asteen koulutus**

4. Perustetaan koulutus- ja tutkimusohjelmia tekoälyteknologioiden kehittämiseksi ja soveltamiseksi.
5. Mahdollistetaan opintojen suorittaminen moduuleissa, joiden avulla lisätään joustavuutta ja lisätään opiskelijoiden valinnanvapautta. Lisäksi tarjotaan kattavasti matemaattisia taitoja kehittäviä opintoja ja kannustetaan erityisesti entistä useammat tytöt opiskelemaan matemaattisia ja teknisiä aloja.

### **Kaikki koulutusasteet**

6. Teknologian hyödyntämistä koulutuksessa on lisättävä kaikilla koulutusasteilla. Tavoitteena on laadukkaampien ja yksilöllistetympien koulutussisältöjen tarjoaminen kustannustehokkaasti. Koulutuksen järjestäjille luodaan kannusteet tekoälyn hyödyntämiseksi oppimisen tukena.

### **Elinikäisen oppimisen reformi**

7. Suomi on mahdollisesti valtavan koulutushaasteen edessä, kun arviolta ehkä noin miljoonan työikäisen ihmisen taitoja ja osaamista on päivitettävä ammattirakenteiden muuttuessa. Haasteeseen vastaamiseksi laaditaan elinikäisen oppimisen reformi, jonka tavoitteena on uudistaa koulutusjärjestelmä siten, että työikäiselle aikuisväestölle tarjotaan monipuoliset, joustavat ja nykyistä nopeammat mahdollisuudet elinikäiseen oppimiseen.
8. Elinikäisen oppimisen parantamiseksi kaikille työikäisille luodaan osaamistili tai -seteli, jonka avulla voi päivittää osaamistaan hank-

kimalla tarvittavaa koulutusta koulutuspalvelujen tarjoajilta. Työntekijät, työnantajat ja yhteiskunta kantavat yhdessä vastuun työvoiman osaamisen päivittämisestä. Työttömyysvakuutusrahasto ja Koulutusrahasto yhdistyvät vuoden 2019 alusta Työllisyysrahastoksi. Osaamistilien tai -setelien hallinnointi ja elinikäisen oppimisen markkinoiden kehittämistehtävät voidaan osoittaa Työllisyysrahastolle, kuitenkin siten, että myös työttömät ja työelämän ulkopuolella olevat työkäiset olisivat kouluttautumisoikeuden piirissä. Järjestelmän tarkemmat pelisäännöt tulisivat ratkaistavaksi asianmukaisesti osana reformia. Oikeus koulutukseen tulisi olla yhtäläisesti myös yrittäjillä.

- Brynjolfsson, E.; Rock, D. ja Syverson C. (2017). Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics. National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 24001
- Brynjolfsson, E. ja Mitchell, T. (2017). What can machine learning do? Workforce implications. Science Magazine, Vol 358, Issue 6370
- Acemoglu, D. ja Restrepo, P. (2018), tulossa. Artificial Intelligence, Automation and Work. National Bureau of Economic Research.
- McKinsey (2017). Digitally-enabled automation and artificial intelligence: Shaping the future of work in Europe's digital front-runners. McKinsey & Company.
- Haapakorpi, A. (2018). Ammattien muutos digiajassa - miten ammatillinen koulutus vastaa? Työpoliittinen aikakauskirja 1/2018.
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2018. Työn murros ja elinikäinen oppiminen. Elinikäisen oppimisen kehittämistarpeita selvittävän työryhmän raportti. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja. 2018:8.

## 5 Tekoälyteknologian hyvä soveltaminen ja etiikka<sup>25</sup>

Teknologian hyvä soveltaminen tarkoittaa vaatimattomimmillaan sitä, että ollaan tietoisia soveltamisen mahdollisista haitoista tai ongelmista ja sovelletaan teknologiaa tämän mukaisesti. Kunnianhimoisemmin ajateltuna hyvään soveltamiseen kuuluu lisäksi tietoinen pyrkimys edistää teknologian avulla joitain arvokkaiksi katsottuja yhteiskunnallisia tavoitteita. Lähdemme liikkeelle kunnianhimoisemmasta tavoitteesta.

Tarkastelemme, millaisin kriteerein voidaan arvioida teknologioiden soveltamisen hyvyyttä ja millaisia eettisiä näkökohtia teknologioiden soveltamiseen yleisemminkin liittyy. Tarkastelumme ensisijaisena kohteena on senkaltainen tekoälyteknologia, jolla voidaan ajatella olevan ns. keinotekoisien toimijain (artificial agent) piirteitä. Käsite viittaa ohjelmistoihin, järjestelmiin, koneisiin ja laitteisiin sekä niiden takana oleviin teknologioihin, joilla on autonomista älykkyyttä, eli kykyä toimia ja oppia kokemuksen ja vuorovaikutuksen myötä ilman ihmisen tai minkään muun toimijan suoraa väliintuloa. Esimerkkejä keinotekoisista toimijoista ovat päätöksiä tekevät oppivat algoritmit, älykkäät robotit, autonomiset liikennevälineet ja monet muut pitkälle automatisoidut, oppivat koneet ja laitteet. Tarkastelemme erityisesti näkökohtia, jotka koskevat tekoälyteknologian hyvää soveltamista työelämässä.

---

25 Luvun ovat valmistelleet työryhmän jäsenet Tuomo Alasoini, Antti Koivula ja Leila Kurki.

## 5.1 Miksi tarvitaan keskustelua hyvästä soveltamisesta ja etiikasta?

*“Ultimately the question is not only what computers can do. It’s what computers should do.”*

Brad Smith & Harry Shum, teoksessa “The Future Computed: Artificial Intelligence and its role in society”, 2018. Microsoft Corporation, Washington.

Tekoälyteknologia on disruptiivista eli merkittävästi aiempaa mullistavaa. Sen avulla luodaan uusia ratkaisuja, jotka tekevät vanhoja teknologioita ja menetelmiä tarpeettomiksi ja muuttavat niihin perustuvia markkinoita, ansaintamalleja sekä tapoja johtaa, organisoida ja tehdä työtä. Elämme murroskohtaa, jossa tekoälyyn perustuvat sovellukset alkavat yleistyä kiihtyvää vauhtia. Nyt tehtävillä ratkaisuille viitotetaan tietä tavoilla, joilla voi olla hyvin merkittäviä ja pitkälle tulevaisuuteen ulottuvia taloudellisia, sosiaalisia, poliittisia ja kulttuurisia vaikutuksia yhteiskuntien kehitykselle. Vaikutukset ovat moninaisia ja dynaamisuutensa johdosta vaikeasti ennakoitavia.

Tärkeitä kysymyksiä ovat, missä määrin tämä tapahtuu markkinavetoisesti ja yritysten liiketoimintalogiikan ohjaamana ja missä määrin julkinen valta pyrkii ja pystyy vaikuttamaan kehitykseen. Julkisen vallan vaikutustapoja voivat olla esimerkiksi koulutus, tutkimus, asennekasvatus, julkiset hankinnat tai vielä suoremmat väliintulot. Julkisen vallan mahdollisuus vaikuttaa tapaan ja nopeuteen, jolla teknologiaa otetaan käyttöön ja sovelletaan, riippuu muun muassa siitä, onko mahdollista saada aikaan tätä ohjaavaa yhteiskunnallista visiota. Visiolla tulisi olla riittävän korkea poliittinen painoarvo ja laaja poliittinen kannatus. Tällaisen ns. hyvää tekoäly-yhteiskuntaa koskevan vision tulisi sisältää teknologian käyttöä ja soveltamista ohjaavia arvoja ja näistä johdettavia periaatteita, sääntöjä ja käytäntöjä.

Kysymystä hyvästä tekoäly-yhteiskunnasta on sivuttu monissa tekoälyn soveltamisesta käsittelevissä raporteissa. Missään näistä ei tietääksemme ole kuitenkaan pyritty suoranaisesti rakentamaan kokonaisvaltaista hyvää tekoäly-yhteiskuntaa tavoitteeksi asettavaa strategiaa tai toimintaohjelmaa. Hyvän tekoäly-yhteiskunnan arvoiksi on raporteissa usein nostettu läpinäkyvyys, vastuullisuus ja laaja yhteiskunnallinen hyöty. Sitä, mitä nämä käytännössä ja toimenpiteinä yhteiskunnan eri toimijoiden ja sääntelyjärjestelmien kannalta voivat tarkoittaa, ei keskustelussa ole useinkaan määritelty yksityiskohtaisesti.



## 5.2 Hyvän tekoäly-yhteiskunnan arvoja

Erittelemme seuraavassa, mitä edellä mainitut kolme arvoa voisivat käytännössä tarkoittaa ajatellen tekoälyn hyvää soveltamista suomalaisessa työelämässä.

### Läpinäkyvyys

Läpinäkyvyys viittaa muun muassa avoimuuteen siitä, 1) millaista aineistoa kerätään ja missä tarkoituksessa (tekoälyyn perustuvan päätöksenteon pohjaksi) sekä 2) mihin päätöksiä tukevien ja tekevien algoritmien avulla pyritään. Tämän pitäisi olla myös työntekijöiden tiedossa tekoälyä päätöksenteossa hyödyntävissä työorganisaatioissa. Työorganisaatiossa tehtävien päätösten perusteiden avoimuuden kannalta on periaatteessa sama, tapahtuuko päätöksenteko puhtaasti ihmisen vai algoritmin tekemänä vai näiden jonkinlaisena yhdistelmänä. Algoritmien avoimuuden merkitys korostuu vielä erityisellä tavalla julkisten organisaatioiden päätöksenteossa, jossa päätökset koskevat monissa tapauksissa kansalaisten lakisääteisiä oikeuksia ja velvollisuuksia.

Toinen tärkeä läpinäkyvyyteen liittyvä piirre on mahdollisuus sekä tekoälyyn perustuvan päätöksenteon taustalla olevan datan puhtauden ja oikeellisuuden, että päätöksenteon perusteiden jäljittämiseen. Tämä on tärkeää monestakin syystä. Tällaisia ovat dataan tai päätöksentekoon sisältyvät mahdolliset virheet tai rakenteelliset vinoumat, päätösten kohteena olevan oikeusturva, vastuukysymysten selvittäminen, demokraattiseen päätöksentekoon sisältyvät avoimuusperiaatteet, turvallisuuteen liittyvät näkökohdat (esimerkiksi ihmisen mahdollisuudet puuttua autonomisesti toimivan oppivan teknologian toimintaan) sekä teknologian kehittäjien oman osaamisen lisääminen älykkäiden koneiden toiminnan ja oppimisen logiikasta. Vaatimus jäljitettävyydestä korostuu toimintojen turvallisuuskriittisen asteen kasvaessa. Erityisen tarkkaa jäljitettävyyttä tulisi edellyttää toiminnoissa, joissa kyse on suoraan ihmisten terveyteen ja turvallisuuteen liittyvistä asioista. Tällaisia tekoälyteknologian sovellutuskohteita on erityisesti terveydenhuollossa, liikenteessä, energiantuotannossa ja maanpuolustuksessa.

Kone ei ole normatiivinen oppija samassa merkityksessä kuin ihminen. Sitä ei ohjaa ajatus moraalisesti oikeansuuntaisesta oppimisesta eikä absoluuttisesta vaan ainoastaan tilastollisesta totuudesta. Syvien neuroverkkojen ja syväoppimisen ke-

hittyessä koneen tekemien yksittäisten päätösten perusteisiin on syntyvien epälineaarisuuksien johdosta aiempaa hankalampaa päästä käsiksi. Jäljitettävyyden vaatimus ei tällöin kohdistu enää vain yksittäisten algoritmien päätöksenteon perusteisiin, vaan koko neuroverkkojärjestelmän toiminnan kokonaisvaltaiseen ymmärtämiseen.

Jäljitettävyyden ongelmaan voidaan osin vastata selventämällä pelisääntöjä siitä, milloin kone tekee varsinaisen päätöksen ja milloin vain ihmisen lopullista päätöksentekoa tukevan ennusteen. Mitä turvallisuuskriittisemmästä toiminnasta ja mitä vaikeammin jäljitettävissä olevasta päätöksestä on kyse, sitä korkeampi tulisi kynnyksen olla sille, että kone tekee itsenäisesti toiminnan käynnistävän päätöksen. Lähtökohta kaikissa tapauksissa on kuitenkin se, että lopullinen juridinen ja moraalinen vastuu päätöksistä on ihmisellä.

## Vastuullisuus

Vastuullisuus viittaa muun muassa siihen, ettei tekoälyyn perustuva päätöksenteko uhkaa kenenkään terveyttä tai turvallisuutta. Tämä vaatimus koskee niin yksilön fyysistä ja psyykkistä terveyttä ja turvallisuutta kuin yksilön tietoturvaa ja yksityisyyden suojaa. Vastuullisuuden vaatimukseen sisältyy myös, ettei päätöksenteko voimista yhteiskunnassa vallitsevia rakenteellisia epätasa-arvoisuuksia tai aiheuta muuten epäoikeudenmukaisuutta, vahinkoa tai kärsimystä yksittäisille ihmisille tai ihmisryhmille. Yksi keino vaikuttaa tähän on edistää tekoälyn kehittäjien ja muiden osajien monimuotoisuutta. Ilman riittävän vahvoja takeita tekoälyyn perustuvan päätöksenteon vastuullisuudesta on vaikea kuvitella kansalaisten tukevan julkisen vallan pyrkimyksiä edistää tekoälyteknologian käyttöönottoa, soveltamista ja tähän perustuvaa innovointia.

Vastuullisuutta voidaan tarkastella myös laajemmasta näkökulmasta. Tilanteissa, joissa yhteiskunnan resursseja käytetään tekoälyratkaisujen edistämiseen, tulisi yhteiskunnan kantaa erityistä vastuuta myös tämän myötä tapahtuvasta työpaikkojen katoamisesta. Markkinataloudessa tapahtuva luova tuho uusien teknologisten ratkaisujen myötä on sellaisenaan normaali, jopa jossain määrin toivottava, ilmiö. Kun yhteiskunnassa kuitenkin halutaan tietoisesti edistää tekoälyyn perustuvia läpimurtoja ja ratkaisuja, ei ole oikeutettua, että näistä ratkaisuista kärsivät ihmiset

jäävät vaille yhteiskunnan erityistä tukea – ovathan he itse verovaroin olleet rahoitamassa näiden ratkaisujen edistämistä.

### Laaja yhteiskunnallinen hyöty

Laaja yhteiskunnallinen hyöty tarkoittaa sitä, että tekoälyyn perustuvat ratkaisut hyödyttävät yhteiskunnan kaikkia osaryhmiä. Tämän arvon tulisi olla yksi keskeinen ohjaava tekijä kaikelle julkisen vallan tuelle tekoälyteknologian ja siihen perustuvien sovellutusten kehittämiseksi. Merkittävä huolenaihe on, että hyötyjen epätasainen jakautuminen, joka näkyy kasvavina tulo- ja varallisuuseroina, uhkaa yhteiskunnan sosiaalista yhteenkuuluvuutta. Yhteiskunnan harjoittamassa sääntelyssä ja hyötyjen laaja-alaisen kohdistumisen edistämisessä tulisi kulkea kultaiselta keskitietä, jossa ei liiallisilla rajoituksilla vähennetä yritysten ja tutkijoiden kannusteita innovointiin. Samanaikaisesti tulisi pystyä tulonsiirroilla tai muilla hyötyä jakavilla mekanismeilla säilyttämään kansalaisten hyväksyntä ja tuki julkisen vallan toimenpiteille edistää tekoälyteknologiaa.

On tärkeää pyrkiä tarttumaan aktiivisesti niihin mahdollisuuksiin, joita tekoäly avaa työelämän kehittämiseksi. Yksittäisten *työtoimintojen* automatisointi luo mahdollisuuksia ajatella, organisoida ja muotoilla *työtehtäviä* radikaalistikin uudella tavalla. Teknologia ei sinänsä määrää, onko suuntana ihmisten tekemien jäljelle jäävien työtoimintojen yhdistäminen entistä vaativimmiksi, monipuolisiksi ihmisten oppimis- ja kehittymismahdollisuuksia edistäviksi kokonaisuuksiksi vai työn sisältöjen lisääntyvä sirpaleistuminen ja köyhtyminen. On tärkeää, että tällaiset teknologiseen murrokseen sisältyvät pelivarat työtehtävien sisältöjen ja koko työelämän kehittämiseksi tunnustetaan ja niistä käydään keskustelua niin koko yhteiskunnan kuin yksittäisten työorganisaatioiden tasolla. Viime kädessä kyse on siitä, nähdäänkö teknologialla ihmistä työssä palveleva ja voimaannuttava rooli vai toisin päin.

Suomesta käsin on vaikeaa vaikuttaa suurten, kansainvälisesti toimivien teknologia-yritysten tekemiin ratkaisuihin. On kuitenkin tärkeää, että Suomeen saadaan kehitettyä sellaista teknologista ja työtä koskevaa osaamista, jolla voidaan vaikuttaa Suomessa toimivien työorganisaatioiden ratkaisuihin. Samalla Suomi voi vahvistaa ja edistää Euroopassa aloitettuja digitalisaatioon ja tekoälyyn liittyviä EU:n sääntelyaloitteita.

## 5.3 Poliitikasuositukset

Tekoälyä koskevat eettiset näkökohdat on otettava vakavasti kauaskantoisten sosiaalisten vaikutustensa ohella, koska niillä on suoria vaikutuksia yritysten liiketoimintaan. Arvoista, joiden ohjaamina yritykset kehittävät ja hyödyntävät tekoälyä, voi tulla jatkossa hyvinkin tärkeitä yritysten brändiarvoon vaikuttavia tekijöitä. Alan johtavat yritykset ovat tämän jo havainneet. Tekoälyteknologiaan liittyvien eettisten näkökohtien tulisi olla edellä mainituista syistä jatkossa tärkeä kohde osana tekoälyä koskevaa teknologista, liikkeenjohdollista ja yhteiskuntatieteellistä tutkimusta niin Suomessa kuin kansainvälisesti. Suomen tulisi myös edistää aktiivisesti tekoälyn eettisiä näkökohtia koskevaa kansainvälistä tutkimusyhteistyötä, tähän liittyvää tiedon vaihtoa ja hyvien käytäntöjen levittämistä sekä toimia eettisen keskustelun edelläkävijänä EU:n tekoälyaloitteiden toimeenpanossa.

Moniulotteisten disruptiivisten yhteiskunnallisten vaikutustensa johdosta hyvän tekoäly-yhteiskunnan määrittelyä ei pidä jättää yksinomaan yritysten, alan asiantuntijoiden ja poliittisten päätöksentekijöiden tehtäväksi. Myös tavallisten kansalaisten tulisi voida osallistua määrittelyyn aktiivisesti. Laajaa osallistumista voidaan parhaiten tukea lisäämällä kansalaisten ymmärrystä tekoälyteknologiasta – sen toimintaperiaatteista ja mahdollisuuksista – uudenaikaisena, kaikki kansalaisryhmät kattavana kansalaistaitona.

### **Keskeisimmät poliitikasuositukset ovat seuraavat:**

1. Suomen tekoälystrategia on rakennettava yhteiskuntamme olemassa olevaan eettiseen arvopohjaan, joissa korostuvat luottamus ja yhteisöllisyys. Esimerkiksi monopolistisia ja valtiojohtoisia käytäntöjä ei pidä omaksua. Eurooppalaiseen demokratiaperinteeseen nojaava suomalainen malli voisi toimia hyvänä käytäntönä EU:ssa ja maailmanlaajuisesti. Perustetaan parlamentaarinen seurantaryhmä, jonka tehtävänä on edistää tekoälyn eettistä arvopohjaa laajemmin yhteiskunnassa sekä seurata ja arvioida tekoälyn eettisyyteen liittyviä pilotteja ja teknologian kehitystyötä. Ryhmän tulee myös tukea pelisääntöjen luomista ja arvioida käytäntöjä liittyen vastuukysymysten määrittelyyn tilanteissa, joissa kone tekee päätöksiä itsenäisesti.

2. Tekoälyyn liittyvän eettisen arvopohjan pitää perustua hyvään. Arvopohja määritellään kuitenkin käytännössä kullekin sovellus-alueelle yksitellen. Tällä hetkellä tekoälyetiikan keskeinen kohde on sote-tiedon toissijainen käyttö, jossa luodaan eettisiä pelisääntöjä myös laajempaan käyttöön. Pilotoidaan eettistä tekoälyä terveydenhuollon ekosysteemissä, esimerkiksi osana terveysalan kasvu-strategiaa. Työterveyslaitoksen tehtäväksi annetaan kokeilla tekoälyn eettistä hyödyntämistä työterveydenhuollon piirissä.
3. Etiikan pelisääntömallit kumpuavat tällä hetkellä liikaa sosiaaliseen mediaan perustuvista liiketoimintamalleista. Business-to-business-yhteistyö ja -liiketoiminta on Suomelle suuri mahdollisuus, ja siinä eettiset pelisäännöt ovat vielä määrittelemättä. Yhteistyössä TEM:n ja elinkeinoelämän kanssa kootaan joukko tekoälyyn vahvasti panostavia B-to-B-yrityksiä, jotka luovat yhdessä keskeisiä B-to-B-pelisääntöjä ja pohjan tehtävään liittyvälle osaamis-keskittymälle.
4. Tekoälyteknologian kehittämisessä ja käytössä on kiinnitettävä huomiota yhteiskunnalliseen heterogeenisyyteen ja osallistamiseen. On edistettävä monimuotoisuutta – esimerkiksi erilaisia koulutustaustoja, kielellisiä ja etnisiä ryhmiä, sukupuolia sekä ikäryhmiä – tekoälyn kehittäjien keskuudessa. On myös varmistettava, että kansalaisilla on edellytykset osallistua laajapohjaiseen eettiseen keskusteluun tekoäly-yhteiskunnasta. Yleistä ymmärrystä tekoälyn avaamista mahdollisuuksista ja haasteista on lisättävä.
5. Alustoille voidaan osoittaa myös veloitteita. EU:n tuore tietosuojasetus (GDPR) osoitti, että jopa suurille globaaleille alustoille voidaan määrätä veloitteita ja kieltoja. Kielto voi koskea myös algoritmin tiettyä osaa silloin, kun se vääristää tai perusteetta rajoittaa kilpailua tai on alustan kautta työskentelevien näkökulmasta kohtuuton. Mahdollista voisi olla myös edellyttää, että alusta huolehtii sen kautta ansaittujen tulojen ilmoittamisesta verottajalle.
6. Luottamus, arvostus ja yhteistyö ovat olleet pienen kansakunnan menestyksen avaimia aiemminkin. Niin ne voivat olla myös siirryttäessä tekoälyn käyttöön. Tämänkaltaisen uuden teknologian vaikutukset ovat usein ainakin osittain odottamattomia. Sen vuoksi sitä koskevaa säätelyä on usein järkevää uudistaa vasta, kun teknologian

käytöstä on jo kokemuksia. Niin on toimittu myös aiemmin. Edelleen meillä Suomessa on syytä luottaa kansallisiin instituutioihin ja niiden kykyyn tehdä tarvittavia päätöksiä. Kokeilutoiminnasta on viime vuosina kertynyt runsaasti myönteisiä kokemuksia yhteiskunnan eri alueilta, ja esimerkiksi tekoälykokeiluja on perusteltua lisätä.

# Liite 1. Työryhmän kokoonpano

Puheenjohtaja	Osmo Soininvaara	Aalto-yliopisto
Jäsenet	Tuomo Alasoini	Business Finland, 1.6. alkaen Työterveyslaitos
	Juha Antila	SAK
	Merja Fischer	Staria
	Tuulia Hakola-Uusitalo	Valtiovarainministeriö
	Niilo Hakonen	Kuntatyöntajat
	Lauri Ihalainen	Eduskunta
	Seija Ilmakunnas	Palkansaajien Tutkimuslaitos
	Anu Järvensivu	Jyväskylän yliopisto
	Antti Koivula	Työterveyslaitos
	Mikko Kosonen	Sitra
	Mika Kuismanen	Suomen Yrittäjät
	Taina Kulmala	Valtioneuvoston kanslia
	Leila Kurki	STTK
	Ville Kyrki	Aalto-yliopisto
	Anita Lehikoinen	Opetus- ja kulttuuriministeriö
	Mika Maliranta	Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
	Susanna Siitonen	Työ- ja elinkeinoministeriö
	Penna Urrila	Elinkeinoelämän keskusliitto
	Vesa Vuorenkoski	Akava
Fasilitaattorit	Kai Husso	Työ- ja elinkeinoministeriö
	Olli Koski	Työ- ja elinkeinoministeriö

## Liite 2. Tekoälyn määrittelyä

### Tekoälyn määritelmästä lyhyesti

Alan Turing esitti 1950-luvulla kysymyksen, voivatko koneet ajatella. Hänen määritelmänsä koneen älykkyydelle oli toiminta tavalla, jota ei erota ihmisestä. Tällä perusteella älykkyyys voidaan määritellä funktionaalisuuden perusteella. Yhtä yleisesti käytettyä määritelmää tekoälylle ei kuitenkaan ole, mutta usein käytetty määritelmä on järjestelmän kyky toimia tavoitteellisesti ja ympäristöönsä ennakoiden. Käytännössä tämä määritelmä ei kuitenkaan kata läheskään kaikkia tekoälyiksi kutsuttuja järjestelmiä. Määritelmien kirjavuus vaatii tarkkuutta tehtyjen tutkimusten tulkinnaissa ja useissa tapauksissa tekoälyä käytetään tietoteknistymisen (digitalisaation) synonyyminä.

### Tekoäly automaation mahdollistajana

Yksi tekoälyn merkittävimmistä yhteiskunnallisista vaikutuksista lienee sen mahdollistama tehtävien ja toimintojen automaatio. Automaation voi jakaa tietoprosessien (tietotyön) sekä fyysisten prosessien (fyysisen työn) automaatioon. Lähitulevaisuudessa tekoäly (muun digitalisaation ohella) vaikuttanee voimakkaimmin tietoprosesseihin, koska useat vahvasti toistuvat fyysiset työt on jo automatisoitu ja teknologian taso ei edes keskipitkällä aikavälillä riittäne vaihtelevampiin esimerkiksi kirvesmiehen töihin. Aloilla, joihin panostus on hyvin suurta, esimerkiksi automaattisissa ajoneuvoissa, teknologia kypsynee nopeammin ja murros on mahdollinen myös fyysisissä töissä seuraavan kymmenen vuoden kuluessa. On huomattava, että automaatio ei välttämättä vaadi tekoälyä, vaan tietoteknistyminen eri muodoissaan edesauttaa automatisoitumista.

### Tekoälyteknologiasta

Tekoäly on pohjimmiltaan tietokoneohjelma. Viimeaikainen tekoälybuumi johtuu suurimmaksi osaksi laskentakapasiteetin sekä digitaalisessa muodossa olevan tiedon määrän kasvusta. Nämä vaikuttavat siten tekoälyn käytön mahdollisuuksiin eri sovellusalueilla ja useat kansainväliset suuryritykset hamuavat sekä laskentakapasiteettiä että dataa tällä hetkellä lähes aggressiivisesti.



Koneiden, kuten ihmistenkin, älykkyyden ominaisuus. Valtaosa tekoälyn tarjoamista kyvyistä voidaan jaotella havainnointiin (esimerkiksi kuvan tai puheen tunnistus), sisäisten mallien rakentamiseen (esimerkiksi asioiden riippuvuuksien havaitseminen) sekä päätöksentekoon. Näiden lisäksi muita enemmän soveltuksia kykyjä ovat muun muassa luonnollisen kielen käsittely (esimerkiksi automaattinen kielenkäännös), liikkuminen (muun muassa robotit) sekä laskennallinen luovuus.

Kuten ylläolevasta käy ilmi, nykyiset tekoälyjärjestelmät koostuvat erikoistuneista komponenteista kuhunkin osa-ongelmaan. Tämä pitää paikkansa myös esimerkiksi IBM:n Watsonin kohdalla, jossa on erilliset moduulit eri osaongelmiin. Yleiskäyttöinen, lähes ihmisen kognitiivisella tasolla oleva vahva tekoäly ei ole näköpiirissä edes keskipitkällä aikavälillä.

Tyypillisesti tekoälylle helppoja päätöksiä ovat ne, jotka ihminen pystyy tekemään nopeasti, refleksinomaisesti, jos näistä päätöksistä on olemassa riittävästi esimerkkejä. Tällaisia ovat esimerkiksi useat kuvantunnistusongelmat. Erityisen vaikeita tekoälylle ovat ongelmat, joissa on löydettävä uusi ratkaisu jo tunnettuun ongelmaan. Myös ongelmat, joissa on paljon vaihtelua, ovat vaikeita, koska näistä ei ole yleensä riittävästi esimerkkiaineistoa koneoppimista varten.

# Tekoälyajan työ -raportti

**Tekoälyajan työ -raportti** on osa elinkeinoministeri Mika Lintilän asettamaa tekoäly-ohjelmaa, jonka ohjausryhmän puheenjohtajana toimi Pekka Ala-Pietilä. Raportin on tuottanut ohjelman alaisuudessa toiminut Työn ja yhteiskunnan muutos -työryhmä, jonka puheenjohtajana toimi VTL Osmo Soininvaara.

**Raportti koostuu** neljästä pääartikkelista, jotka käsittelevät (1) tekoälyn vaikutuksia yleiseen talous- ja työllisyyskehitykseen; (2) työn muutosta ja työmarkkinoiden toimintaa; (3) uudistuksia koulutukseen ja osaamisen ylläpitoon; sekä (4) eettistä keskustelua.

**Tekoäly on** yleiskäyttöinen teknologia, joka muokkaa työelämää ja yhteiskuntaa laajasti. Tekoäly tarjoaa mahdollisuuden talouden tuottavuuden nopeampaan kasvuun ja siten elintason paranemiseen. Tekoälyn hyötyjen saavuttamiseksi yhteiskunnan tulee investoida työvoiman osaamisen päivittämiseen, työvoiman liikkuvuuden helpottamiseen sekä ihmistyötä täydentävien innovaatioiden synnyttämiseen. Työmarkkinoiden hyvä toimivuus on entistäkin tärkeämpää.

**Työryhmä esittää** jatkovalmisteluun muun muassa elinikäisen oppimisen reformia, jossa jokaiselle työikäiselle luotaisiin osaamistili tai -seteli, jonka avulla voisi päivittää osaamistaan hankkimalla tarvittavaa koulutusta koulutuspalvelujen tarjoajilta. Työntekijät, työnantajat ja yhteiskunta kantaisivat vastuun yhdessä työvoiman osaamisen päivittämisestä. Samalla Suomeen syntyisivät koulutuskysynnän ylläpitämänä koulutusmarkkinat.

Verkkojulkaisu  
ISSN 1797-3562  
ISBN 978-952-327-311-5

Sähköinen versio: [julkaisut.valtioneuvosto.fi](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi)  
Julkaisumyynti: [julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi](https://julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi)