

Teknologinen kehitys, ammattirakenteiden muutos ja osaaminen

Rita Asplund

VTT, dosentti, tutkimusjohtaja
Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
rita.asplund@etla.fi

Antti Kauhanen

KTT, dosentti, tutkimuspäällikkö
Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
antti.kauhanen@etla.fi

Tiivistelmä

Tässä artikkelissa luodaan tiivis katsaus siihen kuinka teknologinen kehitys muokkaa työmarkkinoiden rakenteita ja kuinka nämä rakennemuutokset vaikuttavat tulevaisuudessa sekä työmarkkinoilla tarjolla oleviin töihin että työelämässä tarvittavaan osaamiseen. Teknologinen kehitys ei tuhoa työtä, mutta se tulee myös jatkossa muut-

tamaan merkittäväällä tavalla työn sisältöä ja työmarkkinoilla tarvittavia taitoja. Siksi koulutusjärjestelmän ja yksilöiden haasteena on ajan tasalla olevien taitojen varmistaminen jatkuvasti muuttuvassa työelämässä.

Avainsanat: *teknologinen kehitys, ammattirakenteiden muutos, koulutusjärjestelmä*

Teknologinen kehitys sekä tuhoa että luo työpaikkoja

Työmarkkinat ovat jatkuvan muutoksen kourissa: yrityksiä syntyy ja kuolee, toiset yritykset kasvavat ja toiset vähentävät työvoimaansa. Näiden virtojen suuruusluokka on valtava.

Kuviossa 1 nähdään, että Suomen yrityssectorilla vuosittain tuhoutuu keskimäärin 12 prosenttia työpaikoista. Tämä tarkoittaa noin 500 työpaikkaa joka päivä.

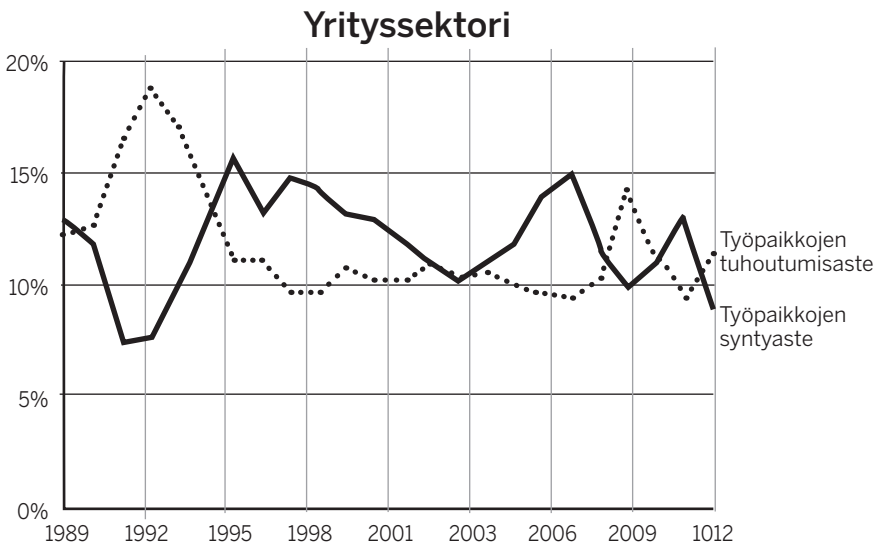
Kuviosta 1 nähdään myös, että työpaikkoja syntyy saman verran kuin niitä tuhoutuu, tai jopa hieman enemmän. Virtojen yhtäsuuruus johtuu siitä, että työpaikkojen syntyminen ja tuhoutuminen ovat saman prosessin kaksi eri puolta: teknologinen kehitys ja innovaatiot synnyttävät ja tuhoavat *työpaikkoja*, mutta ne eivät tuhoa *työtä*, joskin työn *sisältö* muuttuu.

Miksi työpaikkavirrat ovat niin suuria? Virtojen suuruus on seuraus siitä, että yrityssectorilla otetaan jatkuvasti käyttöön uusia teknologioita ja innovaatioita. Tällöin henkilöresurssien täytyy siirtyä uusille aloille, uusiin yrityksiin ja ennen kaikkea uusiin tehtäviin. Tätä myöten talouden rakenteet uudistuvat.

Suuret työpaikkavirrat ovat siis osa prosessia, jossa talouden resurssit kohdistuvat uudelleen ja samalla entistä tuottavampaan käyttöön. Tämä jatkuva luovan tuhon prosessi on merkittävä tekijä talouskasvumme taustalla.¹

Syntyvät ja tuhoutuvat työpaikat ovat erilaisia

Uudet työpaikat ja monesti myös työsuhteet ovat tyypillisesti ominaisuuksiltaan erilaisia kuin vanhat (esim. Davis & Haltiwanger, 1990; Davis ym., 1998). Tämän prosessin seurauksena muuttuvat niin työmarkkinoiden ammattirakenne kuin myös ammat-



Kuvio 1. Työpaikkojen syntyminen ja tuhoutuminen Suomen yrityssectorilla 1989–2011. Lähde: Kauhanen ym. (2015)

¹Tarkempia esityksiä tästä aiheesta ovat Maliranta (2014) sekä Kauhanen ym. (2015).

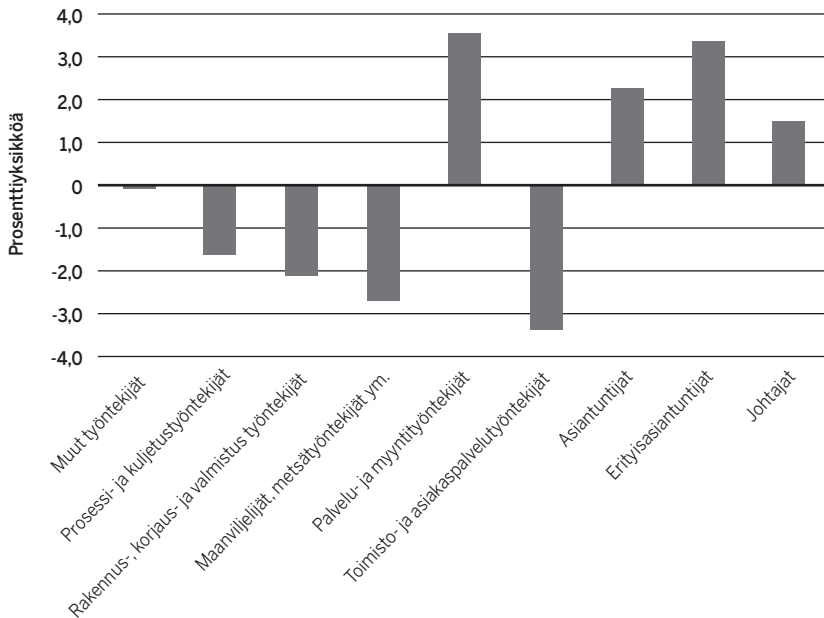
tien tehtäväraakenne. Ammattien ja työtehtävien rakennemuutos onkin ollut yksi tutkituimmista aiheista työn taloustieteen piirissä viime vuosina (ks. esim. Autor ym., 2003; Acemoglu & Autor, 2011; Asplund ym., 2012).

Ammatti- ja etenkin tehtävärakenteiden muutos on ollut sangen kiivasta myös Suomessa 2000-luvulla.² Suomessa on meneillään samantapainen ns. polarisaatiokehitys kuin Yhdysvalloissa ja monissa muissa kehittyneissä teollisuusmaissa. Tässä yhteydessä polarisaatiolla tarkoitetaan kehitystä, jossa työllisistä kasvava osuus on pieni- ja etenkin korkeapalkkaisissa tehtävissä samalla kun keskipalkkaisten tehtävien työllisyysosuus on laskussa.³

Kuviossa 2 on esitetty ammattirakenteiden muutos Suomessa vuosina 1997–2015.⁴ Kuvasta voidaan tehdä seuraavat havainnot:

- Kasvavia ammattiluokkia ovat olleet johtajat, erityisasiantuntijat, asiantuntijat sekä palvelu- ja myyntityöntekijät.
- Erityisen voimakkaasti supistuvia ammattiluokkia ovat olleet toimisto- ja asiakaspalvelutyöntekijät sekä erilaiset teollisuuden ja rakentamisen työntekijäammatit.

Miksi juuri asiantuntijatehtävissä työskentelevien osuus on kasvanut ja toimisto- ja teollisuustyöntekijöiden osuus on laskenut? Ylivoimaisesti tärkein vastaus on jälleen kerran teknologinen kehitys. Supistuneet ammatit ovat sellaisia, jotka



Kuvio 2. Ammattirakenteiden muutos Suomessa vuosina 1997–2015.

Lähde: Eurostat Labour Force Survey ja kirjoittajien laskelmat

²Esimerkkejä kirjallisuudesta ovat Maliranta (2010), Asplund ym. (2011) ja Asplund ym. (2012).

³Suomea koskevia tutkimuksia ovat mm. Maliranta (2010), Asplund ym. (2011), Maliranta (2013), Mitrunen (2013) sekä Böckerman ja Vainiomäki (2014). Muita maita koskevia tuloksia on raportoitu mm. tutkimuksissa Goos ja Manning (2007), Goos ym. (2014), Acemoglu ja Autor (2011) sekä Autor ja Dorn (2013).

⁴Kuviossa esitetään kumulointu vuosimuutos kullekin ammattiryhmälle. Laskelmista on jätetty pois vuodet 2011 ja 2012 merkittävän luokitusmuutoksen vuoksi.

ovat olleet helposti korvattavissa tietotekniikalla tai joita on voitu joustavasti siirtää ulkomaille alhaisemman palkkatason maihin. Kasvaneet ammatit ovat puolestaan sellaisia, joiden suorittamista tietotekniikka tukee.

Tulevaisuuden kartoittamiseksi tuleekin ymmärtää, minkälaisia työtehtäviä tietotekniikalla voidaan korvata ja minkälaisen työtehtävien suorittamisessa tietotekniikka on pikemmin tukea antava työkalu tai apuväline. Seuraavaksi pureudutaan näihin kysymyksiin.

Teknologinen kehitys, työtehtävät ja osaaminen

Robottien ja tietotekniikan vaikutus työmarkkinoille kohdistuu eri tavoin eri työtehtäviin ja siksi myös ammatteihin. Mitkä ovat ne olennaiset seikat, jotka erottavat kirjanpitäjän tuotekehitystyöntekijästä? Miksi kirjanpitäjän ja teollisuustuotteiden kokoonpanijan työ voidaan automatisoida, kun sen sijaan tuotekehittäjän ja tarjoilijan työ on ainakin vielä vaikeasti automatisoitavissa?

Taulukossa 1 esitetään viisi työtehtävien piirrettä, jotka ovat eri tavoin korvattavissa roboteilla tai tietotekniikalla. Tässä keskeistä on se, että ammatit eroavat suuresti siinä, kuinka suuri merkitys näillä eri piirteillä niissä on.

Tuotekehittäjän työssä korostuu *asian tuntija-ajattelu* eli siinä ratkotaan ongelmia, joihin ei ole ennalta määrättyjä ratkaisuja. Työ siis edellyttää luovaa ongelmanratkaisua. Näitä tehtäviä ei vielä voida korvata tietotekniikalla. Tuotekehitykseen liittyy kuitenkin monia muita tehtäviä, jotka ovat niin sanottuja kognitiivisia rutiinitehtäviä eli älyllisiä tehtäviä, jotka seuraavat ennalta määrättyjä sääntöjä.

Tuotekehittäjän tekemät lujuslaskelmat tai materiaalin käyttäytymisen simuloinnit ovat tällaisia tehtäviä. Tuotekehittäjän tuottavuus kasvaa huomattavasti, kun kone hoitaa suoraviivaiset laskutehtävät ja suunnittelija voi keskittyä luovaan ongelmanratkaisuun. Kone siis tukee keskeisellä tavalla tuotekehittäjän työn suorittamista.

Kirjanpitäjän työ puolestaan koostuu pääosin *kognitiivisista rutiinitehtävistä*. Kone pystyy hoitamaan tiliöinnit ihmistä nopeammin, halvemmin ja tarkemmin. Kirjanpitäjän työssä on siis vain vähän elementtejä, joiden suorittamista kone tukisi. Tästä syystä kirjanpitäjän työ voidaan automatisoida.

Palvelu- ja myyntityöntekijöiden osuus taloudessa on myös kasvanut (kuvio 2). Mitä tehtäviä nämä työt sisältävät? Näissä töissä on merkittävä rooli *monimutkaisella kommunikaatiolla* ja *manuaalisilla ei-rutiinitehtävillä*. Monimutkainen kommunikaatio tarkoittaa informaation hankkimista, välittämistä tai ihmisten suostuttelea. Nämä ovat tehtäviä, joissa nykyisellään ihminen on huomattavasti konetta tehokkaampi.

Tarjoilijan työssä puolestaan korostuvat sekä kommunikaatiotehtävät että manuaaliset ei-rutiinitehtävät. Tarjoilijan liikkuminen kahvilassa edellyttää havaitsemista ja kykyä liikkua tilassa, jossa on paljon ihmisiä ja esteitä. Näissä tehtävissä robotit pärjäävät vielä huonosti. Tarjoilijan työtä on siksi hankala korvata robotilla. Toisaalta tietotekniikka ei merkittävästi nosta tarjoilijan tuottavuutta. Tässä suhteessa tarjoilijan työ eroaa tuotekehittäjän työstä.

Teollisuustuotteiden kokoonpanijan työvaiheet koostuvat pääosin *manuaalisista rutiinitehtävistä*. Nämä ovat tehtäviä,

- 1. Asiantuntija-ajattelu:** Näissä tehtävissä ratkotaan ongelmia, joihin ei ole sääntöihin perustuvia ratkaisuja. Tehtävät edellyttävät siis luovaa ongelmanratkaisua. Tähän luokkaan kuuluu suuri osa asiantuntijatehtävistä.
- 2. Monimutkainen kommunikaatio:** Tehtävät edellyttävät kanssakäymistä ihmisten kanssa informaation hankkimiseksi, välittämiseksi tai toisten suostuttelemiseksi toimimaan tämän informaation pohjalta. Esimerkkejä ovat esimies- ja myyntityöt.
- 3. Kognitiiviset rutiinitehtävät:** Kognitiiviset tehtävät, jotka voidaan kuvata loogisilla säännöillä. Monet yksinkertaiset konttoritehtävät kuten esimerkiksi laskutus ja erilaisten hakemusten hyväksyntä kuuluvat tähän luokkaan.
- 4. Manuaaliset rutiinitehtävät:** Fyysiset tehtävät, jotka voidaan kuvata säännöillä. Esimerkiksi monet kokoonpano- ja lajittelutyöt kuuluvat tähän luokkaan.
- 5. Manuaaliset ei-rutiinitehtävät:** Fyysiset tehtävät, joiden suorittaminen edellyttää havaitsemista ja hienomotoriikkaa. Esimerkkejä ovat mm. rakennusten siivoaminen ja autolla ajo kaupungissa.

jotka toistuvat niin samankaltaisina, että ne voidaan kuvata tarkasti. Samankaltaisina toistuvat tehtävät ovat robottien ydinosaamista. Robotti tekee kokoonpanon ihmistä tarkemmin, tehokkaammin ja halvemmalla. Tässä mielessä teollisuustuotteiden kokoonpanijan ja kirjanpitäjän työ on samankaltaista.

Ratkaisevaa siis on, että robotit ja tietokoneet osaavat seurata sääntöjä. Kaikki tehtävät, joiden säännöt tunnemme, voidaan siksi suorittaa ihmistä luotettavammin koneilla. On kuitenkin monia yksinkertaisiakin asioita, jotka ihminen osaa tehdä hyvin, mutta emme tiedä tarkalleen, miten ne teemme. Tätä on kutsuttu Polaniyn paradoksiksi: tiedämme paljon enemmän kuin osaamme kertoa (ks. Autor, 2015). Ihminen osaa tunnistaa hyvinkin erilaisista kappaleista ovatko ne tuoleja, mutta koneelle tämä on haastavaa, sillä on vaikeaa kuvata säännöiksi, mikä tuoli on. Ihminen osaa myös kävellä, mutta emme osaa mallintaa kävelyä niin hyvin, että robotit osaisivat kävellä.

Robottiikka, keinoöly ja tuhoutuvat sekä syntyvät työt

Kuinka monet työpaikat ovat häviämässä automaation myötä? Tätä on pyritty arviomaan tutkimalla ammattien tehtäväsältöjä ja arvioimalla missä määrin näitä tehtäviä voidaan tulevaisuudessa korvata robotiikalla. Eräs tunnetuimmista tutkimuksista on Frey ja Osborne (2013), jotka arvioivat kuinka suurella todennäköisyydellä eri ammatit tulevat automatisoiduksi tulevaisuudessa. Heidän tulostensa mukaan suurella todennäköisyydellä automatisoitavia ammatteja ovat mm. puhelinmyyjät, kirjastovirkailijat, ompelijat ja tiedon tallentajat, kun taas esim. psykologit, sosiaalityöntekijät, palomiehet ja hammaskirurgit ovat turvassa automaatiolta. Pajarinen ja Rouvinen (2014) replikoivat tämän tutkimuksen suomalaisella aineistolla ja päätyivät siihen, että automaatio uhkaa noin joka kolmatta suomalaista työpaikkaa.

Tämäntyyppiset tutkimukset kuitenkin liioittelevat työpaikkojen todellista tuhoa. Tämä johtuu siitä, että ne olettavat teknologian korvaavan kokonaisia ammatteja. Paljon todennäköisempää on, että teknologia korvaa tiettyjä *tehtäviä* ammattien sisällä. Tällä tavoin arvioiden päädytään huomattavasti maltillisempiin arvioihin teknologisen kehityksen aiheuttamasta työpaikkojen tuhosta (Arntz & Zierahn, 2016).

Ammattien korvattavuuden määrittää siis niiden tehtäväsältö ja erityisesti se, kuinka rutiininomaisia ne ovat. Tässä yhteydessä rutiininomaisuus tarkoittaa sääntöihin perustuvuutta. Jos ammatissa on pääosin rutiininomaisia tehtäviä, tullaan se ennemmin tai myöhemmin korvaamaan tietotekniikalla. Jos ammatissa on paljon myös muita tehtäviä, kuten esimerkiksi asiantuntija-ajattelua, tulee ammatin sisältö muuttumaan siten, että kone hoitaa rutiininomaiset tehtävät ja ihminen asiantuntija-ajattelun.

Rutiininomaisuus ei ole kuitenkaan mikään kiveen hakattu laki, vaan sen raja muuttuu jatkuvasti tietotekniikan kehityksen myötä. Keinoälyn eli koneoppimisen kehitys tarkoittaa sitä, että yhä useammat tehtävät muuttuvat rutiininomaisiksi. Oppivat koneet saattavat murtaa myös Polaniyn paradoksin: jos osaamme opettaa koneet oppimaan, ihmisen ei tarvitse tietää luovan ongelmanratkaisun ”sääntöjä”, jos kone voi ratkaista ne itse esimerkiksi tutkimalla miljoonia esimerkkejä luovasta ongelmanratkaisusta.

Kaikesta tästä huolimatta, ollaan vielä kaukana siitä, että roboteilla olisi merkittävä rooli arjessa ja työpaikalla.⁵ Tämä johtuu siitä, että robottien rakentaminen

on hyvin hankalaa ja kallista. Ne toimivat hyvin ennalta määrättyissä tilanteissa ja erittäin säännöllisissä ympäristöissä. Sellaisen robotin luominen, joka osaisi tunnistaa erilaisia tilanteita ja osaisi toimia tilanteen vaatimalla tavalla, ja joka osaisi myös liikkua muuttuvassa ympäristössä, on vielä mahdotonta. Kaikkien tähän tarvittavien teknologioiden yhteensovittaminen on erittäin haastavaa.

Robotiikan työtä korvaava vaikutus on ollut vahvasti esillä julkisessa keskustelussa, mutta uusien töiden syntyminen on herättänyt vähemmän huomiota. Tämä johtuu pitkälti siitä, että on helpompi käsitellä, mitkä nykyisistä työtehtävistä on korvattavissa roboteilla, kuin on kuvitella aivan uusia työtehtäviä.

Uusien teknologioiden hyödyt tulevat näkyviin uusien toimintatapojen, tuotteiden ja palveluiden kautta. Tällaiset uutta teknologiaa hyödyntävät innovaatiot ovat usein sattumanvaraisia ja erittäin vaikeita ennakoita. Esimerkiksi mobiiliteknologian siivittämänä yrityksissä on nykyään sosiaalisen median asiantuntijoita töissä. Tällaisia toimenkuvia ei vielä kymmenen vuotta sitten kuviteltu syntyvän.

Uuden teknologian kehittäminen myös luo uusia työpaikkoja ja -tehtäviä. Tutkimus- ja tuotekehitysammattien merkitys kasvaa. Tämä ei kuitenkaan tarkoita pelkästään insinööriammatteja, vaan monet uudet teknologiat hyödyntävät paljon osaamista ihmistieteiden parista. Ihmisen ja koneen välisen kommunikaation kehittämisessä hyödynnetään esimerkiksi osamista teatterialalta.

⁵<http://robohub.org/why-making-robots-is-still-hard>

Ammattirakenteiden muutos ja koulutetun työvoiman tarjonta

Aivan viime vuosina on esitetty, ettei robotiikan, tietotekniikan ja globalisaation kehitys yksin riitä ammattirakenteiden polarisoitumisen selitykseksi. Vaikka näiden taustatekijöiden voidaan olettaa vaikuttavan kaikkien maiden työmarkkinoihin samalla tavalla, ammatti- ja tehtävärakenteiden polarisoitumisesta on Euroopan eri maissa 1990-luvun puolivälin jälkeen hyvin erilaisia havaintoja: eräissä maissa polarisoituminen on ollut voimakasta, kun toisissa siitä on vasta selkeitä merkkejä tai enintään heikkoja signaaleja (esim. Fernández-Macías, 2012; Fernandez-Macias ym., 2012). Tätä pidetään osoituksena siitä, että taustalla vaikuttaa keskeisellä tavalla myös monia muita tekijöitä, ennen kaikkea maan koulutusjärjestelmä mutta myös työmarkkinoiden keskeiset instituutiot.

Hyvin koulutetun työvoiman laajasta tarjonnasta usein seuraa, että eri ammattien ja tehtävien työllisyysosuudet alkavat muuttua: kasvava osa työllisistä on keskimääräistä korkeampaa osaamista vaativissa töissä. Vastaavasti tyypillisesti keskimääräistä alhaisempaa osaamista vaativissa tehtävissä toimivien osuus supistuu. Hyvin koulutetun työvoiman tarjonnan kasvu on omiaan vauhdittamaan tätä kehitystä. Koska koulutusjärjestelmän ekspansio ja näin ollen myös korkeasti koulutetun työvoiman saanti on mm. Euroopan maissa tapahtunut varsin eri tahdissa (esim. OECD, 2014), ammatti- ja tehtävärakenteet ovat eri maissa muuttuneet eri vauhdilla ja eri tavoin. Tästä on seurannut, että myös työvoiman kysynnän polarisointitrendi on Euroopan työmarkkinoilla ilmennyt eri vahvuksena.

Tulevaisuuden osaaminen

Teknologinen kehitys muuttaa osaamisvaatimuksia muokkamalla sekä ammattirakenteita että tehtäväsisältöjä ammattien sisällä. Tulevaisuudessa yhä useammat kognitiiviset ja manuaaliset rutiinitehtävät automatisoidaan. Tämä tarkoittaa sitä, että näiden taitojen kysyntä työmarkkinoilla vähenee entisestään. Samanaikaisesti ihmisen työtehtäviin sisältyy yhä enemmän luovaa ongelmanratkaisua ja vuorovaikutusta. Tällaisten taitojen kysyntä kasvaa miltei kaikissa ammateissa. Teknologinen kehitys mahdollistaa lisäksi sen, että saamme yhä helpommin, nopeammin ja halvemmalla vastauksia kysymyksiimme. Myös hyvät kysymykset tulevat siksi olemaan entistä suuremmassa arvossa. Työmarkkinoilla pärjätäkseen tarvitsee siis luovaa ongelmanratkaisukykyä sekä vuorovaikutustaitoja mutta myös kykyä kysyä hyviä kysymyksiä.

Teknologisen kehityksen ja globalisaation myötä työelämässä tapahtuvat muutokset ovat vastaisuudessa yhä ennakoimattomampia, äkillisempiä ja ehkä myös nopeampia (Baldwin, 2006). Tässä ympäristössä sopeutumiskyky ja oppimistaidot tulevat olemaan yhä tärkeämpiä ominaispiirteitä riippumatta siitä, pyrkiikö ensimmäistä kertaa työelämään, pyrkiikö muuttuvasta työtilanteesta huolimatta pysymään työelämässä vai pyrkiikö lyhyemmän tai pidemmän katkon jälkeen palaamaan työelämään. Tämä haastaa sekä nuoriso- että aikuiskoulutuksen. Koulutusjärjestelmän tulee huolehtia siitä, että nuorilla on sellaiset valmiudet, jotka avauttavat väylän työelämään. Aikuiskoulutuksen tulisi puolestaan pystyä tarjoamaan joustavia jatko- ja uudelleen koulutusmahdollisuuksia, jotka varmistavat työssä pysymisen ja työelämään palaamisen. Supistuvius-

ta ammateista ja tehtävistä on harvoin, jos koskaan, mahdollista siirtyä suoraan teknologian myötä syntyviin uusiin tai korvaaviin tehtäviin.

Kirjoitus on osa Suomen Akatemian Strategisen tutkimusneuvoston rahoittamaa hanketta "Ammattirakenteen muutos haastaa osaamisen", päätökset 303536 ja 303533.

Lähteet

- Acemoglu, D., & Autor, D. H. (2011). Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. Teoksessa O. Ashenfelter, & D. E. Card (toim.), *Handbook of labor economics* (4B, ss. 1043-1171). Amsterdam: Elsevier.
- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). *The risk of automation for jobs in OECD countries*. OECD Publishing.
- Asplund, R., Barth, E., Lundborg, P., & Nilsen, K. M. (2011). Polarization of the nordic labour markets. *Finnish Economic Papers*, 24(2), 87-110.
- Asplund, R., Kauhanen, A., & Maliranta, M. (2012). *Työtehtävien ja palkkojen dynamiikka*. Helsinki: ETLA b 255. Taloustieto.
- Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30.
- Autor, D. H., & Dorn, D. (2013). The growth of low-skill service jobs and the polarization of the us labor market. *American Economic Review*, 103(5), 1553-1597.
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333.
- Baldwin, R. (2006). *Globalisation: The great unbundling(s)*. Prime Minister's Office, Economic Council of Finland.
- Böckerman, P., & Vainiomäki, J. (2014). Kutistuuko keskiluokka suomessa? *Talous & Yhteiskunta 1/2014*, 40-47.
- Davis, S. J., & Haltiwanger, J. (1990). Gross job creation and destruction: Microeconomic evidence and macroeconomic implications. Teoksessa O. Blanchard ja S. Fischer (toim.), *Nber macroeconomics annual* (ss. 123-168). MIT Press.
- Davis, S. J., Haltiwanger, J. C., & Schuh, S. (1998). *Job creation and destruction*. MIT Press.
- Fernández-Macías, E. (2012). Job polarization in europe? Changes in the employment structure and job quality, 1995-2007. *Work and Occupations*, 39(2), 157-182.
- Fernandez-Macias, E., Hurley, J., & Storrie, D. (2012). *Transformation of the employment structure in the EU and USA, 1995-2007*. Palgrave Macmillan.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?* Oxford, OMS Working Papers.
- Goos, M., & Manning, A. (2007). Lousy and lovely jobs: The rising polarization of work in britain. *Review of Economics and Statistics*, 89(1), 118-133.
- Goos, M., Manning, A., & Salomons, A. (2014). Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring. *American Economic Review*, 104(8), 2509-2526.
- Kauhanen, A., Maliranta, M., Rouvinen, P., & Vihriälä, V. (2015). *Työn murros – riittääkö dynamiikka?* Helsinki: ETLA B 269. Taloustieto.
- Maliranta, M. (2010). Tehtävärakenteiden muutos palkkojen ja tuottavuuden kasvun lähteenä. Teoksessa R. Asplund & M. Kauhanen (toim.), *Suomalainen palkkarakenne: Muutokset - syyt - seuraukset* (ss. 63-82). Helsinki: ETLA b245. Taloustieto.
- Maliranta, M. (2013). *Globalization, occupational restructuring and firm performance*. The Research Institute of the Finnish Economy, Working Papers.
- Maliranta, M. (2014). *Luovan tuhon tie kilpailukykyyn: Miten innovointi vaikuttaa yrityksiin, kansantalouteen ja kansalaisiin*. Helsinki: Tehokkaan tuotannon tutkimussäätiö.
- Mitrunen, M. (2013). *Työmarkkinoiden polarisaatio Suomessa*. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus VATT, Muistiot 33. Helsinki.
- OECD. (2014). *Education at a glance 2014*. Paris: OECD Publishing.
- Pajarinen, M., & Rouvinen, P. (2014). *Computerization threatens one third of finnish employment*. ETLA Brief No 22. Haettu osoitteesta <http://pub.etla.fi/ETLA-Muistio-Brief-22.pdf>