

Tulevaisuusvaliokunnalle

Lausunto työmarkkinoiden polarisoitumisesta

Kiitän valiokuntaa lausuntopyynnöstä. Olemme hiljattain yhdessä Petri Böckermanin kanssa julkaisseet työmarkkinoiden polarisoitumista käsittelevän kirjoituksen *”Kutistuuko keskiluokka Suomessa?”* (Böckerman ja Vainiomäki, 2014), jonka liitän tähän lausuntoon. Kyseisessä kirjoituksessa esitetään, mitä työmarkkinoiden polarisoitumisella tarkoitetaan ja mitkä tekijät voivat aiheuttaa sitä. Artikkelissa esitellään myös Suomea koskevia tutkimustuloksia työmarkkinoiden polarisoitumisesta. Tulokset osoittavat, että työllisyys on kasvanut voimakkaimmin matala- ja korkeapalkkaisissa ammateissa mutta supistunut puolestaan keskipalkkaisissa ammateissa vuosien 1995 ja 2008 välillä. Teknologinen kehitys jota mitattiin yritysten tutkimus- ja tuotekehitysinvestoinneilla, selittää osaltaan tätä kehitystä. Palkkaerot ovat sitä vastoin kasvaneet tasaisesti palkkatason mukaan eli reaali-palkkojen nousu on ollut suurempaa korkeapalkkaisilla. Molemmat tekijät ovat siis vaikuttaneet tuloerojen kasvuun Suomessa tällä aikavälillä.

Toivon että valiokunta tutustuu tarkemmin kirjoitukseemme, koska siinä esitetään juuri niitä asioita, joita käsittelisin lausunnossani, jos kyseistä kirjoitusta ei olisi olemassa. Keskityn tässä lausunnossa täydentämään kirjoitustamme uudemmilla tutkimustuloksilla ja sellaisilla teemoilla, joita kirjoituksessamme ei käsitelty.

Polarisoitumiskehitys jatkunut ainakin vuoteen 2013 saakka

Ensimmäiseksi totean, että työllisyyden polarisoitumiskehitys on jatkunut Suomessa myös finanssikriisin jälkeisenä aikana vuodesta 2008 vuoteen 2013, kuten kuvio 1 osoittaa. Ammatit on kuviossa jaettu niiden mediaanipalkan mukaan 25 luokkaan, joiden työllisyyden muutos vuodesta 2008 vuoteen 2013 esitetään pystyakselilla. Muutokset esitetään ”tasoitettuna”, niin että saadaan paremmin esille yleiskuva muutoksista. Kuvio osoittaa, että työllisyyden kasvua on myös finanssikriisin jälkeen tapahtunut ainoastaan matala- ja korkeapalkkaisissa ammateissa. Sen sijaan keskipalkkaisten ammattien työllisyysosuus on pienentynyt. Tämä poikkeaa Beaudry et al. (2016) dokumentoimasta kehityksestä Yhdysvalloissa, jossa korkeammin koulutettujen tai palkattujen ammattien työllisyyden kasvu hidastui tai hiipui kokonaan vuoden 2000 jälkeen.

Syyksi tähän kehitykseen Beaudry et al. (2016) esittävät tietokonevallankumouksen ”kypsymisen”. Se merkitsee sitä, että uuden innovaation leviämiseen liittyvän tietokonepääomakannan kasvattaminen (1990-luvulla) vaati enemmän tietotyötä kuin sen ylläpitäminen (2000-luvulla) vaati. Vaihtoehtoisesti tämän tyyppinen kehityskulku voi johtua siitä, että teknologian, erityisesti ns. tekoälyn, kehitys on alkanut vähentää myös korkeammin koulutettujen kysyntää. Esimerkkinä tästä voidaan mainita oikeuspäätösten tekstianalyysi tietokoneilla, kun siihen aikaisemmin tarvittiin suuri joukko pitkälle koulutettuja lakimiehiä. Myös kommunikaatioteknologian kehittyminen mahdollistaa korkeammin koulutettujen tehtävien ulkoistamisen ulkomaille (esimerkiksi röntgenkuvien analysointi ulkomailla ja ohjelmointityön ulkoistaminen). Ainakaan toistaiseksi Suomen työmarkkinoihin ei näyttäisi siis (vielä?) vaikuttaneen tämän kaltainen korkeasti koulutettujen kysynnän lasku esimerkiksi tekoälyn vaikutuksesta. Tosin viimeaikaiset pankkisektorin ilmoitukset työvoiman vähennyksistä lähitulevaisuudessa saattavat olla merkkejä tämän suuntaisesta kehityksestä tulevaisuudessa, mutta sen laajamittaisesta toteutumisesta ei ole siis tilastollista näyttöä ainakaan vuoteen 2013 mennessä.

Uusi teknologia syrjäyttää rutiininomaista ja matalasti koulutettua työtä

Böckerman, Laaksonen ja Vainiomäki (2016) tarkastelevat uuden tieto- ja kommunikaatioteknologian (ICT) käyttöönoton vaikutuksia yritystasolla työvoiman kysynnän rakenteeseen. Kuvio 2 osoittaa, että työllisyyden polarisaatio yritysten sisällä selittyy ICT:n käytöllä eli uusien tietokoneita hyödyntävien teknologioiden käyttämisellä yrityksissä. Kuviossa esitetään kolmen ammattiryhmän työllisyysosuuksien havaittu muutos (tumman sininen käyrä) ja kolmen ICT faktorin yhdessä ennustama muutos niissä (keltainen käyrä). Rutiiniammattien työllisyysosuus pieneni lähes 6 %-yksiköllä vuosien 2002 ja 2008 välillä. Tästä noin 4,5 %-yksikköä (kolme neljäsosaa) voidaan selittää ICT teknologioiden hyödyntämisessä tapahtuneella yhden keskihajonnan suuruisella muutoksella. Vastaavasti abstraktien (kognitiivisten ei-rutiini) ammattien noin 5 %-yksikön työllisyysosuuden kasvu voidaan selittää kokonaisuudessaan ICT muuttujien yhden keskihajonnan suuruisella muutoksella. Tulokset osoittavat siis, että yritysten väliset erot uuden ICT teknologian käytössä selittävä osaltaan rutiinityön kysynnän vähentymistä ja abstraktin ei-rutiinityön kysynnän kasvua yritystasolla.

Tutkimuksessa tarkasteltiin vastaavalla tavalla kysynnän muutoksia kolmella koulutustasolla (korkea-aste, keskitaso, perustaso). Tulokset poikkeavat ammattiryhmittäisistä tuloksista siten, että ICT vähentää perustason koulutettujen kysyntää enemmän kuin keskitason koulutettujen kysyntää, joka pysyy suurin piirtein ennallaan. Tämä on ristiriidassa polarisaatioon liittyvien selitysten ja joidenkin aikaisempien tulosten kanssa. Rutiinityön vähenemisestä aiheutuvan polarisaation on yleensä ajateltu vähentävän nimenomaan

keskitason koulutettujen keskipalkkaisten töiden kysyntää ja esimerkiksi Michaels et al. (2010) saavat sitä tukevia empiirisiä tuloksia toimiala-maa paneeliaineistolla. Böckerman et al. (2016) tulokset Suomen yritystasoisella aineistolla poikkeavat siis tästä. Selityksenä on, että huomattava osa keskitason koulutetuista (noin neljäsosa) työskentelee abstrakteissa ammateissa joiden kysyntää ICT lisää. Siis ainakin osa keskitason koulutetuista työskentelee sellaisissa työtehtävissä joita tietokoneet eivät (ainakaan vuoteen 2008 mennessä) olleet syrjäyttäneet. On kuitenkin selvää, että kyseinen koulutusluokka on sen verran heterogeeninen, että osa työtehtävistä oli jo tullut ja on tulevaisuudessa vaarassa tulla syrjäytetyksi. Asia vaatisi tarkempaa selvittämistä jatkossa – minkälainen keskitason koulutus on syrjäytymisuhan kohteena ja minkälainen koulutus on antanut mahdollisuuksia pärjätä kilpailussa automaatiota ja rutiinivaihtelun korvaamisesta vastaan?

Kuinka polarisaatio vaikuttaa yksilötasolla?

Kauhanen ja Maczulskij (2016) keskittyivät polarisaation vaikutuksiin yksilötasolla. He tarkastelivat rutiinivaihtelussa vuonna 1995 olleiden henkilöiden ammatteja ja mahdollista ei-työllisyyttä vuonna 2009. Tarkastelujen perusteella kognitiivisissa rutiiniammateissa (toimistotyö ym.) työskennelleet ovat pärjänneet työmarkkinoilla paremmin kuin fyysisissä rutiiniammateissa (teollisuustyö ym.) vuonna 1995 työskennelleet. He työllistyivät suuremmalla todennäköisyydellä korkeammin palkattuihin kognitiivisiin ei-rutiiniammatteihin (asiantuntijat ym.), eivätkä päätyneet työttömiksi tai työmarkkinoiden ulkopuolelle yhtä usein kuin fyysisissä rutiiniammateissa olleet. Yhdessä edellisessä jaksossa esitetyn koulutustasoon liittyvän tuloksen kanssa tämä merkitsee, että ns. rutiiniammattien joukko ja niiden työtehtävät ovat niin erilaisia, että niitä ei voida käsitellä yhtenä kokonaisuutena. Osalla työntekijöistä on joko koulutuksensa tai aikaisemmassa ammatissa hankitun osaamisen perusteella helpompaa siirtyä uusiin ammatteihin ja tehtäviin kuin toisenlaisen taustan omaavilla. Tarvitaan tarkempia tutkimuksia minkälainen koulutus ja työkokemus ovat osittain suojaaneet työntekijöitä muutostilanteissa, ja minkälaisen taustan omaaviin pitäisi kohdistaa erityistoimenpiteitä uudelleentyöllistymisen helpottamiseksi.

Ammattien häviäminen vs. tehtävien muutos

Frey ja Osbornen (2013) esittivät laskelman, että USA:n työllisyydestä 47% vuonna 2010 oli ammateissa, joiden korvautuminen tietokoneilla ja keinoälyllä oli erittäin todennäköistä. Pajarinen ja Rouvinen (2014)

esittivät vastaavalla tavalla, että kolmasosa Suomen työllisyydestä oli korkean tietokoneistettavuuden riskin ammateissa. Freyn ja Osbornen (2013) tarkastelu on saanut osakseen melko voimakasta kritiikkiä. Ensinnäkin se pohjautuu asiantuntijoiden arvioihin, kuinka keinoälyn, robotiikan ja sensoreiden kehitys tulevaisuudessa tekee periaatteessa mahdolliseksi korvata tietyn ammatin työtehtävät uudella tietokonepohjaisella teknologialla. Tarkastelu kuvaa siis vain potentiaalia työn korvaamiseen, mutta ei sisällä lainkaan arviota potentiaalin toteutumisesta. Usein uuden teknologian käyttöönottoa ja leviämisenopeutta yliarvioidaan. Toiseksi tarkastelussa ei ennakoita muiden panosten eli työn ja pääoman hinnan kehitystä ja saatavuutta. Laajamittaisten investointien seurauksena pääoman hinnan nousu ja saatavuus hidastaisi investointeja. Samoin korkean osaamisen työvoiman hinta nousisi ja hidastaisi kehitystä, jos koulutusjärjestelmä ei laajennu vastaamaan kasvaneeseen kysyntään. Kolmanneksi jos matalan koulutustason työstä syntyy ylitarjontaa, se tekee entistä kannattavammaksi panostaa kyseistä työpanosta hyödyntävään teknologiaan sitä syrjäyttävän teknologian sijaan ns. endogeenisen teknologisen kehityksen mallin mukaisesti. Lisäksi poliittinen ohjaus ja sääntely saattavat hidastaa kehitystä, jos sen välittömät työllisyyttä vähentävät vaikutukset muodostuvat yhteiskuntapoliittisesti kestävämmän suuriksi. Kaikki nämä tekijät siis hidastavat ennusteen toteutumista teknologian potentiaalista kehitystä vastaavalla vauhdilla.

Toinen ongelmakohta Freyn ja Osbornen (2013) tarkasteluissa on, että se olettaa tietokoneiden korvaavan kaiken ihmistyön ammatissa eli ammatti ikään kuin häviää kokonaan. On todennäköisempää, että uudet tietokonepohjaiset teknologiat sen sijaan syrjäyttävät vain osan ammatin työstä, koska niitä käytetään vain sellaisten rutiininomaisten työtehtävien korvaamiseen, joissa tietokoneilla on suhteellinen etu ihmistyöhön verrattuna. Ammattien sisällä siis työtehtävät muovautuvat uudella tavalla ja ihmistyö kohdistuu entistä enemmän analyttisiin ja ihmisten välistä vuorovaikutusta edellyttäviin tehtäviin, joiden tekemistä tietokonepohjaiset keinoälyn pohjautuvat järjestelmät helpottavat ja tehostavat, eivätkä korvaa niitä.

Arntz et al. (2016) ovat tehneet tähän ajattelutapaan pohjautuvan vaihtoehtoisen arvion eri ammattien automatisoitavuudesta ja kuinka suuri osa työstä on korkean automatisoitavuuden riskin ammateissa (joissa todennäköisyys työtehtävien automatisoitavuuteen on yli 70%). Kuviossa 3 on esitetty korkean riskin työntekijöiden osuudet eri maissa Arntz et al. (2016) tarkastelun mukaan. Sen perusteella esimerkiksi arvio korkean riskin osuudesta Yhdysvaltojen työllisyydessä putoaa 9%:iin. Osuus on sama 9% OECD maissa keskimäärin, mutta maiden välillä on jonkin verran vaihtelua. Suomessa korkean riskin osuus on 7% tämän arvion mukaan, eli vain viidesosa Pajarisen ja Rouvisen (2014) esittämästä arviosta. On syytä vielä korostaa, että Arntz et al. (2016) arvio perustuu ja ottaa huomioon myös sen, että yksittäiset työntekijät samassa ammatissa eivät kaikki tee työtään täsmälleen samoin, vaan työtehtävien kokonaisuudet vaihtelevat henkilöiden välillä. Esimerkiksi työtehtävien organisointi eri yrityksissä vaihtelee, tai saman yrityksen sisällä samassa ammatissa eri henkilöt erikoistuvat erilaisiin tehtäviin, joiden automatisoitavuus vaihtelee. Myös

tämä johtaa osaltaan siihen, että yksilö- ja tehtäväpohjainen arviointi antaa pienempiä ennusteita työn automatisoitavuudelle.

Arntz et al. (2016) tarkastelevat lisäksi, kuinka työtehtävien automaation riski vaihtelee koulutustason mukaan. Kuvion 4 mukaan yli 50 % perustason koulutetuista työskentelee työtehtävissä, joissa on korkea riski automaatiolle. Myös alimmalla toisen asteen koulutustasoilla 40% henkilöistä on korkean riskin työtehtävissä. Vastaavasti korkea-asteen tutkinnon suorittaneilla korkean automatisoitavuuden riskit ovat erittäin pieniä tai olemattomia. Tämä tulos on sopusoinnussa yllä esitetyn Böckerman et al. (2016) tuloksen kanssa, että ICT on vähentänyt eniten perusasteen koulutettujen töitä. Näiden tulosten mukaan suurimmassa vaarassa tulla korvatuiksi tietokoneilla eivät ole olleet keskitason koulutetut vaan kaikkein vähiten koulutetut työntekijät. Tämä merkitsee sitä, että koulutustason nostamiseen tähtäävällä koulutuspolitiikalla on erittäin merkittävä rooli, kun suunnitellaan keinoälyn ja robotiikan edellyttämiä yhteiskuntapoliittisia toimenpiteitä tulevaisuutta ajatellen.

Teknologinen työttömyys vs. kasvua kaikille (useimmille)

Työmarkkinoiden polarisoituminen merkitsee työvoiman kysynnän rakenteen ja suhteellisten palkkojen muutoksia. Teknologisen kehityksellä ajatellaan kuitenkin usein olevan myös voimakkaampia vaikutuksia, kuten kokonaistyöllisyyden väheneminen ("työn loppu") tai reaali-palkkojen lasku keskimäärin tai jopa kaikilla työntekijöillä. Perinteinen talousteoria on rakentunut kahdelle säännönmukaisuudelle tai empiiriselle tosiasialle. Ensinnäkin työn tuottavuus on kasvanut tasaisesti vuosikymmenien ajan, mutta työttömyydessä ei ole havaittavissa pysyvää trendinomaista kasvua. Tämä kumoaa siis ajatuksen, että teknologinen kehitys ja tuottavuuden kasvu vääjäämättä johtaisivat teknologiseen työttömyyteen. Toiseksi, työn tulo-osuus on historiallisesti pysynyt karkeasti ottaen vakiona, joka tarkoittaa sitä, että reaali-palkat ovat keskimäärin kasvaneet yhtä nopeasti kuin työn tuottavuus. Sen sijaan että teknologinen kehitys olisi johtanut työttömyyteen se näyttäisi olleen reaali-palkkojen ja siten hyvinvoinnin kasvun keskeinen lähde.

Viime aikoina on eri maissa havaittu kuitenkin pysyvämpiä työn tulo-osuuden laskuja, joka on herättänyt kysymyksen sen syistä ja kuinka pysyvästä ilmiöstä on kyse. Selitykseksi on tarjottu mm. tietokoneiden tai yleisemmin ICT teknologian laatukorjatun hinnan laskua, joka riittävän suurella pääoman ja työn substituoitavuudella johtaa työvoiman korvaamiseen ICT pääomalla ja työn tulo-osuuden laskuun. Toinen mahdollinen selitys on teknologisen kehityksen luonteen muuttuminen entistä enemmän työtä säästäväksi esimerkiksi robotisaation ja keinoälyn kehittymisen seurauksena. Kolmas selitys liittyy digitalisaation mahdollistamaan markkinoiden keskittymiseen, jonka seurauksena tehokkaimmat yritykset, joissa työn

tulo-osuus on pienempi, valtaavat markkinat ("winner takes all"). Tuotannon keskittyessä entistä enemmän matalan tulo-osuuden yrityksiin, työn tulo-osuus kansantulosta pienenee.

Myös vaihtoehtoisia teoreettisia malleja on esitetty, joissa lopputuloksena ei ole työn kysynnän ja tulo-osuuden romahtaminen, vaan taloudessa on kompensoivia mekanismeja, jotka alkavat toimia, kun työn hinta laskee työvoimaa säästävän teknologisen kehityksen seurauksena; esimerkiksi Acemoglu ja Restrepo (2016). Työn hinnan lasku johtaa teknologisen kehityksen suuntautumiseen työtä säästäväistä innovaatioista kohti työtä *käyttäviä* innovaatioita, koska työ on nyt entistä edullisempaa käyttää. On selvää, että tällaiset mekanismit vaikuttavat, jos vaikuttavat, vasta hyvin pitkällä aikavälillä ja saattavat johtaa pitkähköiksi ajoiksi työn kysynnän laskuun ja edellyttää niin suuria työn hinnan laskuja, että siitä aiheutuu toimeentulo-ongelmia suurelle osalle työvoimaa pitkiksi ajoiksi. Vaikka taloudessa olisi siis tasapainottavia mekanismeja pitkällä aikavälillä, niin ne eivät kumoakaan negatiivisia vaikutuksia sopeutumisprosessin aikana, joka voi kestää pitkään.

Autor ja Salomons (2017) tarkastelevat tuottavuuden kasvun työllisyysvaikutuksia maa-toimiala-paneeliaineistolla vuosilta 1970-2007. Vaikka historialliseen aineistoon perustuvat tulokset eivät sinänsä ratkaisekaan kysymystä teknologisen kehityksen vaikutuksista tulevaisuudessa, niin tutkimuksen tulokset ovat kiinnostavia. Ensinnäkin toimialan työn tuottavuuden kasvu vähentää toimialan omaa työllisyyttä, joka näyttäisi vahvistava teknologisen kehityksen työn kysyntää vähentävän vaikutuksen. Toiseksi Autor ja Salomons (2017) kuitenkin havaitsevat että maiden välisessä vertailussa työllisyys kasvaa, kun maan tuottavuus kasvaa. Tämä johtuu siitä, että toimialojen tuottavuuden kasvulla on ns. ylivuotovaikutuksia muihin toimialoihin. Reaalitulojen noustessa tuottavuuden kasvun johdosta, muiden toimialojen tuotantoon kohdistuu suurempi kysyntä. Toiseksi, toimialojen välillä on välituotekysyntään liittyviä yhteyksiä, joiden seurauksena yhden toimialan kasvu lisää muiden toimialojen kysyntää. Nämä epäsuorat vaikutukset näyttävät tulosten valossa olevan niin voimakkaita, että ne riittävät kumoamaan tuottavuuden kasvun suoran työn kysyntää vähentävän vaikutuksen. Kokonaisuutena ottaen, tuottavuuden kasvu ei siis ole johtanut työn kysynnän vähenemiseen, vaan pieneen kasvuun maiden välisessä vertailussa.

Autor ja Salomons (2017) osoittavat myös kolmannen, erittäin tärkeän tuloksen. Vaikka työn kysyntä kokonaisuutena ei olekaan vähentynyt, niin työn kysynnän rakenne on muuttunut työmarkkinoiden polarisoitumista vahvistavalla tavalla eli työllisyys näyttää keskittyvät matala- ja korkeapalkkaisiin töihin tuloeroja kasvattavalla tavalla. Työn tuottavuuden kasvu erityisesti teollisuudessa on johtanut kysynnän kasvuun palvelualoilla. Palvelut jakautuvat puolestaan korkean osaamisen palveluihin, kuten terveydenhuolto, koulutus ja rahoituspalvelut, ja matalan koulutuksen palveluihin kuten siivous, ruokapalvelut tai henkilökohtainen perushoito sairaaloissa ja vanhuspalveluissa. Tämä kysynnän rakennemuutos on keskeinen selittävä tekijä työn kysynnän rakennemuutoksessa koulutustason mukaan.

Böckerman et al. (2016) havaitsivat vastaavan ilmiön Suomessa. Palveluammattien kysynnän kasvua selitti pääasiassa tuotannon siirtymät yritysten välillä eli hyödykekysynnän rakennemuutos, ei niinkään teknologian vaikutus yritysten sisäiseen työn kysynnän rakenteeseen. Vastaavia tuloksia ovat raportoineet muutkin tutkimukset. Gregory, Salomons ja Zierahn (2016) havaitsivat myös, että rutiinityötä säästävän teknologisen kehityksen työn kysyntää vähentävät vaikutukset kumoutuivat hyödykekysynnän muutoksiin liittyvillä epäsuorilla vaikutuksilla.

Graetz ja Michaels (2015) havaitsivat että toimialojen robottien käytöllä oli positiivisia vaikutuksia toimialojen tuottavuuteen ja palkkoihin, mutta ei vaikutusta työtuntien kokonaismäärään 17 EU maassa. Toisaalta, Acemoglu ja Restrepo (2017) havaitsivat USA:n alueellisella aineistolla työllisyyden ja palkkojen laskua eniten robotisoituneilla alueilla aikavälillä 1990-2007. Näiden kahden tutkimuksen päinvastaisista tuloksista johtuen täytyy todeta, että robotisaation työmarkkinavaikutukset ovat avoin kysymys. Robotisaation työllisyysvaikutuksia koskevat tutkimukset ovat toistaiseksi koskeneet teollisia robotteja. Hoivarobottien sekä keinoälyn ja koneoppimisen vaikutuksista ei vastaavaa tutkimusta vielä ole. Lopuksi on muistutettava, että mennyt kehitys ei takaa, että teknologisen kehityksen vaikutukset tulevaisuudessa ovat samanlaisia.

Tampereella 14.11.2017

Jari Vainiomäki

Professori

Tampereen yliopisto

Lähteet

Acemoglu, Daron and Pascual Restrepo. "The Race Between Machine and Man: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment." NBER Working Paper No. 23077, May, 2016.

Acemoglu, Daron and Pascual Restrepo. "Robots and Jobs: Evidence from U.S. Labor Markets." NBER Working Paper No. 23285, March, 2017.

Arntz, Gregory ja Zierahn, The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries. OECD Working Papers 189, 2016

Autor David ja Anna Salomons, " Does Productivity Growth Threaten Employment?", Paper prepared for the ECB Forum on Central Banking, June 2017.

Beaudry Paul, David A. Green, ja Benjamin M. Sand, "The Great Reversal in the Demand for Skill and Cognitive Tasks," Journal of Labor Economics 34, no. S1 (Part 2, January 2016): P199-S247.

Böckerman Petri ja Jari Vainiomäki, "Kutistuuko keskiluokka Suomessa?", Talous & Yhteiskunta, no. 1, 2014: S40-47.

Böckerman, Laaksonen ja Vainiomäki, "Are Jobs more Polarized in ICT Firms?", IZA Discussion Papers 9851, Insitute for the Study of Labor, 2016.

Frey, C.B. & Osborne, M.A. (2013), The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization? University of Oxford, Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology. Ilmestynyt Technological Forecasting and Social Change 2015, 114: P254–280

Graetz, Georg, and Guy Michaels. 2015. "Robots at work." CEP Discussion No. 1335.

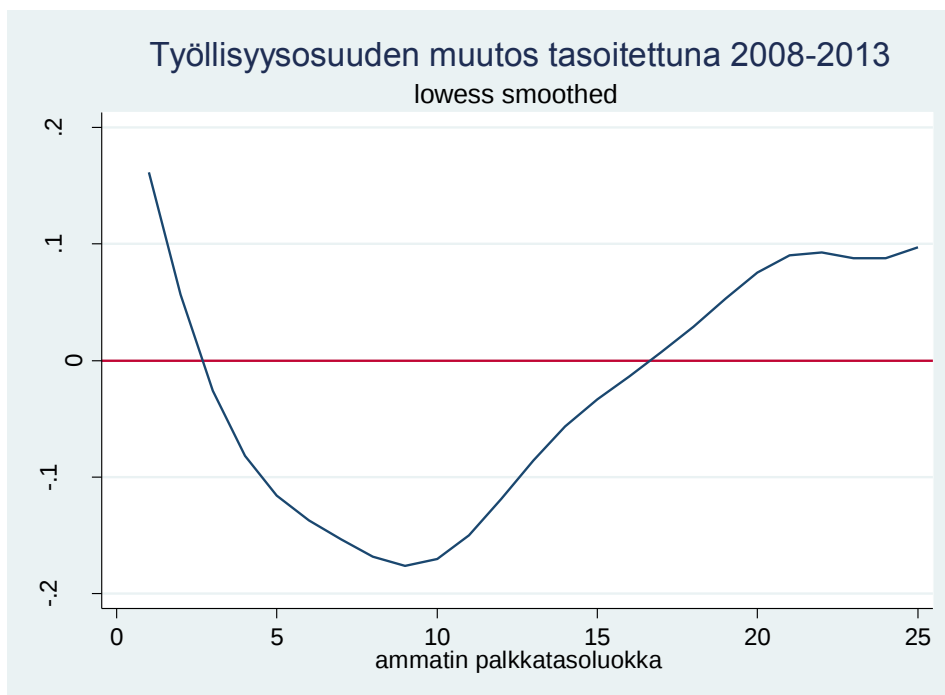
Gregory, Terry, Anna Salomons, and Ulrich Zierahn. "Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe." Utrecht School of Economics, Tjalling C. Koopmans Research Institute, Discussion Paper Series 16-05, July 2016.

Maczulskij Terhi ja Merja Kauhanen, "Työmarkkinoiden polarisaatio ja työvoiman liikkuvuus – mihin rutiininomaista työtä tekevät työntekijät päätyvät?" Kansantaloudellinen aikakauskirja 2016, 112:3, p. 285-296.

Michaels G., Natraj A. and Van Reenen J. "Has ICT Polarized Skill Demand? Evidence from Eleven Countries over 25 years." Centre for Economic Performance, CEP Discussion Paper 987, June 2010.

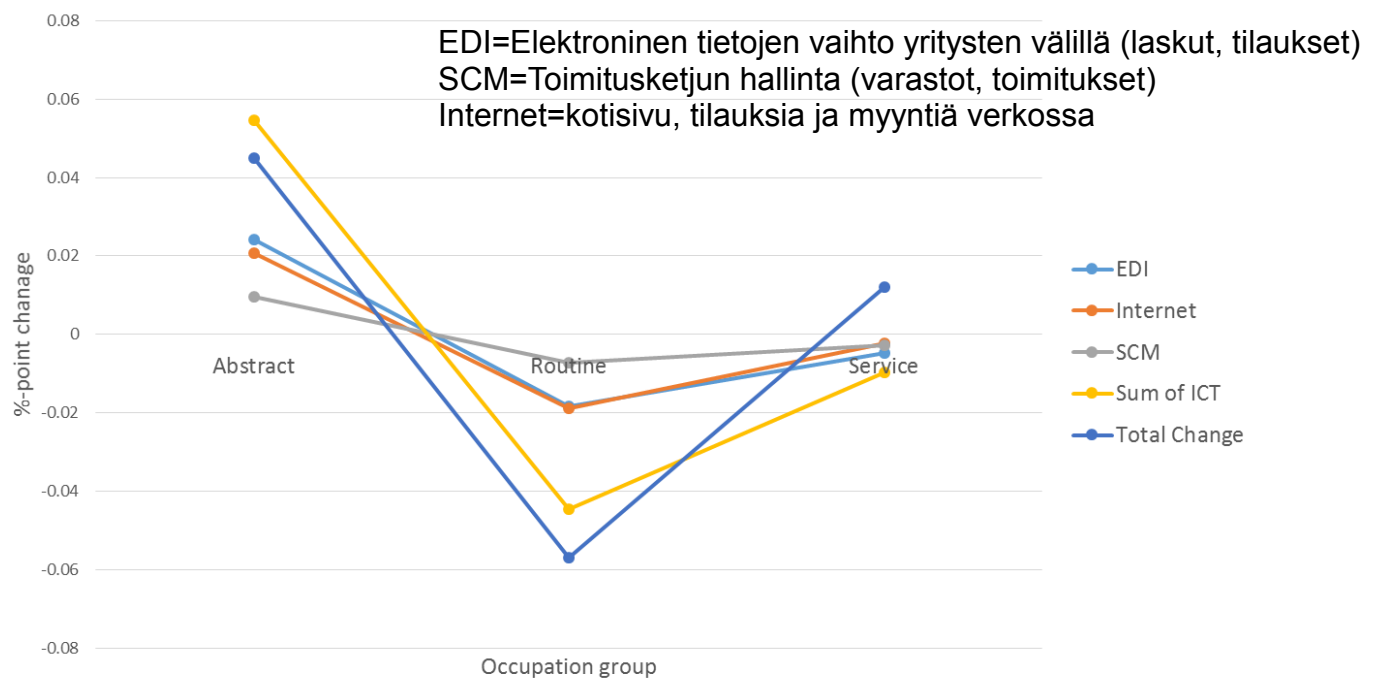
Pajarinen, M. ja Rouvinen, P. (2014), Computerization Threatens One Third of Finnish Employment, ETLA Muistio 22.

Kuvio 1. Työllisyyden muutos vuosina 2008-2013 ammattien palkkatason mukaan (tasoitettuna)



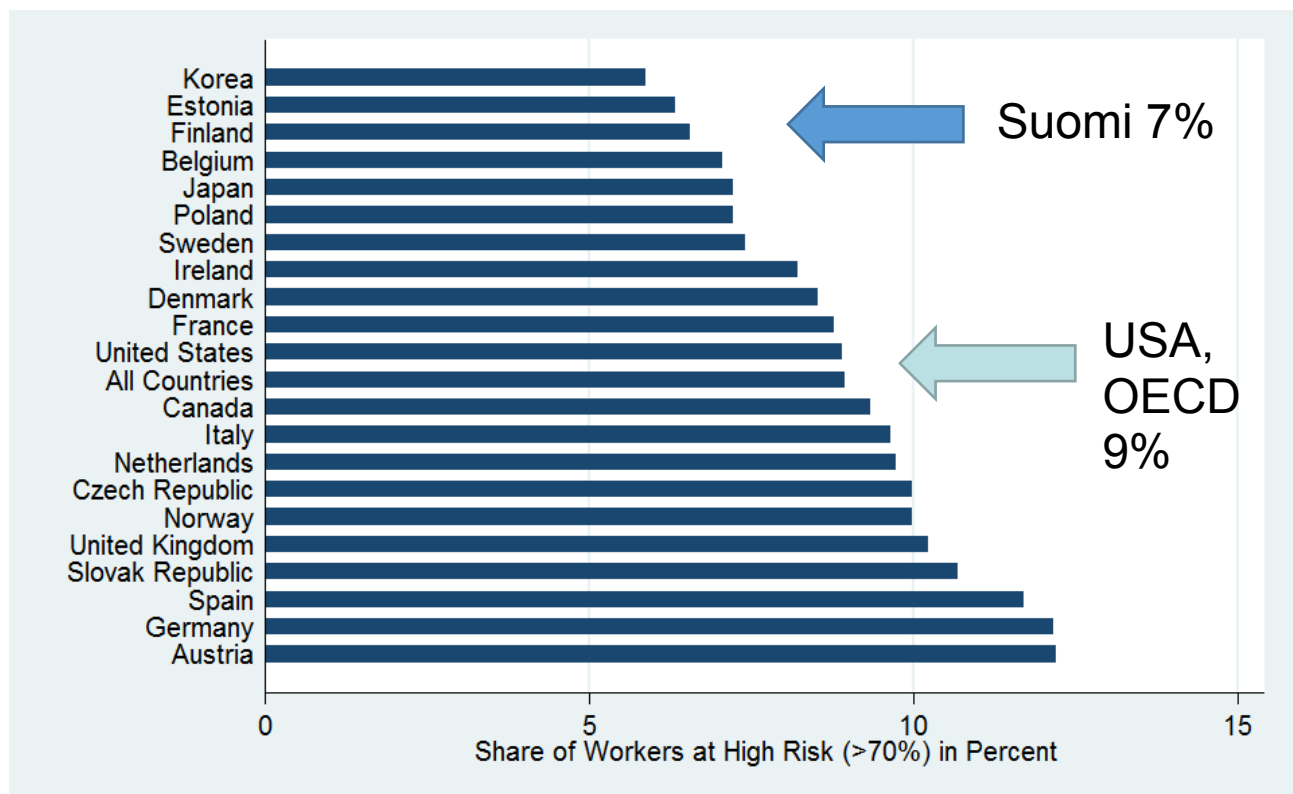
Lähde: Omat laskelmat Harmonisoidun pakkarakenneaineiston perusteella.

Kuvio 2. ICT käytön vaikutus eri ammattiryhmien työn kysyntään yritystasolla



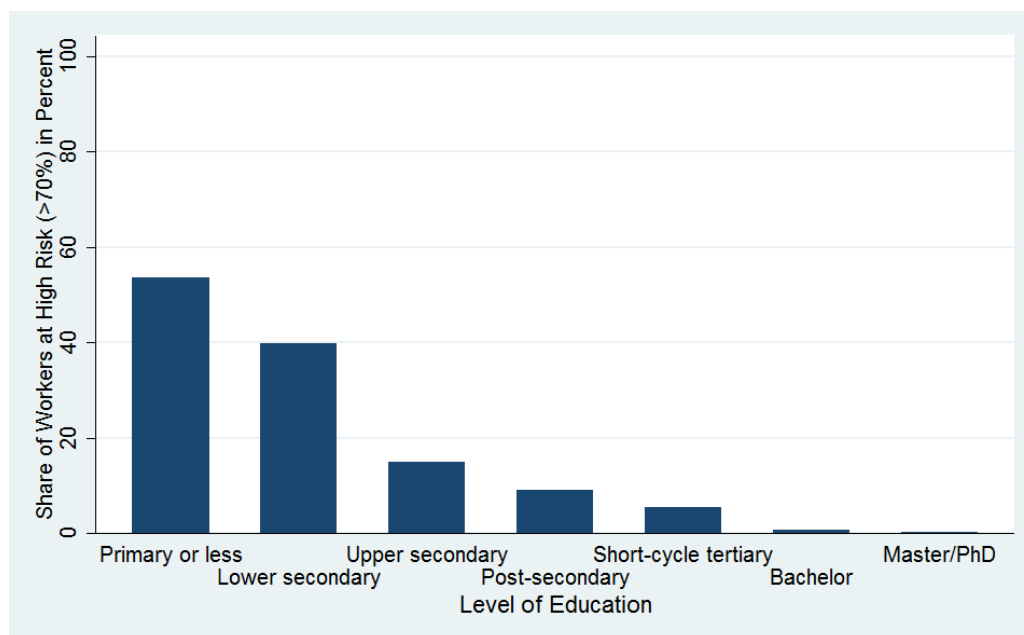
Lähde: Böckerman, Laaksonen ja Vainiomäki, Are Jobs more Polarized in ICT Firms?, IZA Discussion Papers 9851, Insitute for the Study of Labor, 2016.

Kuvio 3. Korkean automatisoitavuuden riskissä olevan työn osuudet eri maissa



Lähde: Arntz, Gregory ja Zierahn, The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries. OECD Working Papers 189, 2016

Kuvio 4. Korkean automatisoitavuuden riski suurempi matalilla koulutustasoilla



Lähde: Arntz, Gregory ja Zierahn, The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries. OECD Working Papers 189, 2016

Kutistuuko keskiluokka Suomessa? ★

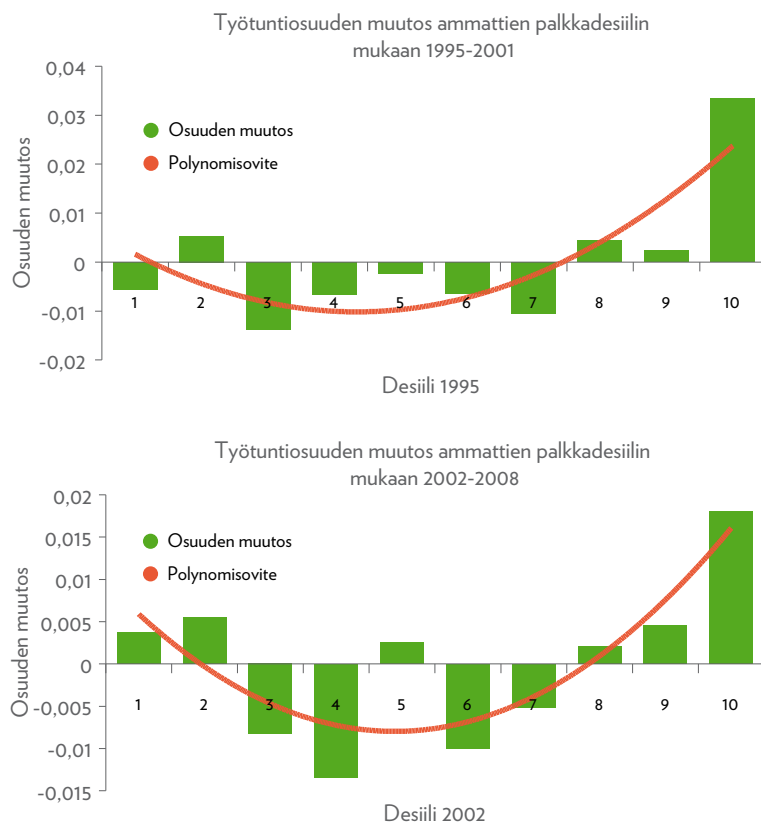
Tämän artikkelin tarkoituksena on esitellä, mitä työmarkkinoiden polarisoitumisella tarkoitetaan ja mitkä tekijät voivat aiheuttaa sitä. Artikkelissa esitellään myös uusia Suomea koskevia tutkimustuloksia työmarkkinoiden eriytymiskehityksestä. Tulokset osoittavat, että työllisyys on kasvanut voimakkaimmin matala- ja korkeapalkkaisissa ammateissa mutta supistunut puolestaan keskipalkkaisissa ammateissa. Tämä tukee näkemystä keskiluokan kutistumisesta. Palkkaerot ovat sitä vastoin kasvaneet tasaisesti palkkatason mukaan eli reaali-palkkojen nousu on ollut suurempaa korkeapalkkaisilla.

Julkisuudessa on viime aikoina keskusteltu “keskiluokan kutistumisesta”. Taloustieteellisessä tutkimuksessa käsitellään vastaavasti työmarkkinoiden polarisoitumista. Sillä viitataan tavallisimmin muutoksiin, joita on tapahtunut työtehtävien (ammattien) osuuksissa kaikista työpaikoista, so. työllisyydestä. Polarisoitumisella tarkoitetaan tällöin työllisyyden rakenteen muuttumista siten, että keskipalkkaisten työtehtävien (ammattien) osuus kokonaistyöllisyydestä pienenee samalla kun sekä matalapalkkaisten että korkeapalkkaisten työtehtävien (ammattien) osuudet työllisyydestä kasvavat.

Polarisoitumista on havaittu useissa teollisuusmaissa kuten Yhdysvalloissa, Isossa-Britanniassa ja Saksassa (esim. **AUTOR ET AL.** 2006; **GOOS JA MANNING** 2007; **SPIZ-OENER** 2006). Vastaavaa kehitystä on havaittu myös Suomessa ja muissa Pohjoismaissa (**ASPLUND YM.** 2001; **MITRUNEN** 2013; **BÖCKERMAN YM.** 2013). Sen taustalla vaikuttavia syitä on kuitenkin tutkittu huomattavasti vähemmän, erityisesti Suomessa.¹

Kuvio 1 havainnollistaa työllisyys-osuuksissa tapahtunutta polarisoitumista Suomessa ajanjaksolla 2002-2008

Kuvio 1. Työllisyyspolarisaatio Suomessa.

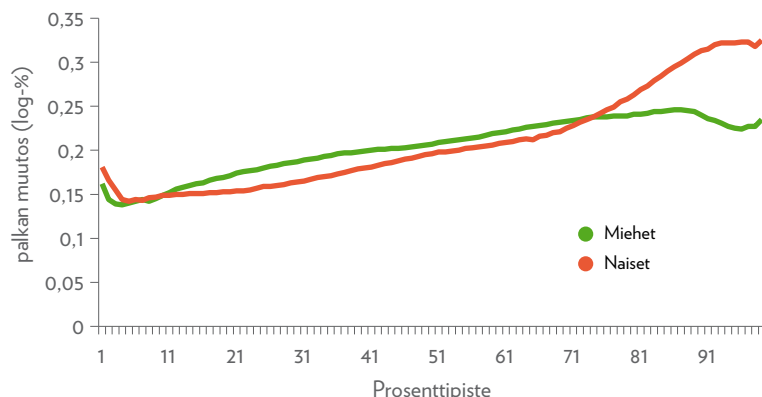


JARI VAINIOMÄKI (ylh.) ja PETRI
BÖCKERMAN näkevät, että viime
aikoina tapahtunut keskiluokan
kutistuminen voi jäädä tilapäiseksi
ilmiöksi.



KESKILUOKAN KUTISTUESSA MATALA- JA KORKEAPALKKAISTEN OSUudet TYÖSSÄKÄYVISTÄ KASVAVAT.

Kuvio 2. Reaalipalkan kasvu 1995–2008 palkkatason mukaan.



(ja 1995–2001).² Se kuvaa työllisyyden muutoksia eri palkkatason ammattiteissa. Ammatit on jaettu kymmeneen työllisyydeltään yhtä suureen ryhmään (desiiliin) niiden mediaanipalkan perusteella nousevassa järjestyksessä vuonna 2002 (1995). Kuvion 1 perusteella kahden matalapalkkaisimman ammattiryhmän ja kolmen korkeapalkkaisimman ammattiryhmän työllisyysosuudet kasvoivat aikavälillä 2002–2008. Palkkajakauman keskivaiheilla sijaitsevien ammattien työllisyysosuudet sitä vastoin pienenevät selvästi (lukuun ottamatta viidettä desiiliä, jossa on havaittavissa pientä kasvua). Aikavälillä 1995–2001 kehitys oli käytännössä samanlaista.

Tämän perusteella Suomessa voidaan havaita työllisyysrakenteen polarisoitumista ainakin 1990-luvun puolivälistä lähtien finanssikriisin alkuun saakka. Työllisyyspolarisaatio merkitsee siis työllisyyden kasvun keskittymistä entistä voimakkaammin matala- ja korkeapalkkaisiin työtehtäviin ja “keskiluokan kutistumista” ainakin suhteellisesti.

Työmarkkinoiden polarisoitumisella voidaan viitata myös palkkarakenteeseen tapahtuneisiin muutoksiin. Kuviossa

2 esitetään reaalisen tuntipalkan kasvu palkkajakauman eri kohdissa (prosenttipisteissä) aikavälillä 1995–2008.³ Kuvion 2 perusteella palkan kasvu oli sitä suurempaa mitä korkeampi oli palkan lähtötaso eli palkkaerot kasvoivat Suomessa selvästi tarkastellulla aikavälillä. Miehillä palkkojen kasvu oli tasaisesti sitä suurempaa mitä oli korkeampi palkan lähtötaso, mutta naisilla palkkaerojen kasvu kiihtyi kolmessa ylimmässä desiilissä (prosenttipisteen 70 yläpuolella).

Palkkaerojen (lähes) tasainen kasvu palkkatason mukaan on sopusoinnussa teknologisen kehityksen osaamista suosivan luonteen kanssa. Se edustaa perinteistä näkemystä teknologisen kehityksen työmarkkinavaikutuksista (TINBERGEN 1974). Yhdysvalloissa on havaittu polarisoitumista myös palkkakehityksessä erityisesti 1990-luvulla (AUTOR ET AL. 2006; ACEMOGLU JA AUTOR 2010). Tällöin palkan kasvu on U:n muotoisessa suhteessa palkan lähtötasoon. Palkan kasvu on siis suurempaa matala- ja korkeapalkkaisilla kuin keskipalkkaisilla työntekijöillä. Suomessa ei kuitenkaan ole havaittavissa vastaavaa “palkkapolarisaatiota” kuin Yhdysvalloissa.

Polarisaation kahdella eri ilmenemis-
muodolla on erilaisia vaikutuksia palkka-
hajontaan palkkajakauman eri kohdissa.
Palkkapolarisaatio pienentää palkkaeroja
palkkajakauman alapäässä, koska matala-
palkkaisten palkan kasvu on suurempaa
kuin keskipalkkaisten. Työllisyyspola-
risaatio puolestaan kasvattaa palkkaha-
jontaa, koska matalapalkkaisten osuus
työllisyydestä kasvaa suhteessa keski-
palkkaisten osuuteen. Palkkajakauman
yläpäässä puolestaan sekä työllisyys- että
palkkapolarisaatio kasvattavat palkkaha-
jontaa. Suomen tapauksessa sekä työllis-
yyspolarisaatio että kuvion 2 mukaiset
palkan kasvuerot jakauman eri kohdissa
vaikuttavat samaan suuntaan eli ne mo-
lemmat kasvattavat palkkahajontaa koko
palkkajakauman osalta.

Suomessa ei ole tapahtunut palkkapolarisaatiota, toisin kuin Yhdysvalloissa.

Toinen keskeinen eroavuus Suomen ja
Yhdysvaltojen kehityksen välillä on, että
Suomessa reaalipalkat kasvoivat kaikissa
ryhmissä, myös matalapalkkaisilla hen-
kilöillä. Yhdysvalloissa palkkajakauman
mediaanipalkan (keskimmäisen henki-
lön palkan) reaalinen arvo aleni 1970-lu-
vun puolivälistä 1990-luvun puoliväliin
sekä 2000-luvulla, samoin kuin pääosin
mediaanin alapuolella olevien henkilöi-
den reaalipalkat, lukuun ottamatta palk-
kapolarisaatiosta johtuvaa mahdollista
kasvua aivan alimmilla palkkatasoilla
(ACEMOGLU JA AUTOR 2010; MISHEL
ET AL. 2012).

MISTÄ POLARISOITUMINEN JOHTUU?

Yleisimmin esitetty selitys työmarkkinoi-
den polarisoitumiselle on teknologinen
kehitys, erityisesti tietokoneiden käy-
tön yleistymisen tuotannossa. Tähän on
syynä niiden reaalihinnan lasku. AUTOR
ET AL. (2003) ja ACEMOGLU JA AUTOR

TIETOKONEIDEN KÄYTÖN YLEISTYMINEN VOI SELITTÄÄ KESKILUOKAN KUTISTUMISTA.

(2010) ovat osoittaneet teoreettisesti, että tämä voi johtaa polarisaatioon, jos tietokoneilla korvataan rutiiniluonteisia työtehtäviä, joita tehdään erityisesti keskipalkkaisissa ammateissa. Toisaalta tietokoneet tehostavat (täydentävät) ei-rutiiniluonteisten tehtävien suorittamista, jotka ovat tyypillisiä korkeapalkkaisissa ammateissa.⁴ Tällöin tietokoneiden käytön yleistyessä keskipalkkaisten rutiiniammattien osuus työpaikoista supistuu ja korkeapalkkaisten ei-rutiiniammattien osuus kasvaa. Tätä vaikutusta kutsutaan kirjallisuudessa rutinisoitumishypoteesiksi. Nimitys johtuu siitä, että työvoiman ja tietokoneiden suorittamien rutiinitehtävien kokonaismäärä tuotannossa kasvaa, koska rutiinitehtävien tekemisen kustannukset alenevat tietokoneiden hintojen laskiessa.

Rutiinivävoiman osuus pienenee tietokoneiden hoitaessa entistä suuremman osan rutiinitehtävistä ja työvoiman siirtyessä pois rutiiniammateista niiden palkkatason laskiessa. Matalapalkkaisten töiden osuus puolestaan kasvaa, koska osa keskipalkkaisista rutiiniammateista vapautuvasta työvoimasta siirtyy matalapalkka-aloille ja toisaalta koska korkeapalkkaisissa tehtävissä olevien tulojen kasvaessa matalapalkkaisten palvelualojen tuottamien hyödykkeiden kysyntä kasvaa.

Teknologisen kehityksen synnyttämä polarisoituminen poikkeaa perinteisestä näkemyksestä, joka liitetään teknologisen kehitykseen työmarkkinavaikutuksiin. Teknologisen kehityksen osaamista suosivan luonteen on perinteisesti ajateltu lisäävän osaavan työvoiman kysyntää sitä enemmän mitä korkeampi osaamisen taso on (TINBERGEN 1974). Osaamista on tavallisesti mitattu muodollisella koulutustasolla. Tämän näkemyksen mukaan teknologinen kehitys kasvattaa työvoiman kysyntää sitä enemmän mitä korkeampi on koulutustaso.

Kysynnän kasvun välittyminen koulutuksen mukaisiin palkkaeroihin ja

toisaalta eri koulutusryhmien työllisyyden kasvuun riippuu luonnollisesti myös työvoiman tarjonnan kehityksestä eri koulutusryhmissä. Mitä joustavampaa on työvoiman tarjonta, sitä enemmän työpanoksen kysynnän kasvu näkyy kyseisen ryhmän työllisyysosuuden kasvuna ja sitä vähemmän palkkaerojen kasvuna. Nämä vaikutukset pysyvät pääpiirteittäin samoina myös malleissa, joissa huomioidaan ammattiliittojen neuvotteluvoima, jos liittojen neuvotteluvoimassa ei ole merkittäviä eroja eri koulutustasojen välillä (NICKELL JA BELL 1996).

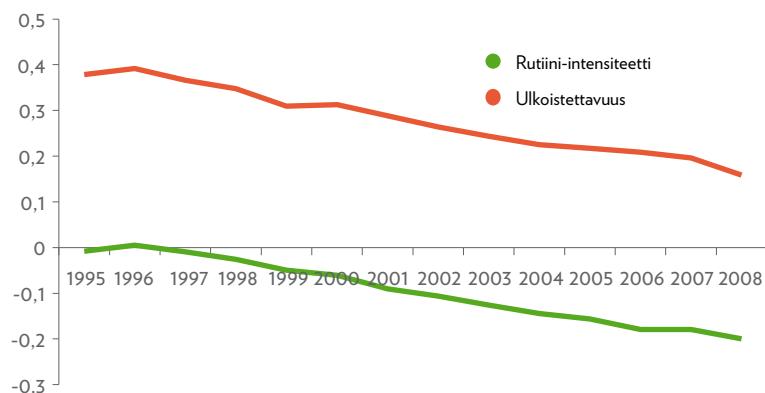
Vaihtoehtoisena selityksenä polarisoitumiselle on esitetty keskipalkkaisten rutiinitehtävien ulkoistamista ulkomaille, koska ne ovat luonteeltaan helpoiten ulkoistettavia, osittain juuri niiden rutiiniluonteisuudesta johtuen. BLINDER JA KRUEGER (2009) esittivät, että ulkoistettavuus on työn ominaispiirre, joka edellyttää sitä, että työn tekeminen ei ole sidottu tiettyyn paikkaan ja että työn tuotos voidaan siirtää toiseen maantieteelliseen sijaintiin sen kuluttajalle tai muulle käyttäjälle ilman laadun menetystä. Tämän näkemyksen mukaan suuri osa teollisesta tuotannosta on periaatteessa

ulkoistettavissa mutta henkilökohtaiset palvelut puolestaan eivät. Henkilötoimissa palveluissa, esimerkiksi yritystoiminnan palveluissa, ulkoistettavuuden aste vaihtelee voimakkaasti.

Jos keskipalkkaisten rutiinitehtäviä ulkoistetaan ulkomaille, niin työmarkkinat polarisoituvat.

Usein mainittuja esimerkkejä ulkoistettavista tehtävistä ovat kokoonpanotyö, puhelinkeskuksien ylläpito, kirjanpito ja ohjelmointi, jotka edellyttävät yleensä jonkin verran koulutusta ja sijoittuvat palkkajakauman keskivaiheille. Sen sijaan monet henkilökohtaiset palvelut tai muut matalapalkkatyöt, kuten hiustenleikkaus tai auton kuljettaminen, eivät ole ulkoistettavia. Myöskään korkean tason johto- ja asiantuntijatehtävät eivät ole helposti ulkoistettavia, koska niihin liittyy tyypillisesti paljon henkilökohtaista kanssakäymistä eli ne ovat voimakkaasti tiettyyn paikkaan sidonnaisia. Tästä syystä tuotantoprosessien eri vaiheiden ja niihin liittyvien tehtävien ulkoistami-

Kuvio 3. Ammattien keskimääräinen rutiini-intensiivisyys ja ulkoistettavuus.



KESKILUOKAN KUTISTUMINEN VOIMISTUI SUOMESSA TULTAESSA 2000-LUVULLE.

nen ulkomaille voi johtaa polarisaatioon eli keskialkkaisten töiden suhteelliseen vähenemiseen.

Viimeaikainen tietotekniikan kehitys on kuitenkin lisännyt merkittävästi myös joidenkin korkeapalkkaistenkin tehtävien ulkoistettavuutta. Aiemmin mainittua ohjelmointityötä voidaan pitää sellaisena, mutta muina esimerkkeinä on mainittu mm. röntgenkuvien analysointi ulkomailta, esimerkiksi Intiassa, jossa on saatavilla halvempia asiantuntijalääkäreitä. Kuvien ja niistä tehtyjen lausuntojen siirtäminen paikasta toiseen on nykyisin helppoa tietoverkkojen välityksellä.

Palkkarakenneaineistoon voidaan liittää tiedot ammattien rutiini-intensiivisyydestä ja ulkoistettavuudesta, jotka on poimittu **GOOSIN ET AL. (2010)** tutkimuksesta. Kuviossa 3 on esitetty näiden muuttujien vuosikeskiarvojen kehitys. Laskevat käyrät osoittavat, että työllisyys on pienentynyt sellaisissa ammateissa, joiden rutiini-intensiivisyys ja ulkoistettavuus ovat korkeita. Tämä kehitys on sopusoinnussa sen kanssa, että työllisyyden rakennemuutos on yhteydessä rutiinitehtävien vähenemiseen ja niiden mahdolliseen ulkoistamiseen.

VOIDAANKO POLARISOITUMISTA HAVAITA MYÖS YRITYSTASOLLA?

Tutkimuksessamme (**BÖCKERMAN ET AL. 2013**) tarkastelimme polarisaatiota selittäviä tekijöitä erityisesti yritystasolla, mikä poikkeaa aiemman kirjallisuuden aggregaattitason tarkasteluista. Tämä on tärkeää, koska aggregaattitason muutokset voivat johtua toimialojen ja yritysten välillä tapahtuneista tuotannon siirtymistä, jotka eivät liity teknologiseen kehitykseen vaan lopputuotteiden kysynnän rakennemuutokseen. Tarkastelemalla polarisaatiota yritystasolla voidaan keskittyä teknologisen kehityksen vaikutuksiin työvoiman kysyntään samalla tasolla, jossa kysyntäpäätökset todellisuudessa tehdään.

Toiseksi yritystasolla on mahdollista käyttää polarisaatiolle tarkempia selittäviä tekijöitä, jotka mittaavat teknologisen kehityksen erilaisuutta yritysten välillä. Aggregaattitason tarkastelussa joudutaan väistämättä käyttämään huomattavasti epäsuorempaa päättelyä, koska teknologista kehitystä on mitattava esimerkiksi aikatrendillä. Tällöin puhtaasti teknologian kehityksestä johtuvien vaikutusten tunnistaminen

on vaikeaa. Teknologiamuuttujana tutkimuksessa käytettiin yrityksen tutkimus- ja kehitysmenojen suhdetta liikevaihtoon.

Eri tekijöiden merkityksestä voidaan saada alustavaa tietoa tarkastelemalla eri ammattiryhmien tai koulutusryhmien työllisyys- tai palkkasummaosuuksien hajotelmia (ks. oheinen Laatikko). Taulukossa 1 esitetään palkkasummaosuuden muutosten

Laatikko: Työntekijäryhmän työllisyysosuuden muutoksen hajotelma

Tietyn työntekijäryhmän työllisyysosuuden muutos koko taloudessa (yksityisellä sektorilla) voidaan jakaa kolmeen eri komponenttiin, jotka ovat työllisyysosuuden muutos yritysten sisällä, työllisyyden siirtymät yritysten välillä ja yritysjoukon muutos eli

$$\Delta P^A = \sum_i \Delta S_i \bar{P}_i + \sum_i \Delta P_i \bar{S}_i + w_t^N (P_t^N - P_t^S) + w_{t-s}^D (P_{t-s}^S - P_{t-s}^D)$$

missä P_t on ryhmän työllisyysosuus koko taloudessa, P_i on vastaava osuus yksittäisessä yrityksessä ($i = 1, \dots, N$), S_i on yrityksen i osuus kokonaistyöllisyydestä, w_t^g on yritysjoukon $g = N, D$ osuus kokonaistyöllisyydestä vuonna t , Δ merkitsee muutosta aikavälillä $(t-s, t)$ ja yläviiva merkitsee muuttujan keskiarvoa periodin alku- ja päätevuosien $t-s$ ja t arvoista. Yläindeksit osoittavat, että muuttuja kattaa kyseisellä aikavälillä kaikki yritykset (A), vain jatkavat yritykset (S), vain uudet yritykset (N) tai vain poistuvat yritykset (D) (ks. **VAINIOMÄKI 1999**).

Näille komponenteille annetaan tyypillisesti seuraavat tulkinnot: Yritysten sisäinen muutos (ensimmäinen termi) heijastaa teknologisen kehityksen vaikutusta koko yritysryhmän työvoiman kysyntään, yritysten välinen muutos (toinen termi) kuvastaa tuotannon (lopputuotteiden kysynnän) rakennemuutosta, ja yritysjoukon muutos (kaksi viimeistä termiä) heijastaa puolestaan uusien syntyvien yritysten ja vanhojen kuolevien yritysten eroavuutta jatkaviin yrityksiin verrattuna kyseisen ryhmän työvoimaosuudessa.

Työllisyysosuuksien lisäksi samanlainen hajotelma voidaan tehdä eri ryhmien palkkasummaosuuksille. Tietyn ammatti- tai koulutusryhmän palkkasummaosuutta voidaan pitää kyseisen ryhmän kysynnän "yleisindeksinä", koska kysynnän kasvaessa joko ryhmän työllisyysosuus nousee tai sen suhteellinen palkkataso nousee tai molemmat nousevat, riippuen tarjonnan joustavuudesta. Kaikissa tapauksissa ryhmän palkkasummaosuus kasvaa. Tietyn ammatti- tai koulutusryhmän palkkasummaosuuden kasvu siis osoittaa kyseisen ryhmän työn kysynnän suhteellista kasvua verrattuna muihin ryhmiin.

SUOMESSA TYÖMARKKINOIDEN POLARISOITUMINEN NÄYTTÄÄ LIITTYNEEN LÄHEISESTI TEKNOLOGISEEN MUUTOKSEEN.

Taulukko 1. Palkkasummaosuuksien hajotelmat koulutusryhmittäin.

Ajanjakso	Koulutusryhmä	Sisäinen	Välinen	Uudet yritykset	Poistuvat yritykset	Yhteensä	Ryhmän osuus vuonna 2001/2008
1995-2001	Perusaste	-0.053	-0.014	0.007	-0.008	-0.068	0.200
1995-2001	Keskiaste	0.026	-0.015	0.001	0.010	0.022	0.587
1995-2001	Korkea-aste	0.026	0.030	-0.008	-0.002	0.046	0.213
Ajanjakso							
2002-2008	Perusaste	-0.051	-0.001	0.012	-0.006	-0.046	0.138
2002-2008	Keskiaste	-0.018	0.001	-0.004	-0.007	-0.028	0.571
2002-2008	Korkea-aste	0.068	0.000	-0.007	0.013	0.074	0.291

Taulukko 2. Palkkasummaosuuksien hajotelmat ammattiryhmittäin.

Ajanjakso	Ammattiryhmä	Sisäinen	Välinen	Uudet yritykset	Poistuvat yritykset	Yhteensä	Ryhmän osuus vuonna 2001/2008
1995-2001	Asiantuntija	0.029	0.036	0.005	-0.006	0.064	0.407
1995-2001	Rutiini	-0.024	-0.028	-0.014	0.008	-0.058	0.530
1995-2001	Palvelu	-0.006	-0.007	0.009	-0.002	-0.006	0.063
Ajanjakso							
2002-2008	Asiantuntija	0.045	0.004	-0.004	0.000	0.045	0.464
2002-2008	Rutiini	-0.038	-0.019	-0.001	0.001	-0.057	0.450
2002-2008	Palvelu	-0.007	0.015	0.005	-0.001	0.012	0.086

osuus laski voimakkaasti ja asiantuntija-ammattien osuus puolestaan kasvoi yhtä selvästi. Uudet syntyvät yritykset palkkasivat suhteessa vähemmän rutiinityövoimaa verrattuna jatkaviin yrityksiin eli ne aiheuttivat polarisoitumista. Palveluammattien kasvussa vuosina 2002-2008 yritysten väliset siirtymät kysynnän rakenteessa kohti palveluintensiivisiä yrityksiä ja uusien palveluintensiivisten yritysten syntyminen olivat kuitenkin merkittävämmässä roolissa. Koska palveluammattien osuus kääntyi kasvuun, niin myös ammattiryhmien osuuksien kehitys viittasi voimakkaampaan polarisoitumiseen 2000-luvulla.

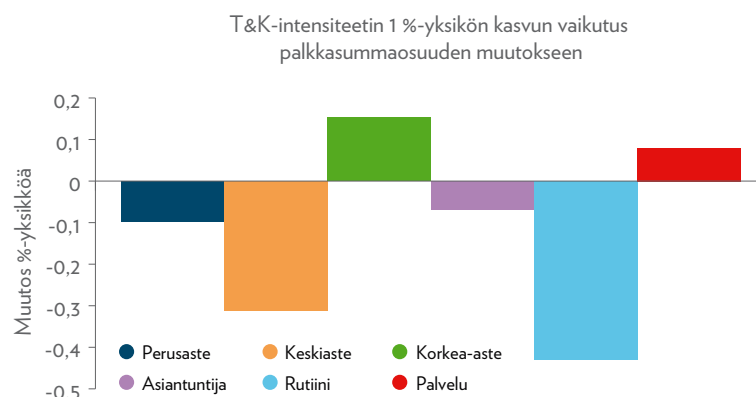
Tulokset osoittavat, että 2000-luvulla yritysten sisäinen muutos eli teknologinen kehitys dominoi työllisyysrakenteen muutosta entistä voimakkaammin. Palveluammattien kasvu näyttäisi liittyvän myös tuotantorakenteen muutokseen. Eri ammattiryhmien kehitykseen voivat siis vaikuttaa eri tekijät. Teorian valossa on luonteavaa, että palveluammattien kasvu voi selittyä enemmän kysynnän rakennemuutoksella ja rutiini- ja asiantuntija-ammattien muutokset liittyvät vahvemmin teknologiseen kehitykseen ja mahdollisesti myös toimintojen ulkoistamiseen.

hajotelmat koulutusryhmittäin ja taulukossa 2 ammattiryhmittäin. Ammattiryhmien määrittelyssä on noudatettu **ACEMOGLUN JA AUTORIN** (2010) tutkimuksessa esitettyä kolmea pääammattiryhmää. Ne ovat asiantuntija-ammattit, rutiiniammatit (tuotanto-, toimisto- ja myyntityö) sekä palveluammattit.

Koulutusryhmittäiset muutokset ovat pääosin yritysten sisäistä muutosta. Koulutusryhmien kokonaismuutos oli ”lineaarinen” koulutustason mukaan tarkasteltuna 1990-luvun lopulla. Peruskoulutettujen osuus laski voimakkaasti yli prosenttiyksiköllä vuodessa. Tämä kehitys oli sopusoinnussa perinteisen teknologisen kehityksen osaamista suosivan luonteen kanssa (**TINBERGEN** 1974). Kehitys muuttui 2000-luvulla kohti polarisoitumista. Keskiasteen koulutettujen osuus kääntyi selvään laskuun ja korkeasti koulutettujen osuuden kasvu vastaavasti kiihtyi.

Ammattiryhmittäisten osuuksien muutokset aikavälillä 1995-2001 olivat selvästi sopusoinnussa rutinisoitumishypoteesin kanssa ja osittain myös polarisoitumisen kanssa. Rutiiniammattien

Kuvio 4. Tutkimus- ja kehityksintensiteetin vaikutus koulutus- ja ammattiryhmien osuuksiin.



AIVAN KUTEN 1900-LUVULLA POLARISOITUMISKEHITYS VOI JATKOSSAKIN VAIHTUA MATALAPALKKATÖIDEN VÄHENEMISEKSI.

Teknologian vaikutusta voidaan tutkia myös estimoimalla regressiomalleja, joissa koulutusryhmien palkkasummaosuuksia selitetään yrityksen pääomavaltaisuudella, yrityksen koolla ja vuosi-indikaattoreilla sekä tutkimus- ja kehitystoiminnan suhteella liikevaihtoon. Yritystasoiset tarkastelut viittaavat siihen, että korkeasti koulutettujen henkilöiden palkkasummaosuus on kasvanut voimakkaammin sellaisissa yrityksissä, jotka ovat panostaneet voimakkaasti tutkimus- ja kehitystoimintaan. Vastaavasti keskiasteen koulutettujen ja rutiiniammattien osuuksien lasku korreloi merkittävästi tutkimus- ja kehityksintensiteetin kasvun kanssa.

Kuviossa 4 on esitetty estimointien perusteella laskettu ennustettu muutos eri ryhmien osuudessa, jos yrityksen tutkimus- ja kehityksintensiteetti kasvaa yhdellä prosenttiyksiköllä. Nämä tulokset osoittavat, että teknologinen kehitys on vahvistanut työmarkkinoiden polarisoi- t umiskehitystä myös yritystasolla Suomessa.

TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Viimeaikainen polarisoi- t umiskehitys ei merkitse välttämättä saman trendin jatkumista tulevaisuudessa. Teknologisen kehityksen luonteessa on aikaisemminkin tapahtunut vastaavia muutoksia. **KATZ JA MARGO** (2013) ovat osoittaneet taloushistoriasta aikaisemman polarisatiojakson teollistumisen alkuvaiheessa 1800-luvulla, kun teollinen sarjatuotanto sivuutti keskipalkkaiset ja osaamiseen perustuvat käsityöammatit. Teollistumisen myöhemmässä vaiheessa 1900-luvulla pääoma ja automaatio alkoivat vähentää erityisesti vähemmän koulutettujen kysyntää.

Teknologisen kehityksen ennustaminen on hankalaa, mutta lyhyellä aikavälillä edelläkävijämaiden kehitys voi ennakoita jäljittelijöiden, esimerkiksi Suomen kehitystä. **BEAUDRY ET AL.** (2013) esittävät, että korkeasti koulute-

tun tietotyön osuus (kysyntä) alkoi laskea Yhdysvalloissa 2000-luvulla, kun se nousi 1990-luvulla. Prosessiin liittyy ns. “de-skilling”-ilmiö: Kysynnän laskiessa korkeammin koulutetut siirtyvät ammattijakaumassa alaspäin työntäen keskiasteen koulutettuja edelleen alaspäin matalaa koulutusta vaativiin palveluammatteihin ja vähän koulutettuja kokonaan pois työmarkkinoilta. Syyksi tähän kehitykseen **BEAUDRY ET AL.** (2013) esittävät tietokonevallankumouksen “kypsymisen”. Se merkitsee sitä, että uuden innovaation leviämiseen liittyvän tietokonepääomakannan kasvattaminen (1990-luvulla) vaatii enemmän tietotyötä kuin sen ylläpitäminen (2000-luvulla) vaatii.

Vaihtoehtoisesti tämän tyyppinen kehityskulku voisi johtua siitä, että teknologian, erityisesti ns. tekoälyn, kehitys on alkanut vähentää myös korkeammin koulutettujen kysyntää. Esimerkkinä tästä voidaan mainita oikeuspäätösten tekstianalyysi tietokoneilla, kun siihen aikaisemmin tarvittiin suuri joukko pitkälle koulutettuja lakimiehiä. Myös kommunikaatioteknologian kehittyminen mahdollistaa korkeammin koulutettujen tehtävien ulkoistamisen ulkomaille kuten aikaisemmin mainittiin (röntgenkuvien analysointi ulkomaille ja ohjelmointityön ulkoistaminen).

Pidemmän aikavälin ennusteiden tekemiseen liittyy vielä enemmän epävarmuutta. **FREY JA OSBORNE** (2013) esittävät menettelyn, jolla pyritään ennakoidaan kuinka tekoälyn ja robottitek- nologian kehittyminen vaikuttavat eri ammattien kysyntään tulevaisuudessa. Heidän tulostensa mukaan lähes puolet (47 %) Yhdysvaltojen työllisyydestä on sellaisissa ammateissa, joilla on suuri todennäköisyys tulla korvatuiksi tietokoneilla ja roboteilla seuraavien kahden vuosikymmenen kuluessa. **PAJARINEN JA ROUVINEN** (2014) ovat soveltaneet **FREYN JA OSBORNEN** (2013) menetelmää vastaamaan suomalaisia työte-

täviä. Heidän laskelmansa osoittavat, että tietoteknistyminen uhkaa noin kolmannesta Suomen työpaikoista. Ne ovat vaarassa kadota seuraavien 10-20 vuoden kuluessa.

Erityisen kiinnostava on **FREYN JA OSBORNEN** (2013) tutkimuksessa esitetty tulos, jonka mukaan ammattien tietokoneistumisen riski alenee palkka- ja koulutustason noustessa. Sama yhteys näyttäisi pätevän Suomessa. Suurimmas- sa vaarassa tulla korvattua roboteilla ovat siis vähän koulutetuissa matalapalkkatöissä olevat. Onko tekninen kehitys siis palaamassa polarisoi- t umisesta takaisin vähän koulutettujen matalapalkkaisten töiden vähenemiseen? ■

Viitteet

- 1 Aiempiä suomalaisia katsauksia aiheeseen ovat **KANGASNIEMI** (1996) ja **TAIMIO** (2004).
- 2 Työllisyyttä ja sen rakennetta voidaan tarkastella henkilöinä tai työtunteina. Tässä kirjoituksessa ammattien työllisyysosuudet perustuvat työtuntien määrään. Vastaavasti palkkatasoa on mitattu tuntipalkalla. Tulokset perustuvat Tilastokeskuk- sen palkkarakenneaineiston pitkittäisversioon, joka kattaa yksityisen sektorin (**LAINE** 2009). Siihen on tehty vuosiaineistoihin verrattuna korjauksia, jotta aineisto olisi mahdollisimman vertailukelpoinen yli ajan. Erityistä huomiota on kiinnitetty ammattiluokituksen harmonisointiin yli ajan, mutta EK:n teollisuuden toimihenkilöiden palkkatiedustelussa vuonna 2002 tehdyn ammat- tiluokituksen muutoksen vuoksi ammattiluokituksen täydellinen harmonisointi ei ole mahdollista. Siksi yhdenmukaisia tuloksia ei voida esittää koko aikavälille 1995-2008, vaan niitä on tarkasteltava erikseen ennen ja jälkeen ammattiluokituksen muutoksen. Kiitämme Pekka Lainetta avusta aineiston käsittelyssä.
- 3 Tässä tarkastelussa ammattiluokitusta ei tarvita, joten se voidaan tehdä koko periodille.
- 4 Rutiinitehtävät noudattavat selkeitä sääntöjä ja samoina toistuvia vaiheita, jotka voidaan ohjel- moida tietokoneen tai tietokoneohjatun laitteen tekemäksi. Ei-rutiinitehtävät liittyvät informa-

tion analysointiin, päätöksentekoon ja ihmisten väliseen vuorovaikutukseen ja johtamiseen. Niissä tilanteet ovat monimutkaisia ja vaihtuvia, niin että toimintaa ei voida ohjelmoida yksinkertaisiksi säännöiksi.

* Kiitämme Yrjö Jahnssonin säätiötä rahoituksesta.

Kirjallisuus

- ACEMOGLU, D. & AUTOR D. (2010), Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings, teoksessa Ashenfelter, O. & Card, D. (Eds.): Handbook of Labor Economics, Volume 4B, Amsterdam: North-Holland.
- ASPLUND, R. & BARTH E. & LUNDBORG, P. & NILSEN, K.M. (2011), Polarization of the Nordic Labour Markets, Finnish Economic Papers, 24, 87-110.
- AUTOR, D. & KATZ, L. & KEARNEY, M. (2006), The Polarization of the U.S. Labor Market, NBER Working Paper 11986.
- AUTOR, D. & LEVY, F. & MURNANE, R.J. (2003), The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration, Quarterly Journal of Economics, 118, 1279-1333.
- BEAUDRY, P. & GREEN, D.A. & SAND, B.M. (2013), The Great Reversal in the Demand for Skill and Cognitive Tasks, NBER Working Paper 18901.
- BLINDER, A.S. & KRUEGER, A.B. (2009), Alternative Measures of Offshorability: A Survey Approach, NBER Working Paper 15287.
- BÖCKERMAN, P. & LAAKSONEN, S. & VAINIOMÄKI, J. (2013), Is There Job Polarization at the Firm Level? University of Tampere, Tampere Economic Working Papers, Net Series, No. 91.
- FREY, C.B. & OSBORNE, M.A. (2013), The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization? University of Oxford, Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology.
- GOOS, M. & MANNING A. (2007), Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain, Review of Economics and Statistics, 89, 118-133.
- GOOS, M. & MANNING, A. & SALOMONS, A. (2010), Explaining Job Polarization in Europe: The Roles of Technology and Globalization, Centre for Economic Performance, Discussion Paper 1026.
- KANGASNIEMI, M. (1996), Työmarkkinoiden polarisoituminen: Kirjallisuuskatsaus, Palkansaajien tutkimuslaitos, Tutkimusselosteita 129.
- KATZ, L.F. & MARGO, R.A. (2013), Technical Change and the Relative Demand for Skilled Labor: The United States in Historical Perspective, NBER Working Paper 18752.
- LAINE, P. (2009), Palkkarakenneaineistojen 1995-2007 yhdistetty paneeliaineisto – aineistokuvaus. Tilastokeskus, Muistio.
- MISHEL, L. & BIVENS, J. & GOULD, E. & SHIERHOLZ, H. (2012), Wages, teoksessa The State of Working America, 12th Edition. Economic Policy Institute: Cornell University Press.
- MITRUNEN, M. (2013), Työmarkkinoiden polarisaatio Suomessa, VATT Muistio 33.
- NICKELL, S. & BELL, B. (1996), Changes in the Distribution of Wages and Unemployment in OECD Countries, American Economic Review, 86, 302-308.
- PAJARINEN, M. & ROUVINEN, P. (2014), Computerization Threatens One Third of Finnish Employment, ETLA Muistio 22.
- SPITZ-OENER, A. (2006), Technical Change, Job Tasks and Rising Educational Demands: Looking Outside the Wage Structure, Journal of Labor Economics, 24, 235-270.
- TAIMIO, H. (2004), Työmarkkinoiden polarisaatio OECD-maissa, Palkansaajien tutkimuslaitos, Raportteja 5.
- TINBERGEN, J. (1974), Substitution of Graduate by Other Labor, Kyklos, 27, 217-226.
- VAINIOMÄKI, J. (1999), Technology and Skill Upgrading: Results from Linked Worker-plant Data for Finnish Manufacturing, teoksessa Haltiwanger, J. & Lane, J. & Spletzer, J. & Theeuwes, J. & Troske, K. (Eds.): The Creation and Analysis of Employer-Employee Matched Data. Amsterdam: Elsevier/North-Holland.