UUSI TYÖNJAKO

Viisi syytä, miksi robotisoituminen ei johda työn loppumiseen

ANTTI KAUHANEN

Antti Kauhanen on tutkimuspäällikkö Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksessa Etlassa.

- **Robottien yleistyminen ei johda massatyöttömyyteen. Arviolta seitsemän prosenttia nykyistä työpaikoista voidaan Suomessa korvata 20 vuoden kuluessa automatisoimisella.**
- **Robotit lupaavat tuottavuuden kasvua, joten nykyinen tuotanto saadaan aikaan aiempaa vähemmällä työmäärällä. Työ ei sinällään lopu, sillä ennen pitkää tuotantoon tulee uusia hyödykkeitä ja työvoiman kysyntä kasvaa.**
- **Robotisoituminen synnyttää ihmiselle täysin uusia töitä, joita voi vielä olla vaikea kuvitella. Ihmisen työn valtteina ovat kyky ongelmanratkaisuun ja monimutkaiseen viestintään.**
- **Työtehtävät jaetaan uudelleen, kun robotit syrjäyttävät ihmiset rutiinitöistä. Miltei kaikkien ammattien sisältö muuttuu, kun osan tehtävistä tekee robotti ja loput ihminen.**
- **Vaikka robotit olisivat kaikessa ihmistä parempia, ihmistyöllä on suhteellinen etu joissain tehtävissä. Ihmisen työpanosta ei kannata jättää käyttämättä, koska se alentaisi kokonaistuotantoa.**
- **Uuteen työnjakoon sopeutumista voidaan sujuvoittaa aikuiskoulutuksella sekä tehostamalla uudelleentyöllistymistä esimerkiksi heikentämällä työsuhdeturvaa.**

Hyvästi tylsät rutiinit! Lähivuosikymmenien aikana työpaikoilla voimistuu robottien esiinmarssi, jonka aikana liki jokainen meistä pääsee eroon joistain työtehtävistään ja saa työkaverikseen uudenlaisen koneen.

Robottien ja laajemman automatisoitumisen yleistymistä[1] on kuvattu vaikutuksiltaan mittavammaksi kuin esimerkiksi internetin arkipäiväistymistä viime vuosikymmeninä. Puhutaan jopa toisesta koneiden aikakaudesta, mikä rinnastaa tulevan murroksen kolmatta sataa vuotta sitten alkaneen teollisen vallankumouksen aiheuttamiin muutoksiin tuotannossa, työelämässä ja yhteiskunnassa.[2]

Ammateissa, työpaikoilla ja työmarkkinoilla robotit johtavat työtehtävien uudelleen jakamiseen – uuteen työnjakoon ihmisten ja koneiden välillä. Robotisoituminen vie ihmisiltä töitä, muuttaa ihmisten nykyisiä työtehtäviä ja synnyttää ihmisille täysin uusia töitä.

Yhteiskunnallisesti ratkaisevaa on, että robotisoitumisen odotetaan kohentavan työn tuottavuutta, mikä tarkoittaa, että viime kädessä uudet työkaverimme luovat vaurautta. Siksi teknologian kehitystä ei kannata jarruttaa, vaan on järkevintä etsiä keinoja, joiden avulla yksittäiset ihmiset ja työmarkkinat kokonaisuutena sopeutuisivat robottien aikakauteen sujuvasti.

MASSATYÖTTÖMYYTTÄ TURHA PELÄTÄ

Robottien kehitys on aiheuttanut huolta ihmistyön tulevaisuudesta. Synkimmillään pelätään, että ihmisille käy niin kuin hevosille sata vuotta sitten: polttomoottorin käyttöönotto autoissa ja traktoreissa teki hevosista liikennevälineinä ja työjuhtina tarpeettomia, ja nykyään hevosilla on käyttöä lähinnä harrastuksissa[3].

Voiko robottien yleistyminen johtaa pysyvään massatyöttömyyteen? Ajautuuko valtaosa ihmisistä toimettomuuteen, ja pystyykö vain harva meistä elättämään itsensä työllään?

Robotit ovat ihmisiä tuottavampia, joten ne voivat syrjäyttää ja korvata sekä täydentää ja tukea ihmisten tekemää työtä. Todennäköisesti

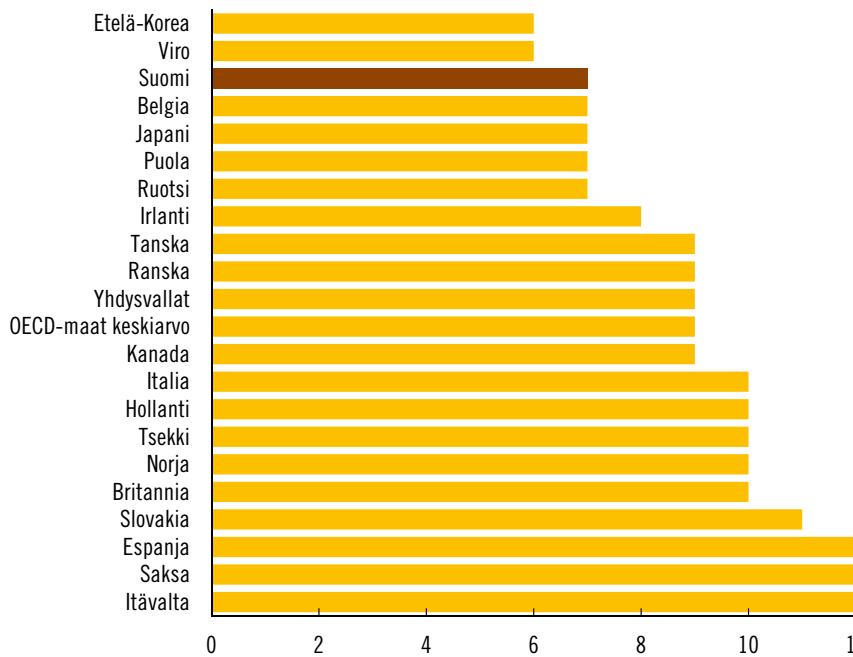
robotit pystyvät jo piakkoin hoitamaan osan ihmisten nykyisistä työtehtävistä ja ehkä osan ammateistakin.

Tuoreen tutkimuksen mukaan automatisoituminen uhkaa Suomessa 20 vuoden kuluessa suurella todennäköisyydellä noin seitsemää prosenttia nykyisistä työpaikoista. Meillä luku jää useita muita OECD-maita alhaisemmaksi, sillä tuotannossamme hyödynnetään jo tänään verrattain paljon automatisointia ja työvoimamme on korkeasti koulutettua.[4] (Kuvio 1.)

Robotisoituminen ei johda massiiviseen työttömyyteen, koska roboteilla pystytään korvaamaan enemmänkin yksittäisiä työtehtäviä kuin kokonaisia ammatteja, joihin kuuluu moninaisia työtehtäviä.[5] Lisäksi tutkijat korostavat, että arvio uhan alla olevista työpaikoista ei suoraviivaisesti ennusta odotettavissa olevaa *teknologista työttömyyttä*, koska:

KUVIO 1 AUTOMATISOITUMISEN UHKAAMAT TYÖPAIKAT* OECD-MAISSA (PROSENTTIA TYÖPAIKOISTA)

*** KORKEAN RISKIN TYÖPAIKAT, JOIDEN AUTOMAATIOLLA KORVAAMISEN TODENNÄKÖISYYS VÄHINTÄÄN 70 PROSENTTIA. LÄHDE: ARNTZ YM. (2016).**



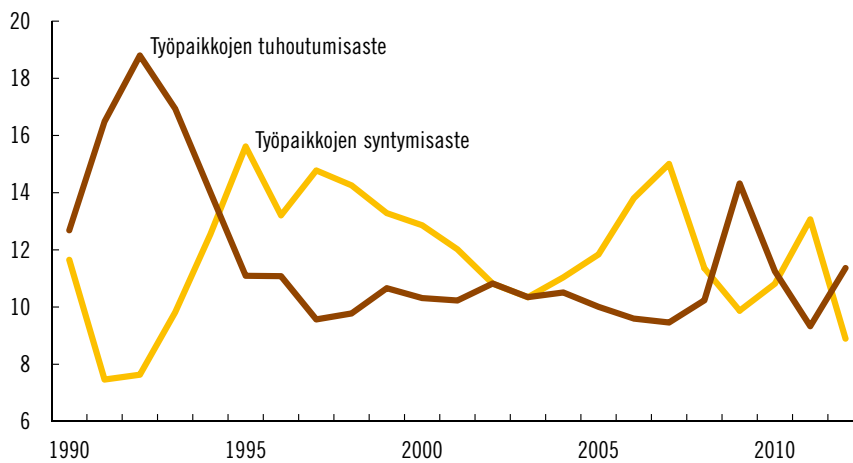
– Uusien teknologioiden hyödyntäminen etenee hitaasti, ja sitä on vaikea ennakoida, koska siihen vaikuttavat useat taloudelliset, lainsäädännölliset ja yhteiskunnalliset seikat.
– Kun uusia teknologioita otetaan käyttöön, työntekijät voivat sopeutua tilanteeseen ja löytää uusia tehtäviä, mikä ehkäisee työttömyyttä.
– Teknologinen kehitys synnyttää myös lisää työtä ja täysin uusia työtehtäviä.

Teknologinen kehitys johtaisi massatyöttömyyteen, jos se tuhoaisi enemmän työpaikkoja kuin synnyttäisi niitä. Taloushistoriasta tiedämme, että teknologinen kehitys on luonut enemmän työpaikkoja kuin tuhonnut niitä[6].

Hyvin toimivat työmarkkinat pystyvät vastaamaan automaation tuomaan haasteeseen. Vaikka seitsemän prosenttia nykyisistä työpaikoista olisi uhattuna, määrä ei ole erityisen suuri siihen nähden, että vuosittain yrityssektorin työpaikoista tuhoutuu maassamme noin 12 prosenttia (kuvio 2).

KUVIO 2 TYÖPAIKKOJEN SYNTYMINEN JA TUHOUTUMINEN YRITYKSISSÄ VUOSINA 1990–2012 (PROSENTTIA TYÖPAIKOISTA)

LÄHDE: KAUHANEN YM. (2015).



Tuhoutuvien ja syntyvien työpaikkojen määrä on päivätasolla jopa 500 työpaikkaa. Tämä virta aiheutuu siitä, että koko ajan syntyy uusia yrityksiä ja vanhoja kuolee, ja toiset yritykset kasvavat ja toiset vähentävät työvoimaansa.

Työpaikkoja syntyy saman verran tai jopa hieman enemmän kuin niitä tuhoutuu. Tämä johtuu siitä, että kyse on saman prosessin kahdesta eri puolesta: teknologinen kehitys ja innovaatiot synnyttävät ja tuhoavat työpaikkoja, mutta ne eivät tuhoa *työtä*.

Työntekijät siirtyvät uusiin tehtäviin, uusiin yrityksiin ja uusille aloille, kun teknologiat ja innovaatiot uudistavat talouden rakenteita. Työpaikkojen syntyminen ja tuhoutuminen ovat osa prosessia, jossa talouden voimavarat kohdistuvat uudelleen tuottavimpaan käyttöön. Tämä jatkuva *luovan tuhon* prosessi on merkittävä tekijä talouskasvun taustalla[7].

TYÖTEHTÄVÄT JAETAAN UUDELLEEN

Ammateittain tarkasteltuna[8] helpoimmin roboteilla korvattavissa olevina pidetään esimerkiksi puhelinmyyjän, kirjastovirkailijan, ompelijoiden ja tiedon tallentajien töitä. Automatisoitu ohjelmisto pystyy soittamaan miljoonia myyntipuheluja samanaikaisesti, kirjastoissa lainaus- ja palautuskoneet ovat jo korvanneet osan kirjastovirkailijoiden työstä.

Vaikeammin korvattavissa taas ovat ihmisen kyvyt esimerkiksi psykologin, sosiaalityöntekijän, palomiehen ja hammaskirurgin ammateissa. Näihin töihin sisältyy ihmisten välistä viestintää ja tilannetajua, eivätkä tehtävät ole helposti pilkottavissa rutiineihin.

Mitä rutiininomaisemmista tehtävästä on kyse, sitä todennäköisemmin tehtävän hoitaa tulevaisuudessa robotti. Kone korvaa ihmisen työtä paitsi fyysisesti raskaissa tehtävissä, myös tarkkuutta vaativissa, likaisissa ja vaarallisissa sekä pitkäkestoisissa ja yksitoikkoisissa tehtävissä.

Rutiini perustuu sääntöihin, ja rutiininomainen työtehtävä taas on pilkottavissa sääntöjen sarjaksi. Kaikki tehtävät, joiden säännöt osaamme määritellä, voidaan siis suorittaa ihmistä luotettavammin, tarkemmin, nopeammin ja luultavasti myös halvemmin koneilla.

Näin robottien yleistyminen johtaa työtehtävien uudelleen jakamiseen. Jos ammatissa on rutiinitehtävien lisäksi muita tehtäviä, kuten esimerkiksi asiantuntija-ajattelua, muuttuu ammatin sisältö niin, että kone hoitaa rutiinit ja ihminen keskittyy asiantuntija-ajattelun.

Ihmisen valtteina ovat kyky ongelmanratkaisuun ja monimutkaiseen viestintään.

Robotti siis tukee ja tehostaa ihmisen työtä. Ihmisen työn valtteina uudessa työnjaossa ovat ainakin kyky luovaan ongelmanratkaisuun ja monimutkaiseen viestintään. (Ks. tarkemmin erillinen artikkeli seuraavalla aukeamalla.)

Algoritmit ja muu tietotekniikka nostavat esimerkiksi varakkaille ihmisille suunnatun sijoitusneuvonnan tuottavuutta, kun neuvoja voi niiden avulla tehdä parempia sijoitussuosituksia ja palvella useampaa asiakasta. Silti ihmisten välinen viestintä on alalla merkittävässä roolissa.[9]

Työtehtävän rutiininomaisuus ei ole mikään kiveen hakattu laki, vaan sen raja muuttuu jatkuvasti tietotekniikan kehityksen myötä. Pidemmällä aikavälillä keinoälyn kehitys tarkoittaa sitä, että yhä useammat tehtävät ovat rutiininomaisia.

Vielä olemme kuitenkin kaukana siitä, että roboteilla olisi merkittävä rooli arjessa ja työpaikalla. Tämä johtuu siitä, että robottien luominen on hyvin hankalaa. Ne toimivat hyvin ennalta määrätyissä tilanteissa ja erittäin säännöllisissä ympäristöissä.

Sellaisen robotin luominen, joka osaisi tunnistaa erilaisia tilanteita, toimia tilanteen vaatimalla tavalla ja liikkua muuttuvassa ympäristössä, on vielä vaikeaa. Kaikkien tähän tarvittavien teknologioiden yhteensovittaminen on hankalaa.

KIRJANPITÄJÄN TYÖT HELPPO KORVATA, TARJOILIJAN VAIKEAMMIN

Teollisuustuotteiden kokoonpanijan työ on helposti automatisoitavissa, samoin kirjanpitäjän. Vaikeampaa on korvata ihmisen työpanos tarjoilijan ja tuotekehittäjän tehtävissä.

Robottien ja tietotekniikan vaikutus työmarkkinoille kohdistuu eri tavoin eri tehtäviin ja eri ammatteihin. Kone tuskin pystyy koskaan haastamaan ihmisen kykyä luovaan ongelmanratkaisuun ja monimutkaiseen viestintään.

Eri ammateissa on erilaisia piirteitä, joten ammatit eroavat suuresti siinä, miten ne ovat korvattavissa automatisoinnilla. (Ks. kuvio.)

Mitkä ovat ne olennaiset seikat, jotka erottavat kirjanpitäjän tuotekehitystyöntekijästä? Miksi kirjanpitäjän ja teollisuustuotteiden kokoonpanijan työ voidaan automatisoida, mutta tuotekehittäjän ja tarjoilijan työtä ei ainakaan vielä voida?

Tuotekehittäjän työssä korostuu asiantuntija-ajattelu ja luova ongelmanratkaisu. Tuotekehittäjä ratkoo ongelmia, joihin ei ole ennalta määrättyjä ratkaisuja. Näitä tehtäviä ei vielä voida korvata tietotekniikalla.

Tuotekehitykseen liittyy kuitenkin älyllisiä rutiinitehtäviä, jotka seuraavat ennalta määrättyjä sääntöjä. Kone siis tukee tuotekehittäjän työn suorittamista. Tuotekehittäjän tuottavuus kasvaa huomattavasti, kun kone hoitaa vaikka lujuuslaskelmat tai materiaalin käyttäytymisen simuloinnit, ja hän voi itse keskittyä luovaan ongelmanratkaisuun.

Palvelu- ja myyntityöntekijän töissä on merkittävä rooli monimutkaisella viestinnällä – tiedon hankkimisella ja välittämisellä sekä suostuttelulla – ja manuaalisilla ei-rutiinitehtävillä, kuten tilannesidonnaisella reagoinnilla. Nämä ovat tehtäviä, joissa nykyisellään ihminen on huomattavasti konetta tehokkaampi.

Tarjoilijan työssä taas korostuvat sekä viestintätehtävät että manuaaliset ei-rutiinitehtävät. Tarjoilijan liikkuminen kahvilassa edellyttää havaitsemista ja kykyä liikkua tilassa, joissa on paljon ihmisiä ja esteitä. Näissä

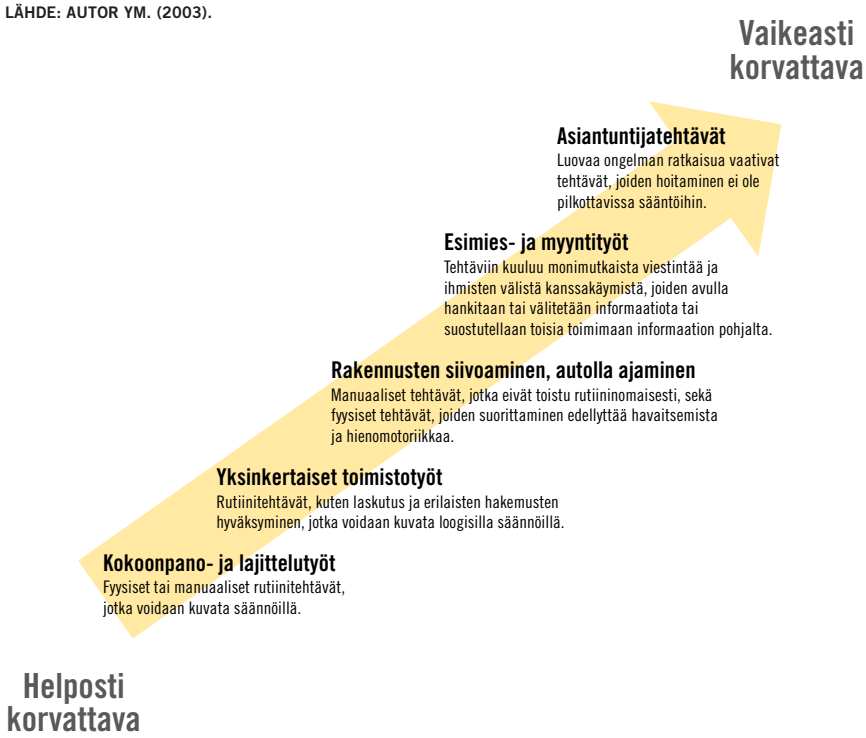
tehtävissä robotit pärjäävät vielä huonosti, joten koneesta ei ole tarjoilijan työn korvaajaksi. Tietotekniikka ei merkittävästi myöskään nosta tarjoilijan tuottavuutta. Tässä suhteessa tarjoilijan työ eroaa tuotekehittäjästä.

Kirjanpitäjän työ koostuu pääosin kognitiivisista rutiinitehtävistä. Kone hoitaa tiliöinnit ihmistä nopeammin, halvemmalla ja tarkemmin. Kirjanpitäjän työssä on vain vähän elementtejä, joiden suorittamista kone voisi tukea. Tästä syystä kirjanpitäjän työ voidaan automatisoida.

Teollisuustuotteiden kokoonpanijan työtehtävät koostuvat pääosin manuaalisista rutiinitehtävistä. Tällaiset tehtävät ovat robottien ydinosaamista, koska ne toistuvat niin samankaltaisina, että ne voidaan kuvata tarkasti. Robotti tekee kokoonpanon ihmistä tarkemmin, tehokkaammin ja halvemmalla, joten kone voi korvata kokoonpanijan.

KUVIO AMMATTIEN PIIRTEET JA NIIDEN KORVATTAVUUS ROBOTIIKALLA JA AUTOMATIIKALLA

LÄHDE: AUTOR YM. (2003).



On monia yksinkertaisiakin asioita, jotka ihminen osaa tehdä hyvin, mutta emme tiedä miten sen teemme. Tätä on kutsuttu *Polaniyn paradoksiksi*: tiedämme paljon enemmän kuin osaamme kertoa[10].

Ihminen osaa tunnistaa hyvinkin erilaisista kappaleista, ovatko ne tuoleja, mutta robotille tuolin tunnistaminen on vaikeaa, sillä sitä varten tuoli pitäisi pystyä kuvaamaan sääntöjen avulla. Ihminen osaa kävellä, mutta emme osaa mallintaa kävelyä niin hyvin, että robotit osaisivat kävellä.

Oppivat koneet saattavat murtaa 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.

IHMISTYÖN SUHTEELLINEN ETU

Viime vuosina keinoäly on kehittynyt huomattavasti ja ihmisaivojen toimintaa imitoivat ohjelmat oppivat nopeasti. Esimerkiksi Giraffe-niminen keinoälyohjelma oppi pelaamaan shakkia tutkimalla shakkipelien tietokantaa. Se saavutti kansainvälisen huipputason 72 tunnissa.

Vielä noin kymmenen vuotta sitten ihmisen kyky hahmontunnistuksessa oli täysin ylivoimainen koneeseen nähden. Tänään tilanne on toinen: yhteisöpalvelu Facebookin algoritmi pystyy tunnistamaan ihmiskasvot 97 prosentissa tapauksista, siis useammin kuin moni korkeasti koulutettu ihminen.

On myös arvioitu, että kaikki ihmisen viisi aistia ovat koneiden saavutettavissa lähivuosina. Tämä tarkoittaa sitä, että yhä useammat tehtävät ovat ”rutiininomaisia”. Robotti, jonka näkö- ja tuntoaisti ovat samankaltaisia kuin ihmisellä, pystyy suorittamaan huomattavasti enemmän tehtäviä kuin nykyiset teollisuusrobotit.

Esimerkit kertovat siitä, että koneiden mahdollisuudet korvata ihmistyötä kasvavat kovaa vauhtia. Mutta vaikka robotti olisi kaikissa töissä tehokkaampi kuin ihminen, ihmisen työpanosta ei silti kannata jättää käyttämättä.

Tämän johtuu siitä, että tuotantopanosten käyttöä ei määritä pelkästään teknologia, vaan myös taloudelliset seikat. Asiaa voidaan valaista esimerkillä: Kuvitellaan talous, jossa on käytettävissä kaksi tuotantopanosta ja tuotetaan kahdenlaisia hyödykkeitä. Tuotantopanokset ovat ihminen ja robotit, jotka tuottavat teollisuustuotteita ja palveluja.

Ihmisen työpanosta ei kannata jättää käyttämättä.

Oletetaan, että robotti on kaikessa ihmistä tuottavampi, toisin sanoen se saa samassa ajassa tuotettua enemmän hyödykkeitä ja palveluita. Robotti tuottaa vaikka 10 tuotetta tai 10 palvelua päivässä, kun taas ihminen pystyy tuottamaan samassa ajassa vain 1 tuotteen tai 2 palvelua.

Miten tuotantopanokset pitää kohdistaa teollisuuteen ja palveluihin, jotta talous yltäisi mahdollisimman suureen tuotantoon?

Jos kaikki tuotanto tehdään roboteilla, jää ihmisen tuotantopanos kokonaan käyttämättä. Ihmisen työpanosta kuitenkaan ei kannata jättää käyttämättä, koska silloin kokonaistuotantomahdollisuudet olisivat pienemmät. Yhden ihmistyöpäivän käyttämättä jättäminen vähentää tuotantomahdollisuuksia yhdellä tuotteella tai kahdella palvelulla.

Mihin tuotantoon ihmistä kannattaa sitten käyttää, teollisten tuotteiden tuotantoon vai palveluihin?

Ihmisen kannattaa keskittyä palveluihin, sillä palveluissa ihminen on *suhteellisesti vähiten huono* verrattuna robottiin. Ihmisen tuottaman yhden tuotteen hinta on kaksi palvelua, kun robottien tekemänä yhden tuotteen hinta on vain yksi palvelu.

Työt kannattaa siis jakaa niin, että robotit valmistavat kaikki tuotteet ja osan palveluista, mutta ihminen keskittyy palveluiden tuottamiseen.

Taloustieteilijä David Ricardo oivalsi tämän logiikan jo 1800-luvulla ja nimesi sen suhteellisen edun periaatteeksi. Ricardo sovelsi periaatetta maiden väliseen kauppaan.

Periaatteen mukaan esimerkiksi Yhdysvaltojen ja Bangladeshin kannattaa käydä kauppaa keskenään, vaikka Yhdysvallat olisi kaikkien tuotteiden tuottamisessa tehokkaampi. Bangladeshin kannattaa keskittyä tuotteisiin, joissa sen suhteellinen ero Yhdysvaltoihin on pienin. Yhdysvaltojen taas ei kannata valmistaa kaikkea, vaan keskittyä niihin tuotteisiin, joissa sillä on suhteellisesti suurin etu ja ostaa muita tuotteita ulkomailta.

Ihmistyön tulevaisuus näyttää valoisalta myös siitä syystä, että teknologisen kehityksen suunta ei ole mikään luonnonlaki, vaan määräytyy taloudellisten kannustimien perusteella[11].

Robotiikan kehittämisessäkin innovointi kohdistuu pääasiassa sellaisiin teknologioihin, joiden odotetaan olevan taloudellisesti kannattavia. Esimerkiksi itseohjautuvien autojen kehittämiseen panostetaan todella paljon resursseja, sillä tämän teknologian taloudellinen merkitys on valtava.

LUPAUS TUOTTAVUUSKASVUSTA JA VAURAUDESTA

Robotiikan kehityksessä on pitkälti kyse tuottavuuden kasvusta: samoilla resursseilla saadaan aikaan enemmän hyödykkeitä ja palveluita. Tuottavuuden kasvu nostaa yhteiskunnan vaurautta ja lisää valintamahdollisuuksia. Tuottavuuden kasvun tuomat hyödyt voidaan hyödyntää joko suurempana kulutettujen hyödykkeiden ja palveluiden määränä tai lisääntyneenä vapaa-aikana.

Vaikka tuottavuuskasvu mahdollistaa vanhan tuotannon aikaansaamisen vähemmällä työmäärällä, se ei johda työn katoamiseen saati suurten joukkojen kurjistumiseen. Tilastot teollisuushistoriasta auttavat hahmottamaan, miksi näin on.

Parhaimmillaan työn tuottavuus on teollisuudessa ollut lähes 35-kertainen vuoden 1926 tasoon verrattuna. Jos isovanhempieni lapsuuden aikaan teollisuustuotannossa olisi ollut käytössä 2000-luvun teknologia, tuotanto olisi saatu aikaan noin kolmella prosentilla vuoden sen aikaisesta teollisuuden työvoimasta. (Kuvio 3.)

Vaihtoehtoisesti jokainen vuoden 1926 teollisuustyöntekijä olisi voinut työskennellä vain noin viikon vuodessa, jos käytössä olisi ollut nykypäivän teknologia.

Vaikka tuottavuus on teollisuudessa kasvanut huikeasti, työvoiman määrä on pienentynyt melko vähän. Pohjimmiltaan tässä on kyse siitä, että talous on kiertokulku: tuotanto luo varallisuutta, mikä taas luo kysyntää.

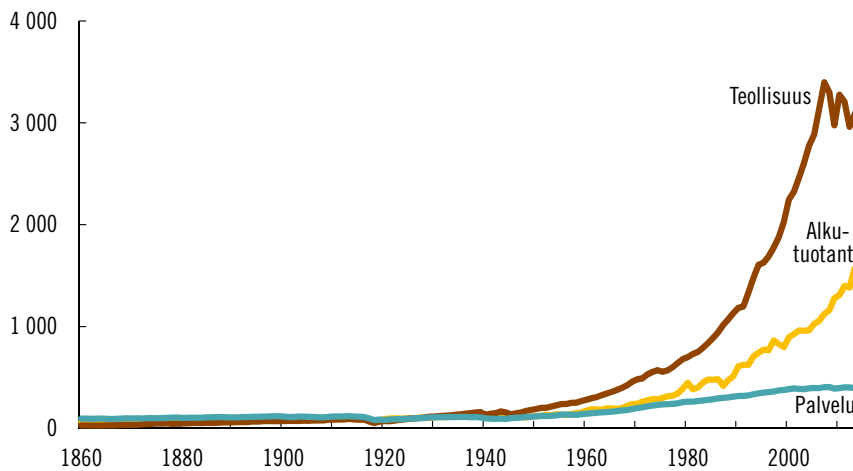
Ensinnäkin hyödykkeiden ja palvelujen kysyntä kasvaa, kun tuottavuuden nousu kasvattaa varallisuutta. Toiseksi tuottavuuden nousu laskee tuotteiden hintoja, mikä sekin lisää niiden kysyntää.

Toinen tapa tarkastella tuottavuuskasvun vaikutusta elintasoon ja hyvinvointiin on katsoa bruttokansantuotteen ja taloudessa tehdyn työmäärän kehitystä. Tämä kertoo siitä, miten talouden vauraus vaikuttaa taloudessa tehtyyn työn määrään.

Bruttokansantuote asukasta kohti on lähes kaksinkertaistunut vuodesta 1975 (kuvio 4). Vuoden 1975 aineellinen hyvinvointi olisi vuonna 2014 voitu saavuttaa työskentelemällä noin puolet vuoden 1975 työajasta.

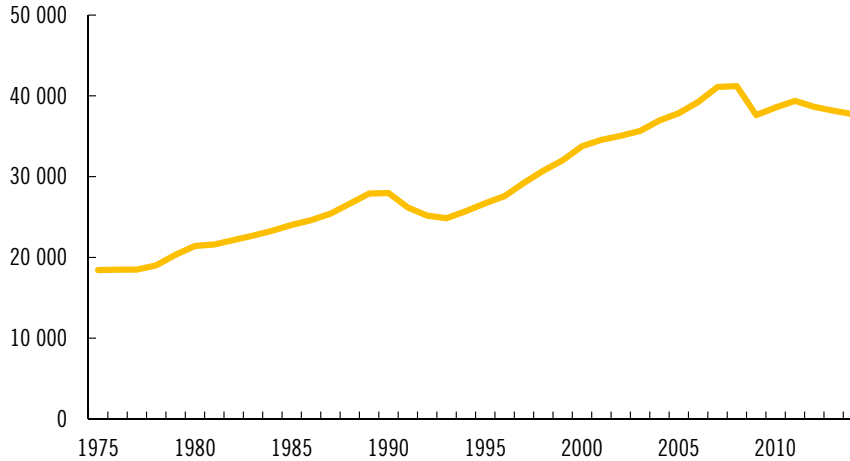
KUVIO 3 TYÖN TUOTTAVUUS SEKTOREITTAIN VUOSINA 1860–2014 (INDEKSI, 1926=100)

LÄHDE: TILASTOKESKUS, KANSANTALOUDEN TILINPIDON HISTORIASARJAT.



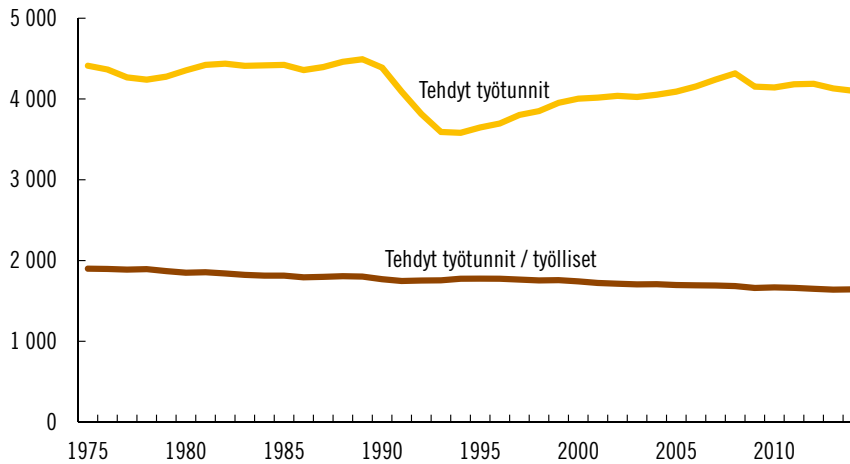
KUVIO 4 BRUTTOKANSANTUOTE ASUKASTA KOHTI VUOSINA 1975–2014 VUODEN 2015 HINNOIN (EUROA)

LÄHDE: TILASTOKESKUS, KANSANTALOUDEN TILINPITO.



KUVIO 5 TEHDYT TYÖTUNNIT TYÖLLISTÄ KOHDEN VUOSINA 1975–2014 (TUNTIA)

LÄHDE: TILASTOKESKUS, KANSANTALOUDEN TILINPITO.



Huikeasta vaurauden noususta huolimatta emme ole vähentäneet työntekoa kovinkaan merkittävästi. Tehtyjen työtuntien määrä ei ole 40 vuodessa romahtanut, vaan pysynyt miltei ennallaan. (Kuvio 5.)

Ensin tuottavuuskasvu vähentää työvoiman tarvetta, kun vanhat tuotteet ja palvelut voidaan tuottaa nopeammin ja tehokkaammin. Mutta ennen pitkää tuotantoon tulee uusia tuotteita ja palveluja, joiden tuottaminen vaatii lisää työvoimaa.

UUSIA TEHTÄVIÄ, TÖITÄ JA AMMATTEJA

Teknologinen kehitys ei siis ole pelkästään ihmistyötä korvaavaa, vaan sen aikana ihmisille syntyy myös täysin uusia töitä ja työtehtäviä. Uusia tehtäviä ja ammatteja on vaikea kuvitella, ja siksi pysähdymme helposti voivottelemaan sitä, että robotit vievät ihmisiltä töitä.

Pelkkä uuden teknologian kehittäminen myös luo uusia työpaikkoja ja -tehtäviä. Robottien kehittäminen ja tuottaminen kasvattaa ainakin tutkimus- ja tuotekehitysammattien merkitystä.

Uutta työtä ei synny pelkästään koneita ja ohjelmistoja suunnitteleville insinöörille, vaan monet uudet teknologiat hyödyntävät ihmistieteiden osaamista. Ihmisen ja koneen välisen viestinnän kehittämisessä hyödynnetään esimerkiksi osaamista teatterialalta.

Robotiikan tuoma automaatio voi luoda uusia työtehtäviä, jossa ihmisellä on suhteellinen etu koneeseen nähden. Näin ihminen siis eroaa hevosesta.

Kun robotit syrjäyttävät ihmisiä tietyistä tehtävistä, ihmistyön kysyntä laskee, mikä johtaa palkkojen laskuun. Alemmat palkat taas kannustavat innovoimaan sellaisia uusia työtehtäviä, joissa ihmiset ovat konetta parempia.

Näin markkinat toimivat *itsenään korvaavana mekanismina* ja taloudessa tapahtuu yhtä aikaa kahdenlaisia innovaatioita: robotit korvaavat ihmisiä, mutta samanaikaisesti syntyy uusia ihmisvoimin suoritettavia työtehtäviä. Robotti voi syrjäyttää ihmisen teollisuustuotannosta, mutta samalla palvelumuotoilua tekevien ihmisten osuus kasvaa.[12]

Uusien teknologioiden hyödyt tulevat näkyviin uusissa toimintatavoissa, tuotteissa ja palveluissa. Tällaiset uutta teknologiaa hyödyntävät innovaatiot ovat usein sattumanvaraisia ja erittäin vaikeita ennakoida.

Kun yhteisöpalvelut Facebook ja Twitter syntyivät kymmenkunta vuotta sitten, harva pystyi kuvittelemaan, että yrityksiin syntyy työpaikkoja sosiaalisen median asiantuntijoille. Yhdysvalloissa jopa 70 prosenttia niistä tehtävistä, joita ohjelmistojen kehittäjät tekivät vuonna 2000, ei ollut lainkaan olemassa vuonna 1990.

Robottien aikakaudella ihmisen valttina on inhimillinen pääoma. Arvokkaat taidot ovat niitä, joita kone ei osaa hyvin, mutta joiden hyödyntämistä tietotekniikka tukee.

Tämä on nähtävissä ammattiryhmien kehitystä koskevista tilastoista jo viime 20 vuoden ajalta. Eniten osuuttaan ovat kasvattaneet sellaiset ammattiryhmät, joissa tietotekniikka on tukenut työtehtävistä suoriutumista. Näitä ovat johtajat, erilaiset asiantuntijat sekä palvelu- ja myyntityötä tekevät. (Kuvio 6.)

Eniten taas ovat vähentyneet sellaiset ammatit, joita on pystytty korvaamaan tietotekniikalla tai siirtämään ulkomaille. Näihin kuuluvat toimisto-, teollisuus- ja rakennustyötekijöiden ammattiryhmät.

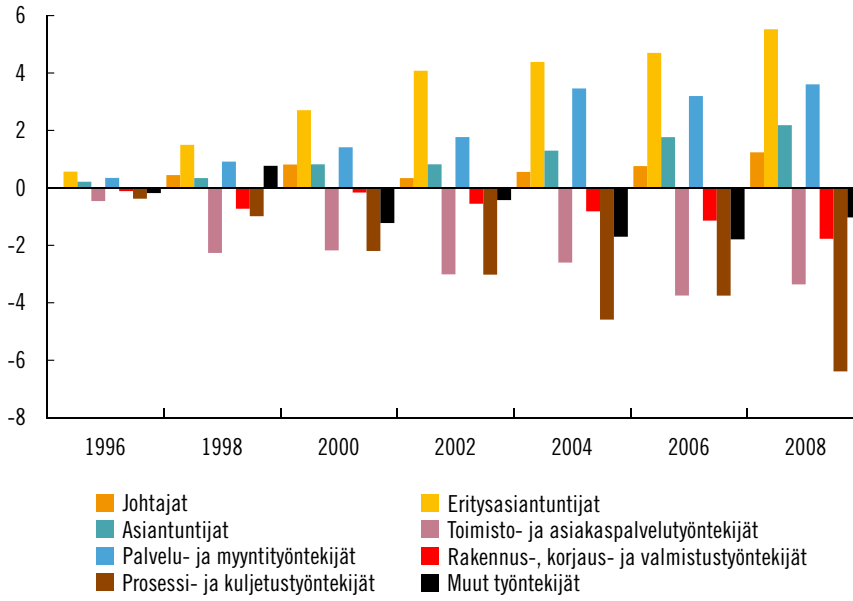
Uudet syntyvät työt voivat olla hyvinkin erilaisia kuin vanhat työt. Koko talouden tasolla tarkasteltuna muutos tarkoittaa sitä, että työpanokset siirtyvät eri sektoreiden välillä. (Kuvio 7.)

MAHDOLLISIA UUSIA AMMATTEJA

- Palvelurobotin apulainen
- Big datan syväsukeltaja
- Personoitujen etämatkojen tuottaja
- Kehomuunnelmiin erikoistunut eetikko
- Tekoäly-vuorovaikutuksen valmentaja
- Jätedatan käsittelijä
- 3D-elinten agentti
- Data-panttivankitilanteiden ratkaisija
- Itseohjautuvan liikenteen suunnittelija
- Keinolihatehtaan insinööri

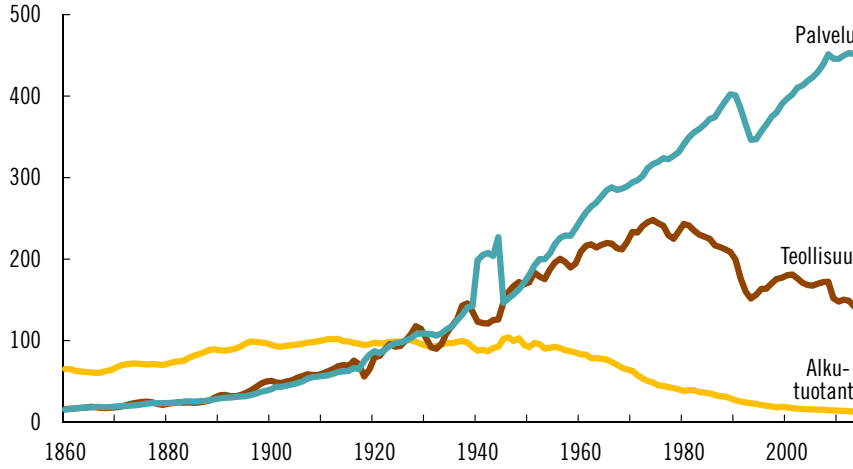
KUVIO 6 AMMATTILUOKKIEN OSUUDEN MUUTOKSET VUONNA 2008 VUODEN 1995 OSUUDESTA (PROSENTTIYKSIKKÖÄ)

LÄHDE: KAUHANEN JA LILJA (2014).



KUVIO 7 TYÖPANOKSET SEKTOREITTAIN VUOSINA 1860–2012 (INDEKSI, 1926=100)

LÄHDE: TILASTOKESKUS, KANSANTALOUDEN TILINPIDON HISTORIASARJAT.



Pitkällä aikavälillä työpanos on kasvanut eksponentiaalista vauhtia palveluissa, mutta supistunut merkittävästi maa- ja metsätaloudessa sekä tasaisesti myös teollisuudessa. Palveluissa ihmisen työpanosta on vaikeinta korvata.

Alkutuotannossa traktorit, metsänhoitokoneet, lypsyautomaatit, paremmat viljelytekniikat ja kehittyneemmät lajikkeet ovat mahdollistaneet suuremman ja laadukkaamman tuotannon sekä vähentäneet ihmistyöpanoksen tarvetta 1950-luvulta. Teollisuudessakin työpanos on laskenut 1970-luvulta alkaen.

1860-luvun näkökulmasta olemme automatisoineet valtaosan silloisista työtehtävistä ja keksineet täysin uusia työtehtäviä, ensin teollisuuteen ja sitten palveluihin. Uudet ammatit ovat olleet myös vähemmän raskaita tai vaarallisia kuin tuhoutuneet ammatit, mikä on tukenut hyvinvoinnin paranemista.

TULOEROJA JA POLARISOITUMISTA

Kuvitelma siitä, että robotit syrjäyttäisivät ihmiset työmarkkinoilla, perustuu yksipuoliseen käsitykseen teknologian kehityksestä ja talouden sopeutumiskyvyn rankkaan aliarviointiin. Näin kurja tulevaisuus olisi mahdollinen vain, jos emme pystyisi keksimään uusia ihmisen tuottamia hyödykkeitä tai palveluita.

Robotiikan kehittymisen ei yleensä oleteta johtavan kurjistumiseen, vaan vaurauden ja hyvinvoinnin kasvamiseen, kun tuotantomahdollisuudet kasvavat.

Mutta millaisia töitä ihmisille jää? Syrjäyttävätkö robotit ihmiset hyväpalkkaisista tehtävistä vai pystyvätkö ihmiset tulevaisuudessakin elämään työllään?

Pohjimmiltaan robotiikan vaikutus palkkoihin riippuu sekä teknologisen kehityksen luonteesta että robotiikan tuottavuusvaikutuksista. Robotit alentavat palkkoja, koska ne korvaavat ihmistyötä.

Ihmiselle jää vähemmän työtehtäviä, joista työvoima kilpailee. Kaikki työllistyvät vain, jos palkat alenevat.

Tämän vastapainona on kaksi tekijää, jotka nostavat palkkoja. Ensiksi, uusien työtehtävien syntyminen laajentaa ihmisen suorittamien työtehtävien joukkoa ja siten nostaa ihmistyön kysyntää. Toiseksi, robottien tuoma tuottavuuden kasvu nostaa kokonaiskysyntää taloudessa ja siten myös ihmistyön kysyntää. Kun ihmistyön kysyntä kasvaa, myös reaalipalkat nousevat.

Kovinkaan realistisena ei siis voida pitää tulevaisuutta, jossa tarvitaan perustuloa[13], koska robotit jättävät ihmiselle vain huonosti palkattuja töitä. Mutta se on selvää, että teknologisen kehityksen ja tuottavuuden kasvun vaikutukset eivät jakaudu tasaisesti työmarkkinoilla.

Kun robotiikka korvaa tiettyjä tehtäviä, niissä tarvittavien taitojen markkina-arvo laskee. Samalla syntyvien uusien työtehtävien vaatimien taitojen kysyntä kasvaa.

Robottien aikakaudella tuloerot luultavasti kasvavat ja työmarkkinoiden polarisoituminen jatkuu. Äärimmillään jakautumista kuvataan supertähdet vastaan muut -työmarkkinoina: joidenkin huippuosaajien työstä kannattaa maksaa maltaita, mutta moni joutuu tyytymään mataliin palkkoihin[14].

Tuloerojen kehitykseen vaikuttaa kuitenkin se, miten ihmiset kykenevät päivittämään omaa osaamistaan työmarkkinoiden tarpeita vastaavaksi. Mitä paremmin työn tarjonta vastaa sen kysyntää, sitä pienempiä ovat paineet tuloerojen kasvuun.

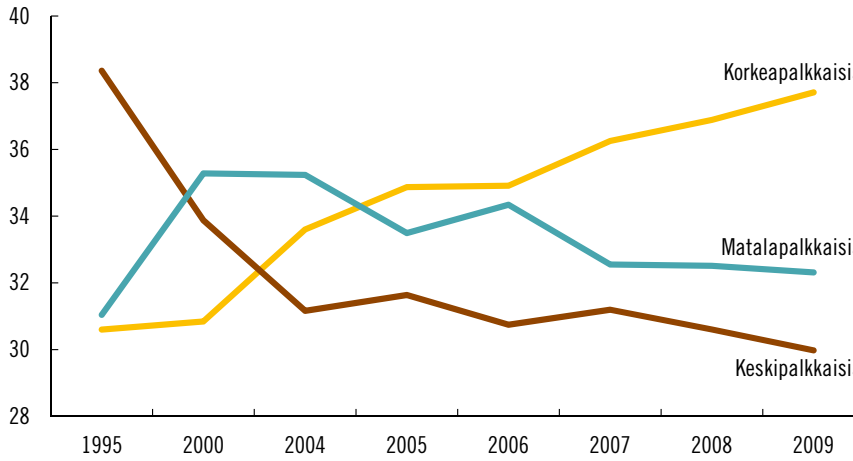
Keskipalkkaisten töiden suhteellinen osuus pienenee.

Työmarkkinoiden polarisoituminen näkyy tilastoissa lähinnä keskipalkkaisten töiden osuuden vähenemisenä viime 15 vuoden aikana. (Kuvio 8.)

Tietotekniikan ja robotiikan kehitys ovat vähentäneet sellaisia keskipalkkaisia töitä, jotka sisältävät paljon rutiinitehtäviä, kuten teollisuus-

KUVIO 8 PALKKARYHMIEN OSUUDET YRITYSSEKTORILLA VUOSINA 1995–2009 (PROSENTTIA TYÖLLISYYDESTÄ)

LÄHDE: KAUHANEN YM. (2015).



ja toimistotyötä. Silti keskipalkkaisia töitä on yhä paljon, noin 28 prosenttia yrityssektorin töistä.

Korkea- ja matalapalkkaisten töiden määrä on noussut, joskin matalapalkkaisten töiden määrä on laskenut hieman aivan viime vuosina. Voimakkaimmin kasvaneet korkeapalkkaiset ammatit ovat olleet esimerkiksi erityisasiantuntijatehtäviä, joissa rutiinitehtäviä on vähän. Kasvua on myös sellaisissa matalapalkkaisissa palvelutöissä, joita on vaikea korvata teknologialla.

Tämä työmarkkinoiden jakautuminen jatkunee robottienkin aikakaudella. Kokonaan keskipalkkaiset työt eivät kuitenkaan ole häviämässä, vaikka niiden suhteellinen osuus pienenee.

TUKEA IHMISILLE, EI TYÖPAIKOILLE

Kun itseohjautuvat rekat tulevaisuudessa tekevät rekkojen kuljettajat tarpeettomiksi, loppuvat samalla työt teiden varsilla kuljettajia palve-

levilta palvelutyöntekijöiltä[15]. Yksilötasolla kuljettajien ja taukopaikkojen työntekijöidenkään sopeutuminen robottirekkoihin ei välttämättä ole kivutonta.

Useimmille kuljettajille ei ole heti tarjolla yhtä hyvin palkattua työtä. Monien heistä täytyy hankkia uusia taitoja, joille on kysyntää työmarkkinoilla. Yksilötasolla sopeutuminen voi vaatia siirtymistä sellaiseen uuteen ammattiin, jota emme vielä osaa edes kuvitella.

Silti itseohjautuvia rekkoja ei kannata estää sen takia, että kuljettajat menettävät työnsä. Teknologisen kehityksen jarruttaminen ei ole hyvää sopeutumispolitiikkaa, eikä robotisoitumista kannata yrittää estää.

Tarvitaan aikuiskoulutusta ja uudelleentyöllistymisen tehostamista.

Teollisen vallankumouksen aikana käsityöläiset pyrkivät jarruttamaan kehitystä rikkomalla kehruukoneita ja kokonaisia tehtaita. Samantyyppistä toimintaa on ilmassa nykyäänkin, joskin robotisoitumisen jarruttamiseen pyritään hienostuneemmin vaikuttamalla lainsäädäntöön. Itseohjautuviin rekkoihin ja autoihinkin liittyy vaikeita juridisia ongelmia, jotka hidastanevat muutosta työmarkkinoilla[16].

Järkevintä on ottaa vastaan robottien tarjoamat mahdollisuudet ja tukea niitä yksilöitä, joihin robottien tulo kipeimmin vaikuttaa. Se tarkoittaa, että tuetaan ihmisiä, ei työpaikkoja.[17] Sopeutumispolitiikan tulisi pyrkiä auttamaan yksilöitä sopeutumaan robotiikan ajan työelämään niin, että siirtyminen uusiin tehtäviin on aiempaa joustavampaa.

Viime vuosikymmenien ammattirakenteiden muutoksessa hankalimmassa asemassa ovat olleet ikääntyneet ja syrjäisemmillä seuduilla asuvat teollisuustyöntekijät, jotka ovat siirtyneet kokonaan työvoiman ulkopuolelle.[18]

Robottienkin aikakaudella ikääntyneemmillä on nuoria heikommat kannustimet hankkia uusia taitoja. Syrjäisemmillä seuduilla asuvilla taas työmarkkinat ovat kitkaisemmat kuin tiheämmin asutuilla seuduilla.

Työmarkkinoilla olevien sopeutuminen vaatii paitsi aikuiskoulutusta myös liikkuvuuden edistämistä työmarkkinoilla[19]. Liikkuvuutta voidaan edistää tehostamalla uudelleentyöllistymistä ja heikentämällä työsuhdeturvaa.

Keinoja voisivat olla esimerkiksi työntekijöiden koeajan pidentäminen, henkilöperustaisen irtisanomisen helpottaminen sekä irtisanottujen takaisinottovelvoitteen poistaminen. Nämä alentaisivat palkkaamiseen liittyviä riskejä ja siten laskisivat palkkaamisen kynnystä.

Uudelleentyöllistämistä voidaan tehostaa myös työvoimapolitiikkaa kehittämällä. Kansainväliset tutkimukset osoittavat, että parhaiten työllistymistä edistävät yksityisen sektorin palkkatuki ja työnhaussa avustaminen.

Suomenkin osalta olisi syytä selvittää, mitkä toimet vauhdittaisivat uudelleentyöllistämistä, ja suunnata panokset niihin. Meillä ei ole tietoa esimerkiksi aktiivisen työvoimapolitiikan ja aikuiskoulutuksen vaikuttavuudesta uusiin tehtäviin siirtymisessä.

Työmarkkinoille robottien aikakaudella tulevien taidoista tärkeimmät ovat ne, joihin kone ei pysty, kuten luova ongelmanratkaisu ja viestintätaidot. Kun tietotekniikka auttaa meitä vastaamaan yhä useampiin kysymyksiin aiempaa helpommin, tulee hyvistä kysymyksistä arvokkaita. Tällaisten taitojen tulisi painottua opetussuunnitelmissa jo peruskoulusta alkaen.

VIITTEET

1 Tässä EVA Raportissa robotiikalla ja automatisoitumisella tarkoitetaan kaikenlaisia koneita tietokoneista keinoälyyn, jotka pystyvät korvaamaan ihmisen työpanosta jo tällä haavaa tai lähivuosikymmeninä. Katso tarkemmin Liite: Pieni robotiikan sanasto s. 104–106.
2 Brynjolfsson ym. (2014).
3 Brynjolfsson ym. (2015).
4 Arntz ym. (2016).
5 Arntz ym. (2016) kritisoivat tutkimuksessaan etenkin Freyn ja Osbounen (2013) ammatteihin pohjaavaa arviota tietokoneistumisen vaikutuksista liioittelevaksi. Suomessa uhan alla olevien työpaikkojen osuudeksi on Freyn ja Osbournen tutkimusta soveltamalla arvioitu 36 prosenttia nykyisistä työpaikoista, ks. tarkemmin Pajarinen ym. (2014).
6 Hyvä yleistajuinen julkaisu aiheesta on Stewart ym. (2015).
7 Tarkemmin Maliranta (2014), Kauhanen ym. (2015).
8 Pajarinen ym. (2014).
9 Verhage (2016).
10 Paradoksista keskustelee esim. Autor (2015).
11 Acemoglu ym. (2015).
12 Acemoglu ym. (2015).
13 Esim. Santens (2015).
14 Brynjolfsson ym. (2014).
15 Frey (2016).
16 Koebler (2016).
17 Kauhanen ja Maliranta (2011).
18 Asplund ym. (2015).
19 Ks. tarkemmin Kauhanen (2015).

KIRJALLISUUS

ACEMOGLU, D. & Restrepo, P. (2015): The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares and employment: MIT, https://bfi.uchicago.edu/sites/default/files/research/Man_Vs_Machine_October_16_2015.pdf.

ARNTZ, M., Gregory, T. & Zierahn, U. (2016): The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries, A comparative analysis, http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries_5jlz9h56dvq7-en.

ASPLUND, R., Kauhanen, A. & Vanhala, P. (2015): Ammattirakenteet murtuvat – mihin työntekijät päätyvät ja miksi? Helsinki: Etla B 268. 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, http://economics.mit.edu/files/11563.

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.

BRYNJOLFSSON, E. & McAfee, A. (2014): The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies.

BRYNJOLFSSON, E. & McAfee, A. (2015): Will Humans Go the Way of Horses, Labor in the Second Machine Age, Foreign Affair July/August 2015, Volume 94, Number 4, https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-06-16/will-humans-go-way-horses .

FREY, C. B. & Osborne, M. A. (2013): The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Oxford, OMS Working Papers.

FREY, T. (2016): ”128 Things that will disappear in the driverless car era”, http://www.futuristspeaker.com/job-opportunities/128-things-that-will-disappear-in-the-driverless-car-era/.

KAUHANEN, A. (2015): Lisää liikkuvuutta työmarkkinoille. Teoksessa Muistioita tulevalle hallitukselle: Talouspolitiikan linjaus keväällä 2015. Helsinki: Taloustieto.

KAUHANEN, A. & Lilja, R. (2014): Naisten ja miesten muuttuva asema työmarkkinoilla. Teoksessa L. Pentikäinen (toim.), Katsaus suomalaisen työn tulevaisuuteen. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö.

KAUHANEN, A. & Maliranta, M. (2011): Terve tuho– tietä tuottaville työpaikoille ja kasvulle. EVA analyysi No. 14.

KAUHANEN, A., Maliranta, M., Rouvinen, P. & Vihriälä, V. (2015): Työn murros – riittääkö dynamiikka? Etla B 269. Taloustieto Oy, Helsinki.

KOEBLER, J. (2016): ”Legal Analysis Finds Judges Have No Idea What Robots Are”, Motherboard 27.2. 2016, http://motherboard.vice.com/read/artificial-intelligence-and-the-law.

MALIRANTA, M. (2014): Luovan tuhon tie kilpailukykyyn: Miten innovointi vaikuttaa yrityksiin, kansantalouteen ja kansalaisiin. Helsinki: Tehokkaan tuotannon tutkimussäätiö, http://www.ttt-saatio.fi/wp-content/uploads/2015/01/Maliranta.pdf.

PAJARINEN, M. & Rouvinen, P. (2014): Computerization threatens one third of finnish employment. ETLA Brief No 22, http://pub.etla.fi/ETLA-Muistio-Brief-22.pdf.

STEWART, I., De, D. & Cole, A. (2015): Technology and people: The great job-creating machine. Deloitte.

SANTENS, S. (2015): ”Self-Driving Trucks Are Going to Hit Us Like a Human-Driven Truck”, https://medium.com/basic-income/self-driving-trucks-are-going-to-hit-us-like-a-human-driven-truck-b8507d9c5961#.lgcl2pqz2.

VERHAGE, J. (2016): ”Citi: Robo-Advisers Will Never Take the Place of Traditional Investment Managers”, Bloomberg 31-3. 2016, http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-03-31/citi-robo-advisers-will-never-take-the-place-of-traditional-investment-managers.