

# Teknologian vaikutuksista työn ja taitojen kysyntään



## Johannes Hirvonen

Elinkeinoelämän tutkimuslaitos  
johannes.hirvonen@etla.fi

## Aapo Stenhammar

Työn ja talouden tutkimus LABORE ja  
Aalto-yliopisto  
aapo.stenhammar@aalto.fi

## Joonas Tuhkuri

Massachusetts Institute of Technology (MIT)  
tuhkuri@mit.edu

### Suosittelava lähdeviittaus:

Hirvonen, Johannes, Stenhammar, Aapo & Tuhkuri, Joonas (11.4.2022). ”Teknologian vaikutuksista työn ja taitojen kysyntään”.

ETLA Muistio No 108.

<https://pub.etla.fi/ETLA-Muistio-Brief-108.pdf>

## Tiivistelmä

Miten uudet teknologiat kuten robotit vaikuttavat työn ja taitojen kysyntään? Usein esitetty ajatus on, että uudet teknologiat erityisesti teollisuudessa vievät työpaikkoja ja lisäävät korkeasti koulutettujen työntekijöiden kysyntää. Tämän ajatuksen puolesta tai sitä vastaan on kuitenkin vain vähän konkreettista näyttöä.

Tässä muistiossa esittelemme tuoreen MIT:n, Etlan ja Laboren tutkimuksen havaintoja uusien teknologioiden vaikutuksista työn ja taitojen kysyntään suomalaisessa teollisuudessa. Hyödynnämme teknologiainvestointeihin kohdistuneita yritystukia vertailemaan muuten samankaltaisia yrityksiä, joista toiset saivat tukea ja toiset eivät.

Tulokset osoittavat, että teknologiat eivät tuhonneet työpaikkoja tai kasvattaneet korkeasti koulutettujen työntekijöiden osuutta aineistomme teollisuusyrityksissä. Uudet teknologiat johtivat työllisyyden kasvuun, mutta työntekijöiden keskimääräinen koulutustaso, ammattijakauma, kognitiiviset kyvyt ja persoonallisuuspiirteet yrityksissä eivät muuttuneet uuden teknologian käyttöönoton seurauksena.

Havaitsemme, että nämä yritykset eivät tyypillisesti käytä uusia teknologioita työntekijöiden korvaamiseen koneilla, vaan uusien asioiden tekemiseen: uusien tuotteiden joustavampaan valmistukseen sekä laadun ja toimitusvarmuuden parantamiseen. Yksiselitys tähän on se, että merkittävä osa suomalaisista teollisuusyrityksistä on erikoistunut joustavaan korkean lisäarvon tuotantoon, jossa teknologian rooli ei ole ensisijaisesti syrjäyttää ihmistyötä, vaan parantaa yrityksen kilpailukykyä muilla keinoin.

## Abstract

### Policy Brief: New Evidence on the Effect of Technology on Employment and Skill Demand

How do new technologies such as robots affect the demand for work and skills? The common idea is that new technologies, especially in manufacturing, replace jobs and increase the demand for highly skilled workers. However, there is little concrete evidence for or against this idea.

This brief presents the findings from a recent study by MIT, ETLA, and Labore on the effects of new technologies on employment and skill demand in Finnish manufacturing. We use technology investment subsidies to compare otherwise similar firms, some of which received a subsidy and others not.

The results show that technologies did not destroy jobs or increase the share of highly skilled workers in the manufacturing firms of our sample. New technologies led to increases in employment, but the average level of education, occupational distribution, cognitive abilities, and personality traits of the employees in our sample firms did not change as a result of a new technology investment.

We find that these firms typically do not use new technologies to replace workers with machines but to do new things: make new products flexibly and improve their quality and the reliability of delivery. One explanation for this is that a significant share of Finnish manufacturing firms specialize in flexible high value-added production, where the role of technology is not primarily to displace human labor but to improve the competitiveness of the firm by other means.

---

KTM **Johannes Hirvonen** on Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen tutkija.

KTM **Aapo Stenhammar** on Työn ja talouden tutkimus LABOREn tutkija ja väitöskirjatutkija Aalto-yliopistossa.

VTM **Joonas Tuhkuri** on väitöskirjatutkija MIT:ssa.

M.Sc. **Johannes Hirvonen** is a Researcher at ETLA Economic Research.

M.Sc. **Aapo Stenhammar** is a Researcher at Labour Institute for Economic Research LABORE and a PhD Candidate at Aalto University.

M.Sc. **Joonas Tuhkuri** is a PhD Candidate at MIT.

---

**Kiitokset:** Muistio perustuu tutkimukseen: Hirvonen, J., Stenhammar, A. & Tuhkuri, J. (2022). *New Evidence on the Effect of Technology on Employment and Skill Demand*. Kiitämme Yritystutkimuskeskusta (työ- ja elinkeinoministeriö), Liikesivistysrahastoa, Yrjö Jahns-sonin säätiötä, Koneen säätiötä ja Emil Aaltosen säätiötä tutkimuksen rahoituksesta sekä ELY-keskusten ja TEM:n asiantuntijoita, Teollisuusliittoa ja haastatteluihin osallistuneiden yritysten edustajia ja työntekijöitä.

**Acknowledgements:** This brief is based on: Hirvonen, J., Stenhammar, A., & Tuhkuri, J. (2022). *New Evidence on the Effect of Technology on Employment and Skill Demand*. We thank Research Division on Business Subsidies (Ministry of Economic Affairs and Employment, TEM), Foundation for Economic Education, Yrjö Jahns-son Foundation, Kone Foundation and Emil Aaltonen Foundation for funding, and the officials at ELY centers and TEM, Industrial Union, and firm representatives and workers that participated in our interviews.

---

**Avainsanat:** Teknologia, Työ, Taidot, Yritystuet

**Key words:** Technology, Labor, Skills, Industrial policy

**JEL:** J23, J24, O33

---

## Tausta

Katoavatko työpaikat teknologisen kehityksen myötä? Riittävätkö työntekijöiden taidot ja koulutus vastaamaan uusia osaamisvaatimuksia muuttuvassa ympäristössä? Tällaisia kysymyksiä on esitetty viime vuosina yhteiskunnallisessa keskustelussa ja tutkimuksessa. Yleisenä huolena on, että uudet teknologiat – kuten robotit – syrjäyttävät etenkin manuaalisen työn tekijöitä ja aiheuttavat siten työttömyyttä. Huoleen liittyy myös pelko siitä, että teknologinen kehitys lisää eritoten korkeasti koulutettujen tuottavuutta ja kasvattaa siten tuloeroja.

Kansainvälistä tutkimusnäyttöä edellä mainitun kaltaista mutta myös niiden vastaisista vaikutuksista on alkanut muodostua viime vuosina, mutta Suomen kontekstiin liittyviä tutkimuksia on tehty vähän. Iso osa aiemmasta tutkimuksesta pohtii aihetta tulevaisuuden näkökulmasta, ilman täsmällisiä tutkimusaineistoja ja tiedonkeruuta yritysten teknologian käytöstä ja työntekijöiden koulutuksesta ja ammateista.

Tässä muistiossa esitämme uusia tuloksia koneiden ja teknologioiden vaikutuksista työllisyyteen ja taitojen kysyntään suomalaisessa teollisuudessa perustuen laajamittaisiin tutkimusaineistoihin. Teollisuus on tärkeä osa Suomen taloutta, ja teknologia on siinä keskeisessä roolissa. Muistion tulokset pohjautuvat uuteen tutkimusartikkelimme (Hirvonen ym., 2022), joka käsittelee aihetta laajemmin.

## Teknologiainvestoinnit kasvattivat työllisyyttä

Tutkimme uusien teknologioiden vaikutusta työllisyyteen sekä taitojen kysyntään suomalaisessa teollisuudessa Tilastokeskuksen ja työ- ja elinkeinoministeriön yritys- ja työntekijärekistereiden avulla vuosina 1994–2018. Käytämme sanaa teknologia kattoterminä tuotannossa käytetyille koneille, laitteille ja ohjelmistoille. Tyypilliset teknologiat aineistomme yrityksissä ovat robotteja, numeerisesti ohjattavia koneita ja uusia ohjelmistoja.

Tutkimusasetelmamme pohjautuu työ- ja elinkeinoministeriön hallinnoimien ELY-keskusten myöntämiin teknolo-

giainvestointeihin kohdistuneisiin yritystukiin. Myönnetty tuki kattaa tyypillisesti noin 15–30 prosenttia investoinnin suorista kustannuksista. Se tarjoaa täten variaatiota teknologiainvestoinneissa eri yritysten välillä. Aineistomme koostuu yrityksistä, jotka ovat hakeneet tukea. Suurin osa näistä yrityksistä on saanut tuen, mutta osa ei. Estimoimme uusien teknologioiden vaikutuksia vertaamalla muutoksia tuen saaneiden yritysten (tuensaajat) ja hylätynt päätöksen saaneiden yritysten (ei-tuensaajat) välillä.

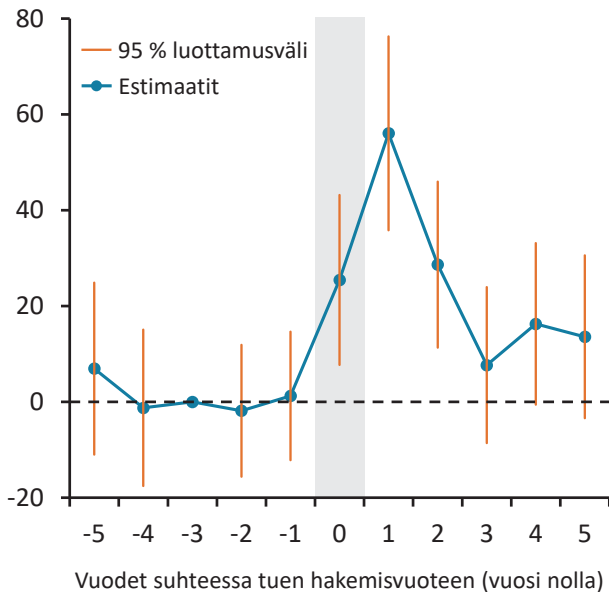
Ei-tuensaajat eivät välttämättä ole suoraan täydellisiä vertailukohteita tuensaajille, sillä niihin sisältyy suuremmalla todennäköisyydellä huonommin menestyviä yrityksiä. Tällöin yksinkertainen vertailu näiden kahden yritysryhmän välillä voi aiheuttaa harhaa tuloksissa, sillä osa eroista olisi syntynyt joka tapauksessa ilman tukiohjelmia ja teknologiainvestointia. Pyrimme eliminoimaan tämän harhan regressioanalyysillä, jossa kontrolloimme yritysten välisiä eroja. Lisäksi hyödynnämme tukiohjelman viranomaisten tuottamia arviointitekstejä luomalla niistä koneoppimismenetelmillä tekstipohjaisen todennäköisyyden tuen saamiselle. Ehdollistamalla analyysin tuen saannin todennäköisyydellä ja muilla tilinpäätösmuuttujilla tuloksemme kertovat erot kiinnostavissa vastemuuttujissa muuten identtisten yritysten välillä, joista osa on saanut rahallisen tuen teknologiainvestointiin ja osa ei. Koska tuki vaikuttaa teknologiainvestointeihin suoraan yritystasolla, voimme konkreettisesti tarkastella muiden muuttujien, kuten työllisyyden ja työntekijöiden taitotason, muutoksia sen seurauksena kyseisessä yrityksessä.

Kuvio 1 näyttää tuensaannin vaikutuksen koneinvestointeihin. Pystyakselin yksiköt ovat tuhansissa euroissa. Vaaka-akseli kuvastaa vuotta tuensaantivuoden ympärillä, jossa nollavuosi on vuosi, jolloin tukea on haettu. Pistteet kuviossa kertovat tällöin tuensaajien ja ei-tuensaajien koneinvestointien erot verrattuna eroon vuonna -3 (kolme vuotta ennen tukihakemusta). Kuvioista selviää, että teknologiatuen saamisella on keskimäärin selkeä positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä vaikutus koneinvestointeihin. Tuen saanti on yhteydessä yhteensä 130 000 euron lisäinvestointiin. Vaikutus jatkuu useamman vuoden hakuvuodesta eteenpäin, sillä mikäli tuki myönnetään, usein investointi tehdään ja tuki maksetaan muuttaman seuraavan vuoden aikana hakemuksesta.

Kuviosta voi tehdä kaksi tärkeää johtopäätöstä. Ensinnäkin estimaatit tuen hakuvuotta edeltäville viidelle vuodel-

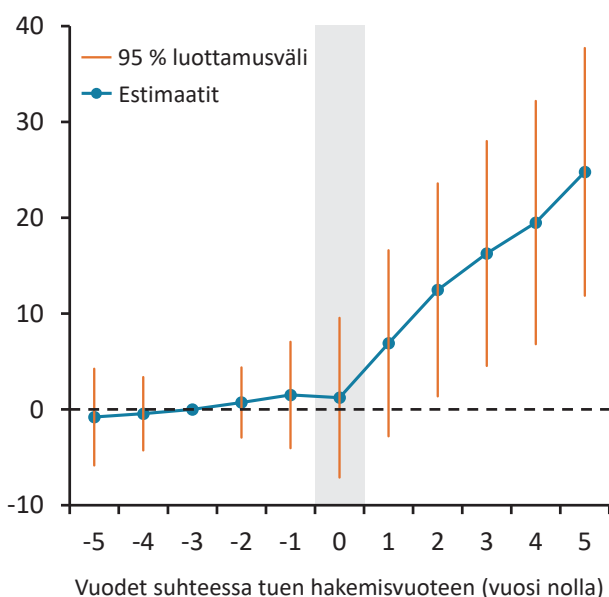
le (negatiiviset luvut vaaka-akselissa) ovat nollia. Tämä kertoo, että tuensaajat ja ei-tuensaajat ovat olleet koneinvestoinneissaan samankaltaisella aikatarendillä ennen hakemusta. Toisin sanoen ei-tuensaajat vaikuttavat olevan toimiva vertailuryhmänä tuensaajille. Toiseksi tuen

**Kuvio 1 Teknologiatuet ja koneinvestoinnit, 1 000 eur**



**Lähde:** Kirjoittajien analyysin tulokset Tilastokeskuksen ja TEM:n mikroaineistojen pohjalta.

**Kuvio 2 Teknologiatuet ja työllisyys, %**



**Lähde:** Kirjoittajien analyysin tulokset Tilastokeskuksen ja TEM:n mikroaineistojen pohjalta.

saamisen positiivinen vaikutus koneinvestoinneissa on tärkeä osa tutkimusasetelmaa, sillä se on edellytys muiden muuttujien muutosten (kuten työllisyyden) tutkimiselle: jos tuella ei olisi vaikutusta investointeihin, eivät muiden muuttujien mahdolliset muutokset luultavasti johtuisi koneinvestoinneista.

Kuvio 2 esittää tuensaannin vaikutuksen työllisyyteen samalla tyyllillä kuin kuviossa 1 koneinvestointien osalta. Nyt yksikkönä on työllisyyden prosenttimuutos verrattuna vuoteen -3 (kolme vuotta ennen tukihakemusta). Kuvaaja osoittaa, että työllisyys tuen saaneissa yrityksissä kasvoi noin 25 prosenttiyksikköä verrattuna ei-tuensaajiin. Tämä tulos on huomionarvoinen, sillä se on vastoin yleistä näkemystä uusien teknologioiden negatiivisista työllisyysvaikutuksista. Teknologiatuennit kasvattivat työllisyyttä.

Vaikutuksen tasainen kasvu hakuvuoden jälkeisinä vuosina tukee myös yritysten itse tukihakemuksissa usein mainitsemaa tavoitetta: teknologiatuennit mahdollistaa yrityksen kasvun jatkamisen. Tuen saaneiden yritysten liikevaihto kasvoi keskimäärin yhtä paljon kuin työllisyys.

## Teknologiatuennit eivät lisänneet korkeasti koulutettujen osuutta

Vaikka uusien teknologioiden työllisyysvaikutukset ovat otoksessamme selvästi positiivisia, on hyödyllistä myös tarkastella, jakautuvatko työllisyysvaikutukset tasapuolisesti kaikille työntekijöille, joilla on erilaiset koulutus- ja ammattitaustat.

Kuviossa 3 esitämme piste-estimaatit uusien teknologioiden vaikutuksesta kolmelle eri vastemuuttujalle yrityksessä: työntekijöiden keskimääräiselle koulutustasolle mitattuna vuosissa, korkeakoulututkinnon suorittaneiden työntekijöiden osuudelle ja ammattiluokituksestaan tuottantotyöntekijöiksi luokiteltujen työntekijöiden osuudelle. Kuvion estimaateissa useamman vuoden vaikutukset on tiivistetty keskimääräisiksi vaikutuksiksi tuensaannin jälkeisiltä vuosilta.

Kaikissa kolmessa keskeisessä taitomuuttujassa uusien teknologioiden estimaatti on suhteellisen tarkka nolla. Tulos osoittaa, että uuden teknologian käyttöönoton jälkeen yritykset eivät keskimäärin muuta niiden työntekijärakennettaan olennaisesti; keskimääräinen koulutustaso ja tuotantotyöntekijöiden osuus pysyvät samankaltaisena kuin vertailuryhmässä. Usein esiintyvä ajatus uusien teknologioiden matalasti koulutettuja työntekijöitä syrjivästä ja korkeasti koulutettuja suosivasta teknologisesta kehityksestä ei näytä kontekstissamme pitävän paikkaansa.

Kuvion 3 oikeassa laidassa on esitetty vastemuuttujien arvot aineiston yrityksissä keskimäärin kolme vuotta ennen tukihakemusta. Keskimäärin yritysten työntekijöillä on koulutusvuosia takana noin 12 (vastaa toisen asteen tutkintoa), noin 15 prosentilla on korkeakoulututkinto ja 70 % on tuotantotyöntekijöitä.

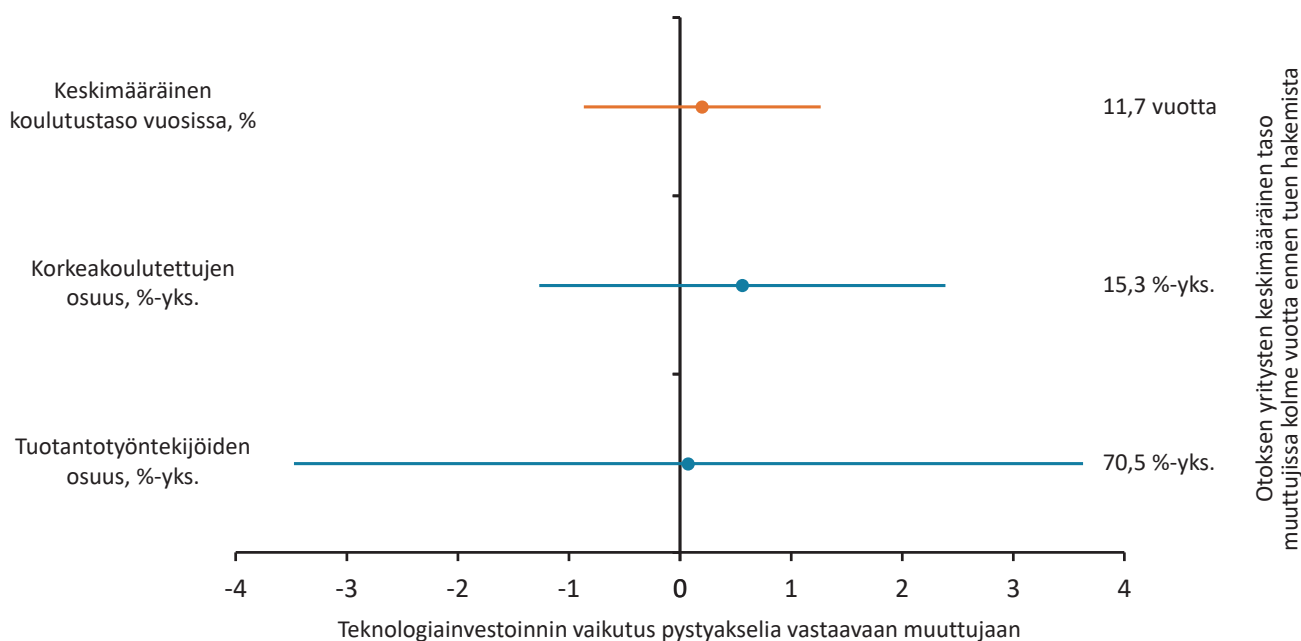
Tutkimme myös muita työntekijöiden taitotasoa mittavia vastemuuttujia, kuten tarkempien koulutus- ja ammattiryhmien osuuksia, kognitiivista suorituskykyä ja persoonallisuuspiirteitä. Näissäkään mittareissa ei yleisesti näy muutoksia uusien teknologiainvestointien seurauksena.

## Tuotekilpailukyvyn parannus työntekijöiden korvaamisen sijaan

Yksi tapa ymmärtää teknologista kehitystä on jakaa se karkeasti kahteen kategoriaan: tuote- ja tuotantokeskeiseen teknologiseen kehitykseen.

Tuotekeskeiset teknologiat keskittyvät siihen, mitä yritys tuottaa ja miten se saapuu asiakkaalle. Tuotekeskeiset teknologiat parantavat esimerkiksi tuotteen laatua ja toimitusvarmuutta tai mahdollistavat yrityksen uuden tuotteen tuotannon. Yksi tyypillinen esimerkki kyseisistä teknologioista suomalaisessa teollisuudessa ovat uudet numeerisesti ohjattavat koneet, joissa on lyhyempi asetus-aika kuin aiemmissa malleissa. Lyhyempi asetus-aika mahdollistaa nopeammin eri tuotteiden valmistamisen ja siten asiakkaiden joustavamman palvelemisen ja yrityksen toiminnan kasvun. Työntekijän tarpeellisuuden poistuminen prosessissa ei ole kuitenkaan kyseisessä esimerkissä lainkaan ilmeistä: ihmisen täytyy edelleen valita uuden tuotantoerän asetukset. Vaikka siis numeeri-

**Kuvio 3 Teknologiatuet ja koulutus- ja ammattiryhmien osuudet**



**Lähde:** Kirjoittajien analyysin tulokset Tilastokeskuksen ja TEM:n mikroaineistojen pohjalta.

sesti ohjattavat koneet ovat alun perin korvanneet ihmisen tarpeen monessa aiemmin käsintehdyssä tuotantoprosessin osassa, uusimmatkin versiot vaativat ihmisen ohjaamaan niitä säännöllisesti.

Tuotantokeskeisiä teknologioita ovat tuotemuutosten sijaan esimerkiksi koneinvestoinnit, joiden tavoitteena on tehostaa olemassa olevan tuotteen tuotantoa ilman että siitä syntyy asiakkaalle havaittavaa muutosta. Havainnollistavana esimerkkinä tämänkaltaisista teknologioista on esimerkiksi robotti, joka siirtää tuotteita liukuhihnalta toiselle. On helppo ymmärtää, miten tämän kaltaiset teknologiat voivat korvata ihmistyötä: aiemmin käsin tuotetta siirtänyttä työntekijää ei välttämättä kannata enää palkata, jos robotti voi tehdä kertaluontoisen ostokustannuksen jälkeen työtä palkatta.

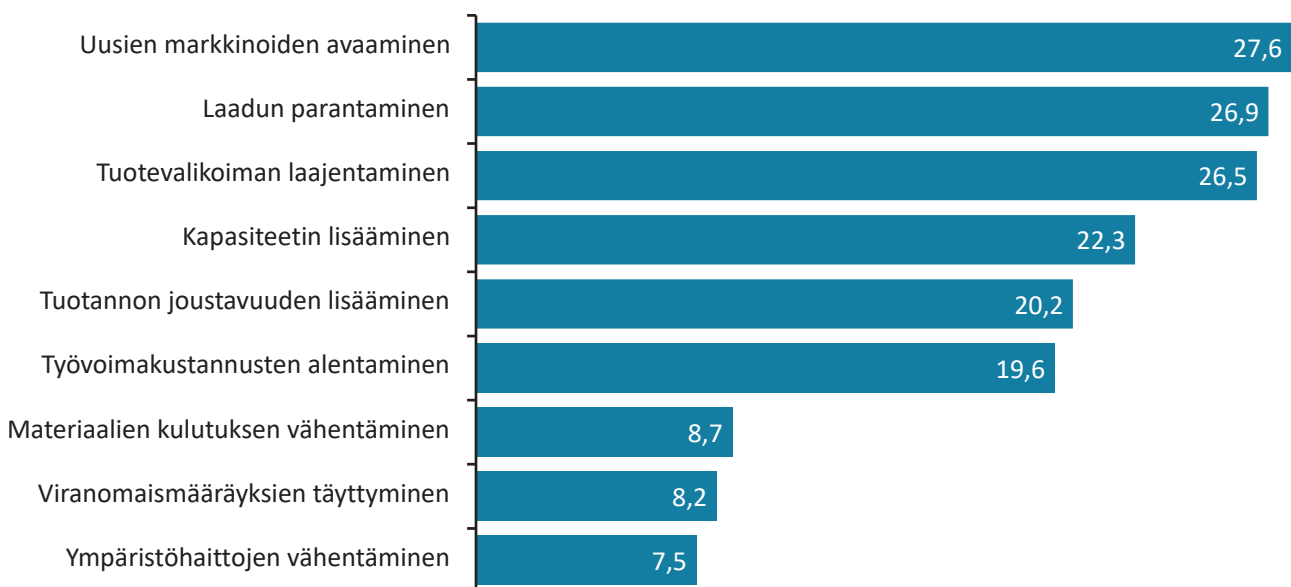
Tuote- ja tuotantokeskeisten teknologioiden eron voi tiivistää yritystoiminnan osaan, jossa kehitystä tavoitellaan. Tuotantokeskeiset kasvattavat yrityksen tuottavuutta – yhdellä eurolla saa tuotettua enemmän samaa tuotetta kuin aiemmin – mutta vaikutukset eivät näy suoraan asiakkaalle tuotteen ominaisuuksissa, hintaa lukuun ottamatta. Tuotokeskeisen teknologian osalta kasvua tavoitellaan lopputuotteen ominaisuuksien kautta, joihin

lukeutuvat muun muassa uusien tuotteiden tuominen markkinoille sekä laadun ja toimitusaikojen parantaminen. Kyseisten teknologioiden vaikutukset näkyvät siis selkeämmin asiakkaalle.

Näkemykset siitä, että teknologiat syrjäyttävät matalasti koulutettuja työntekijöitä ja suosivat korkeasti koulutettuja työntekijöitä, liittyvät pääasiassa tuotantokeskeiseen näkökulmaan. Jos teknologinen kehitys keskittyykin yrityksen kilpailukyvyyn parantamiseen asiakkaille näkyvien tuotteiden kehittämisen kautta, vaikutukset työhön voivat luontevasti olla positiivisia. Ei liene yllättävää, että esimerkiksi paremman moottorin valmistukseen tähtäävät koneinvestoinnit eivät syrjäytä työpaikkoja, vaan mahdollistavat yrityksen kilpailukyvyyn kehittämisen.

Kumpi teknologisen kehityksen muoto on aineistossamme tyypillisempi? Mitä yritykset vastaavat teknologioiden käytön tarkoituksesta? Ovatko vastaukset linjassa vai ristiriidassa työllisyyttä ja koulutusta koskevien tulostemme kanssa? Kuvio 4 esittää kahden vuoden välein järjestettävän EU:n innovaatiokyselyn vastausten jakauman aineistomme yrityksille. Kuvioista käy ilmi, että työntekijäkustannusten laskeminen on suhteellisen matalalla tärkeysjärjestyksessä kysyttäessä teollisuusyritysten in-

**Kuvio 4 Teknologiainvestointien ja innovaatioiden korkean prioriteetin tavoitteet, % otoksen yrityksistä**



**Lähde:** Kirjoittajien laskelmat Tilastokeskuksen toteuttaman Innovaatiotutkimuksen (1996–2016) pohjalta.

novaatioiden tavoitteista: vain noin 20 % otoksen yrityksistä pitää sitä korkean prioriteetin tavoitteena. Laajempi tuotevalikoima, uusien markkinoiden tavoittaminen, korkeampi laatu, parempi tuotannon joustavuus sekä laajempi kapasiteetti ovat kaikki keskimäärin yrityksille tärkeämpiä tavoitteita. Vastaukset ovat hyvin samanlaisia koko teollisuuden osalta.

Vastausjakauma tukee tulkintaa siitä, että suomalaiset teollisuusyritykset käyttävät teknologioita keskimäärin kilpailukyvyyn parantamiseen keskittymällä laatuun, toimitusvarmuuteen ja uusiin tuotteisiin eivät niinkään työntekijöiden korvaamiseen koneilla.

Rekisteri- ja kyselyaineistoihin pohjautuvan näytön lisäksi haastattelimme suomalaisten teollisuusyritysten työntekijöitä ja johtoa sekä yritystukiohjelman viranomaisia. Haastattelut tukevat tulkintaamme: yritysten omastakin näkökulmasta uusien teknologioiden käyttöönoton tavoitteena on harvoin työntekijöiden korvaaminen koneilla. Yleisenä tavoitteena esiintyi sen sijaan yrityksen kasvun mahdollistaminen nimenomaan uusien tuotteiden ja markkinoiden sekä laatuparannusten avulla. Haastatteluissa tuli myös ilmi, että uudet teknologiat vaativat useimmiten uusia taitoja, mutta yritykset tyypillisesti kouluttavat nykyiset työntekijänsä käyttämään uusia laitteita uusien koulutettujen työntekijöiden palkkaamisen sijaan. Haastattelunäyttö ei siis tukenut ajatusta työntekijöiden korvaamisesta koneilla eikä matalasti koulutettujen työntekijöiden korvaamisesta korkeasti koulutetuilla työntekijöillä, ainakaan suoraan koneinvestoinnin seurauksena.

## Teollisuus on muutakin kuin massatuotantoa

Uusien tutkimusaineistojen avulla olemme tähän mennessä raportoineet, että teknologiainvestoinnit kasvattivat työllisyyttä eivätkä lisänneet korkeasti koulutettujen työntekijöiden osuutta teollisuuden työpaikoilla. Tulokset haastavat näkemyksen siitä, että teknologinen kehitys väistämättä vie työpaikkoja ja lisää eriarvoisuutta.

Minkälaisessa kontekstissa tällaiset tulokset ovat odotettavissa? Suuri osa suomalaisista teollisuusyrityksistä on

erikoistunut joustavaan korkean lisäarvon tuotantoon, jossa teknologian käyttö työntekijöiden syrjäyttämiseen ei ole keskeisin teknologian käytön muoto. Tulkintamme on, että aineistomme suomalaiset teollisuusyritykset käyttävät teknologioita keskimäärin tuotekilpailukyvyyn parantamiseen, eivät työntekijöiden korvaamiseen koneilla.

Tuote ja tuotantokeskeisten teknologioiden jaottelun hyödyllisyys korostuu, kun tarkastellaan teollisuusyritysten erilaisia tuotantotapoja. Samalla tavalla kuin teknologisen kehityksen osalta, myös tuotantotavat voidaan jakaa karkeasti kahteen: massatuotantoon ja joustavaan erikoistumiseen.

Massatuotannolla viittamme tuotantomalliin, jossa yritys tuottaa yhtä tai vain muutamaa eri standardoitua tuotetta isoissa erissä. Raaka-aineiden yksinkertainen jalostus on esimerkki tällaisesta toiminnasta. Tällainen yritys kilpailee pääasiallisesti madaltamalla tuotantokustannuksia olemassa olevassa tuotantoprosessissa. Työntekijöiden korvaamiseen soveltuvat automaatioteknologiat, kuten robotit, ovat tällaisissa yrityksissä yleisiä investointeja. Esimerkiksi lyhyempiä asetusajoja tai muita tuotannon joustavuusetuja tarjoavat uudet teknologiat eivät välttämättä tarjoa merkittävää kilpailuetua massatuotantoa harjoittavissa yrityksissä, sillä tuotantoprosessi pysyy pitkiä ajanjaksoja muuttumattomana.

Monet teollisuusyritykset erikoistuvat massatuotannon sijaan joustavaan erikoistuneeseen tuotantoon. Nämä yritykset ovat usein alihankkijoita suuremmille yrityksille. Ne tuottavat teollisuustuotannon välituotteita, kuten esimerkiksi hammaspyöriä. Käytämme tästä tuotantotyyppistä nimeä joustava erikoistuminen. Koska joustavan erikoistumisen tuotannon yrityksellä on tyypillisesti eri yritysasiakkaita erilaisilla vaatimuksilla tuotteille, tuotannon joustavuus on sille elintärkeää. Usein myös tietyn tuotemallin eräkoot ovat tästä syystä pieniä. Tällöin uudet teknologiat, jotka mahdollistavat uudenlaisten tuotteiden valmistamisen, muodostuvat tärkeiksi. Työntekijöitä korvaavat teknologiat eivät puolestaan välttämättä sovellu joustavan erikoistumisen yrityksiin, sillä ne ovat pääasiallisesti luonteeltaan joustamattomia. Esimerkiksi tuotantoprosessissa käytetty robotti tulee ohjelmoida suorittamaan tiettyä tehtävää, ja uudelleenohjelmointi on usein hidasta. Jos yhtä tuotetta tehdään vain pieni erä, ei jatkuva uudelleenohjelmointi ole kustannustehokasta.

Tiivistäen, massatuotannossa yritykset keskittyvät useammin ”tuotantokeskeiseen” tuotantoteknologiaan, jossa automaatio ja työntekijöiden korvaaminen teknologioilla saattavat olla kustannustehokkaita ratkaisuja. On mahdollista, että massatuotannossa uudet teknologiat voivat aiheuttaa työllisyyden laskua ja korkeasti koulutettujen kasvanutta kysyntää suhteessa matalammin koulutettuihin. Joustavan erikoistumisen yritykset puolestaan hyödyntävät pääosin ”tuotekeskeisiä” teknologioita, jotka mahdollistavat uusien tuotemallien joustavamman tuotannon. Uusien teknologioiden vaikutus tällaisessa kontekstissa työllisyyteen ei ole välttämättä negatiivinen – ne voivat mahdollistaa yrityksen toiminnan laajentamisen ja siten myös työllisyyden lisääntymisen.

Tämä erilaisten tuotantomallien kahtiajako havainnollistaa mahdollista syytä sille, miksi Suomen erikoistuneessa korkean lisäarvon teollisuudessa teknologiainvestointien vaikutukset työllisyyteen vaikuttavat olevan keskimäärin positiivisia. Vaikka jaottelu kahteen toimintamalliin on karkea, aineistomme yritykset vastaavat selvästi enemmän kuvausta joustavasta erikoistumisesta kuin massa-tuotannosta. Yritysten tuottamien tuotteiden perusteella tehdyn karkean arvion mukaan noin 90 % suomalaisista teollisuusyrityksistä on tällaisia erikoistuneen tuotannon yrityksiä. Loput noin 10 % voi luokitella massatuotannon yrityksiin, joissa tuotetaan isoja eriä samaa tuotetta standardoidusti.

Onko tutkimuksemme konteksti tyypillinen? Vaikka tutkimusasetelmamme tuottamat estimaatit uusien teknologioiden vaikutuksista pätevät suoraan vain rajattuun joukkoon aineistomme yrityksiä, on hyödyllistä pohtia sitä kuinka tyypillisiä tuloksemme ovat. Keskeinen havainto on, että laaja tutkimuskirjallisuus 1980-luvulta alkaen on dokumentoinut yleistä kansainvälistä siirtymää pois massatuotannosta ja kohti joustavaa erikoistumista. Tämän yleisen trendin perusteella ei ole syytä ajatella, että tuloksemme päteisivät vain pieneen osaan suomalaisesta tai kansainvälisestä teollisuudesta.

## Yhteenveto

Uusien teknologioiden yleistymisen on monella toimialalla ilmeistä. Teknologioiden vaikutusten ymmärtäminen auttaa yhteiskunnallisten organisaatioiden ja yritysten päätösten suunnittelussa ja yksittäisten yritysten ja ihmisten työhön ja koulutukseen liittyvissä valinnoissa.

Tutkimuksemme päätulos on, että uusien teknologioiden käyttöönotto suomalaisissa teollisuusyrityksissä on keskimäärin kasvattanut työllisyyttä, mutta ei ole lisännyt korkeasti koulutettujen työntekijöiden osuutta. Teknologioihin kohdistuvat tuet johtavat selvästi investointeihin uusiin teknologioihin, mikä puolestaan kasvattaa yrityksen liikevaihtoa ja työllisyyttä. Työllisyyden kasvu ei kuitenkaan johda muutoksiin eri koulutustason, ammattinimikkeen, kognitiivisen suorituskyvyn tai persoonallisuuden omaavien työntekijöiden osuuksissa.

Tulos poikkeaa merkittävästi kansainvälisessä yhteiskunnallisessa keskustelussa esiintyvistä ajatuksista, jonka mukaan teknologinen kehitys syrjäyttää teollisuustyöntekijöitä ja selittää koulutusasteiden välistä tuloerojen kasvua. Esitämme syyksi poikkeaville tuloksille tapaa, miten teknologiaa hyödynnetään. Suomalaisessa teollisuudessa uusilla teknologioilla pyritään pääsääntöisesti parantamaan yritysten kilpailukykyä, mahdollistamaan uusien tuotteiden tuottamista ja yritysten kasvua, ei saamaan aikaiseksi kustannussäästöjä työntekijöitä vähentämällä. Havaitsemamme tavoitteet ovat yleisiä joustavan erikoistumisen yrityksissä, jotka tuottavat usein vain pieniä eriä tietyistä tuotetyypistä ja toimivat esimerkiksi vaativan yrityksen alihankkijoina. Huoli teknologian negatiivisista työllisyys- ja tuloero vaikutuksista teollisuudessa liittyy sen sijaan usein ajatukseen massatuotannosta, jossa uusien teknologioiden tavoitteena on useammin madaltaa tuotantoprosessin kuluja muun muassa korvaamalla ihmistyötä koneilla. Tällaisten massatuotantoon keskittyneiden yritysten määrä aineistossamme on kuitenkin pieni.

Koska analyysimme keskittyy mikrotasolle yrityksissä ja tarkemmin ottaen pidempään toimiviin olemassa oleviin yrityksiin, tuloksemme eivät poissulje muita teknologian vaikutuksia makrotasolla. On mahdollista, että teknologinen kehitys kannustaa esimerkiksi uusia yrityksiä aloittamaan toimintansa sellaisella yritysrakenteella, jossa ihmistyöllä on pienempi rooli.



Trendit suomalaisen teollisuuden työntekijöiden koulutustasossa sekä korkeakoulutettujen ja ei-korkeakoulutettujen työntekijöiden välisissä tuloeroissa osoittavat, että korkeasti koulutettujen työntekijöiden kysyntä on kasvanut Suomessa, kansainvälisen trendin mukaisesti. Tulostemme pohjalta ei voida pitää ilmeisenä, että tämän trendin taustalla olisi uusien teknologioiden käyttöönotto. Samaan aikaan on hyvä todeta, että yhteiskunnan olisi luontevaa päätöksillään kannustaa kouluttautumista aloille, joiden työn kysyntä säilyy tai kasvaa tulevaisuudessa, vaikka uudet teknologiat eivät olisi näiden muutosten taustalla.

Tulokset antavat myös viitteitä siitä, että ELY-keskusten myöntämät yritystuet teknologioihin vaikuttavat positiivisesti tuen saaneisiin yrityksiin. Tutkimus ei kuitenkaan ota huomioon kaikkia näkökulmia yritystukien toimivuuden ja kannattavuuden arvioimiseksi laajemmin, sillä tukien ulkoisvaikutukset muihin yrityksiin (kilpailijoihin, alihankkijoihin, asiakkaihin) eivät ole tarkastelun kohteena. Yritystuet eivät myöskään ole ilmaisia ja tässä raportissa emme ole tarkastelleet tukien kustannus-hyötysuhdetta, vaan keskityimme vaikutuksiin työn ja taitojen kysyntään.

Yritystukien ja verotuksen suunnittelussa tulisi huomioida eri toimialojen tulevaisuudennäkymät teknologisen kehityksen osalta: esimerkiksi kansainvälisesti keskustelua herättäneen idean ”automaatioverosta” tulisi pohjautua tutkimusnäyttöön automaatioteknologioiden vaikutuksista. Tämä tutkimus tarjoaa uutta täsmällistä tietoa teknologiatukien aikaansaamien investointien positiivisista vaikutuksista suomalaisissa teollisuusyrityksissä.

Tuloksien pohjalta voidaan päätellä, että uudet teknologiat eivät ole pääasiassa työntekijöitä syrjäyttäviä suomalaisessa valmistavassa teollisuudessa. Uudet teknologiat eivät näytä johtavan nopeaan työttömyyteen tai koulutusvaatimusten nousuun teollisuusyrityksissä.

## Kirjallisuus

**Hirvonen, J., Stenhammar, A. & Tuhkuri, J.** (2022). New Evidence on the Effect of Technology on Employment and Skill Demand, Etna Working Papers No 93.

# ETLA



---

## Elinkeinoelämän tutkimuslaitos

**ETLA Economic Research**

ISSN-L 2323-2463  
ISSN 2323-2463

Publisher: Taloustieto Oy

Tel. +358-9-609 900  
[www.etla.fi](http://www.etla.fi)  
[firstname.lastname@etla.fi](mailto:firstname.lastname@etla.fi)

Arkadiankatu 23 B  
FIN-00100 Helsinki

---