

Teknolohiateollisuuden osaajatarpeen taloudellisten vaikutusten arviointi

VILLE KAITILA

Vanhempi tutkija, Etlä

SAKARI LÄHDEMÄKI

Vanhempi tutkija, Etlä

PÄIVI PUONTI

Ennustepäällikkö, Etlä

Teknolohiateollisuuden toimialat muodostavat merkittävän osuuden Suomen taloudesta. Tässä selvityksessä on estimoitu, mikä vaikutus on Suomen bkt:hen ja kokonaisvientiin, jos alan itse arvioimaan työvoimatarpeeseen ei pystytä vastaamaan. Tulosten mukaan bkt supistuisi 1,1 prosenttia ja kokonaisvienti 1,8 prosenttia suhteessa perusuraan, jos alan kasvuun tarvittavia uusia työntekijöitä (27 500 uutta työntekijää) ei ole saatavilla seuraavan neljän vuoden aikana. Jos tämän lisäksi myöskään eläköitymistä (yhteensä 56 100 työntekijää) ei saada korvattua, bkt laskisi 2,2 prosenttia ja kokonaisvienti 4,2 prosenttia. Vaikutuksen jakautuessa neljälle vuodelle tasaisesti, bkt jäisi vuodessa lähes 0,3 tai lähes 0,6 prosenttia perusurasta skenaariosta riippuen. Tulokset korostavat korkeasti koulutettujen työntekijöiden merkitystä alan kasvuille, mutta matalasti koulutetunkaan työvoiman panos ei ole merkityksetön.

Yhteenveto

Teknologiaateollisuuden toimialat työllistävät reilut 340 tuhatta henkeä, eli noin 12 prosenttia Suomen työllisistä, ja ne muodostavat merkittävän osan Suomen taloudesta, noin 15 prosenttia arvonlisäyksestä ja noin 50 prosenttia kokonaisviennistä.¹ Teknologiaateollisuus ry selvittää säännöllisesti, miten alan osaaja- ja työvoimatarpeet kehittyvät lähivuosina. Osaajatarve perustuu yritysten arvioihin tulevien neljän vuoden aikana tarvittavasta uudesta työvoimasta sekä eläköitymisen korvaamisesta. Lisäksi se sisältää arvion työvoiman koulutusrakenteen muutoksesta toimialoitain. Teknologiaateollisuus ry:n osaajatarveselvityksen (Osaamispulssi, 2025) työntekijämäärät on esitetty taulukossa 1 jaoteltuna korkeasti ja matalasti koulutettuihin.

Yksittäisten yritysten lisäksi on tärkeä ymmärtää, mitä vaikutuksia työvoiman saatavuudella on koko kansantaloudelle. Tässä raportissa arvioidaan, kuinka paljon Suomen bruttokansantuote (bkt) ja vienti muuttuisivat, jos teknologiaateollisuuden työvoimatarpeeseen pystyttäisiin vastaamaan vain osittain tai ei lainkaan seuraavan neljän vuoden aikana.

Arvio perustuu Etlan toimialaennustemalliin, joka pohjautuu panos-tuotostauluihin, tuotantofunktion estimointiin teknologiaateollisuuden toimialoille, Tilastokeskuksen tilastoihin sekä yritysten omiin tuoreisiin arvioihin työvoimatarpeesta (Osaamispulssi, 2025) ja sen rakenteesta. Korkeasti ja matalasti koulutettu työvoima on käsitelty omina tuotantopanoksinaan, jotta on voitu arvioida, mikä vaikutus näillä on teknologiaateollisuuden toimialojen tuotokseen (liikevaihto). Tuotoksen muutokset on viety panos-tuotomalliin, josta on saatu arvio vaikutuksesta koko talouden bkt:hen (arvonlisäykseen), kun epäsuorat vaikutukset myös muihin aloihin on otettu huomioon.

Laskelma on luonteeltaan staattinen eikä huomioi talouden dynamiikkaa, esimerkiksi toimialojen välinen välituotteiden kysynnän rakenne on vuodesta toiseen muuttumaton. Laskelma olettaa myös, että teknologiaateollisuuden työvoimatarpeen tyydyttäminen ei heikennä muiden toimialojen työvoiman saa-

tavuutta. Laskelmassa ei oteta kantaa siihen, miten työvoiman saatavuus turvataan tai mitä toimenpiteet maksaisivat.

Jos teknologiaateollisuuden arvioituun lisätyövoiman tarpeeseen ei pystytä vastaamaan, Suomen bkt olisi tulosten mukaan 1,1 prosenttia pienempi neljän vuoden kuluttua verrattuna tilanteeseen, jossa työvoimatarve voidaan täyttää (ks. taulukko 1). Jos tähän lisätään vielä se, että eläköityviä työntekijöitä ei pystytä korvaamaan, bkt supistuisi 2,2 prosenttia. Oletettaessa, että vaikutus jakautuisi neljälle vuodelle tasaisesti, bkt supistuisi vuodessa siis lähes 0,3 tai lähes 0,6 prosenttia perusuraan nähden skenaariosta riippuen. Vientivaikutukset olisivat vastaavasti merkittäviä: ensimmäisessä tapauksessa kokonaisviennin arvioidaan vähenevän 1,8 prosenttia ja toisessa 4,2 prosenttia seuraavan neljän vuoden aikana.

Taulukossa 1 on myös esitetty, miten suuri osuus teknologiaateollisuuden alojen tuotoksen (liikevaihto) muutoksesta tulee korkeasti ja matalasti koulutetun työvoiman tarpeesta. Tulokset korostavat, että työvoiman saatavuus – erityisesti korkeasti koulutetun työvoiman – on ratkaisevan tärkeää teknologiaateollisuuden toimialojen kasvun ja koko Suomen talouden elinvoimaisuuden turvaamiseksi tulevina vuosina.

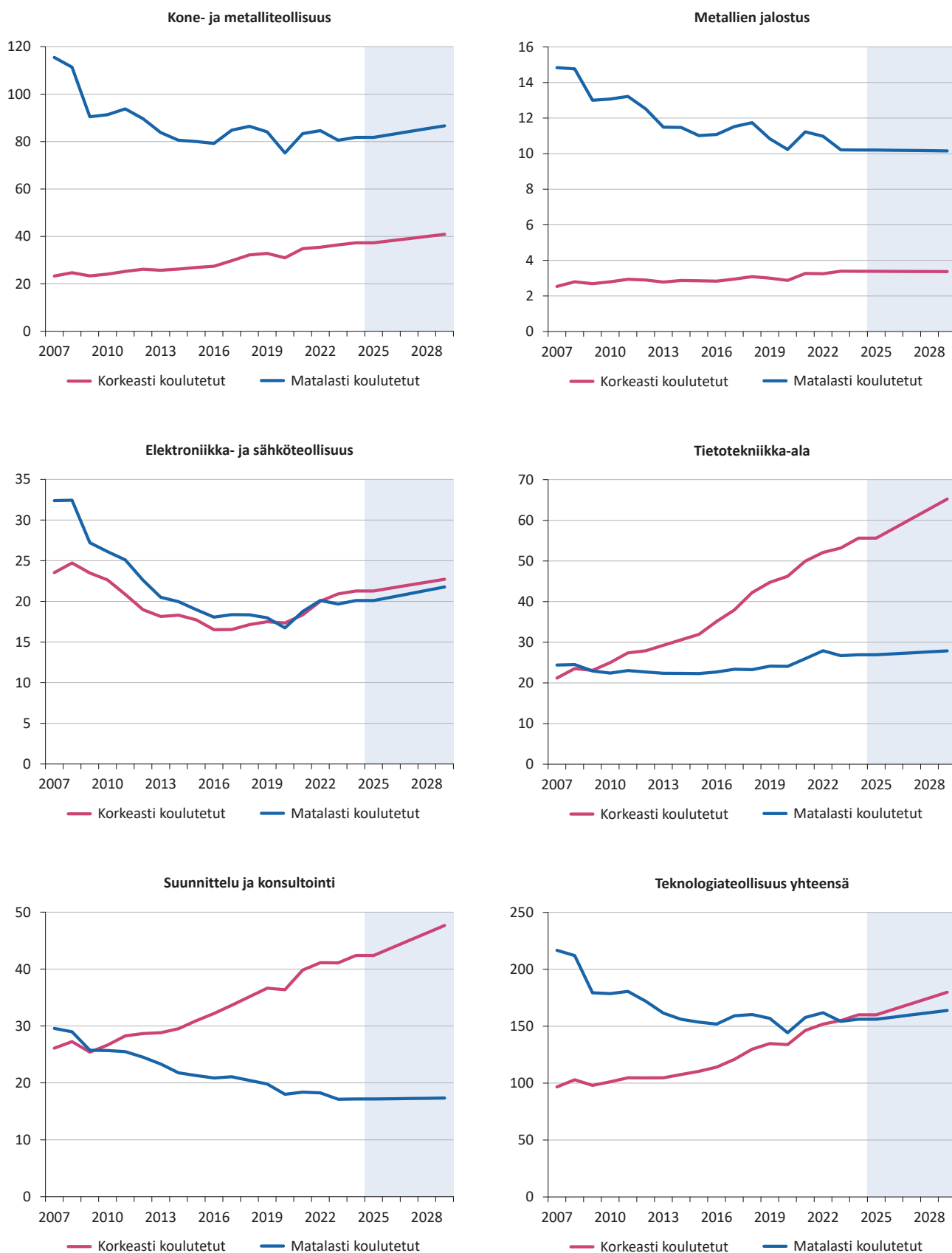
Korkeasti ja matalasti koulutettujen määrän kehitys teknologiaateollisuuden toimialoilla

Kuvioissa 1 on esitetty teknologiaateollisuuden viiden päätoimialan – tietotekniikka, suunnittelu ja konsultointi, metallien jalostus, kone- ja metallituoteteollisuus sekä elektroniikka- ja sähköteollisuus – sekä teknologiaateollisuuden yhteenlasketun työntekijöiden koulutusrakenteen kehitys vuosina 2007–2029. Korkeasti koulutettu on työntekijä, jolla on alempi korkeakoulututkinto tai vastaava korkea-asteen tutkinto tai tätä korkeampi tutkinto. Muut luokitellaan matalasti koulutettuihin.

Taulukko 1 Vaikutus bkt:hen pääskenaarioissa

	Työntekijöiden tarve, hlö			Suora vaikutus teknologiaateollisuuden tuotokseen, %			Vaikutus bkt:hen, %	Vaikutus vientiin, %
	Mat. koul.	Kork. koul.	Yht.	Mat. koul.	Kork. koul.	Yht.		
Lisätyövoiman tarpeeseen ei pystytä vastaamaan seuraavan 4 vuoden aikana	7 601	19 854	27 455	-0,6	-3,5	-4,1	-1,1	-1,8
Lisätyövoiman tarpeeseen ja eläköitymiseen ei pystytä vastaamaan seuraavan 4 vuoden aikana	14 606	41 507	56 113	-1,1	-7,0	-8,0	-2,2	-4,2

Lähteet: ETLA, Osaamispulssi (2025).

Kuvio 1 Korkeasti ja matalasti koulutettujen työntekijöiden määrän kehitys ja ennusteet 2007–2029, 1 000 hlö

Lähteet: Tilastokeskus, Etlä, Osaamispulssi (2025).

Vuosien 2007–2023 tiedot perustuvat Tilastokeskuksen havaintoaineistoon ja vuodet 2024–2029 Teknologiaateollisuus ry:n Osaamispulssin (2025) arvioihin työvoimatarpeesta ja koulutusrakenteen muutoksesta.²

Kehitys kuvioissa osoittaa, että korkeasti koulutetun työvoiman osuus on kasvanut kaikilla Teknologiaateollisuuden päätoimialoilla ja sen ennakoidaan jatkavan kasvuaan myös tulevina vuosina. Vuonna 2007 korkeasti koulutettujen osuus oli noin 31 prosenttia, kun vuonna 2023 se oli jo noin 50 prosenttia. Tulevina vuosina myös matalasti koulutettujen työntekijöiden määrä kasvaa teknologiaateollisuudessa mutta korkeasti koulutettujen työntekijöiden määrä kasvaa huomattavasti enemmän, jos työntekijätarve saadaan katettua. Näin ollen korkeasti koulutettujen osuus työntekijöistä jatkaisi kasvussa, joskin aiempaa maltillisemmin, ja olisi reilut 52 prosenttia vuonna 2029.

Kasvu on kuitenkin epätasaista eri aloilla:

- Tietotekniikan alalla korkeasti koulutettujen osuus on jo pitkään ollut korkea, ja sen odotetaan edelleen kasvavan selvästi. Ala on työvoimaltaan voimakkaimmin korkeakoulupainotteinen, ja matalasti koulutetun työvoiman osuus on jäämässä hyvin pieneksi.
- Suunnittelun ja konsultoinnin alalla korkeasti koulutettujen osuus kasvaa myös selvästi, ja ala on siirtymässä yhä vahvemmin asiantuntija- ja kehittämisosaamista korostavaan suuntaan.
- Metallien jalostuksessa koulutusrakenne on muuttunut hitaammin. Ala on edelleen työvoimavaltaisempi, ja matalasti koulutettujen osuus säilyy merkittävänä, vaikka korkeasti koulutettujen osuus kasvaa vähitellen.
- Kone- ja metallituoteteollisuudessa korkeasti koulutettujen osuus kasvaa tasaisesti, mutta matalasti koulutettuja tarvitaan edelleen suuri määrä erityisesti tuotannollisiin tehtäviin.
- Elektroniikka- ja sähköteollisuudessa kehitys on kaksijakoinen: korkeasti koulutettujen osuus kasvaa todennäköisesti etenkin suunnittelussa ja tuotekehityksessä, mutta samalla alalla säilyy merkittävä osuus myös ammattikoulutettua, käytännön tuotantotyötä tekevää henkilöstöä.

Yhteenvetona voidaan todeta, että Teknologiaateollisuuden osaamistarve muuttuu kaikilla aloilla yhä koulutusintensiivisemmäksi, mutta matalasti koulutetun työvoiman rooli ei katoa vaan säilyy tärkeänä etenkin tuotannon ja prosessien jatkuvuuden kannalta.

Kokonaisuutena tarkasteltuna Osaamispulssin ennusteet viittaavat siihen, että korkeasti koulutetun työvoiman kysyntä kasvaa lähivuosina selvästi nopeammin kuin matalasti koulutetun, mikä korostaa osaajapolun ratkaisemisen merkitystä koko alan kasvulle.

Osaajatarpeeseen vastaamisen taloudellisten vaikutusten laskelmat

Osaamispulssi tarjoaa kattavan kuvan Teknologiaateollisuus ry:n toimialojen työvoima- ja osaajatarpeesta seuraavalle nelivuotiskaudelle. Arvio kattaa sekä eläköitymisen myötä syntyvän korvaustarpeen että tuotannon kasvun edellyttämän lisätyövoiman tarpeen. Lisäksi se sisältää yritysten arvion työvoiman koulutusrakenteen muutoksesta, eli korkeasti ja matalasti koulutettujen osuuksista toimialoitain.

Näitä arvioita on hyödynnetty tässä taloudellisessa analyysissä, jonka tavoitteena on selvittää, kuinka suuri merkitys työvoiman saatavuudella on Teknologiaateollisuuden toimialojen ja koko kansantalouden tuotantoon.

Ensiksi kansantalouden tilinpidosta on muodostettu tiedot työllisten määrästä teknologiaateollisuuden toimialoille niin, että ne vastaavat mahdollisimman hyvin Teknologiaateollisuus ry:n Osaamispulssin toimialoja. Työlliset on jaettu korkeasti ja matalasti koulutettuihin työllisiin Tilastokeskukselta tilattujen toimialoittaisten koulutusastetietojen avulla. Teknologiaateollisuuden toimialoille on tämän jälkeen estimoitu tuotantofunktio-regressiosta yhteys työllisyyden ja tuotoksen kasvun välillä, erikseen korkeasti ja matalasti koulutetuille työntekijöille. Näiden kertoimien avulla on arvioitu, kuinka paljon työvoiman puute hidastaa toimialan tuotoksen kasvua eri skenaarioissa.

Toimialakohtaiset vaikutukset on tämän jälkeen viety Etlan toimialamalliin, joka ottaa huomioon eri alojen keskinäiset riippuvuudet panos–tuotostaulujen mukaisesti. Näin on saatu selville, miten teknologiaateollisuuden toimialojen tuotoksen muutokset heijastuvat myös muihin toimialoihin sekä koko kansantalouden tasolla bruttokansantuotteeseen (bkt). Lisäksi on arvioitu vaikutukset Suomen vientiin hyödyntämällä toimialakohtaisia vientitietoja.

Tuotantofunktio-analyysi teknologiaateollisuuden toimialoille

Perinteisesti tuotantofunktiossa tuotantoa selittävät pääoma, työllisyys ja välituotteet. Koska tavoitteenamme on huomioida myös työvoiman koulutusrakenteen muutoksia, käsittelemme korkeasti ja matalasti koulutettuja työllisiä itsenäisinä panoksina tuotantofunktiossa.³ Tuotantofunktiota voidaan ajatella kuvaavan alan potentiaalista tuotantoa ja/tai panosten ja tuotannon välisiä pitkän aikavälin yhteyksiä. Näin ollen tuotantofunktiosta estimoidut kertoimet kuvaavat sitä, kuinka merkittäviä eri panokset ovat tuotannon synnyssä, ja toisaalta sitä, kuinka paljon yksittäisen panoksen muutos (ceteris paribus) vaikuttaa tuotannon määrään.

Käytämme analyysissä tavanomaista Cobb–Douglas-tuotantofunktiota, joka on estimoitu teknologiaateollisuuden toimialoille ja jossa oletetaan vakioidut skaalatuotot, ts. kertoimien summa on yksi. Lisäksi oletamme toimialakohtaiset kiinteät vaikutukset, jolloin jokaiselle teknologiaateollisuuden päätoimialalle sallitaan oma teknologian taso.

Tuotantofunktio estimoidaan tasoissa, jotta kertoimet kuvaisivat myös pitkän aikavälin yhteyksiä (ks. Senhadji, 2000). Selitettävänä muuttujana käytetään tuotosta arvonlisäyksen sijaan. Tämän vuoksi välituotteet sisällytetään panokseksi, jotta teknologiaparametri vaikuttaa työllisten ja pääoman lisäksi myös välituotteisiin. (Ks. Hulten, 2010).

Tuotantofunktion parametrit estimoidaan paneeliaineistolla, joka kattaa vuodet 2011–2019 ja Teknologiaateollisuuden viisi päätoimialaa.⁴ Regressioyhtälössä kaikki muuttujat on muunnettu logaritmeiksi.⁵

Tuotantofunktion estimoidut regressiokertoimet on esitetty taulukossa 2. Tulosten perusteella korkeasti koulutetun työvoiman määrä on selvästi vahvemmassa yhteydessä Teknologiaateollisuuden toimialojen tuotokseen kuin matalasti koulutetun työvoima määrä. Pääoman osalta ei tarkastelujaksolla 2011–2019 havaittu selkeää yhteyttä tuotokseen, kun taas välituotteet olivat odotetusti vahvimmassa yhteydessä tuotantoon.

Kertoimia voidaan tulkita siten, että jos korkeasti koulutettujen työllisten määrä kasvaa 1 prosentilla, tuotoksen arvioidaan kasvavan noin 0,3 prosenttia. Vastaavasti matalasti koulutetun työvoiman 1 prosentin kasvu lisäisi tuotosta noin 0,1 prosenttia. Välituotteiden 1 prosentin vähenemisen arvioidaan puolestaan pienentävän tuotosta noin 0,6 prosenttia.

Kun estimointi tehdään aineistolla, joka kattaa vuodet 2000–2019, työllisyyden kertoimeksi saadaan 0,23, pääoman kertoimeksi 0,13 ja välituotteiden kertoimeksi 0,64. Tällöin työllisten ja pääoman kertoimien suhde on lähellä tavanomaista. Tässä estimoinnissa ei kuitenkaan voida erottaa korkeasti ja matalasti koulutettua työvoimaa erillisiksi panoksiksi aineistorajoitteiden vuoksi.

Kun estimointi puolestaan tehdään vuosien 2011–2019 aineistolla ilman työvoiman erottelua koulutusasteen mukaan, saadaan työllisyyden kertoimeksi noin 0,4. Pääoman kerroin on myös tällöin lähellä nollaa, joten välituotteiden ja työllisten välinen suhde pysyy samansuuruisena. Toisin sanoen korkeasti koulutettujen ja matalasti koulutettujen kertoimet yhteenlaskettuna ovat lähellä koko työllisyyden kerrointa.

On todennäköistä, että kertoimissa on eroja eri teknologiaateollisuuden alatoimialojen välillä, sillä osa aloista on selvästi palveluvaltaisempia ja joillakin korkeasti koulutettujen

osuus on kasvanut muita aloja nopeammin. Lyhyen aineiston vuoksi alatoimialakohtaista tarkastelua ei kuitenkaan ole tehty. Näin ollen olemme käyttäneet koko teknologiaateollisuudelle estimoituja kertoimia alatoimialoille, kun olemme arvioineet työntekijätarpeen vaikutusta alatoimialojen tuotokseen.

Tämän analyysin perusteella vaikuttaa siltä, että viime vuosina erityisesti korkeasti koulutetun työvoiman kasvu on ollut keskeinen tekijä teknologiaateollisuuden toimialojen tuotoksen kasvussa. Näin ollen korkeasti koulutetun työvoiman saatavuus on ratkaisevassa asemassa, jos alan tuotos ja sen myötä arvonlisäys halutaan pitää kasvusuunnassa tulevina vuosina.

Vaikutus bruttokansantuotteeseen toimialoittain eriteltynä

Tässä osiossa tarkastellaan kansantalouden panos-tuotostmallin avulla, kuinka suuri vaikutus Teknologiaateollisuus ry:n jäsenyritysten työvoimatarpeiden tyydyttämättä jäämisellä olisi tuotantoon (arvonlisäykseen) kahdessa eri skenaariossa.⁶ Panos-tuotostmalli huomioi myös välilliset, tässä tapauksessa kielteiset vaikutukset, jotka välittyvät hankintaketjujen kautta muille toimialoille.

Taulukossa 2 on esitetty vaikutukset sekä teknologiaateollisuuden että muiden toimialojen arvonlisäykseen näissä kahdessa skenaariossa.

- Ensimmäisessä skenaariossa Osaamispulssissa ennakoituun lisätyövoiman tarpeeseen ei pystytä vastaamaan seuraavan 4 vuoden aikana.
- Toisessa skenaariossa lisätyövoimatarpeen lisäksi myöskään eläköityviä työntekijöitä ei pystytä korvaamaan seuraavan 4 vuoden aikana.

Vaikutus bruttokansantuotteeseen on laskettu summamallalla kaikkien toimialojen arvonlisäykset (taulukon rivi *Yhteensä*) ja lisäämällä nettotuoteverot (laskelmassa oletetaan, että nettotuoteverojen osuus bkt:stä ei muutu).

Ensimmäisessä skenaariossa yritykset eivät siis saisi siitä lisätyövoimaa, jonka ne kyselyn mukaan arvioivat tarvitsevana seuraavan neljän vuoden aikana kasvaakseen. Tässä tilanteessa bkt alenisi 1,1 prosenttia verrattuna perusuraan. Vaikutus teknologiaateollisuuden toimialoihin on luonnollises-

Taulukko 2 Tuotantofunktio-regressio

Selitettävä	Selittäjät				
	Tuotos	Pääoma	Korkeasti koulutetut	Matalasti koulutetut	Välituotteet
		-0,028 (0,077)	0,325 (0,090)***	0,127 (0,062) **	0,576 (0,091) ***

Paneeli-aineisto: periodi 2011–2019, toimialoja (ryhmiä) 5, havaintoja yhteensä 45, kiinteät vaikutukset, yhtälössä muuttujien log-muunnokset. Muokattu $R^2 = 0,994$, Keskiarvo suluissa, *** p-arvo < 0,01, ** p-arvo < 0,05.

Lähteet: ETLA, Tilastokeskus.

ti suurempi kuin muihin toimialoihin, yhteensä 4,2 prosenttia (taulukon 1. rivi). Vaikutukset vaihtelevat kuitenkin paljon toimialoittain: tehdasteollisuuden toimialoilla arvonlisäyksen menetys olisi 3,1–3,8 prosenttia, kaivostoiminnassa ja metallien jalostuksessa 0,2–0,6 prosenttia sekä palvelujen osalta informaatio- ja viestintäalalla 6,2 prosenttia ja ammatillisessa, tieteellisessä ja teknisessä toiminnassa 4,2 prosenttia. Kaivostoiminnassa ja metallien jalostuksessa ei ole kyselyn mukaan lisätyövoiman tarvetta, joten ensimmäisessä skenaariossa ko. toimialoihin kohdistuu vain epäsuoria vaikutuksia välituotekysynnän kautta. Sama pätee toimialoihin, jotka eivät kuulu teknologiaateollisuuteen (taulukon alempi osa).⁷

On hyvä huomata, että kaivannaisteollisuudessa (B) sekä palvelualoilla (J ja M) on myös muita kuin Teknologiaateollisuus ry:n jäsenyrityksiä. Näitä ei panos-tuotosanalyysissä ole voitu erottaa jäsenyrityksistä, joiden arvonlisäys supistuu enemmän kuin taulukossa on nyt esitetty koko toi-

mialoille B, J ja M. Sen sijaan näitä toimialoja on painotettu sillä, kuinka merkittäviä teknologiaateollisuuden yritykset niissä ovat. Teknologiaateollisuuden toimialojen ulkopuolelta suurimmat vaikutukset ensimmäisessä skenaariossa osuvat painamisen toimialaan (-3,1 %), hallinto- ja tukipalvelutoimintaan (-0,8 %) sekä tukkukauppaan (-0,7 %).

Toisessa skenaariossa puolestaan tarkastellaan tilannetta, jossa yritykset eivät saa tarvitsemaansa lisätyövoimaa eivätkä myöskään pysty korvaamaan eläkkeelle jääviä työntekijöitä. Tällöin bkt alenisi 2,2 prosenttia ja Teknologiaateollisuuden toimialojen arvonlisäys yhteensä 8,2 prosenttia. Toisin sanoen kokonaisvaikutus olisi kaksinkertainen ensimmäiseen skenaarioon verrattuna.

Tässäkin tapauksessa toimialojen välillä on suuria eroja. Koska kaivostoiminnassa ja metallien jalostuksessa ei ole lisätyövoiman tarpeita, mutta on kuitenkin tarve korvata eläköityviä työntekijöitä, on vaikutus niiden arvonlisäykseen

Taulukko 3 Vaikutus arvonlisäykseen toimialoittain, %

Toimialat ja niiden TOL-koodit		Arvonlisäys 2022, milj. euroa	Arvonlisäyksen muutos, %	
			Lisätyövoiman tarpeeseen ei pystytään vastaamaan	Lisätyövoiman tarpeeseen ja eläköitymiseen ei pystytään vastaamaan
Teknologiaateollisuus ry:n jäsenyritysten toimialat		49 901	-4,2	-8,2
B	Kaivostoiminta ja louhintä	1 100	-0,2	-2,7
24	Metallien jalostus	2 933	-0,6	-5,9
25	Metallituotteiden valmistus	3 378	-3,6	-9,5
26	Elektroniikkateollisuus	5 336	-3,8	-9,0
27	Sähkölaitteiden valmistus	1 969	-3,6	-8,9
28, 33	Muiden koneiden ja laitteiden valmistus, korjaus	7 657	-3,1	-7,6
29	Moottoriajoneuvojen ym. valmistus	608	-3,2	-7,8
30	Muiden kulkuneuvojen valmistus	482	-3,1	-7,6
J	Informaatio ja viestintä	14 064	-6,2	-9,3
M	Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta	12 374	-4,2	-7,4
Muut toimialat		181 238	-0,2	-0,5
A	Maa-, metsä- ja kalatalous	5 965	-0,2	-0,4
18	Painaminen	339	-3,1	-4,9
Muu tehdasteollisuus		19 228	-0,2	-0,5
D-E	Energiahuolto; vesi- ja jätehuolto	8 774	-0,4	-1,1
F	Rakentaminen	15 211	-0,1	-0,1
46	Tukkukauppa	8 994	-0,7	-1,5
H	Kuljetus ja varastointi	9 524	-0,4	-1,0
K	Rahoitus- ja vakuutustoiminta	8 100	-0,4	-0,9
N	Hallinto- ja tukipalvelutoiminta	8 381	-0,8	-1,6
Muut yksityiset palvelut		49 739	-0,2	-0,3
OPQ	Julkisen hallinto, koulutus, sote	46 983	-0,1	-0,2
Yhteensä		231 139	-1,1	-2,2

Lähteet: Tilastokeskus, ETLA.

selvästi aiempaa suurempi, vaikkakin edelleen pienempi kuin muilla teknologiaateollisuuden toimialoilla. Muilla Teknologiaateollisuuden tehdasteollisuuden aloilla arvonlisäys supistuu 7,6–9,5 prosenttia, informaatio- ja viestintäalalla 9,3 prosenttia sekä ammatillisessa, tieteellisessä ja teknisessä toiminnassa 7,4 prosenttia.

Verrattaessa toisen skenaarion tuloksia ensimmäiseen, nähdään, että vaikutus tehdasteollisuuteen on suurempi kuin palvelualoihin. Tämä kertoo siitä, että teknologiaateollisuuden teollisuusyritysten työvoiman tarve lähivuosina johtuu suhteessa enemmän eläköitymisestä kuin lisätyövoiman tarpeesta palveluyrityksiin verrattuna.

Vaikutus vientiin eri toimialoilla

Taulukossa 3 on esitetty panos–tuotosmallilla laadittu laskelma eri skenaarioiden vaikutuksista Suomen kokonaisvientiin. Laskelma perustuu oletukselle, että viennin osuus tuotoksesta pysyy vakiona kaikilla toimialoilla. Toisin sanoen analyysissä ei ole arvioitu sitä, vähenisivätkö toimitukset eri määrin kotimaahan tai vientiin.⁸

Taulukon tuloksista nähdään, että vientiin suuntautuneilla toimialoilla viennin pudotus on suurempi kuin kotimarkkinoille suuntautuneilla. Ensimmäisessä skenaariossa, jos-

sa lisätyövoiman tarpeeseen ei pystytä vastaamaan, Suomen kokonaisvienti vähenisi 1,8 prosenttia. Toisessa skenaariossa, jossa myöskään eläköitymisestä syntyvään työvoimatarpeeseen ei pystytä vastaamaan, Suomen kokonaisvienti vähenisi 4,2 prosenttia. Teknologiaateollisuudessa luvut ovat melkein kaksinkertaisia.

Vaihtoehtoinen laskelma ja pitkän aikavälin skenaariot

Edellä esitetyt laskelmat perustuivat tuotantofunktioanalyysiin, jonka perusteella arvioimme, kuinka suuri vaikutus työvoiman saatavuudella on teknologiaateollisuuden alatoimialojen tuotokseen.

Tuotantofunktion taustalla on ajatus, että kutakin tuotantontekijää lisätään niin kauan kuin sen lisäyksestä saatavan tuotannon arvo ylittää sen kustannuksen. Oletuksena on, että toimialoilla vallitsee optimaalinen panosten käyttö, eli ollaan lähellä tasapainotilaa. Alenevan rajatuottavuuden vuoksi yhden työllisen lisääminen ei nosta tuotantoa yksi yhteen, vaan vaikutus jää pienemmäksi.

Taulukko 4 Vaikutus kokonaisvientiin (tavarat ja palvelut) toimialoittain

Toimialat ja niiden TOL-koodit		Viennin arvo 2022, milj. euroa	Kokonaisviennin muutos, % Lisätyövoiman tarpeeseen ei pystytä vastaamaan	Lisätyövoiman tarpeeseen ja eläköitymiseen ei pystytä vastaamaan
Teknologiaateollisuus ry:n jäsenyritysten toimialat		57 606	-3,4	-7,9
B	Kaivostoiminta ja louhinta	1 504	-0,2	-2,8
24	Metallien jalostus	12 077	-0,6	-6,0
25	Metallituotteiden valmistus	2 439	-3,6	-9,7
26	Elektroniikkateollisuus	6 928	-3,8	-9,0
27	Sähkölaitteiden valmistus	4 400	-3,7	-9,0
28, 33	Muiden koneiden ja laitteiden valmistus, korjaus	11 550	-3,2	-7,7
29	Moottoriajoneuvojen ym. valmistus	1 360	-3,2	-7,9
30	Muiden kulkuneuvojen valmistus	1 942	-3,2	-8,0
J	Informaatio ja viestintä	11 665	-6,2	-9,3
M	Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta	3 740	-4,2	-7,5
Muut toimialat		57 006	-0,2	-0,6
	Muu tehdasteollisuus	42 840	-0,2	-0,4
46	Tukkukauppa	2 934	-0,7	-1,5
H	Kuljetus ja varastointi	7 136	-0,4	-1,0
	Muut alat	4 096	-0,3	-0,6
Yhteensä		114 612	-1,8	-4,2

Lähteet: Tilastokeskus, ETLA.

Käyttämämme tuotantofunktio olettaa lisäksi, että panokset ovat keskenään täydellisiä substituutteja. Käytännössä tämä ei aina toteudu: jos tietyn panoksen määrä vähenee merkittävästi, vaikutus tuotantoon voi olla suurempi kuin panoskertoimet antavat ymmärtää. Esimerkiksi, jos koneiden käyttöön tarvittavaa vähimmäistyövoiman määrää ei ole saatavilla, koneita ei voida käyttää lainkaan ja tietyn tyyppistä tuotantoa ei voi käytännössä tehdä ilman tarvittavia koneita. Tuotantofunktio kuvaa siis pienten muutosten vaikutuksia tuotantoon, mutta suurten muutosten vaikutuksia se todennäköisesti aliarvioi.

Tuotantofunktion estimointiin liittyy epävarmuutta muun muassa pienen aineiston takia. Toisaalta tuotantofunktio voi olla liian yksinkertaistava (vertaa esimerkiksi CES-tuotantofunktio, jossa panokset eivät ole täydellisiä substituutteja). Vertailun vuoksi olemmekin laskeneet myös vaihtoehtoisen laskelman, jossa oletetaan, että yhden työllisen lisääminen kasvattaa tuotosta keskimääräisen työntekijän tuottavuuden verran. Tätä voidaan pitää vaikutusten tietäntyyppisenä ylärajana, eli tilanteena, jossa tuotantoa olisi mahdollista kasvattaa suoraan työllisyyden kasvun suhteessa. Tässä laskennassa työllisten määrän muutokset on kohdistettu teknolohiateollisuuden viidelle päätoimialalle ja näitä vastaavat toimialoittaiset tuotoksen muutokset on viety panos-tuotostmalliin. Tässä vaihtoehtoisessa tarkastelussa ei voida erotella korkeasti ja matalasti koulutetun työvoiman vaikutuksia erikseen, vaan molempien oletetaan lisäävän tuotosta keskimääräisen työntekijän tuottavuuden mukaisesti.

Taulukossa 5 on esitetty työvoimapulasta aiheutuvat vaikutukset Suomen bruttokansantuotteeseen (bkt) aiemmissa pääskenaarioissa (tuotantofunktio) ja kahdessa vaihtoehtoisessa skenaariossa (suora työn tuottavuus). Nämä vaihtoehtoiset skenaariot vastaavat muuten aiempia skenaarioita, mutta vaikutus tuotokseen on laskettu tuotantofunktion sijaan niin, että työllinen vähentää tuotosta keskimääräisen työntuottavuuden verran. Tämä tuotoksen muutos on sitten viety panos-tuotostmalliin, josta on saatu vaikutus bkt:hen.

Tulosten mukaan uusien työntekijöiden tarpeen tyydyttämättä jättäminen laskisi Suomen bruttokansantuotetta (bkt) 1,1–1,8 prosenttia laskentatavasta riippuen. Jos uusi työntekijätarve jää tyydyttämättä ja vanhojen tilalle ei saada korvaajia vaikutus bkt:hen olisi 2,2–3,9 prosenttia.

Taulukossa 5 on myös esitetty työvoimapulasta aiheutuvat vaikutukset teknolohiateollisuuden toimialojen yhteenlaskettuun tuotokseen ja Suomen bruttokansantuotteeseen (bkt) muutoin samoissa kahdessa skenaariossa, mutta työvoimantarpeen on oletettu jatkuvan samansuuruisena seuraavat kymmenen vuotta. Luonnollisesti nämä laskemat ovat hyvin epävarmoja, koska kymmenen vuoden aikana talouden rakenteet voivat muuttua paljon, mutta laskemat ovat luonteeltaan staattisia.

Laskelman mukaan uuden työntekijätarpeen kattamatta jättäminen seuraavien 10 vuoden aikana alentaisi bkt:ta 2,4 prosenttia perusuraan verrattuna. Jos lisätyöntekijöiden tarve jää tyydyttämättä eikä eläköitymistäkään saada korvattua, bkt jäisi seuraavan 10 vuoden aikana vastaavasti 4,6 prosenttia jälkeän perusurastaan.

Taulukko 5 Vaihtoehtoinen laskelma ja pitkän aikavälin skenaariot

		Työntekijöiden tarve, hlö			Suora vaikutus teknolohiateollisuuden tuotokseen, %			Vaikutus bkt:hen, %	Vaikutus vientiin, %
		Mat. koul.	Kork. koul.	Yht.	Mat. koul.	Kork. koul.	Yht.		
Lisätyövoiman tarpeeseen ei pystytä vastaamaan seuraavan 4 vuoden aikana	Tuotantofunktio	7 601	19 854	27 455	-0,6	-3,5	-4,1	-1,1	-1,8
	Suora työntuottavuus	-	-	-	-	-	-7,8	-1,8	-3,3
Lisätyövoiman tarpeeseen ja eläköitymiseen ei pystytä vastaamaan seuraavan 4 vuoden aikana	Tuotantofunktio	14 606	41 507	56 113	-1,1	-7,0	-8,0	-2,2	-4,2
	Suora työntuottavuus	-	-	-	-	-	-15,5	-3,9	-8,5
Lisätyövoiman tarpeeseen ei pystytä vastaamaan seuraavan 10 vuoden aikana	Tuotantofunktio	19 003	49 635	68 638	-1,4	-8,2	-9,5	-2,4	-4,1
Lisätyövoiman tarpeeseen ja eläköitymiseen ei pystytä vastaamaan seuraavan 10 vuoden aikana	Tuotantofunktio	36 515	103 768	140 283	-2,5	-15,2	-17,7	-4,6	-9,3

Lähteet: ETLA, Osaamispulssi (2025).

Viitteet

- ¹ Raportissa toimialajako vastaa Teknologiaateollisuus ry:n jaottelua mahdollisimman hyvin. Raportissamme teknologiaateollisuuden päätoimialat ovat **tietotekniikka** (ohjelmistot, konsultointi ja siihen liittyvä toiminta, TOL-koodi 62, ja tietopalvelutoiminta 63), **suunnittelu ja konsultointi** (arkkitehti- ja insinööripalvelut; tekninen testaus ja analysointi 71), **metallien jalostus** (metallimalmien louhinta 07 ja metallien jalostus 24), **kone- ja metallituoteateollisuus** (metallituotteiden valmistus (pl. koneet ja laitteet) 25, muiden koneiden ja laitteiden valmistus 28, moottoriajoneuvojen, perävaunujen ja puoliperävaunujen valmistus 29, muiden kulkuneuvojen valmistus 30, koneiden ja laitteiden korjaus, huolto ja asennus 33) sekä **elektroniikka- ja sähköteollisuus** (tietokoneiden sekä elektronisten ja optisten tuotteiden valmistus 26 sekä sähkölaitteiden valmistus 27).
- ² Osaamispulssin (2025) arvio työvoimatarpeesta on vuosille 2026–2029. Kuvioissa olemme olettaneet, että tarve jakautuu tasaisesti näille vuosille ja se tulee täysin kateutuksi. Lisäksi olemme olettaneet, että tarve on samansuuruinen myös vuosina 2024–2025, koska Tilastokeskukselta tilaamaamme aineisto päättyy vuoteen 2023.
- ³ Ks. esim. Moroney (1967).
- ⁴ Olemme rajanneet analyysistä pois kriisivuodet 2007–2010 sekä 2020–2023, jotta poikkeukselliset suhdannevaihtelut eivät vääristäisi estimointituloksia. On kuitenkin syytä huomata, että käytettävissä oleva aineisto on pieni ja herkkä mallin spesifikaation muutoksille. Luotettavampi analyysi edellyttäisi aineistoa, joka kattaisi selvästi pidemmän ajanjakson. Estimointituloksiin liittyy siten merkittävää epävarmuutta, mutta käytämme niitä suuntaa-antavina arvioina laskelmien pohjana.
- ⁵ Reaalinen tuotos, nettopääomakanta ja välituotteet toimialoittain perustuvat Tilastokeskuksen kansantalouden tilinpidon tietoihin. Työllisyystiedot koulutusasteittain on saatu Tilastokeskuksen työssäkäyntitilastosta erikseen tilaamalla.
- ⁶ Analyysi on tehty kansantalouden tilinpidon uusimmalla käytettävissä olevalla vuoden 2022 panos–tuotostallilla. Tarkastelu on staattinen, eikä mallissa ole hintoja tai investointeja.
- ⁷ Osaamispulssin mukaan metallien jalostuksessa työntekijöiden määrä supistuu hieman tulevina vuosina. Olemme laskelmassa yksinkertaisuuden vuoksi kuitenkin olettaneet, että lisätyövoiman tarve on nolla, koska vähennystarpeet ovat niin lähellä tätä.
- ⁸ Todellisuudessa yritykset toimittaisivat tuotteitaan niille asiakkaille, joille tuotteita on kannattavinta toimittaa. Jos kotimaisten välituotteiden tarjonta vähenisi, pitäisi osa kotimaisista välituotteista myös korvata tuonnilla. Siten on mahdollista, että kauppatase heikkenisi sekä viennin vähenemisen että tuonnin kasvun kautta.

Kirjallisuus

- Hulten, C. R. (2010). Growth accounting. In *Handbook of the Economics of Innovation*, Vol. 2, 987–1031. North-Holland.
- Moroney, J. R. (1967). Cobb-Douglas production functions and returns to scale in US manufacturing industry. *Economic Inquiry*, 6(1), 39.
- Osaamispulssi (2025). Teknologiaateollisuus ry.
- Senhadji, A. (2000). Sources of economic growth: An extensive growth accounting exercise. *IMF staff papers*, 47(1), 129–157.

Kiitokset

Kiitämme Teknologiaateollisuus ry:tä hankkeen rahoittamisesta. Teknologiaateollisuus ry on saanut hankkeeseen rahoitusta TT-säätiöltä.

**Elinkeinoelämän
tutkimuslaitos**

Puh. 09-609 900
www.etla.fi
etunimi.sukunimi@etla.fi

Arkadiankatu 23 B
00100 Helsinki
