

# Talouden kasvun veturit – investoinnit osaamiseen ja aineettomat investoinnit

Hannu Piekkola

*Aineettomat investoinnit, kuten investoinnit organisaatioon, tutkimus- ja kehitystoimintaan ja tieto- ja viestintäteknologiaan, ovat merkittävä keino parantaa yrityksen tuottavuutta ja uudistaa tuotannon arvoketjuja. Aineettomien investointien uudelleenallokaatio – uudet aineettomat investoinnit ja tehokkaampi allokointi – ovat vuosina 1998–2012 nostaneet kokonaistuottavuutta 1,5 prosenttia vuodessa. Vuoden 2007 jälkeen resurssien uudelleenallokaation kasvuvaikutus kiihtyi 2,9 prosenttiin, kun samaan aikaan kokonaistuottavuus laski 2 prosenttia vuodessa. Panostus koulutukseen ja aineettomiin investointeihin sekä osaavan työvoiman liikkuvuuden lisääminen ovat avainasemassa tuottavuuden parantamisessa, vaikka erällä organisaatiovaltaisilla aloilla aikaisemmin tehtiin myös yli-investointeja. Viime vuosina aineettomien investointien kasvun taittuminen on vähentänyt talouden kasvupotentiaalia.*

Suomen bruttokansantuote on vuonna 2014 edelleen vuoden 2006 tasolla. Teollisuuden jalostusarvo on samana aikana pudonnut 20 prosenttia. Tehtaita on ajettu alas, ja valmistusta on siirretty lähemmäs markkinoita tai maihin, joissa kustannustaso on alhaisempi kuin Suomessa. Matti Pohjola (2014) päättelee, että keskeisin syy talouden ja tuottavuuden kasvun lopahtamiseen on tieto- ja viestintäteknologiassa. Tämä oli 15 vuoden ajan Suomen talouden tärkein kasvumoottori, mutta sen vaikutus muuttui negatiiviseksi viime vuosikymmenen puolessavälissä. Jyrki Ali-Yrjön (2013) selvi-

tyksessä taas osoitetaan, että teollisuuden sisällä on tapahtumassa tuntuva rakennemuutos. Arvoketjun keskivaiheessa olevat toiminnot (ennen kaikkea fyysinen valmistaminen) on siirtymässä pois perinteisistä teollisuusmaista sitä mukaa, kun nämä menettävät suhteellista etuaan (Clark ja Stanley 2003).

Sen sijaan arvoketjun alku- ja loppupään sisältyvät toiminnot kuten tutkimus- ja kehitystyö sekä markkinointi ja brändäys ovat toistaiseksi säilyneet. Kansainvälisen kilpailun ja digitalisaation myötä suomalaisten yritysten tuotteet kilpailevat yhä useamman substituutin

VTT Hannu Piekkola (hannu.piekkola@uva.fi) on taloustieteen professori Vaasan yliopistossa. Kirjoitus on osa Tekesin rahoittamaa INNOEUROPE -projektia ”Aineeton pääoma – osaamisen ja lisäarvon tukeminen Euroopassa”. Johnny Åkerholm on kommentoinut työtä ja osallistunut merkittävällä panostuksella kokonaistuottavuuden analyysin kehittämiseen klusteritasolla. Kiitän Mika Malirantaa luovan tuohon analyysiin tarvittavasta ohjelmasta. Kiitän myös kolmea lausunnonantajaa hyödyllisistä kommentteista.

kanssa. Kiristynvä kilpailu edellyttää useilla aloilla, myös monikansallisten yritysten sisällä eri maissa sijaitsevien toimipaikkojen välillä, erikoistumista arvoketjun alku- ja loppupäähän. Nämä ovat tyypillisesti korkean jalostusarvon toimintoja, jotka pystyvät kantamaan teollisuusmaiden korkeat kustannukset. Markkinointi ja johtaminen edellyttävät myös erilaisista osaamista kuin varsinainen tuotantoprosessi, ja kaikki tämä toiminta perustuu suuressa määrin aineettoman pääoman käyttöön. Piekkolan ja Åkerholmin (2013) selvityksessä päätellään, että yritysten sisäiset tehostamistoimet ovat heikentyneet, kun uutta teknologiaa on otettu hitaasti käyttöön tai yritykset eivät ole riittävän nopeasti erikoistuneet osaamiseen, joka on kansainvälistä kärkeä. Tämä muodostaa oman erityishuolensa tarkasteltaessa tulevan talouskasvun edellytyksiä. Piekkolan (2015a) analyysissä tarkastellaan kokonaistuottavuuden kehitystä sekä sen perustumista tekniseen kehitykseen ja talouden rakennemuutokseen<sup>1</sup>. Myös nämä tulokset vahvistavat, että tuottavuuden kehityksessä on tapahtunut selvä muutos edellisen vuosikymmenen puolessavälissä.

Corradon ym. (2005) tarkastelussa Yhdysvaltain yksityisellä sektorilla aineettomat investoinnit olivat jo vuonna 1999 samaa luokkaa kuin aineellisen pääoman investoinnit. EU:n 7. puiteohjelman *Innodrive*-projektin laskelmissa puolella Euroopan unionin maista (25 maata ja Norja) aineettomat investoinnit ylittivät aineelliset investoinnit jo vuonna 2005. Suomessa aineettomat investoinnit olivat vuonna 2005 7,3 prosenttia ja aineelliset investoinnit 5,6

prosenttia BKT:sta (Jona-Lasinio ja Iommi 2011, 25).<sup>2</sup>

Tässä selvityksessä analysoidaan osaamiseen ja aineettomiin investointeihin perustuvan kasvun luonnetta sekä sen edellyttämää talouspolitiikkaa. Aihe on tärkeä, koska pelkkä talouden suunta kohti arvoketjun alku- tai loppupäättä aineettomien investointien aloille ei ole vielä näkynyt talouskasvun elpymisenä. Tarkastelu keskittyy yrityssektoriin, joka painottuu teollisuuteen ja markkinapalveluihin. Perustuloksissa hyödynnetään myös Piekkolan (2014a, 2015a) aiempia tuloksia, jossa tuotantofunktioestimoinnit on suoritettu kuuden muodostetun ”sektorin” tasolla. On näet ilmeistä, että yritykset käyttävät tuotannontekijöitä kovin eri tavalla, eivätkä nämä käyttäytymiserot seuraa perinteistä toimialajakoa. Yritykset on sen takia luokiteltu uudestaan niiden käyttämien tuotannontekijöiden käytön perusteella (Piekkola 2015a ja liitetaulukko 1). Tarkastelun kohteena ovat myös markkinointiin ja johtamiseen eli ns. organisaatioinvestointeihin sekä tutkimus- ja kehitysinvestointeihin (t&k) ja ICT-toimintaan osallistuvien työntekijöiden kysyntään vaikuttavia tekijöitä<sup>3</sup>. Viimeiseksi analy-

<sup>2</sup> EU-maissa ja Norjassa aineettomien investointien BKT-osuus (keskimäärin 6,7 prosenttia) oli pienempi kuin kiinteiden investointien osuus (9,7 prosenttia), minkä selittävät suuret maat Saksa ja Italia. Näissä maissa aineettomien investointien BKT-osuus olivat selvästi pienempi kuin kiinteiden investointien, Saksassa 6,4 prosenttia (kiinteät investointien 8,6 prosenttia) ja Italiassa 4,7 prosenttia (kiinteät investoinnit 7,4 prosenttia).

<sup>3</sup> Piekkola ja Åkerholm (2013) ja Piekkola (2014a) sisältävät tarkemman kuvauksen siitä, miten aineettomia investointeja on luokiteltu niubin, jotka tuottavat organisaatio-pääomaa (läbinnä jobto ja markkinointi), ICT-pääomaa (ICT-työntekijät) ja t&k-pääomaa (t&k-työntekijät ja laajemmin diplomi-insinöörit etenkin palveluissa).

<sup>1</sup> Arvonlisään sisältyy aineettomat investoinnit ja niiden aikaansaaman jalostusarvo.

sissä selitetään työn tuottavuuden kasvua eri tuotannon tekijöiden kasvulla ottamalla huomioon myös eri tuotannon tekijöiden interaktiot ja rakennemuutostekijät.

Tuloksista nähdään, että aineettomien investointien sektorien osuus taloudesta on jatkanut kasvuaan kiinteiden investointien sektorien kustannuksella. Aineettomat investoinnit eivät kuitenkaan ole tukeneet tuottavuuden paranemista samoin kuin vielä 2000-luvun alkuvuosina. Lisäksi koulutetun työvoiman osuuden kasvu ja liikkuvuus on ollut merkittävä tuottavuutta parantava tekijä. Aineettomat investoinnit vaikuttavat hyvin eri tavoin eri sektorien talouskasvuun.

## 1. Aineisto ja aineellisen ja aineettoman pääoman toimialat

Elinkeinoelämän keskusliiton (EK) palkka-aineisto on yhdistetty Suomen Asiakastieto Oy:n tilinpäätösaineistoon, josta saadaan tuotanto, arvonlisä, kiinteä aineellinen pääoma, välituotekäyttö, käyttökate ja lainanhoitokulut. Aineelliset investoinnit on laskettu taseen pääoma-arvoista arvioimalla aineellisen pääoman käyttökustannukset (*user cost of capital*).<sup>4</sup> Näissä koneiden ja laitteiden kuluminen on 13 prosenttia ja rakennusten 5 prosenttia. Kiinteäksi koroksi oletetaan 4 prosenttia. Aineisto on edustava Suomen yksityisestä sektorista. Palveluista se kattaa lähinnä markkinapalvelut. Pienet yritykset ovat kuitenkin aineistossa aliedustettuina. Nokia on poistettu tarkastelusta, koska sen koko ja suuret vaihtelut dominoivat kehitystä ja vaikeuttaa johtopäätösten tekemistä.

<sup>4</sup> Pääoman käyttökustannus on pääomakanta kerrottuna 4 prosentin korolla ja kyseisen pääoman kulumisella.

Aineettoman pääoman työn ammatit perustuvat teollisuudessa funktionaalisen ammattiluokituksen (t&k-työ, johtaminen ml. hallinnon ja henkilöstöhallinnon esimiestyöt, markkinointi ja ICT-työ) ja palveluissa ammattinimikkeistöön poistaen suorittavan työn työntekijät muussa paitsi t&k- tai suunnittelutyössä (nelikohtaisen vaativuusluokituksen alin taso). T&k-työn ammatteihin palveluissa on katsottu suunnittelutyö, asiantuntija- ja johtotehtävät projekteissa, tietohallinnossa ja tietoturvallisuudessa. Palveluissa t&k-työntekijöihin luetaan kolmannen asteen teknillisen koulutuksen saaneet. EK:n palkka-aineisto sisältää myös tarkat tiedot tuntipalkoista, vuosipalkoista, tulospalkoista, työtunneista ja koulutuksesta.

Aineettoman pääoman (kuten aineellisen pääoman) luomiseen tarvitaan työn lisäksi kiinteitä investointeja ja välituotteita, mutta lähtökohta on arvioida ensiksi siihen käytettyä työpanosta. Aineettoman pääoman ammateissakin työajasta vain tietty osa käytetään aineettomiin investointeihin ja tietty osa nykyisten toimintojen ylläpitämiseen. T&k-työntekijöillä aineettomien investointien työpanos on oletettu olevan 70 prosenttia, organisaatiopääoman (johtaminen ja markkinointi) työntekijöillä 40 prosenttia ja ICT-työntekijöillä 50 prosenttia. Näissä ammattiryhmissä tämä osa työpanoksesta käytetään siis aineettomiin investointeihin eikä muuhun toimintaan.

Kulupohjaisessa arvioissa organisaatiopääoman ammattien organisaatioinvestointeihin käytetyn palkkakulun panoskerroin on 1,75 eli yhtä palkkakuluyksikköä kohden käytetään 0,75 yksikköä aineellista pääomaa ja välituotteita. Nämä osuudet vastaavat EU:n 7. puiteohjelman hankkeessa käytettyjä arvioita siitä, miten liike-elämän palveluiden arvonlisä jakautuu työhön, aineelliseen pääomaan ja välituot-

teisiin (Görzig ym. 2011). Ideana on siis, että kaikissa yrityksissä organisaatiotyön panossuhteet vastaavat sitä, miten arvonnisa muodostuu liike-elämän palveluissa.

Empiiristä evidenssiä osuuksista on vielä vähän. Lähtökohtana ovat Corradon ym. (2005) oletukset. Squicciarini ja Le Mouel (2012) käyttävät myös ammattiluokitusta laskelmien pohjana. Organisaatioinvestoinnit ovat heillä noin kaksi kertaa suuremmat kuin Corradon ym. arvioinneissa ilman markkinointia tai brändäystä. Nämä luvut vastaavat tässä käytettyjen laskelmien suuruusluokkaa. Erotuksena on se, että tässä tutkimuksessa käytössä on EK:n soveltama funktionaalinen ammattiluokitus, joka erottelee johtamisen, markkinoinnin ja t&k-ammattit.

Valittuja panoskertoimia ja aineettomien investointien työpanosta voidaan arvioida myös aineettomien investointien tuottavuuden kautta. Piekkolan (2014a) suorituspohjaiseen lähestymistapaan (*performance-based approach*) perustuvat laskelmat viittaavat siihen, että käytetyt kulupohjaiset arviot ovat varovaisia arvioita todellisista aineettomista investoinneista. Tuotopohjaisten arvioiden mukaan organisaatiotyöstä (johtaminen ja markkinointi) organisaatioinvestointeihin käytettäisiin jopa 65 prosenttia 40 prosentin sijaan.<sup>5</sup> T&k-toiminnoissa,

<sup>5</sup> Tuotopohjaisessa arvioinnissa organisaatioinvestointien keskimääräinen kokonaiskerroin organisaatiotyökustannuksille (panoskertoimen ja investointiluonteisen työn osuuden tulo) on 1,13 (Piekkola 2014a, taulukko 4). Tämä jaettuna aineellisen pääoman ja välituotteiden panoskertoimella 1,75 antaa 0.65 osuudeksi joka organisaatiotyöstä käytetään luomaan uusia organisaatioinvestointeja. Piekkolan (2015b) tuotopohjaiset laskelmat Eurostatin toimiala-aineistolla 2008–2011 EU-alueella antavat myös tukea organisaatioinvestointeihin valitulle kokonaiskerroimelle. Näissä arvioinnin lähtökohtana ei ole organisaatiotyön palkkakulut vaan aineettomien investointien välituotteet jotka arvioidaan panos-tuotos tauluista.

samoin kuin ICT-toiminnoissa, laskuissa on mukana myös suorittavaa työtä tekevät, mikäli työn vaatimustaso on muu kuin alin nelikohtaisessa EK:n luokituksessa. Näillä oletuksilla t&k-investoinnit ovat 110 prosenttia ja ICT-investoinnit 70 prosenttia kyseisten ammattiryhmien kokonaispalkkakuluista. Pääomakantoja arvioidaan investoinneista kertymämenetelmällä, jossa yrityksen ensimmäisen havaintovuoden pääomakanta on arvioitu olettaen aineettomien investointien kasvuksi 2 prosenttia vuodessa. Aineettoman pääoman vuotuiset kulumisprosentit ovat organisaatiopääomassa 20 prosenttia teollisuudessa ja 25 prosenttia palveluissa, ICT-pääomassa 33 prosenttia ja t&k-pääomassa 15 prosenttia.

Petrin ym. (2011) käyttävät toimipaikkatason aineistoa, kun taas tässä tutkimuksessa tarkastelukohteena on yritystaso tai tarkemmin yritysten Suomen toiminnot. Yrityskohtainen analyysi toimipaikkatason sijaan voi olla perusteltua tarkasteltaessa aineettomia investointeja. Organisaatiopääomasta ja markkinoinnista merkittävä osa on monikansallisten yritysten pääkonttoritoimintoja. Kuitenkin hyödyt niistä kattavat kaikki yrityksen toimipaikat. T&k-investoinnit on teollisuudessa keskitetty tiettyihin toimipaikkoihin, vaikka ne parantavat koko yrityksen tuloksellisuutta. Kriteerinä yritysjoukon valinnalle on, että yrityksen liikevaihto on vuoden 2000 hinnoissa yli 1,5 miljoonaa euroa. Yrityshavaintoja on keskimäärin 2500 välillä eri vuosina. Yrityksissä työskentelee keskimäärin 600 000 ihmistä eli lähes kolmasosa yksityisestä sektorista.

Tutkimuksen perusajatus on että toimialajaottelu esimerkiksi teollisuuteen ja palveluihin on menettämässä merkitystään, mutta sen sijaan yritykset eroavat yhä enemmän siinä kuinka paljon ne käyttävät koulutettua työvoimaa

ja eri aineettoman investointien muotoja tuotannossaan ja palveluissa. Tästä syystä yritykset on jaettu käyttäen klusterianalyysiä niiden käyttämien tuotantopanosten mukaan eri sektoreihin jotka ovat karkeasti jaettavissa aineellisen pääoman ja aineettoman pääoman aloihin. Toiset yritykset, kuten perinteinen teollisuus tai kauppa, erikoistuvat käyttämään aineellisia investointeja ja investoivat koneisiin, laitteisiin ja rakennuksiin. Toiset yritykset puolestaan pitävät tuotannollisen tai palveluinfrastruktuurin keveänä ja keskittyvät osaamiseen ja aineettoman pääoman käyttöön.

Aineellisen ja aineettoman pääoman alat ja sektorit on esitetty liitetaulukossa 1. Se esittää yritysten lukumäärän ja kunkin sektorin osuuden arvonnäistä vuosina 1998 ja 2012. Lisäksi taulukossa ovat mediaaniarvot sektorin työntekijöiden ja kolmannen asteen koulutettujen palkkakulujen sekä organisaatio-, t&k- ja ICT-investointien sekä kiinteiden investointien kuluosuuksista suhteessa tuotantopanosten käyttökustannuksiin yhteensä. Sektorit on muodostettu klusterianalyysin avulla näiden kuluosuuksien perusteella.

Yritykset voidaan siis jakaa karkeasti aineettomien investointien ja aineellisten investointien aloihin. Aineellisten investointien alaan kuuluvat ”aineellisen pääoman ja koulutamattoman työvoiman sektori”, ”aineellisen pääoman sektori” ja ”organisaatiopääoman ja aineellisen pääoman” sektori. Näiden sektorien osuus yrityssektorista on laskenut 66 prosentista vuonna 1998 52 prosenttiin vuonna 2012. Aineettomien investointien alaan kuuluvat ”osaamisen sektori”, ”organisaatio- ja t&k-pääoman sektori” ja ”osaamis- ja t&k-pääoman sektori”. Osaamisvaltaisella sektorilla, kuten viestinnässä ja osassa kaupan alaa, on paljon koulutettuja työntekijöitä ja organisaatio-osaa-

mista. Organisaatio- ja t&k-pääomavaltaisella sektorilla, kuten noin puolessa konepajateollisuutta ja elektroniikkateollisuudessa (muu kuin Nokia), on t&k-osaamisen ohella myös organisaatio-osaamista johtamisessa ja markkinoinnissa. Osaamis- ja t&k-pääomavaltainen sektori on painottunut t&k-investointeihin ja kattaa yrityksiä viestinnässä, konepajateollisuudessa, tieteessä ja lääketieteellisyydessä. Tämän eniten aineettomiin investointeihin panostaneen sektorin osuus on kasvanut 15 prosenttiin yrityssektorin arvonnäistä.

## 2. Kokonaistuottavuuden ja sen osatekijöiden kehitys

Kokonaistuottavuuden kasvun hajotelma on esitetty kaavojen muodossa liitteessä 1. Kokonaistuottavuuden<sup>6</sup> kasvun pääkomponentit ovat tekninen kehitys ja tuotantopanosten uudelleenallokointi. Tekninen kehitys on aggregaatti alan yrityksistä, joiden tuotannon lisäystä on verrattu primäärituotantopanosten käyttöön.<sup>7</sup> Primäärituotantopanoksia ovat muut kuin välituotteet. Resurssien uudelleenallokaatioissa tarkastellaan johtamisen ja markkinoinnin organisaatioinvestointeja, tutkimus- ja kehitystoimintaa sekä ICT-investointeja. Aineellisten ja aineettomien investointien uudelleenallokoinnin ja teknisen kehityksen ohella kokonaistuottavuuteen vaikuttavat kapasiteetin

<sup>6</sup> Petrin ym. (2012) käyttävät myös nimitystä keskimääräinen tuottavuuskasvu (average productivity growth), kun tuotantofunktion muotoa ei spesifoida.

<sup>7</sup> Painoina on käytetty ns. Domar-painoja, jotka määritellään liikevaihdon ja arvonnäisen suhteena (Domar 1961). Niitä käytetään melko yleisesti tuottavuustutkimuksessa toimialakohtaisten aineistojen aggregointiin. Painot eivät välttämättä summaudu yhteen.

käyttöasteen muutokset sekä uponneet kustannukset. Teollisuudelle kapasiteetin käyttöaste on saatu Tilastokeskuksesta. Teollisuudessa etenkin kiinteän pääoman vajaakäyttö onkin suurinta suhdannekuopissa.<sup>8</sup> Tekninen kehitys on arvioitu potentiaalisen tuotannon tasolla ottaen huomioon kapasiteetin käyttöasteen muutos. Uponneet kustannukset ovat pitkävaikutteisia kustannuksia, jotka pysyvät vaikka toiminta lopetettaisiin.<sup>9</sup>

Kokonaistuottavuuden kasvun jakaminen eri tekijöihin edellyttää tuotantofunktion estimointia. Resurssien uudelleenallokaatio on aggregaatti yli yritysten toimialalla, jossa vertaillaan tuotannon tekijän tuotantojoustoja kunkin tuotannon tekijän kuluosuuksiin (Domarpainot). Jos kuluosuus alittaa tuotantojoustoja, lisäpanostus nostaa kokonaistuottavuutta. Jos lisäresurssi ei ole uusi vaan tulee muista yrityksistä, kokonaistuottavuus nousee, mikäli kyseisen resurssin kuluosuus on pienempi kuin keskimäärin yrityksissä, joista resurssi on tullut. Resurssien uudelleenallokaatio sisältää myös uusien yritysten alalle tulon ja sieltä poistumisen.

Tuotantofunktioestimoinnissa selitetään liikevaihdon, ei arvonlisän kehitystä. Jälkimmäinen tapa olettaisi, että välituotekäyttö olisi aina tehokasta (siksi välituotekäyttö ei olisi mukana yhtenä selittäjänä). Estimoinneissa on käytetty Petrinin ym. (2012) suosimaa Wooldridgen

(2009) modifikaatiota instrumenttimestimoinnista, joka perustuu toisen askelman (*twostep*) GMM-menetelmään. Instrumenttina käytetään uusien työntekijöiden palkkaamista, jossa uusien työntekijöiden määrän muutos suhteutetaan yrityksen keskimääräiseen työntekijämäärään periodien välillä. Estimointimenetelmällä pyritään välttämään tuottavuussokkien, tuotantopanosten kysynnän ja tuotannon välistä simultaanisuusongelmaa, kuten Petrinin (2003) ja Olleyn ja Pakesin (1996) menetelmissä, mutta myös välttämään Ackerbergin ym. (2006) esittämän kritiikin menetelmiä kohtaan. Olleyn ja Pakesin analyysin perusoletuksena on, että tilamuuttajat, kuten aineeton pääoma ja välituotteiden kysyntä, määräytyvät ennen välittömästi sopeutuvia muuttujia (esim. työpanos), ja että tuottavuussokkia kuvataan proxy-muuttujalla. Kääntäen tuottavuussokki voidaan ilmaista funktiona sen proxy-muuttujasta ja edellisen periodin tilamuuttujista ja lisätä malliin mukaan yhdeksi selittäjäksi. Näin ensimmäisessä vaiheessa mallissa voidaan ratkaista välittömästi sopeutuvien muuttujien vaikutukset, ja vältetään tuottavuussokin aiheuttama harha. Oletuksena on, että työpanokseen vaikuttaa erikseen vielä palkkakehitys ja muut hintatekijät sekä irtisanomiset, jotka tekevät siitä riittävän itsenäisen välittömästi sopeutuvan muuttujan.

Ilmakunnas ja Piekkola (2014) käyttivät Olleyn ja Pakesin lähestymistapaa, jossa muusta kirjallisuudesta poiketen välituotteiden käytön tai aineellisten investointien sijaan tuottavuussokin proxymuuttujana käytetään uusien työntekijöiden palkkausta. Sitä voidaan pitää hyvänä mittarina, sillä se heijastaa yrityksen käsityksiä tuottavuuskehityksestä. Ilmakunnaksen ja Piekkolan (2004) mukaan palkkausasteen käyttäminen tuottavuussokin proxy-muuttujana

<sup>8</sup> *Toteutuneen ja potentiaalisen tuotannon erotusta kutsutaan tuotantorintamatarkasteluissa myös tekniseksi tehokkuudeksi (Kuosmanen ja Sipiläinen 2009).*

<sup>9</sup> *Uponneet kustannukset ovat kasvubajotelman residuaali eli kokonaistuottavuuden muutos jota ei selitä tuotannon tekijöiden uudelleenallokaatio, tekninen kehitys eikä kapasiteetin käyttöasteen muutos. Uponneiden kustannusten tulkintaan on subtauduttava varauksella, koska ne sisältävät myös muiden kasvu tekijöiden mittausbarban.*

Taulukko 1. Kokonaistuottavuuden kehitys 1998–2012

	Periodi	Kokonais- tuottavuus	Tekninen kehitys	Kapasiteetin käyttöaste	Resurssi- allokaatio	Uponneet kustannukset
Aineettoman pääoman sektorit	1998–2006	3,1	3,5	-0,6	0,3	-4,5
Aineellisen pääoman sektorit	2007–2012	-0,2	-3,3	0	3,1	-0,8
	1998–2006	1,5	3,3	-1,2	-0,7	-1,7
Yhteensä (arvonlisä-painoilla)	2007–2012	-2,6	-0,1	-5,1	2,6	-0,1
	1998–2006	2,3	3,4	-0,9	-0,2	-3,2
	2007–2012	-1,4	-1,7	-2,6	2,9	-0,5
	1998–2012	0,8	1,3	-1,6	1	-2,1

tuottaa samankaltaisia tuloksia kuin välituote-käytön käyttäminen.

Aineellisten investointien ja tuottavuusshokin välinen suhde ei sen sijaan ole välttämättä monotoninen ja lineaarinen varsinkin, kun investoinnit eivät kehity kovin tasaisesti yli ajan. Tässä tarkastelussa käytetään samaa instrumenttia kuin Ilmakunnaksen ja Piekkolan tarkastelussa, mutta noudattaen GMM-estimointia, jossa nykyisen periodin työvoiman, aineettomien investointien ja välituotteiden kysyntä ovat samalla endogeenisiä eli dynaamisesti sopeutuvia. Lisäksi kirjallisuudessa käytetyt instrumentit, välituotteiden käyttö ja aineelliset investoinnit, eivät läpäisseet instrumentin validiustestejä. Liitetaulukossa 2 on tuotantofunktion estimointi kuudelle sektorille (Piekkola (20015a). Estimoinnissa aineettomat investoinnit on estimoitu yhtenä eränä, koska eri aineettoman pääoman erät ovat vahvasti korreloituja keskenään ja lisäksi eri aloilla käytetään eri aineettoman pääoman eriä. Työpanos on jaettu koulutuksen perusteella siten, että kolmannen asteen koulutuksen saaneet muodostavat oman ryhmänsä (korkeakoulutetut) ja

muut oman ryhmänsä (työntekijät).<sup>10</sup> Estimoinnit erikseen kuudella sektorilla läpäisevät instrumenttien validiustestin (Hansen) poikkeuksena aineellisen pääoman ja aineellisen ja organisaatiopääoman sektorit. Korkeakoulutettujen työpanoksen tuotantojousto on 6-10 prosenttia aineettoman pääoman sektoreilla ja hieman alhaisempi 5-6 prosenttia aineellisen pääoman sektoreilla. Aineettoman pääoman tuotantojousto vaihtelee aineettoman pääoman sektoreilla 10–20 prosentin välillä ja joustot ovat selvästi korkeammat kuin aineellisen pääoman tuotantojoustot. Skaalatuotot ovat lähellä vakioisia paitsi varsin heterogeenisellä osamisen sektorilla ja pienellä aineellisen pääoman ja kouluttamattoman työvoiman sektorilla.

Taulukko 1 esittää tuottavuuden kasvun yksityisellä sektorilla ja erikseen aineettomien investointien ja aineellisten investointien sektoreilla, kun kokonaistuotannon kasvun eri

<sup>10</sup> Vähän koulutetuista käytetään nimitystä työntekijät, koska useat heistä voivat olla aineettoman pääoman ammattaisissa, jolloin työpaikkakokotainen koulutus on voinut olla merkittävää.



Taulukko 2. Tuotannon ja tuotannontekijöiden kasvu

	Periodi	Osaperiodeittain	Koko ajanjakso 1998–2012
Arvonlisä	1998–2006	3,6	2,2
	2007–2012	-1,6	
Työntekijät	1998–2006	1,8	0,4
	2007–2012	-3,5	
Korkeakoulutetut	1998–2006	10,4	9
	2007–2012	5,2	
Kokonaistuottavuus, kaikki	1998–2006	2	0,3
	2007–2012	-2,2	
Kokonaistuottavuus, jatkavat	1998–2006	3,6	1,2
	2007–2012	-2,5	
Aineettomat investoinnit	1998–2006	3	1,8
	2007–2012	-1,4	
Organisaatioinvestoinnit	1998–2006	1,9	0,1
	2007–2012	-4,9	
T&K-investoinnit	1998–2006	4,3	3,6
	2007–2012	1,4	
ICT-investoinnit	1998–2006	3,9	2
	2007–2012	-3	
Aineelliset investoinnit*	1998–2006	0,1	-1,3
	2007–2012	-5,4	

\*Aineelliset investoinnit on arvioitu aineellisen pääoman käyttökustannuksista.

osatekijöiden laskentatavat on esitetty liitteessä 1. Kokonaistuottavuus on laskenut vuosina 2007–2012 noin kahden prosentin vuosivauhtia. Tämän viime vuosien jyrkän heikkenemisen vuoksi kokonaistuottavuus ei ole juurikaan kasvanut vuoden 1998 tasosta. Tämä kehitys johtuu ensinnäkin teknisestä kehityksestä, jonka kontribuutio on tällä ajanjaksolla kääntynyt negatiiviseksi (-1,3 prosenttia vuodessa). Kapasiteetin käyttöasteen lasku selittää kokonaistuottavuuden laskua etenkin kiinteän pääoman sektorin aloilla.

Aikaisemmalla ajanjaksolla 1998–2006 väli- tuotepanosten käyttö on ollut tehotonta, ja

tuotannosta on syntynyt uponneita kustannuksia. Tuotannon tehostamistoimet eivät ole siten kokonaisuudessa kontribuoineet tuottavuuden nousuun vuosina 1998–2006. Petrin ym. (2011) sitä vastoin havaitsivat Yhdysvaltojen aineistoilla, että melkein kaikilla toimialoilla pyritään aina kokonaistuottavuuden kohottamiseen tehostamalla panosten käyttöä. Yritykset jotka eivät uusi rakenteitaan yksinkertaisesti kuolevat pois. Ajanjaksolla 2007–2012 resurssien uudelleenallokointi on sen sijaan vastoin aikaisempaa kokemusta kasvattanut kokonaistuottavuutta samoin kuin uponneiden kustannusten aleneminen. Resurssien uudelleenallokoin-



nin tuottavuutta parantava vaikutus on samalla tasolla sekä aineettoman pääoman että aineellisen pääoman sektoreilla, 2,6–3,1 prosenttia vuodessa periodilla 2007–2012.

Uponneiden kustannusten alenemiseen vuoden 2007 jälkeen vaikuttavat hyvin monet tekijät. Säätelyä purettaessa resurssien allokaatio tehostuu ja samalla vähenee myös aikaisemman toiminnan pitkäaikaiset menot. Vanha pääomakanta saattoi myös aikaisemmin vanhentua nopeammin, kun tekninen kehitys on hyvin nopeaa. Kapasiteetin käyttöaste oli myös korkeampi aina vuoteen 2007 saakka (Basu ja Fernald 2002; Petrin ym. 2012). Resurssien uudelleenallokointi ja uponneiden kustannusten aleneminen tukevat havaintoa, että yritykset ovat panostaneet vuodesta 2007 kustannusten karsintaan.

Tuottavuuskehityksen taustalla olevia tekijöitä pyritään selvittämään tarkastelemalla eri tuotantopanosten käyttöä sekä niiden kontribuutiota kokonaistuottavuuden kehitykseen. Taulukossa 2 on esitetty tuotannon, korkeakoulutettujen (kolmannen asteen koulutus) ja työntekijöiden, sekä aineettoman investointien erien ja aineellisten investointien kasvu mitattuna käyttökustannuksilla. Yrityksaineiston muuttujien keskiarvoja on esitetty liitetaulukossa 2.

Taulukosta 2 nähdään ensinnäkin, että yrityssektorin työvoiman käytössä on vuoden 1998 jälkeen tapahtunut jyrkkä muutos. Korkeakoulutettujen määrä on kasvanut voimakkaasti, keskimäärin 9 prosenttia vuodessa. Korkeakoulutettujen osuus työntekijöistä on kasvanut 8,4 prosentista vuonna 1998 23,2 prosenttiin vuonna 2012, mitä selittää etenkin alemman korkeakoulututkinnon tehneiden riipeä kasvu 5 prosentista 14,5 prosenttiin. Alempi korkeakoulututkinto on laajentunut uusille

aloille. Ylemmän korkeakoulutettujen osuus on kaksinkertaistunut 4 prosentista 8,5 prosenttiin. Uusia osaamisvaltaisia yrityksiä on liittynyt EK:n jäseniksi (tai palvelutyönantajiin ennen vuotta 2005). Samaan aikaan työntekijämäärä on supistunut 3,5 prosentin vuosivauhtia. Myös pääoman puolella on havaittavissa selvä muutos. Kiinteän pääoman käyttökustannukset pysyivät ennallaan 1998–2006, mutta ovat vuoden 2007 jälkeen vähentyneet 5,5 prosenttia vuodessa. Aineettomat investoinnit ovat myös kääntyneet vuositasolla 1,3 prosentin laskuun. Aineettomien investointien lasku vuoden 2007 jälkeen selittyy etenkin organisaatio- ja ICT-työntekijöiden kysynnän vähenemisenä. T&k-investoinnit ovat vähentyneet Nokiassa, joka on tämän tarkastelun ulkopuolella.

Taulukossa 3 esitetään tuotannontekijöiden tuotantojoustot kerrottuna ns. Domar-painoilla ja vastaavat keskimääräiset kuluosuudet arvonlisästä koko yrityssektorilla.<sup>11</sup> Domar-painoilla kerrottujen tuotantojoustojen ja keskimääräisten kustannusosuuksien ja tuotantojoustojen vertailu on tässä tehty koko yrityssektorille. Taulukossa 4 on esitetty uudelleenallokaation vaikutukset, jotka on johdettu sektori-kohtaisista tuotantojoustoista. Sektorikohtaiset tuotantojoustot antavat toki paremman arvon siitä, mihin kannattaa panostaa, mutta nämä antavat selvää suuntaa. Taulukossa 3 tuotantojouston ollessa suurempi kuin kuluosuus tuotannontekijän lisäpanostus nostaa kokonaistuottavuutta.

<sup>11</sup> *Liikevaihdon ja arvonlisän suhde, Domar-paino tarvitaan, koska tuotantofunktioestimoinnissa selitetään liikevaihdon kehitystä ja siten mallissa on mukana välituotekäyttö selittäjänä. Myös kasvusteissa myöhemmin painoina ovat Domar-painot, jotka ottavat huomioon välituotteiden muutokset.*

Taulukko 3. Tuotantojoustot ja kuluosuudet suhteessa arvonlisään eri ajanjaksoina

Periodi	Korkea- koulutus		Työntekijät		Aineeton pääoma		Aineellinen pääoma	
	Jousto	Kuluosuus	Jousto	Kuluosuus	Jousto	Kuluosuus	Jousto	Kuluosuus
2007–2012	41,7	6,8	57,0	30,0	19,8	8,1	28,2	29,5

Tuotantofunktio estimoitu koko periodille, joustot kerrattu Domar-painoilla, kuluosuudet keskimääräisiä.

Taulukon 3 perusteella voidaan päätellä, että korkeakoulutetun työvoiman ja aineettoman pääoman joustot ylittävät selvästi keskimääräiset kuluosuudet. Myös muiden työntekijöiden kohdalla joustot ylittävät kuluosuuden. Talouden kasvaessa työntekijämäärää voidaan sopeuttaa vähentämällä uusien työntekijöiden sisäänottoa ja jättämällä poistumia kompensoimatta. Taulukosta 3 nähdään, että aineellisen pääoman joustot alittavat jonkin verran kuluosuudet. Aineelliset investoinnit ovatkin alhaisen kysynnän olosuhteissa jääneet vähiin. Taulukon 2 mukainen työntekijämäärän -3,5 prosentin lasku vuosina 2007–2012 on edellyttänyt irtisanomisia, mikä ei näytä parantaneen yritysten työn tuottavuutta.

Taulukossa 4 resurssien uudelleenallokoinnin vaikutukset kokonaistuottavuuteen on hajautettu eri osatekijöihin, uponneiden kustannusten muutos mukaan luettuna. Tuloksissa on käytetty hyväksi eri tuotantotehtävien tuotantojoustoja, jotka perustuvat kunkin sektorin tuotantofunktioestimointeihin.

Yritykset ovat heikon kysynnän olosuhteissa uudelleenorganisoineet toimintaansa. Resurssien uudelleenallokointi ja alemmat uponneet kustannukset ovat parantaneet kokonaistuottavuutta erityisesti jälkimmäisellä ajanjaksolla. Tuloksista ilmenee, että korkeakoulutettujen työpanoksen käyttö on ollut merkittävien tuottavuutta parantava tekijä kummallakin

ajanjaksolla. On huomattavaa, että nämä tulokset poikkeavat huomattavasti siitä mitä saadaan kasvulaskennassa. Pohjolan (2014, 18) tarkastelussa koulutus ja muu rakenne (ikä ja sukupuoli) muodostivat työn tuottavuuden 20 prosentin kasvusta vuosina 1998–2012 vain 2 prosenttiyksikköä. Tässä tutkimuksessa koulutettujen osuuden kasvun on jo aikaisemmin taulukossa 2 todettu jatkuneen yrityssectorilla varsin voimakkaana. Lisäksi kokonaistuottavuuden paraneminen perustuu uudelleenallokaatioon eikä kasvulaskennan työvoiman laatu-  
korjaukseen, jonka arvion pohjana on koulutettujen suhteellinen palkkataso.

Taulukon perusteella aineettoman pääoman uudelleenallokointi on lisännyt kokonaistuottavuutta yhden prosenttiyksikön verran vuodessa. Kokonaistuottavuutta parantava vaikutus kuitenkin kuihtui 0,4 prosenttiyksikköön vuodesta 2007 lähtien. Kasvu on tullut kokonaan aineettomien investointien uudelleenallokaatiosta sektoreiden välillä, kun aineettomien investointien määrä on ollut laskussa vuodesta 2007 (1,4 prosenttiyksikköä vuodessa, taulukko 3). Yksi merkittävä keino parantaa kokonaistuottavuutta on ollut kiinteiden investointien karsiminen. Vaikka työn tuottavuus kasvaa kiinteiden investointien kautta, kokonaistuottavuus laskee, koska pääoman ylläpitokustannukset ylittävät hyödyt työn tuottavuuden paranemisesta. Tuloksiin voidaan tosin suhtautua

Taulukko 4. Resurssien uudelleenallokoinnin vaikutus kokonaistuottavuuteen

Sektori	Työntekijät	Korkea- koulutetut	Aineeton pääoma	Aineellinen pääoma	Välituotteet	Resurssi- allokointi
	1	2	3	4	5	1-5
1998–2006	-0,3	2	1	-1	-1,1	0,6
2007–2012	-0,4	1,8	1	0,4	0,1	2,9
Keskiarvo	-0,3	1,9	1	-0,4	-0,6	1,5

Laskelmissa on käytetty taulukon 3 mukaisesti eri tuotantofunktioita ajanjaksoille 1998–2006 ja 2007–2012.

osin varauksin, koska aineelliset investoinnit on laskettu taseen pääoma-arvoista, jotka voivat poiketa kiinteiden investointien todellisesta arvosta.

### 3. Aineettoman pääoman ammattien työtuntien kasvuun vaikuttavia tekijöitä

Seuraavassa pyritään identifioimaan, mitkä tekijät vaikuttavat aineettoman pääoman ammattien työntekijöiden ja koulutettujen ja työntekijöiden kysynnän kasvuun. Selitettävänä on tehtyjen työtuntien logaritminen muutos. Mallinnuksen perinteisiä selittäjiä ovat arvonlisä ja tuntipalkat. Selittävinä tekijöinä ovat tuntipalkkojen ja muiden selittävien tekijöiden lähtötaso, jolloin tarkastelukohteena on pitkän aikavälin kasvu.

Työntekijöiden liikkuvuus aineettoman pääoman ammateissa on mukana selittäjänä, jotta nähdään kasvaako aineettoman pääoman työ yrityksissä, joissa aineettoman pääoman ammateissa työntekijöitä sekä lähtee että tulee paljon. Taloustieteen näkökulmasta työvoiman liikkuvuus voi olla riski yritykselle, sillä hyvät työntekijät saattavat vaihtaa työpaikkaa, vaikka heidän osaamiseensa on panostettu. Toisaalta ns. *learning by doing* -vaikutuksen mukaan yrityksen kannalta voi olla hyvä, että osaavilla

työntekijöillä on kokemusta useammanlaisista yrityksistä. Uuden osaamisen hyöty kuitenkin laskee, mikäli osaaminen on kovin yrityskohtaista eikä osaamistieto välity yrityksestä toiseen. Uusia perinteiseen työn kysyntämalliin kuulumattomia muuttujia ovat myös tekninen kehitys, kapasiteetin käyttöasteen muutos, sekä resurssien uudelleenallokaatio.

Taustaselittäjänä ovat yrityksen pääomarakenne ja rahoitusilanne. Haaparannan ja Piekolan (2006) tarkastelussa huomattiin että yritysten rahoitusasema vaikuttaa merkittävästi työvoiman kysyntään, jota mitattiin yrityksen lainanhoitokustannuksilla suhteessa kassavirtaan ja yrityksen velkaisuudella. Taustamuuttujana on myös yrityksen ikä, joka on määritelty yrityksessä pisimpään työskennellen työntekijän työsuhteen pituudella. Liitetaulukon 3 muuttujien keskiarvotietojen perusteella yritysten keskimääräinen ikä on 34 vuotta ja henkilöstön lukumäärän keskiarvo on 236 ja medi-  
aani 66.

Taulukko 5 esittää kiinteiden vaikutusten mallin (*fixed effects*)n estimointiin perustuvat tulokset. Selitettävä ja selittävät tekijät ovat logaritmeina lukuun ottamatta suhdelukuja kuten velanhoitomenojen suhdetta kassavirtaan sekä aineettoman pääoman ammattien työntekijöiden liikkuvuutta. Liikkuvuutta mitataan aineettoman pääoman ammattien työntekijöi-

Taulukko 5. Aineettoman pääoman, koulutettujen työntekijöiden sekä työntekijöiden kysyntään vaikuttavat tekijät 1997–2012

Selittäjä	Aineettoman pääoman ammattien työntekijät	Koulutetut työntekijät	Työntekijät
	1	2	3
Koulutettujen tuntipalkat	0,0679*** (-4,2)	0,0761 (-1,28)	0,00913 (-1,35)
Työntekijöiden tuntipalkat	0,0823 (-0,9)	-0,0109 (-1,44)	-0,0592*** (-10,55)
Organisaatio-tuntipalkat	0,2250*** (-10,78)	0,130*** (-8,97)	0,0113* (-1,99)
T&k-tuntipalkat	0,0451*** (-5,67)	0,0273*** (-3,49)	0,0140** (-2,78)
ICT-tuntipalkat	0,0665*** (-8,22)	0,0456*** (-6,17)	0,0227*** (-4,69)
Aineettoman pääoman ammattien työntekijöiden liikkuvuus	0,0838*** (-6,34)	0,0698*** (-4,57)	0,0391** (-3,29)
Arvonlisä	-0,000454 (-0,15)	-0,00348 (-1,22)	0,00114 (-0,48)
Arvonlisän kasvu	0,0113*** (-3,46)	0,0116** (-3,00)	0,0172*** (-4,81)
Aineellinen pääoma	-0,00765 (-1,02)	0,0141* (-2,25)	0,0166** (-2,95)
Lainanhoitokulut/käyttökate	-0,2620 (-1,75)	-0,480** (-3,2)	-0,591*** (-5,22)
Tekninen kehitys	0,0139 (-0,75)	-0,0467* (-2,249)	0,00761 (-0,529)
Kapasiteetin käyttöaste	0,0215 (-0,48)	-0,125** (-2,66)	0,0673 (-1,46)
Resurssien uudelleenallokaatio	0,3280*** (-4,48)	0,119 (-1,45)	0,115 (-1,769)
Yrityksen ikä	-0,0522*** (-9,16)	0,0542 (-0,17)	-0,25 (-0,9)
Yrityksen ikä <sup>2</sup>	0,000187*** (-3,84)	0,000224*** (-4,92)	0,000179*** (-5,82)
Havaintojen lkm (yritykset ja vuodet)	15 119	16 587	20 435
R2 sisäinen	0,115	0,062	0,025
R2 välinen	0,007	0,007	0,023
R2	0,015	0	0,004

Selitettävä periodien t+1 ja t logaritminen muutos. Tuntipalkat, arvonlisä, pääoma ja yrityksen ikä logaritmitena, kasvu periodien t ja t-1 logaritminen muutos. Liikkuvuus on aineettoman pääoman ammattien työntekijäryhmän uusien työntekijöiden ja lähtevien työntekijöiden summa, kumpikin suhteutettuna periodien väliseen työntekijämäärän keskiarvoon. Kontrollimuuttujina vuosi-indikaattorit. Suluissa olevat luvut esittävät t-arvoja. Merkitsevyytasot: \* p < 0.05, \*\* p < 0.01, \*\*\* p < 0.001.

den sisään- ja ulosvirtauksella suhteessa henkilöstön kokoon periodien välillä.

Malli selittää enimmillään 11,5 prosenttia aineettoman pääoman ammattien työntekijöiden kysynnän sisäisestä vaihtelusta. Wooldridge -autokorrelaatiotestin perusteella virhetermit eivät ole autokorreloituneita paitsi työntekijöiden kysyntämallissa, jossa myös mallin työntekijöiden yritysten työntekijöiden sisäisen vaihtelun selitysvaivo on alhainen 2,5 prosenttia (sarake 3). Tarkastelun perusteella aineettoman pääoman ammattien työntekijöiden kasvu on samalla tavalla riippuvainen tuotannon kasvusta kuin koulutettujen ja työntekijöiden. Korkealla palkkatasolla ei sen sijaan ole negatiivista vaikutusta aineettoman pääoman ammattien työntekijöiden kysyntään toisin kuin työntekijöillä. Varsinkin hyvin palkattu johtaminen ja markkinointi ovat yhteydessä sekä koulutettujen että aineettoman pääoman ammattien työntekijöiden kysynnän kasvuun. Tämä tukee tehokkuuspalkkahypoteesia, jonka mukaan yrityksen kannattaa maksaa erityisasiantuntijoille lisää palkkaa, koska se lisää heidän ponnistelujaan ja työtahtia. Perinteisen tehokkuuspalkkahypoteesin mukaan palkkaus määräytyy lisäksi kokonaan näiden kannustinvaikutusten kautta. Ilmakunnas ja Piekkola (2014) tulokset tukevat tehokkuuspalkkoja, kun aineettoman pääoman investoinneissa tuottavuus yleensä nousee vielä palkkojakin enemmän.

Aineettoman pääoman ammattien työntekijöiden kysyntä on myös selvästi yhteydessä näiden työntekijöiden liikkuvuuteen sekä yleensä resurssien uudelleenallokaatioon. Suuri liikkuvuus voi olla seurausta siitä, että palkat ylittävät työmarkkinoiden kysynnän ja tarjonnan määräämään tasapainotason. Vallitsevalla palkkatasolla työmarkkinoilla on myös työntekijöitä, jotka olisivat valmiita ottamaan työn vastaan

alemallakin palkkatasolla. Osa aineettoman pääoman ammattien työntekijöistä ei myöskään pysty vastaamaan työn haasteisiin, jolloin he hakeutuvat muihin töihin. Toinen selitys tälle positiiviselle yhteydelle on *learning by doing*. Aloilla, joilla on paljon työvoiman liikkuvuutta, työntekijät oppivat enemmän, mikä lisää yritysten tuottavuutta ja työvoiman kysyntää. Jo aikaisemmin olemme todenneet, että koulutettujen ja aineettoman pääoman ammattien työntekijöiden uudelleenallokointi parantaa kokonaistuottavuutta.

Aineettoman pääoman ammattien työntekijöiden kysynnän kasvu ei näytä kytkeytyvän voimakkaasti aineellisiin investointeihin toisin kuin koulutetuilla yleensä. Yksityisellä sektorilla on tapahtunut siirtymä aineellisista investoinneista aineettomiin. Yrityksen maksuvalmiustilanne vaikuttaa kaikkien työntekijäryhmien kysyntään, mutta eniten työntekijöihin. Lainanhoitokulujen käyttökateosuuden 10 prosenttiyksikön lisäys keskimääräisestä 4 prosentista alentaisi tämän mukaan koulutetun työvoiman ja työntekijöiden kysyntää 5 prosentilla, kun taas vaikutukset aineettoman pääoman ammattien työntekijöiden ovat epävarmat. Viime vuosina yritysten maksuvalmius on parantunut. Matalan korkotason seurauksena lainanhoitokulujen suhde käyttökatteeseen on laskenut vuoden 2009 jälkeen.

Teknisen kehityksen kiihtymisellä ja kapasiteetin käyttöasteen parantumisella on negatiivinen yhteys korkeakoulutetun työvoiman kysyntään. Näitä selittäjiä voidaan osin pitää tuotantoshokkien proxy-muuttujana ja tuotannon laajentaminen ei näytä johtavan korkeakoulutetun työvoiman kasvuun. Tätä voidaan selittää korkeakoulutettujen työntekijöiden hamstrauksella huonojen suhdanteiden vallitessa.

#### 4. Työn tuottavuus ja aineettomat investoinnit

Kokonaistuottavuuden muutoksen rakenne-  
muutostermi mittaa erikseen kunkin tuotan-  
nontekijän uudelleenallokaation vaikutuksia.  
Kirjallisuudessa on tarkasteltu laajasti myös  
työn tuottavuuskasvun osatekijöitä. Seuraavas-  
sa työn tuottavuuden kehitystä selitetään pää-  
omaerien käyttökustannusten (*user cost of ca-  
pital*) kehityksellä suhteessa tehtyihin työtun-  
teihin (Corrado ym. 2015). Toimialoja tarkas-  
tellaan 2-numerotasolla (54 toimialaa).

Kunkin toimialan  $j$  työn tuottavuuden kasvu on

$$\Delta \ln(VA_{jt} / H_{jt}) = \bar{\alpha}_{jt}^K \Delta \ln(K_{jt} / H_{jt}) + \sum_{IC} \bar{\alpha}_{jt}^{IC} \Delta \ln(R_{jt}^{IC} / H_{jt}) + \lambda_t + \lambda_j + \eta_{j,t} \quad (1)$$

missä  $VA_t$  on arvonlisä vuonna  $t$  jossa ovat mu-  
kana aineettomat investoinnit  $\sum_{IC} N_t^{IC}$ ,  $K_t$  on  
aineellinen pääoma,  $R_t^{IC}$  on aineeton pääoma  
tyyppiä  $IC$ ,  $IC =$  organisaatiopääoma, t&k-pää-  
oma tai ICT-pääoma,  $H_t$  on työtunnit,  $\Delta$  kuvaa  
differentia,  $\bar{\alpha}_{jt}^X$  on keskiarvo yli periodien tuot-  
tannontekijän  $= K_{jt}$ ,  $R_{jt}^{IC}$  ( $IC =$  organisaatio-,  
t&k-, ICT-pääoma) arvonlisäosuudesta,  $\lambda_t$  on  
ajassa muuttumattomat yrityskohtaiset tekijät,  
 $\lambda_j$  on vuosi-indikaattorit ja  $\eta_{j,t}$  on kokonaistuot-  
tavuuden muutos. Kunkin selittävän tekijän  
aggregaattikasvu toimialalla voidaan jakaa yri-  
tysten sisäiseen tuotannon tehostamiseen ja  
rakenne muutokseen joka selittyy yritysraken-  
teen muuttumisesta. Kunkin oikeanpuoleisen  
selittäjän muutos voidaan kirjoittaa muodossa  
(Diewert ja Fox 2010; Hyytinen ja Maliranta  
(2013))<sup>12</sup>:

$$\bar{\alpha}_{jt}^X \Delta \ln X_{jt} = \Delta \ln X_{jt}^{\text{sisäinen}} + \Delta \ln X_{jt}^{\text{rakenne}} = \sum_{i \in C} \bar{s}_{xit} \Delta \ln x_{it} + \Delta \ln X_{jt}^{\text{rakenne}} \quad (2)$$

missä suuret kirjaimet kuvaavat toimialatasoi-  
sia arvoja ja pienet kirjaimet  $x_{it} = K_{it} / H_{it}$ ,  
 $R_{it}^{IC} / H_{it}$  yritystasoisia arvoja.  $\Delta \ln X_{it}^{\text{sisäinen}}$  on sisäi-  
nen kasvu jatkavissa yrityksissä (joiden toimin-  
ta jatkuu molemmilla periodeilla), jossa kunkin  
yrityksen painona on sen arvonlisäosuus yli  
periodien  $\bar{s}_{xit} = 0,5(s_{xit} + s_{xit-1})$ . Toinen termi on  
rakenne muutos  $\Delta \ln X_{jt}^{\text{rakenne}}$ , joka voidaan edel-  
leen hajottaa sen mukaan, miten paljon uusia  
yrityksiä syntyy ja vanhoja poistuu.

$$\Delta \ln X_{jt}^{\text{rakenne}} = \sum_{i \in C} (\ln \bar{x}_{it} - \ln \bar{X}_{jt}^C) (s_{xit} - s_{xit-1}) + S_{xjt}^E (\ln X_{jt}^E - \ln \bar{X}_{jt}^C) - S_{xjt-1}^D (\ln X_{jt-1}^D - \ln \bar{X}_{jt-1}^C) \quad (3)$$

jossa  $\ln \bar{x}_{it} = 0,5(\ln x_{it} + \ln x_{it-1})$  on keskiarvo yli  
periodien, ja  $\ln \bar{X}_{jt}^C = 0,5(\ln X_{jt}^C + \ln X_{jt-1}^C)$  on  
keskimääräinen kahden periodin arvo toimi-  
alan yrityksille, joiden toiminta jatkuu. Toinen  
ja kolmas termi yhtälössä (3) kuvaavat raken-  
ne muutosta, joka selittyy uusien yritysten  $D$   
tulolla ja vanhojen yritysten  $E$  poistumisella  
markkinoilta, missä  $S_{xjt}^D$  on uusien yritysten tuot-  
tannontekijöiden  $K_t$ ,  $R_t^{IC}$  osuus kaikkien yri-  
tysten arvonlisästä periodilla  $t$  ja  $S_{xjt-1}^E$  on vas-  
taava poistuville yrityksille.

Taulukko 6 esittää kiinteiden vaikutusten  
mallin tulokset, jossa selitetään työn tuottavuuden  
kasvu.

Wooldridgen autokorrelaatiotestin mukaan  
virhetermit eivät ole autokorreloituneita. Tau-  
lukon 6 perusmallissa ensimmäisen sarakkees-  
sa esitettyjen tulosten perusteella organisaatio-  
pääoman kasvu on selvin selittäjä työn tuotta-  
vuuden kasvu, jota kuitenkin tukevat myös  
aineelliset investoinnit. ICT-pääoman ja t&k-

<sup>12</sup> Sisäisen ja rakennemuutoksen arviointi perustuu Mika Malirannan ajovirtaan.

Taulukko 6. Työn tuottavuuden kehitys ja aineeton pääoma

Selittäjä	Perusmalli	Malli interaktiotermein
	1	2
Aineellinen pääoma	1,141*** (-3,48)	1,091*** (-3,77)
Aineellisen pääoma rakennemuutos	0,0965 (-0,56)	0,1160 (-0,58)
Työvoima	-0,657 (-1,16)	-0,786 (-1,49)
Työvoima rakennemuutos	1,377 (-1,02)	1,166 (-1,3)
Organisaatio-pääoma	19,29* (-2,06)	30,60* (-2,63)
Organisaatiopääoma* ICT-pääoma		-52,01** (-3,2)
T&k-pääoma	-2,189 (-0,87)	-6,514 (-1,89)
T&k-pääoma*ICT pääoma		17,87** (-3,23)
ICT-pääoma	-5,431 (-0,94)	-13,8 (-1,61)
Aineettoman pääoman rakennemuutos	-4,534* (-2,24)	-3,232 (-0,66)
Aineettoman pääoman rakennemuutos *ICT- pääoma		43,74** (-2,8)
Aineettoman pääoma rakennemuutos*organisaatiopääoma		-11,65* (-2,47)
Uudet aineettoman pääoman yritykset	0,0974 (-0,51)	0,115 (-0,58)
Uudet muut yritykset	-0,292 (-1,45)	-0,607*** (-4,43)
Poistuvat aineettoman pääoman yritykset	-0,293 (-0,38)	0,145 (-0,17)
Poistuvat muut yritykset	2,646* (-2,00)	2,885 (-1,78)
Havaintojen lkm (yritykset ja vuodet)	728	775
R2 sisäinen	0,737	0,71
R2 välinen	0,677	0,452
R2	0,731	0,693

Selitettävä ja selittäjät periodien t+1 ja t logaritmisina muutoksina ja näiden interaktiot organisaatio- ja ICT-pääomavaltaisuuteen, missä pääomavaltaisuus on määritelty toimialan käyttökustannukset/arvonlisä-suhteella. Suluisissa olevat luvut esittävät t-arvoja. Merkitsevyytasot: \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001.



pääoman vaikutukset jäävät sen sijaan epäselväksi. Aineettoman pääoman rakennemuutos-termi, jossa toimialalla paljon aineettomia investointeja tekevät yritykset kasvattavat osuuttaan, on sen sijaan työn tuottavuuden kasvua hidastava tekijä. Aineettomat investoinnit lisäävät työn tuottavuutta sisäisin tehostamistoimin, kun taas aineettomien investointien sektorien kasvu teollisuuden kustannuksella ei ole lisännyt työn tuottavuutta. Aikaisemmin havaittu aineettomien investointien positiivinen uudelleenallokaatio ei siten välttämättä merkitse aineettomien investointien alojen kasvua, jos niitä voidaan hyödyntää alhaisin kustannuksin aineellisen pääoman aloilla.

Mallissa jossa on interaktiotermejä mukana (sarake 2) ovat organisaatiopääoman, ICT-pääoman ja aineettoman pääoman rakennemuutoksen interaktiot toimialan ICT-valtaisuuden suhteen sekä aineettoman pääoman rakennemuutoksen interaktio myös organisaatiovaltaisuuden suhteen. Corrado ym. (2014) havaitsivat aineettoman pääoman käytön olevan tehokkaampaa aloilla joissa on käytössä paljon ICT-pääomaa. Tuloksista havaitaan hieman yllättäen, että organisaatioinvestoinnit ovat nostaneet työn tuottavuutta eniten aloilla, joissa ICT-pääomavaltaisuus on vähäisintä. Erot eivät ole kovin suuria. Organisaatiopääoman kasvu nostaa työn tuottavuutta 2,8 prosenttiyksikköä toimialoilla, jotka kuuluvat alimman kvartaaliin ICT-pääomavaltaisimpiin ja 2,3 %-yksikköä toimialoilla jotka kuuluvat ylimmän kvartaalin vähiten ICT pääomavaltaisiin toimialoihin. Toimialoja, jotka ovat alimman kvartaalin ICT pääomavaltaisimpia, ovat metallien jalostus, koneiden ja laitteiden valmistus, kulkuneuvojen valmistus (keskimääräinen ICT-pääoman arvonlisäosuus 4,3 %). Toimialoja, jotka ovat ylimmän kvartaalin vähiten

ICT pääomavaltaisia, ovat ilmaliikenne, varastointi ja liikennettä palveleva toiminta ja hallinto- ja tukipalvelut liike-elämälle (keskimääräinen ICT-pääoman arvonlisäosuus 13,1 %). Tämä tulos eroaa merkittävästi aikaisemmista tarkasteluista, joissa organisaatio- ja ICT-pääoma on nähty vahvasti toisiaan täydentäviksi. Taulukosta nähdään myös, että kaikkein organisaatiopääomavaltaisimmilla aloilla aineettoman lisäpääoman tuoma tuottavuuskehitys on ollut heikompaa (kustannus, mainostoiminta, tietopalvelu, arkkitehti- ja insinööripalvelut).

Tutkimus- ja kehitystyössä tulokset ovat tästä poikkeavia. T&k-pääoma on parantanut työn tuottavuutta aloilla, joissa on paljon ICT-pääomaa. ICT-pääomavaltaisuus täydentää t&k-pääoman käyttöä. Se on luonut yleistä osaamista (*general knowledge*), joka on parantanut mahdollisuuksia hyödyntää T&K toimintaa. Tämä ICT-yleiskäyttö osaamiseen näkyy usein ICT-tekniikan halventumisena. Uuden ICT-pääoman hinta alenee, mistä on hyötyä erityisesti t&k-osaamisessa. Eniten ICT-pääomaa on televiestinnässä, ohjelmistoihin, konsultointiin ja siihen liittyvässä toiminnassa sekä tietopalvelutoiminnassa. Näillä aloilla organisaatioinvestointien tuottavuusvaikutus on negatiivinen. Näillä aloilla ICT-pääoman käyttökustannus on yli 100 prosenttia arvonlisästä, joten liialliset investoinnit hallintoon muuttavat toiminnan helposti kannattamattomaksi.

Interaktiotermit osoittavat, että rakennemuutostekijä on positiivisempi ICT-pääomavaltaisilla aloilla, kun taas entistä synkempi organisaatiopääomavaltaisilla aloilla. Näillä aloilla eniten aineettomaan pääomaan investoineet yritykset ovat siten voineet menettää markkinointiosuuksiaan. Osa nopean kasvun kautena tehdyistä investoinneista ovat siten ehkä osoittautuneet virheinvestoinneiksi ta-

louskasvun taannuttua vuoden 2008 jälkeen. Kustannus- ja mainostoiminnassa, tietopalveluissa sekä arkkitehti- ja insinööripalveluissa markkinaosuuttaan eivät ole lisänneet yritykset, joissa työn tuottavuus on suurin. Samalla ICT-pääoma toimii muutoksen vauhdittajana etenkin televiestinnässä, ohjelmistoihin ja konsultointiin liittyvissä toiminnoissa sekä tietopalvelutoiminnassa. ICT-osaamista tarvitaan näillä voimakkaan rakennemuutoksen kourissa olevilla toimialoilla.

## 5. Lopuksi

Kokonaistuottavuuden uudelleenarviointi on tarpeen sen takia, että tuotannon arvoketjut ovat muuttuneet. Väliuotepanoksista suuri osa tuodaan ulkomailta, ja aineettomat investoinnit ovat merkittävä keino parantaa yrityksen tuottavuutta. Suomessa aineettomat investoinnit ovat jo lähes yhtä suuret kuin kiinteät investoinnit. Aineettomien investointien kehitys on tärkeä tekijä sekä arvonlisäyksessä että pääomapanoksena. Suomalaiset yritykset suuntautuvat yhä enemmän arvoketjun alku- ja loppupäihin, joissa hyödynnetään t&k-toimintaa, johtamista ja markkinointia. Tästä syystä on tarpeen tarkastella yrityksiä sektoreittain riippuen siitä, ovatko ne panostuksissaan erikoistuneet t&k-työhön tai organisaatiopääomaan. Toki myös kiinteällä aineellisella pääomalla on oma kontribuutionsa, ja matalan osaamisen palvelusektoreilla on omat keinonsa parantaa tuottavuuskehitystä.

Nykyisin on vallassa käsitys että Suomi pelastuu suosimalla uusia trendikkäitä toimialoja, kuten cleantech-alaa tai peliyrityksiä, kun tosiasiassa tuotantopanosten tehokkaampi käyttö kaikilla toimialoilla on avain tuottavuuskänteen aikaansaamiseksi. Tuotantopanosten uu-

delleenallokaatiossakin näyttää siltä, että aineettomia investointeja osaavat käyttää entistä tehokkaammin aineellisen pääoman sektorit. Itse aineettomien investointien määrä ei vielä kerro mihin sektoriin kannattaa satsata. Resurssien uudelleenallokaatio ottaakin huomioon tuotoksen lisäksi myös investoinneista syntyvät kustannukset.

Yhdysvalloissa, Chilessä, Kolumbiassa ja Sloveniassa ja Intiassa tehdyt tutkimukset osoittavat että tuotantopanosten uudelleenallokaatio alhaisen tuottavuuden yrityksistä korkean tuottavuuden yrityksiin selittää yli 50 prosenttia kokonaistuottavuuden kasvusta (Petrin ym. 2011; Petrin ja Levinsohn 2012; Petrin ja Srinivasan 2013; Nishida ym. 2013a; Nishida ym. 2013b).

Suomessa resurssien uudelleenallokaatio, jossa on aineettomat investoinnit mukana, on ollut tätäkin merkittävämpi tekijä. Se on kiihdyttänyt kokonaistuottavuuden vuosikasvua 1,5 prosenttia. Vuodesta 2009 resurssien uudelleenallokaatio kasvuvaihtelu kiihtyi 2,9 prosenttiin, kun samaan aikaan kokonaistuottavuus aleni 2 prosenttia vuodessa. Malirannan (2014) mukaan rakennemuutoksen aiheuttama luova tuho on vuoden 2010 jälkeen parantanut työn tuottavuutta teollisuudessa yli kolme prosenttiyksikköä vuodessa (Maliranta 2014, kuvio 6). Resurssien uudelleenallokaatio kertoo lisäksi sen, että luova tuho on lähtöisin parantuneesta aineettomien investointien käytöstä sekä koulutetun työvoiman uudelleenallokoinnista.

Kokonaistuottavuus kasvoi taloudessa keskimäärin 2,0 prosenttia vuodessa vuosina 1998–2006, kun vuosina 2007–2012 se huolimatta parantuneesta resurssien uudelleenallokaatiosta huolimatta aleni 2 prosentin vuosivauhtia. Huono kokonaistuottavuuden kehitys

kertoo samalla kansantalouden kulutusmahdollisuuksien laskusta viime vuosina. Kapasiteetin vajaakäyttö ei selitä tuottavuusromahdusta. Vaikka kasvanut tuotantokuilu otetaan huomioon, teknologinen kehitys hidastui vuosien 1998–2006 3,3 prosentista -1,3 prosenttiin vuosina.

On ilmeistä, että viime vuosina aineettomien investointien kasvun taittuminen ei ole enää tukenut riittävästi positiivista luovaa tuhoa. Työn tuottavuus on ollut korkea runsaasti aineellista pääomaa käyttävillä teollisuudenaloilla, kuten metsä- ja elektroniikkateollisuudessa, joiden osuus koko tuotannosta on alentunut. Aineettomien investointien sektorien osuus on kasvanut, mutta samalla aineettomien investointien kasvuvauhti on merkittävästi hidastunut.

Yksi ilmeinen syy heikkoon kokonaistuotavuuden kehitykseen on työvoiman hamstraus. Vuoteen 2006 saakka kansantaloudessa oli nopeasti kasvavia yrityksiä, jotka toimivat sekä aineettomien investointien aloilla että pääomavaltaisilla aloilla. Nämä vetivät koko talouden rivakkaan kasvuun. Tuotannon tekijöiden uudelleenallokaation merkitys heijastaa myös sitä, että ripeän talouskasvun aikana osa yrityksistä on käyttänyt resursseja hyvin tehottomasti. Tämä on pätenyt osin myös aineettomiin investointeihin. Organisaatiopääomaan eniten satsanneet toimialat, kuten kustannus- ja mainostoiminta, tietopalvelut sekä arkkitehti- ja insinööripalvelut, ovat joutuneet muuttamaan toimintojaan. Ne yritykset, jotka ovat aikaisemmin investoineet eniten organisaatorakentamiseen, ovat mahdollisesti menettäneet markkinaosuuksiaan. Alhaisen kustannusrakenteen yritykset ovat voittaneet markkinaosuuksia, ja toimialat ovat polarisoituneet hyvin menestyviin ja muihin. ICT-investoinnit ovat myös

tuottaneet parhaiten silloin, kun myös t&k-investoinnit ovat kasvaneet. Tämäkin kasvu on viime vuosina taittunut, vaikka osaamiseen perustuva ja t&k-pääomaa käyttävä sektori on sinänsä ollut ainoa kasvuala.

Tutkimus- ja kehitystoiminta on näkynyt hyvin vähän työn tuottavuuden parantumisena. Osaltaan tätä voi selittää se, että innovoinnin tulokset näkyvät vasta viiveellä. Tästä selvänä poikkeuksena ovat ICT-alat, missä ICT- ja t&k-investoinnit täydentävät toisiaan. Työn tuottavuutta on alentanut myös aineellisten investointien vähäisyys. Näiden investointien vähäisyyttä 2010-luvulla on kuitenkin voitu liioitella. Halenin (2015) laskelmien perusteella aineellisten investointien laskua selittää suurimmaksi osaksi se, että aineellisiin investointeihin perustuvien toimialojen markkinaosuudet ovat laskeneet.

Talouspolitiikassa yksioikoinen valtion tukipolitiikka, joka suosii kaikkia aineettomia investointeja, on huonosti perusteltu. Markkinoilla toimivat yritykset tunnistavat itse parhaiten, mitä aineetonta pääomaa ne tarvitsevat. Esimerkiksi organisaatioinvestoinnit ovat tuottaneet hyvin, mutta etenkin osaamisen sektorilla rakennemuutos on karsinut 2000-luvun alun kasvun huumassa tehtyjä yli-investointeja. Pohjola (2014) näkee ICT-alan merkittäväksi kasvutekijäksi rakennemuutoksen kourimassa Suomessa. ICT-työ tuottaa monitahoista osaamista, jonka vaikutus näkyy t&k-työn hyödyntämisen kautta suurelta osin ICT-sektorin ulkopuolella. ICT-teknologia toimialan sisällä parantaa erityisesti t&k-toiminnan tuottavuutta silloin, kun aineettomiin investointeihin panostaneet sektorit kasvattavat markkinaosuuttaan (Jorgenson ym. 2008).

Aghion (2006) korostaa korkean kustannusten ja korkean tuottavuuden maiden tarvet-

ta lisätä t&k-panostusta kaikilla aloilla eikä vain t&k -intensiivisillä aloilla. Piekkolan (2014b) talouskehitystä vuoteen 2030 saakka arvioivan simuloinnin mukaan t&k -pääomavaltainen sektori voi toimia tulevaisuuden kasvun lähteenä myös Suomessa. T&k-panostuksen leviäminen yhdessä samanaikaisen ICT-osaamisen kanssa on tarpeen. Piekkolan (2014a) markkina-arvoanalyysien mukaan etenkin organisaatio- ja t&k -pääoma lisäävät yrityksen markkina-arvoa. Tulevaisuudessa teknisen kehityksen kiihtymisen ja kapasiteetin käyttöasteen paranemisen voidaan olettaa lisäävän aineettoman pääoman ammattien työntekijöiden ja muiden työntekijöiden kysyntää. Edellistä voidaan perustella panostuksella uuteen teknologiaan, johon tarvitaan aineettomia investointeja ja jälkimmäistä mahdollisuudella tuotannon laajentamiseen.

Panostukset koulutukseen tarjoavat uusia mahdollisuuksia talouskasvuun. Vuonna 2005 investoinnit kolmannen asteen koulutukseen olivat Yhdysvalloissa 2,4 % ja Euroopassa 1,3 % BKT:sta. Kokonaistuottavuutta on parantanut yli koko tarkasteluperiodin jatkunut korkeakoulutetun työvoiman lisääntyne käyttö. Koulutuksen merkitys on säilynyt suurena toisin kuin kasvulaskentaan perustuvissa malleissa, joissa tuottavuusvaikutusta mitataan panosten kasvulla eikä niiden tuotoilla. Aghionin ym. (2005) tulokset osoittavat, että koulutetun työvoiman liikkuvuus Yhdysvalloissa osavaltiota toiseen on merkittävä lisätekijä osavaltion menestykselle etenkin niillä alueilla, jotka ovat lähimpänä tuottavuuden kärkeä. Yksi keskeinen keino parantaa kokonaistuottavuutta onkin koulutetun työvoiman liikkuvuuden lisääminen aineettoman pääomaan uudelleenallokoinnin ohella. □

## Kirjallisuus

- Akerberg, D., Caves, K., ja Frazer, G. (2006), "Structural identification of production functions", Department of Economics, UCLA (julkaisematon).
- Aghion P. (2006), "A primer on innovation and growth", *Bruegel Policy Brief* 2006/6.
- Aghion, P., Boustan L., Hoxby C. ja Vandenbussche, J. (2005), "Exploiting states' mistakes to identify the causal impact of higher education growth", Working Paper, Harvard University.
- Ali-Yrkkö (2013), *Mysteeri avautuu – Suomi globaalissa arvoverkostoissa*, Taloustieto Oy, Helsinki.
- Basu, S., ja J. Fernald (2002), "Aggregate productivity and aggregate technology", *European Economic Review* 46: 963–991.
- Clark, Don P. ja Stanley (2003), "Determinants of Intraindustry Trade Between The United States and Industrial Nations", *International Economic Journal* 17: 1–18.
- Corrado C, Haltiwanger J, Sichel D, (toim.) (2005), *Measuring Capital in the New Economy, Studies in Income and Wealth*, The University of Chicago Press, Chicago.
- Corrado C., Haskel J. ja C. Jona-Lasinio (2014), "Knowledge spillovers, ICT and productivity growth", IZA Discussion Paper No. 8274.
- Diewert, W. E. ja Fox, K. A. (2010), "On measuring the contribution of entering and exiting firms to aggregate productivity growth", teoksessa Diewert, W.E., Balk, B. M. ja Fixler, D. (toim.), *Price and Productivity Measurements Vol. 6*, Trafford Publishing: 41–66.
- Domar, E. D. (1961), "On the Measurement of Technological Change", *The Economic Journal* 71: 709-729
- Haaparanta P. ja H. Piekkola (2006), "Liquidity Constraints Faced by Firms and Employment", *Applied Economics Quarterly* 52: 3–28.
- Ilmakunnas P. and H. Piekkola (2014), "Intangible investment in people and productivity", *Journal of Productivity Analysis* 41: 443–456.

- Görzig B., Piekkola H., Riley R. (2011), "Production of intangible investment and growth: Methodology in INNODRIVE", INNODRIVE Working Paper No. 1.
- Halen J. (2015), "Rakennemuutos ja aineettomat sekä kiinteät investoinnit", Taloustieteen pro gradu tutkielma, Vaasan yliopisto.
- Hyytinen, A. ja Maliranta, M. (2013), "Firm lifecycles and evolution of industry productivity", *Research Policy* 42: 1080-1098.
- Jona-Lasinio, C. ja Iommi M. (2011), "Main results including growth accounting", teoksessa Piekkola, H. (toim.) *Intangible capital - Driver of growth in Europe*, University of Vaasa Reports 167.
- Jorgenson, D.W., Mun S.H. ja Stiroh, K.J. (2008), "A retrospective look at the U.S. productivity growth resurgence", *Journal of Economic Perspectives* 22: 3–24.
- Kuosmanen, T., ja Sipiläinen, T. (2009), "Exact decomposition of the Fisher ideal total factor productivity index", *Journal of Productivity Analysis* 31: 137–150.
- Maliranta (2014), "Suomen kustannuskilpailukyvyn ongelmat korjautuvat hitaasti", *Talous & Yhteiskunta* 3/2014: 2–11.
- Nishida, M., Petrin, A., ja Polanec, S. (2013a), "Explaining Reallocation's Apparent Negative Contribution to Growth
- Nishida, M., Petrin, A., ja White, K. (2013b), "Are We Undercounting Reallocation's Contribution to Growth?", US Census Bureau Center for Economic Studies Paper No. CES-WP-13-55.
- Olley G.S. ja Pakes A (1996), The Dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry, *Econometrica* 64: 1263–1298.
- Petrin, A., White, K. ja Reiter, J. (2011), "The impact of plant-level resource reallocations and technical Progress on U.S. macroeconomic growth", *Review of Economic Dynamics* 14: 3–26.
- Petrin, A. ja Levinsohn, J. (2012), "Measuring aggregate productivity growth using plant-level data", *The RAND Journal of Economics* 43: 705–725.
- Petrin, A. ja Sivadasan, J. (2013), "Estimating Lost Output from Allocative Inefficiency, with Application to Chile and Firing Costs. *Review of Economics and Statistics* 95, 286–301.
- Piekkola, H. (toim.) (2011), *Intangible capital - Driver of growth in Europe*, University of Vaasa Reports 167.
- Piekkola, H. (2014a), "Intangible Investment and Market Valuation", *Review of Income and Wealth* (hyväksytty julkaistavaksi).
- Piekkola, H. (2014b), "Tuottavuusmysteeri ja aineeton pääoma – onko tuottavuus pysyvästi romahtanut", *Talous ja Yhteiskunta* 3/2014: 12-17
- Piekkola, H. ja Åkerholm, J. (2013), "Tuottavuuden kehitysnäkymät ja aineettomat investoinnit. Onko meillä mittausongelma?", *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 109: 429–442.
- Piekkola, H. (2015a), "New economies and intangible capital-driven growth", julkaisematon.
- Piekkola, H. (2015b), "Organizational capital, R&D and ICT as generators of growth in Europe", julkaisematon.
- Pohjola Matti (2014), *Suomi uuteen nousuun - ICT ja digitalisaatio tuottavuuden ja talouskasvun lähteinä*, Teknologiateollisuus.
- Squicciarini M. ja Le Mouel M. (2012), "Defining and measuring investment in organisational capital using US microdata to develop a task-based approach", OECD STI Working paper 2012/5.
- Wooldridge J.M. (2009), "On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables", *Economic Letters* 104: 112–114.

## Liite 1. Kokonaistuottavuuden kasvun hajotelma

Oletetaan että joustot  $\varepsilon_{ik}$  ja  $\varepsilon_{im}$  kuvaavat yrityksen  $i$  tuotantofunktion estimoinnista saatavia tuotantojoustoja suhteessa primaarisiin tuotannontekijöihin  $X$  (koulutetun työvoiman työtunnit, työntekijöiden työtunnit, aineettomat investoinnit, kiinteän pääoman investoinnit) ja välituotteisiin  $M$ ,  $s_{ik} = W_{ik} X_{ik} / VA_i$  kuvaa primaaristen tuotannontekijän  $X$  suhdetta arvonlisään  $VA$  ja  $s_{im} = P_i M_{ik} / VA_i$  on vastaava suhde välituotteille  $M$  jossa  $W$  ja  $P$  kuvaavat vastaavia tuottajahintoja.  $c_{ik} = W_{ik} X_{ik} / \sum_i P_i Y_i$  on vastaavasti primaarisen tuotannontekijän suhde lopputuotantoon ja  $D_{it} = P_{it} Q_{it} / \sum_i P_{it} VA_{it}$  on Domar paino jossa  $Q$  on tuotanto ja  $VA$  on arvonlisä.  $1 - E_i$  on käyttämätön tuotantokapasiteetti tuotannontekijälle  $k$  (havaittavissa toimialatasolla teollisuudessa). Yläviiva kuvaa Törnqvist-Divisia approksimaatiota  $\bar{Z}_i = 0.5(Z_i + Z_{i-1})$  jossa  $Z_i = D_i$ ,  $c_{ik}$ . Kokonaistuottavuuden kasvuaste  $\Delta \ln APG_t$  ( $\Delta$  kuvaa differenssiä) voidaan hajottaa Petrin et al. (2011) ja Piekkola (2004a) mukaisesti ( $i \in C$  on summaus yli jatkavien  $C$  yritysten)

$$\Delta \ln APG_t = \Delta \ln TE_{it} + \Delta \ln UT_t + \Delta \ln RE_t + \Delta \ln F_t, \text{ missä} \quad (\text{a.1})$$

Tekninen kehitys:

$$\Delta \ln TE_t = \sum_{i \in C} \left( \bar{D}_{it} \Delta \ln Y_{ikt} - \sum_k \bar{c}_{ikt} \Delta \ln E_{ikt} X_{ikt} \right) \quad (\text{a.2})$$

Kapasiteetin käyttöasteen muutos:

$$\Delta \ln UT_t = - \sum_{i \in C} \sum_k \bar{c}_{ikt} \Delta \ln(1 - E_{ikt}) X_{ikt} \quad (\text{a.3})$$

Tuotannontekijöiden uudelleenallokaatio:

$$\begin{aligned} \Delta \ln RE_t &= \sum_k \bar{D}_{it} (\varepsilon_{ik} - \bar{s}_{ikt}) \Delta \ln X_{ikt} + \sum_i \bar{D}_{it} (\varepsilon_{im} - \bar{s}_{imt}) \Delta \ln M_{it} \\ &+ \sum_k \left( \sum_i S_{ikt}^{ENTRY} \sum_k (\varepsilon_{ik} - \bar{s}_{ikt}) \ln X_{ikt}^{ENTRY} + \sum_i S_{mt}^{ENTRY} (\varepsilon_{im} - \bar{s}_{imt}) \ln M_{it}^{ENTRY} \right) \\ &- \sum_{k-1} \left( \sum_i S_{ikt-1}^{EXIT} \sum_k (\varepsilon_{ik} - \bar{s}_{ikt-1}) X_{ikt-1}^{EXIT} + \sum_i S_{mt-1}^{EXIT} (\varepsilon_{im} - \bar{s}_{imt-1}) M_{it-1}^{EXIT} \right) \end{aligned} \quad (\text{a.4})$$

Uponneet kustannukset:

$$\Delta \ln F_t = \sum_i \bar{D}_{it} \Delta \ln F_{it} \quad (\text{a.5})$$

Tekninen kehitys  $\Delta \ln TE_t$  ja kapasiteetin käyttöasteen muutos  $\Delta \ln UT_t$  ovat kaksi kokonaistuottavuuden (TFP) kasvun komponenttia  $\Delta \ln TFP_t^C = \sum_{i \in C} \left( \bar{D}_{it} \Delta \ln Y_{ikt} - \sum_k \varepsilon_{ikt} \Delta \ln E_{ikt} X_{ikt} \right)$ . Kapasiteetin käyttöasteen muutos on nolla kun kaikki tuotannontekijät  $k$  ovat täyskäytössä.  $E_{ikt} = 1$ .  $\Delta \ln RE_t$  on resurssien uudelleenallokaation johon sisältyy myös yritysten markkinoille tulon  $X_{ikt}^{ENTRY}$ ,  $M_{it}^{ENTRY}$  ja poistumisen vaikutukset  $X_{ikt}^{EXIT}$ ,  $M_{it}^{EXIT}$  ja  $S_{mt}^{ENTRY}$  ja  $S_{mt-1}^{EXIT}$  ja mittaavat tulevien tai poistuvien yritysten lopputuotannon arvonlisäosuuksia. Viimeinen termi  $\Delta \ln F_t$  mittaa uponneiden kustannusten muutosta, mikä on mallin residuaali.

## Liitetaulukko 1 Aineellisen ja aineettoman pääoman toimialat ja sektorit

Alat ja sektorit	Yritysten lukumäärä	Sektorin osuus arvonnisästä, %		Työntekijät	Korkeakoulutetut	Organisaatio <sup>1</sup>	T&k <sup>2</sup>	ICT <sup>3</sup>	Aineellinen pääoma <sup>4</sup>
		1998	2012						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Aineellisen pääoman alat</b>									
Aineellinen pääoma ja kouluttamaton työvoima: kauppa (0,32), kuljetus (0,13), majoitus (0,13), metallituote (0,07), huonekalu (0,05)	3 243	1,4	1,8	87,8	1,4	0,0	0,0	0,0	94,5
Aineellinen pääoma: paperi ja metsä (0,44), perusmetalli (0,11), kauppa (0,1), informaatio (0,08), kemia (0,04)	5 608	50,4	38,0	63,7	4,4	11,7	8,3	0,4	75,6
Organisaatio ja aineellinen pääoma: kauppa (0,31), ruoka (0,06), perusmetalli (0,06), tieteellinen (0,06), informaatio (0,06)	3 569	14,0	11,8	79,3	4,2	27,4	10,0	0,3	54,4
<b>Aineettoman pääoman alat</b>									
Osaaminen: kauppa (0,48), informaatio (0,16), hallinto (0,09), majoitus (0,08), kuljetus (0,05)	3 916	9,5	14,1	66,3	10,7	66,2	5,9	2,6	15,8
Organisaatio ja t&k: kone ja laite (0,16), elektroniset laitteet (0,15), ruoka (0,07), ei-metalli (0,06), lääke (0,06)	3 874	17,7	18,8	72,3	6,6	25,6	36,9	1,7	30,6
Osaaminen ja t&k: informaatio (0,31), kone ja laite (0,27), tieteellinen (0,15), tietokone (0,06), lääke (0,06)	2 210	7,0	15,6	25,7	22,3	22,0	65,7	1,6	2,5
<b>Yhteensä</b>	<b>22 420</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>72,2</b>	<b>5,7</b>	<b>23,1</b>	<b>11,9</b>	<b>0,6</b>	<b>45,6</b>

<sup>1</sup>Organisaatioinvestoinnit, <sup>2</sup>t&k-investoinnit, <sup>3</sup>ICT-investoinnit, <sup>4</sup>investoinnit kiinteään pääomaan. Sektorien valinta perustuu klusterianalyysiin. Ensimmäisessä sarakkeessa sulussa olevat luvut ilmaisevat kyseisen toimialan osuuden sektorin arvonnisästä. Sarakkeet 4- 9 ilmaisevat alan mediaaniyrityksen ko. tuotannontekijän keskimääräisen osuuden tuotannontekijäkustannuksista. Kunkin yrityksen ko. tuotannontekijän keskimääräinen osuus tuotannontekijäkustannuksista on saatu osuuksien vuosiarvoista painottaen näitä yrityksen koolla jota on mitattu henkilöstöllä. Esimerkiksi sektorilla "aineellinen pääoma ja kouluttamaton työvoima" mediaaniyrityksellä (3243 yrityksestä) yrityksen koolla painotettu arvo työntekijöiden työkustannusten tuotantokustannusosuuksista on keskimäärin 87,8 prosenttia. Yrityksen koon painojen käyttö vahvistaa tuotantopanosten käytön arvioinnissa niiden vuosien painoa, joilla yrityksen koko on ollut suurin. Aineellisen pääoman investointien osuuden vuosihavaintojen painottaminen yrityksen koon mukaan keskiarvon laskussa ja lopulta mediaaniarvon käyttö helpottaa tunnistamaan aineellisen pääoman alan sektorit. Joinakin vuosina yrityksillä voi olla hyvin vähän investointeja joiden paino häviää mediaaniarvoja tarkasteltaessa. Taas aineettoman pääoman alalla on yrityksiä jotka voivat vain satunnaisesti investoida suuria määriä esimerkiksi uusiin toimistotiloihin.



## Liitetaulukko 2 GMM-menetelmään perustuva instrumenttimestimointi

	Kaikki alat	Aineellinen pääoma ja kouluttamaton työ	Aineellinen pääoma	Aineellinen pääoma ja organisaatio	Osaaminen	Organisaatio ja t&k	Osaaminen ja t&k
Työntekijät	0,143*** (6,78)	0,00607 (0,15)	0,0959* (2,53)	0,182*** (4,29)	0,113** (3,26)	0,135*** (6,23)	0,108*** (3,98)
Korkeakoulutetut	0,101*** (7,67)	0,0668** (2,73)	0,0499* (2,02)	0,0515** (2,67)	0,0569** (2,64)	0,102*** (4,27)	0,105*** (3,62)
Aineeton pääoma	0,106*** (8,44)	0,316*** (6,75)	0,0485 (1,63)	0,0973*** (3,66)	0,162*** (5,36)	0,0928*** (3,64)	0,206*** (5,89)
Välituotteet	0,530*** (8,94)	0,973*** (9,59)	0,513*** (6,95)	0,517*** (6,06)	0,978*** (5,14)	0,563*** (5,11)	0,316*** (8,68)
Aineellinen pääoma	0,0880*** (4,42)	0,260*** (4,45)	0,222*** (5,47)	0,147** (2,85)	0,0275 (0,9)	0,0683* (2,22)	0,113*** (5,29)
Havaintojen lukumäärä	10 266	142	1 968	2 203	2 397	2 399	1 157
R <sup>2</sup>	0,865	0,827	0,911	0,838	0,792	0,878	0,903
Skaalatuetot	0,968	1,621	0,927	0,994	1,336	0,960	0,848
Kleibergen-Paap Wald F-luku	0,001	0,007	0,068	0,064	0,222	0,035	0,110
Hansen J-luku	0,00217	0,632	0,0322	0,00195	0,0809	0,419	0,0525

Perustuu Wooldridgen (2009) modifikaatioin GMM-menetelmästä, instrumenttina uusien työntekijöiden palkkausaste. Estimointiperiodi 1998–2012.

Selittäjät ovat logaritmeina. P arvot ovat \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001. Stata-komento on muotoa ivreg2 log(tuotanto) eksogeeniset muuttujat endogeeniset muuttujat = instrumentit). GMM cluster(yritystunnus), jossa on kontrolloitu klusterointi. Eksogeenisina muuttujina ovat kiinteä pääoma, sen yhden periodin viive, tämän ja uusien työn-tekijöiden palkkausasteen toinen ja kolmas potenssi, näiden yhden periodin viiveellä keskinäiset interaktiot, jossa toinen muuttuja on myös toisessa potenssissa. Endogeenisina muuttujina ovat työntekijät, korkeasti koulutetut, aineeton pääoma ja välituotteet. Instrumentteina ovat yhden ja kahden periodin viiveellä työntekijät, korkeasti koulutetut, aineeton pääoma ja välituotteet sekä uusien työntekijöiden palkkausasteen yhden ja kahden periodin viiveet, välituotteet myös kolmen periodin viiveellä.

## Liitetaulukko 3. Yritysaineiston muuttujia

	Keskiarvo	Keskihajonta	Mediaani
Työntekijöitä	236	730	66
Tuntipalkka € (2010 hinnoin)			
- aineettoman pääoman työ	14	4	13
- organisaatiotyö	22	15	25
- t&k-työ	15	13	18
- ICT-työ	10	14	0
Työtunnit/vuosityöaika			
- aineettoman pääoman työ	41	177	8
- organisaatiotyö	19	62	4,3
- t&k-työ	18	117	1
- ICT-työ	4	27	0
Aineeton pääoma, tuhatta € (2010 hinnoin)	7,5	36	1,4
Kiinteä pääoma, tuhatta € (2010 hinnoin)	55	505	2,8
Lainanhoitokulut/käyttökate	0,04	0,05	0,02
Yrityksen velka, tuhatta € (2010 hinnoin)	10	119	0,07
Liikkuvuus			
- aineettoman pääoman työntekijät	0,13	0,47	0
- organisaatiotyöntekijät	0,048	0,20	0
- t&k-työntekijät	0,057	0,25	0
- ICT-työntekijät	0,028	0,19	0
Yrityksen ikä, vuotta	34	15	37
Tekninen kehitys	0,004	0,290	0,000
Kapasiteetin käyttöasteen muutos	-0,004	0,110	0,000
Resurssien uudelleenallokaatio	0,017	0,082	0,007

Vuosityöaika 1850 tuntia.