

KILPAILU, INNOVAATIO JA TUOTTAVUUS

Toimittaneet Mika Maliranta ja Pekka Ylä-Anttila

Julkaisija: Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos ETLA (Sarja B 228)
Kustantaja: Taloustieto Oy

Helsinki 2007

Kansi: Virpi Haavisto, Advantage Oy, Helsinki.

ISBN 978-951-628-457-9

Painopaikka: Yliopistopaino, Helsinki 2007

TOIMITTAJIEN ESIPUHE

Tämä kirja perustuu Tekesin (Teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus) loppuvuodesta 2005 järjestämään avoimeen tarjouskilpailuun, jossa pyydettiin ehdotuksia innovaatiotoiminnan tuottavuutta koskevan kirjahankkeen toteuttamisesta. Hankkeen tavoitteena oli uusimpaan taloustieteelliseen tutkimukseen perustuen arvioida teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutusta tuottavuuteen.

Hankkeeseen ovat osallistuneet kirjan toimittajien lisäksi ETLA-yhteisöstä Heli Koski (ETLA), Reijo Mankinen (ETLA), Mikko Mäkinen (ETLA), Mika Pajarinen (Etlatieto Oy), Christopher Palmberg (Etlatieto Oy), Olavi Rantala (ETLA) sekä Petri Rouvinen (Etlatieto Oy). ETLA-yhteisön ulkopuoliset kirjoittajat ovat: professori Pekka Ilmakunnas (Helsingin kauppakorkeakoulu), Assistant Professor Aija Leiponen (Cornell University sekä ETLAn Associate Research Fellow) ja professori Mika Widgren (Turun kauppakorkeakoulu sekä ETLAn Associate Research Fellow).

Kirjoittajaryhmä on pitänyt työn aikana kaksi yhteistä seminaaria, joissa on keskusteltu kirjan teoreettisesta taustasta ja kommentoitu tekeillä olevia artikkeleita. Kiitämme kaikkia kirjoittajia mielenkiintoisista alustuksista sekä perusteellisesta työstä artikkeleiden kirjoittamisessa. Artikkelit pohjautuvat kunkin kirjoittajan omaan tutkimustyöhön. Niitä sitovat yhteen modernin kasvukirjallisuuden ajatukset siitä, että tuottavuuskasvu ei synny itsestään vaan yritysten ja politiikantekijöiden tietoisten päätösten seurauksena ja että kilpailulla, innovaatioilla sekä yritysrakenteiden muutoksella on keskeinen rooli toimialojen ja kansantalouden tuottavuuden määrittämisessä.

Kiitämme Tekesiä tutkimusta varten saamastamme rahoituksesta ja samalla mahdollisuudesta paneutua tähän kiehtovaan teemaan. Suuret kiitokset kirjan toimitustyöhön osallistumisesta Mika Pajariselle ja Pekka Vanhalalle sekä kirjan painokuntoon viimeistelystä Kimmo Aaltoselle ja Laila Riekkiselle.

Helsingissä huhtikuussa 2007

Mika Maliranta ja Pekka Ylä-Anttila

TEKESIN ESIPUHE

Tuottavuus on merkittävä indikaattori, kun vertaillaan eri maiden taloudellista kyvykkyyttä. Tuottavuutta pidetään myös talouskasvun ja yritysten kilpailuettujen arvottamisen keskeisenä selittäjänä. Monissa tutkimuksissa on todettu, että Suomen teollisuuden tuottavuus on kohonnut kansainväliseen kärkeen. Vaikka teollisuudessa työn tuottavuus on kansainvälisesti vertailtuna huippuluokkaa, niin koko kansantalouden tuottavuusvertailuissa – kuten BKT asukasta kohden – Suomi sijoittuu teollisuusmaiden keskikastiin. Tätä on perusteltu muun muassa sillä, että palveluiden tuottavuus jää matalaksi. Palveluiden tuottavuudesta on kuitenkin saatavilla vähän luotettavia kansainvälisiä vertailuja. Lisäksi on havaittu, että teollisuuden tuottavuuden kasvu on hidastumassa, joten kannattaakin tutkia miten tuottavuuden kasvu saataisiin uudelleen nousuun.

On havaittu, että tuottavuutta voidaan tulevaisuudessa kasvattaa erityisesti innovaatiotoiminnalla. Siis investointien määrällisestä lisäämisestä on siirrytty laadukkaisiin investointeihin – investointivetoisesta innovaatiovetoiseen talouteen. Tulevaisuuden tuottavuuden lähde ovat onnistuneet innovaatiot.

Kansainvälisellä kaupalla on myös selvä yhteys tuottavuuteen. Tietyn maan erikoistuessaa tuottamaan tiettyä tuotetta, se hyödyntää suhteellista etua kansainvälisessä vaihdannassa ja tällä tavoin lisää tuottavuuttaan. Tätä kautta kilpailun ja erikoistumisen paine ajaa toimialoja uudistumaan ja omaksumaan uutta teknologiaa. Samalla innovaatiokilpailun kautta myös teknologiat uudistuvat ja tätä kautta innovatiivisemmat yritykset ja klusterit kehittyvät kansainvälisillä markkinoilla. Kansainvälistyminen siis uudistaa markkinoiden rakenteita ja lisää yritysten dynamiikkaa. Innovaatiopolitiikalla on keskeinen rooli siinä, kuinka suunnataan julkisia varoja niin, että ne olisivat mahdollisimman tuottavassa käytössä.

Tässä Tekesin tilaamassa tutkimushankkeessa tutkijat hakevat vastauksia siihen mikä tuottavuustutkimuks en tila on tänään ja mihin suuntaan se on kehittymässä. Hankkeessa tuotettiin näkemyksiä erityisesti innovaatiotoiminnan tuottavuudesta kokoamalla tämänhetkinen tietämys kirjaksi. Tarkoitus on soveltaa tuottavuuden tuomaa tutkimustietoa innovaatiopolitiikkaan, ja nykytietämyksen pohjalta keskustella niistä mahdollisuuksista ja uhista, mitä Suomen talouden kehityksessä tulisi huomioida, jotta tuottavuutta voidaan parantaa. Tämä kirja on laaja katsaus tuottavuuden eri lähteisiin. Siinä on paneuduttu tuottavuuden mittauksen kysymyksiin, maiden välisiin mittaustuloksiin ja palvelusektorin tuottavuuteen, teknologioiden tuottavuusvaikutuksiin, ulkoisvaikutuksien ja tuottavuuden yhteyksiin, tutkimus- ja kehitystoiminnan tuottavuuteen sekä kansainvälistymisen ja kilpailun tuottavuusvaikutuksiin. Kirja antaa laajan ja selkeän näkemyksen niin tutkijoille, yhteiskunnan päättäjille kuin yritysjohdollekin tuottavuuden eri vaikutusmekanismeista.

Kiitämme ETLAa ja hankkeeseen osallistuneita kirjoittajia hyvästä yhteistyöstä ja onnistuneesta lopputuloksesta.

Huhtikuussa 2007

Tekes

SISÄLLYS

TOIMITTAJIEN ESIPUHE

TEKESIN ESIPUHE

1	TAVOITTEET JA TEORIATAUSTA <i>Mika Maliranta ja Pekka Ylä-Anttila</i>	9
---	--	---

OSA I

2	MITÄ TUOTTAVUUS ON JA MITEN MITATA SITÄ? <i>Mika Maliranta</i>	29
3	TUOTTAVUUDEN KANSAINVÄLINEN VERTAILU <i>Reijo Mankinen</i>	49
4	PALVELUINNOVAATIOT JA TUOTTAVUUS <i>Mika Pajarinen, Petri Rouvinen ja Pekka Ylä-Anttila</i>	77

OSA II

5	INNOVAATIOTOIMINNAN ULKOISVAIKUTUKSET JA TUOTTAVUUS <i>Petri Rouvinen</i>	91
6	NANOTEKNOLOGIASTAKO SEURAAVA YLEISKÄYTTÖINEN TEKNOLOGIA? – HAVAINTOJA SUOMEN NÄKÖKULMASTA <i>Christopher Palmberg</i>	105

OSA III

7	LISÄÄKÖ TUTKIMUS- JA KEHITYSTOIMINNAN HAJAUTTAMINEN YRITYSTEN INNOVATIIVISUUTTA? <i>Aija Leiponen</i>	129
8	TEKNOLOGIAINVESTOINTEJA TÄYDENTÄVÄT ORGANISAATIOINNOVAATIOT JA TUOTTAVUUS <i>Mikko Mäkinen</i>	139
9	T&K-PANOSTUSTEN TUOTTAVUUSVAIKUTUKSET JA KANSANTALOUDELLISET VAIKUTUKSET <i>Olavi Rantala</i>	155
10	AVOIN INNOVAATIOTOIMINTA JA TUOTTAVUUS <i>Heli Koski</i>	173

OSA IV

11	INTEGRAATIO, ERIKOISTUMINEN JA TUOTTAVUUS <i>Mika Widgrén</i>	189
12	OMISTUKSEN KANSAINVÄLISTYMISEN VAIKUTUS MIKROTASON DYNAMIIKAN KAUTTA TUOTTAVUUTEEN <i>Pekka Ilmakunnas ja Mika Maliranta</i>	201
13	POLITIIKKAPÄÄTELMÄÄ, YHTEENVETOA JA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ <i>Mika Maliranta ja Pekka Ylä-Anttila</i>	215

1 TAVOITTEET JA TEORIATAUSTA

Mika Maliranta ja Pekka Ylä-Anttila*

1.1 JOHDANTO

1.1.1 TAUSTAA

Suomi on siirtymässä uudenlaisen talouskasvun vaiheeseen. Tutkimuksen ja koulutuksen lisäämisen määrälliset tavoitteet on jo pitkälti saavutettu. Nyt kasvu pohjautuu tiedon ja osaamisen intensiiviseen kasvuun.

Uutta vaihetta luonnehtivia piirteitä on esiintynyt vuosikymmeniä, mutta monia olennaisia muutoksia alkoi tapahtua vasta 1980-luvun puolivälin jälkeen (ks. esim. Hyytinen ja Rouvinen, 2005; Dahlman, Routti ja Ylä-Anttila, 2006). Muutos ei ole koskenut talouden kaikkia sektoreita samassa aikataulussa tai samalla tavalla. Tämä on olennaista talouskasvun ja kasvupolitiikan ymmärtämisen kannalta.

Teollisuudessa innovaatioihin sekä yritys- ja toimipaikkarakenteiden muutoksiin perustunut kasvuvaihe käynnistyi jo useita vuosia ennen 1990-luvun alun lamaa. Tällöin kasvu perustui merkittävältä osin tuottavuutta lisäävään rakennemuutokseen, mutta osittain myös teknologiapanosten määrälliseen kasvattamiseen. Suomi harppasi monilla teollisuusaloilla tuottavuuden kansainväliseen eturintamaan, tai ainakin sen tuntumaan, ja on jatkanut edelläkävijöiden joukossa siitä lähtien.

Monilla aloilla uuden kasvun vaihe näyttää kuitenkin olevan vasta aluillaan. Nämä alat ovat suurten muutosten edessä – loikkaus tuottavuuden eturintamaan sekä siellä pysyminen vaativat talouspolitiikan painotuksien sekä instituutioiden toiminnan muuttamista (Bartelsman, 2005; Acemoglu, Aghion ja Zilibotti, 2006). Tähän on heti todettava, että molemmilla puolilla – sekä talouspolitiikassa että instituutioiden kehittämisessä – on Suomessa edetty pitkäjänteisesti ja oikeansuuntaisesti. Toisaalta talouspolitiikan ja taloudellisten instituutioiden toiminnan kehittäminen vastaamaan muuttuvaa tilannetta on vaikeaa, ja pahimmat vaikeudet saattavat olla edessä. Tarvitaan ymmärrystä talouskasvuun vaikuttavista tekijöistä sekä talouskasvun erilaisista seurauksista.

Olennaista on yritys- ja toimialadynamiikka: yrityksiä syntyy ja kuolee, eri toimialat ovat elinkaareltaan erilaisessa vaiheessa – yritys- ja toimialara-

* Mika Maliranta (FT, tutkimuspäällikkö, ETLA), Pekka Ylä-Anttila (KTL, toimitusjohtaja, Etlatieto Oy ja tutkimusjohtaja, ETLA).

kenteet muuttuvat jatkuvasti. On ilmeistä, että tämä muutos on globalisaation ja teknologisen kehityksen vuoksi poikkeuksellisen nopeaa. Tuottavuuden ja hyvinvoinnin kasvu syntyy sekä olemassa olevan tuotannon tehostumisen että rakennemuutoksen kautta. Teknologinen muutos ja globalisaation tuoma kilpailu lisäävät tehokkuutta ja hyvinvointia alentuvien hintojen kautta. Mutta samalla ne synnyttävät uusia tuotteita, uusia toimialoja, uusia yrityksiä sekä lisäävät tuottajien voittoja ja tuotannontekijätuloja. Toisiin innovaatioihin ja toisiin toimialoihin liittyvä potentiaali on suurempi kuin toisiin. Kehitys tapahtuu aina epätasaisesti, tuotannon ja tuottavuuden kasvu vaihtelee toimialoittain. Resursseja siirtyy hitaan kasvun aloilta nopean kasvun aloille.

Muutoksen taustalla ovat aina innovaatiot – muodossa tai toisessa. Radikaalien innovaatioiden seurauksena syntyvät kokonaan uudet toimialat, tuoteryhmät, palvelut tai tuotantoprosessit. Vähittäiset, jatkuvasti syntyvät innovaatiot johtavat tuoteparannuksiin tai lisäävät olemassa olevan tuotannon tehokkuutta. Innovaatiotoiminnan tuottavuusvaikutukset voivat siten olla hyppäyksenomaisia tai vähittäisiä. On tärkeää huomata, että teknologinen innovaatio on usein vain ensimmäinen vaihe tiedon ja osaamisen kaupallisessa ja yhteiskunnallisessa hyödyntämisessä. Yhtä olennaisia osia innovaatiotoiminnassa ovat liikkeenjohdolliset, organisatoriset ja markkinointi-innovaatiot. Taloudellisesti ja sosiaalisesti merkittävät innovaatiot ovat lähes poikkeuksetta yhdistelmä näistä kaikista. Erityisesti palveluinnovaatioihin näyttää pätevän se, että tarvittavan uuden tiedon lähteet eivät välttämättä liity mitenkään systemaattiseen tutkimus- ja kehitystoimintaan. Radikaalitkin innovaatiot voivat yhtä hyvin perustua organisaation sisällä olevaan kollektiiviseen, hiljaiseen tietoon ja sen uudelleen yhdistämiseen vapaasti ulkopuolelta saatavan tiedon kanssa. Myös tällaiset innovaatiot voivat synnyttää kokonaan uusia tuotannonaloja.

Vaurauden kasvun kannalta yhtä tärkeää kuin tuottavuuden kasvu olemassa olevilla aloilla onkin se, että kansantalous toimii ”oikeilla aloilla” – niillä, joissa tuottavuuden kasvu ja teknologian mahdollistama kasvupotentiaali ovat suuria.

Voidaanko tai pitäisikö tämän suuntaiseen rakennemuutokseen politiikkatoimenpitein vaikuttaa? Mitä modernilla tutkimuksella on sanottavana tästä muutosprosessista ja rakennemuutoksen tuomasta talouskasvusta? Millaista uutta tutkimusta tarvitaan innovaatio- ja kasvupolitiikan tueksi? Julkisessa keskustelussa on kiinnitetty huomiota siihen, että taloustieteellinen analyysi on selvästi terävöitynyt ja tutkimuksen taso noussut, mutta sama ei välttämättä päde politiikkapäätelmiin ja -suosituksiin (Pohjola, 2006). Talousteorian ja talouspolitiikan välillä on kuilu. Tässä on yksi tämän kirjan lähtökohta: etsimme teoriakehikkoa, johon nojaavia politiikkapäätelmiä voidaan arvioida ja testata monilla aineistoilla ja menetelmillä (ks. Maliranta, 2005a).

1.1.2 KÄYTTÖKELPOISTA TEORIAKEHIKKOA ETSIMÄSSÄ

Tarvitaan teoriakehikko, jonka pohjalta soveltava tutkimus voisi tuoda talouspoliittisen päätöksenteon kannalta relevanttia tutkimustietoa. Perinteisessä kasvuteoriassa teknologisen kehityksen ajatellaan syntyvän itsestään. Tämä teoria sekä siihen pohjautuva kasvulaskenta ovat hyödyllisiä, kun halutaan kuvata talouden kehityksen eri piirteitä ja trendejä. Nämä välineet antavat kuitenkin niukasti eväitä talouspolitiikan tueksi. Niin sanottu uusi kasvuteoria, joka syntyi 1980-luvun jälkipuoliskolla ja jonka valtakausi oli 1990-luvulla, etsi talouskasvuun vaikuttavia tekijöitä. Nämä teoriat tarjosivat kuitenkin aika vähän apua empiirisen kasvututkimuksen tueksi. Sen politiikkasuositukset ovat olleet yleensä epävarmoja ja epämääräisiä.

Edellisiä lupaavampi teoreettinen viitekehys alkoi rakentua 1990-luvulla. Tämä kirjallisuus painottaa yritysten heterogeenisuutta, innovaatiokannustimia sekä yritysten välistä kamppailua ja valikoitumista. Tätä kasvuteorian haaraa voidaan kutsua ”uudeksi uudeksi” kasvuteoriaksi (*the new new growth theory*), *schumpeteriläiseksi teoriaksi* tai *luovan tuhon teoriaksi*. Tällä kasvuparadigmalla on lukuisia hyviä puolia:

1. Sen perusmuoto on yksinkertainen (Aghion ja Howitt, 2005).
2. Se on kuitenkin myös niin monipuolinen, että se soveltuu monenlaisten tekijöiden tarkasteluun.
3. Yksinkertaisuudestaan huolimatta se on keskeisissä kohdissaan realistinen: yritykset ovat erilaisia, toiset yritykset innovoivat ja toiset eivät, uusia yrityksiä tulee markkinoille ja toisia poistuu markkinoilta, yritysorganisaatiot muuttuvat.
4. Tätä teoriaa voidaan testata (ja hyödyntää) yritysaineistoihin perustuvissa ekonometrisissä tutkimuksissa.¹
5. Se tarjoaa politiikkasuosituksia, jotka eivät ole liian yleisiä ja joiden paikkansapitävyyttä voidaan testata monenlaisilla aineistoilla ja tutkimusmenetelmillä.²

Mainion esittelyn tästä teoriakehikosta tarjoaa Aghion ja Howitt (2005), joka julkaistiin hiljattain kasvukirjallisuuden perusteoksessa *Handbook of Economic Growth* (Aghion ja Durlauf, 2005).³ Ei-teknisen ja sangen yleistajuisen esityksen tarjoavat esimerkiksi Aghion (2006) ja Howitt (2004; 2007).

Kansainvälistä kauppaa ja suoria sijoituksia käsittelevässä kirjallisuudessa on viime vuosina esiintynyt paljon yhtäläisyyksiä sekä kytköksiä schumpeteriläisen kasvukirjallisuuden kanssa.⁴ Tämä on tietysti luonnollista, sillä niin läheisesti innovaatiot, tuottavuus, kansainvälinen kauppa ja suorat sijoitukset kytkeytyvät yhteen. Tämän kirjan taustana pidettyä teoriakehikkoa on tarkemmin esitelty jäljempänä luvussa 1.3.

1.1.3 KIRJAN TAVOITTEET

Mistä talouskasvu syntyy? -kirjassa (Hyytinen ja Rouvinen, 2005) tarkasteltiin talouskasvun lähteitä. Johtopäätöksenä todettiin, että Suomi on siirtynyt uuteen kasvuvaiheeseen, jossa kasvun luonne ja kasvutekijöiden painotukset ovat muuttuneet. Huomio on kiinnitettävä entistä tiukemmin innovaatioihin, jatkuvaan yritys-, toimipaikka- ja tuoterakenteiden muutokseen sekä tuotantotekijöiden laatuun niiden määrällisen kasvattamisen sijasta. Nämä ovat tekijöitä, jotka ratkaisevat tuottavuuden kasvun teknologisesti edistyksellisessä kansantaloudessa.

Eräässä mielessä tämä kirja on *Mistä talouskasvu syntyy?* -kirjan jatko-osa. Tämä kirja keskittyy tarkastelemaan innovaatiotoimintaa ja tuottavuutta. Tällaiseen tarkasteluun parhaiten soveltuva teoriakehikko kuvattiin lyhyesti edellä. Kirjan eri luvuissa tarkastellaan aihepiirin monia eri näkökohtia. Kirjoittajien tutkimuskysymykset ja tarkastelutavat vaihtelevat, mutta schumpeteriläinen kasvuteoria auttaa havaitsemaan monia kiinnostavia yhtymäkohtia.

Talospoliittiset päätöksentekijät tarvitsisivat tietoa monista asioista: Miten innovaatiot vaikuttavat tuottavuuteen ja talouskasvuun? Miten yritysten innovaatiotoimintaan voidaan parhaiten edistää? Aiheuttaako uusi kasvuvaihe tarvetta muuttaa työmarkkinoiden toimintaa jollakin tavalla? Millaisia sivuvaikutuksia innovaatiotoiminnan edistämällä saattaisi olla ja miten näitä sivuvaikutuksia olisi viisainta lievittää? Lista on pitkä. Poliitikantekijät tuntevat olevansa vailla kunnollisia vastauksia moniin tärkeisiin kysymyksiin (Liikanen, 2006; Pohjola, 2006).

Viimeaikaisessa taloustieteellisessä kirjallisuudessa on tähdennetty politiikan muuttamisen tarvetta siinä vaiheessa, kun maa siirtyy investointiperusteisesta innovaatioperusteiseen kasvuvaiheeseen (Acemoglu, Aghion ja Zilibotti, 2006). Suomessa tämä on ymmärretty hyvissä ajoin. Innovaatio- ja koulutuspanostuksilla on tuettu teknologisen tiedon luomista, uusien teknologioiden omaksumista sekä teknologioiden tehokasta käyttöä (ks. Asplund ja Maliranta, 2006). Nykyisen ja tulevan talouspolitiikan haaste on siinä, että talouden eri toimialat ovat eri kehitysvaiheessa. Uusin kirjallisuus tähdentää sitä, että sama politiikka ei ole välttämättä optimaalista saman maan kaikilla toimialoilla. Tämän kirjan keskeinen tavoite on tunnistaa politiikkatoimenpiteitä, jotka ottavat huomioon sekä yritysten muuttuneen toimintaympäristön että modernin tutkimuksen tulokset.

Tässä johdantoluvussa tarkastellaan yleisellä tasolla kirjan eri luvuissa käsiteltäviä eri teemoja, niiden välisiä yhteyksiä sekä teoreettista taustaa. Seuraavassa luvussa 1.2 esitellään tiivistetysti taloudellisen kasvukirjallisuuden kehittymistä. Luvussa 1.3 käsitellään moderneja innovaatioita, tuottavuutta ja talouskasvua käsittelevää kirjallisuutta, jota tässä kirjassa kutsutaan schumpeteriläiseksi kasvuteoriaksi.

Luvussa 1.4 esitellään kirjan rakenne, eli luvut 2–12, joissa eri kirjoittajat käsittelevät innovaatiotoiminnan tuottavuutta koskevia kysymyksiä sekä luku 13, jossa tiivistetään kirjan eri osissa tehdyt tärkeimmät huomiot sekä tehdään politiikkajohtopäätöksiä.

1.2 KASVUTEORIOIDEN KEHITYS

Kestävä talouskasvu pohjautuu tuottavuuden kasvuun, kuten Adam Smith osuvasti totesi jo vuonna 1776:

”Kansan maan ja työn vuotuisen tuoton arvoa ei voida lisätä millään muulla keinolla kuin lisäämällä joko sen tuottavien työläisten määrää tai aikaisemmin käytettyjen työläisten tuotantovoimaa.”

Myöhemmin Smith toteaa, että työntekijämäärä ei voi loputtomasti kasvaa ja jatkaa:

”Tietyn työläisluvun tuotantovoimia voidaan lisätä vain joko lisäämällä ja parantamalla työtä helpottavia ja lyhentäviä koneita ja työvälineitä, tai entistä paremmalla tehtävien jaolla ja sijoituksella.”⁵⁶

Smith siis totesi, että talouskasvun teoria on lopulta itse asiassa tuottavuuden kasvun teoriaa. Hän myös kiinnitti huomiota työntekijöiden osaamisen merkitykseen. Talous kasvaa, kun osaavien työntekijöiden osuus kasvaa. Hänen analyysissään oli kuitenkin kaksi puutetta:

1. Tutkielmassa ei ollut numeerisia arvioita siitä, kuinka paljon työtä helpottavien koneiden ja laitteiden lisääntyminen tai työntekijöiden osaamisen parantuminen on lisännyt työntekijöiden tuottavuutta ja saanut aikaan talouskasvua.
2. Smith ei myöskään pohtinut sitä, voivatko politiikantekijät vaikuttaa talouskasvuun – ja jos voivat, onko siihen syytä.

Solowin (1956) ja Swanin (1956) tutkimukset saivat aikaan merkittävän loikan kasvututkimuksessa. He loivat neoklassisen kasvuteoriamallin. Sen mukaan pitkän aikavälin hyvinvointi pohjautuu tekniseen kehitykseen. Taus-talla on oletus, että yrityksillä ei ole vaikutusta tekniseen kehitykseen, vaan se määräytyy elinkeinoelämän ulkopuolella, esimerkiksi yliopistoissa. Yksi neoklassisen kasvuteorian ansio on siinä, että se loi pohjan niin sanotun kasvu-laskennan kehitykselle. Kasvulaskentaa on esitelty lukemattomissa erilaisissa julkaisuissa, joten tässä riittää hyvin lyhyt kuvaus menetelmän tavoitteista ja

taustaoletuksista. Erinomaisen seikkaperäisen esityksen aiheesta tarjoaa mm. Hulten (2001).

Lähtökohtana on, että kaikki yritykset käyttävät samaa teknologiaa ja käyttävät sitä yhtä tehokkaasti. Lisäksi oletetaan, että sekä tuotanto- että panosmarkkinoilla on täydellinen kilpailu. Näiden oletusten vallitessa voidaan laskea, mikä osuus talouskasvusta johtuu pääoman ja työpanoksen määrän lisääntymisestä sekä näiden tuotannontekijöiden laadun parantumisesta. Selettämättä jäävä osa tuotannon kasvusta tulkitaan tekniseksi kehitykseksi.

Kasvulaskentatulosten tulkintaan liittyy monia ongelmia. Esimerkki valaisee asiaa hyvin. Eräissä tutkimuksissa väitettiin kasvulaskentatuloksiin nojautuen, että Itä-Aasian talouskasvu oli perustunut pääasiassa pääoman ja työn lisääntymiseen ja liian vähäisessä määrin kokonaistuottavuuden kasvuun. Näin ollen niiden talouskasvun lähteet eivät olisi olleet sellaiset, jotka voisivat kantaa pitkään (Krugman, 1994). Tuloksia tulkittaessa on kuitenkin otettava huomioon se, että kokonaistuottavuuden kasvu kannustaa yrityksiä investointeihin. Kun tämä asia otetaan huomioon, kokonaistuottavuuden kasvulla on todettu olevan hyvin suuri vaikutus Itä-Aasian maiden talouskasvuun (Hulten ja Srinivasan, 1999). Tämä esimerkki kertoo, että kasvulaskentatulosten tulkinassa on syytä varovaisuuteen.⁷

Toinen ongelma aiheutuu siitä, että kasvulaskennassa käytetään aggregaattiaineistoja. Yritysten markkinoille tulon, yritysten poistumisten sekä yritysten välisten markkinaosuusmuutosten merkitys toimialojen tuottavuuden kasvuille joudutaan näin ollen sivuuttamaan kokonaan. Tällä on suuri merkitys tuottavuuslaskelmien tulkinalla (Basu ja Fernald, 2002).

Niin sanottu endogeeninen (tai uusi) kasvuteoria on samaa mieltä perinteisen neoklassisen kasvuteorian kanssa siitä, että talouskasvu on lopulta riippuvainen kokonaistuottavuuden kasvusta, joka puolestaan riippuu teknologisesta kehityksestä. Tärkeä ero on siinä, että endogeenisessä kasvuteoriassa ollaan kiinnostuneita teknologiseen kehitykseen vaikuttavista tekijöistä, joihin voidaan vaikuttaa talouspolitiikalla. Yritysten tekemillä tuote- ja prosessi-innovaatioilla on suuri merkitys teknologiselle kehitykselle. Joissakin tilanteissa julkinen valta voi vaikuttaa niihin talouden hyvinvoinnin kannalta myönteisellä tavalla. Ensimmäiset endogeenisen kasvuteorian mallit olivat erittäin pelkistettyjä matemaattisia kuvauksia. Talouskasvu hahmotettiin niin sanotulla "AK-teorialla", jossa tekninen kehitys (A :n muutos) ajatellaan vain erääksi pääoman kasautumisen muodoksi. Tekninen kehitys on tiedon tai "reseptien" (Easterly, 2001) lisääntymistä. Kyseessä on nimenomaan sellainen tieto, joka ei ole sitoutunut (embodied) työntekijöihin tai koneisiin ja laitteisiin. Kun pääomahyödykkeisiin sitoutunut tieto lisääntyy, niiden laatu paranee ja se näkyy pääomakannan efektiivisenä kasvamisena (K :n muutos). Tämän teorian mukaan tekninen kehitys on hyvin samantapainen taloudellinen ilmiö kuin pääoman kasaantuminen. Säästämisellä on keskeinen merkitys. Säästöillä rahoitetaan kiinteät investoinnit, joilla kasvatetaan pääomakantaa, sekä t&k-

investoinnit, joilla lisätään tietopääomakantaa. Yleinen johtopäätös näistä malleista oli se, että säästämistä ja investointeja lisäämällä voidaan kiihdyttää kasvua ja siihen tähtäävällä talouspolitiikalla voi olla suunnattomia myönteisiä hyvinvointivaikutuksia.

1.3 SCHUMPETERILÄINEN KASVUTEORIA

1.3.1 KESKEISET OMAISPIIRTEET

Myös schumpeteriläisessä kasvuteoriassa kiinnitetään huomiota yritysten innovaatioihin teknologisen kehityksen tekijänä, eli se on **endogeeninen kasvuteoria**. Schumpeteriläinen lähestymistapa poikkeaa kuitenkin uudesta kasvuteoriasta siinä, että yritysten ajatellaan olevan keskenään erilaisia. **Yritysten heterogeenisuus** on piirre, joka erottaa schumpeteriläisen uusimman kasvuteorian edeltäjistään. Nämähän pohjautuvat oletukseen ”edustavasta yrityksestä”.

Schumpeteriläisen näkemyksen mukaan tekninen kehitys on merkittävältä osin yritysten välisen **kamppailun** seurausta. Yhteiskunnan instituutiot vaikuttavat siihen, miten tämä kamppailu käydään ja kuinka tehokkaasti kamppailu synnyttää teknistä kehitystä. Schumpeteriläisen kasvuteorian yksi keskeinen ominaispiirre on se, että teknologisessä kehityksessä on voittajia ja häviäjiä. Uudet innovaatiot luovat uusia tuotteita ja tuotantomahdollisuuksia sekä tarjoavat voittoja kehittäjälleen. Uusien innovaatioiden seurauksena aikaisemmat innovaatiot muuttuvat vanhentuneiksi ja niiden kilpailukyky käärsii (Aghion ja Howitt, 1992). Vanhentuneisiin innovaatioihin liittyvät voitot katoavat ja niihin perustuvat työpaikat tuhoutuvat.

Schumpeteriläisessä kasvuteoriassa tähdennetään **kilpailun** merkitystä ja erityisesti sen **dynaamista** luonnetta (ks. Vickers, 1995; Boone, 2000a). Kilpailu on darwinilaista kamppailua, jossa selviävät ne, jotka onnistuvat luomaan, ottamaan käyttöön ja parantamaan uusia teknologioita. Yritysten kuolemat, syntymät ja markkinaosuuksien siirtymät yritysten välillä kertovat kamppailun kireydestä. Näkökulma poikkeaa merkittävästi perinteisemmästä kilpailun **staattisesta** tarkastelusta. Siinä kilpailun kireyttä tarkastellaan tyypillisesti markkinoiden keskittymisen asteella (Maliranta ym., 2007).

Schumpeteriläisen kasvuteorian mukaan kilpailu vaikuttaa tuottavuuteen erityisesti kahdesta syystä. Ensiksi, yritysten välinen kamppailu voitoista ja markkinoilla säilymisestä on keskeinen **innovaatioiden kannustin** (ks. Boone, 2000b, 2001; Aghion ym., 2005). Kireä kilpailu kannustaa (ainakin osaa yrityksistä) innovoimaan ja näin kiihdyttää **yritysten tuottavuuskasvua**. Toiseksi, kireä kilpailu aiheuttaa **tuottavuutta vahvistavaa rakennemuutosta (”luovaa tuhoa”)**. Kilpailun seurauksena työvoima ja muut tuotantontekijät siirtyvät tehottomista, heikon tuottavuuden yrityksistä tehokkaisiin, korkean

tuottavuuden yrityksiin. Tämän seurauksena toimialojen tuottavuuden kasvu voi olla selvästi nopeampaa kuin toimialan yritysten tuottavuuskasvu keskimäärin, eli yritysrakenteiden muutokset (markkinoille tulo, markkinoilta poistuminen ja markkinaosuuksien siirtymät jatkavien yritysten välillä) vaikuttavat merkittävästi toimialan tuottavuuskasvuun. (Luvussa 2 tarkastellaan tähän liittyviä tuottavuuden mittaustapoja sekä näissä analyyseissä tehtyjä havaintoja toimialan tuottavuuskasvun eri tekijöistä).

Tuottavuutta vahvistava rakennemuutos johtuu kahdesta tekijästä:

1. Yritykset ovat heterogeenisiä tuottavuustason suhteen ja
2. tuotantotekijät liikkuvat tehottomista yrityksistä tehokkaisiin.

Yritysten tuottavuuden heterogeenisuus riippuu monista tässä luvussa esillä olevista yritysten välisistä eroista. Yritysten kyky innovoida ja ottaa uutta teknologiaa käyttöönsä tehokkaasti vaihtelee. Kuten Aghion ja Howitt (2006) toteavat, schumpeteriläisen kasvuteorian mukaan innovaatiotoiminnan ja yritysten vaihtuvuuden välillä on positiivinen yhteys (ks. myös Aghion ja Howitt, 1996). Comin ja Mulani (2005) tarjoavat yhdysvaltalaisista empiiristä evidenssiä, että yritysten vaihtuvuuden ja aikaisemman t&k-toiminnan välillä on positiivinen yhteys. Maliranta (2005b) puolestaan havaitsee suomalaisella aineistolla, että toimialan t&k:n lisääntyminen johtaa muutaman vuoden viiveellä tuottavuutta vahvistavaan rakennemuutokseen. Suomalainen evidenssi siis kertoo myös, että innovaatiotoiminta johtaa yritysrakenteiden turbulenssiin, mutta lisäksi havaitaan, että tämä turbulenssi on toimialan tuottavuustasoa kohottavaa. Luovan tuhon toinen tekijä on kilpailu, joka lisääntyy mm. silloin, kun altistuminen kansainväliselle kilpailulle lisääntyy. Odotuksen mukaisesti tuontikilpailun lisääntyminen on johtanut tuottavuutta vahvistavaan toimipaikkarakenteiden muutokseen Suomen teollisuuden toimialoilla (Maliranta, 2005b).

Schumpeteriläinen näkökulma korostaa **kilpailupolitiikan** vaikutusta tuottavuuden kasvuun. Tässä on kaksi talouspolitiikan kannalta kiinnostavaa näkökohtaa. Ensiksi, kilpailu vaikuttaa tuottavuuteen kahden toisiinsa liittyvän, mutta erilaisen mekanismin kautta: yritysten innovaatiokannustimien ja yritysrakenteiden muutosten kautta (Aghion ja Schankerman, 2004). Toinen tärkeä näkökohta on se, että kilpailun vaikutus vaihtelee eri yritysten (Boone, 2000b), eri toimialojen ja eri kehitysvaiheiden välillä (Acemoglu, Aghion ja Zilibotti, 2006; Bernard, Redding ja Schott, 2007).

1.3.2 KILPAILU, INNOVAATIOT JA TUOTTAVUUS

Kilpailun kiristyessä yrityksen voitot pienenevät. Yrityksillä on siksi vähemmän mahdollisuuksia rahoittaa innovaatioita omalla tulorahoituksellaan. Pienet voitot eivät myöskään houkuttele yrityksiä innovointiin. Schumpeteriläisen

kasvuteorian näkökulmasta asia ei ole kuitenkaan kaikissa tilanteissa aivan näin selvä. Modernissa kasvuteoriassa erotellaan kilpailun kaksi eri suuntaan vaikuttavaa näkökohtaa. Kiristynyt kilpailu alentaa onnistuneen innovaattorin **voittojen tasoa**, mikä vähentää innovaatiohalukkuutta. Schumpeteriläisen kasvuteorian mukaan tämän lisäksi on otettava huomioon se, miten onnistunut innovaatio vaikuttaa **voittojen muutokseen**. Jos kilpailu on vähäistä, onnistunut innovaatio ei välttämättä lisää yrityksen voittoja kovin merkittävästi. Jos kilpailu on sen sijaan jonkin verran kireämpää, innovaation synnyttämä lisävoitto voi olla suurempi.⁸ Kilpailun kiristymisen vähentää voittoja, mutta innovoimalla voidaan vaikuttaa voittojen lisääntymiseen enemmän kuin kilpailun ollessa erittäin vähäistä. Innovoimalla ikään kuin voidaan "**paeta kilpailua**" (*escape competition*). Toisaalta jos kilpailu on äärimmäisen kireää, voitot ovat aina hyvin pienet eikä innovoimallakaan voida merkittävästi lisätä voittoja. Niin sanotussa "täydellisessä kilpailussa" ei ole puhtaita voittoja, eikä yrityksillä kannustimia innovoida, kuten Joseph Schumpeter aikanaan tähdensi.

Schumpeteriläisen kasvuteorian mukaan kilpailun kireyden ja innovaatiokannustimien välillä on siis käänteisen U-käyrän yhteys. Jos kilpailu on vähäistä, kiristynyt kilpailu lisää innovaatiokannustimia. Jossain vaiheessa kuitenkin saavutetaan lakipiste, jonka jälkeen kilpailun kiristymisen johtaa innovaatioiden vähenemiseen. Käännekohdan sijainti riippuu kansantalouden tai toimialan kehitystilanteesta. Mitä kauempana ollaan teknologian kansainvälisestä eturintamasta, sitä alhaisemmalla kilpailun tasolla yhteys kääntyy negatiiviseksi. Kilpailun "liiallisella" vapauttamisella voi siis olla negatiivisia vaikutuksia varsinkin sellaisilla toimialoilla tai sellaisissa maissa, joissa yritykset ovat niin sanotussa "kiinnikurontavaiheessa". Näissä tilanteissa investointiperusteinen strategia ja markkinoiden suojele erilaisin määräyksiin sopii paremmin kuin silloin, kun yritykset ovat lähellä teknologista eturintamaa (Acemoglu, Aghion ja Zilibotti, 2006; Aghion ja Howitt, 2006).

Kilpailulle on monenlaisia esteitä. Osa niistä on hallinnollisia ja lainsäädännöllisiä. Monen maan kasvustrategiaan on kuulunut laajamittainen sääntely ja suojaaminen ulkomaalaiselta kilpailulta eri tavoin. Esimerkiksi ulkomaalaisia sijoituksia on säännelty tarkasti. Viime vuosina useissa kehittyneissä maissa on toteutettu laajaa ja johdonmukaista deregulaatiota (ks. Nicoletti ja Scarpetta, 2003; OECD, 2003).

Osa kilpailun puutteista on niin sanotusti "luonnollisia". Harvan asutuksen vuoksi markkinat ovat niin pienet, ettei sinne mahdu montaa saman alan kilpailijaa. Toisaalta tilanne on eri toimialoilla erilainen. Harva asutus vaikuttaa kilpailuun negatiivisemmin henkilökohtaisissa palveluissa kuin vientiteollisuudessa (Maliranta, 2004).

Patenttisuojan vaikutuksista käydään vilkasta keskustelua (ks. esim. Helpman, 1993; Jaffe ja Lerner, 2004; Journal of Economic Surveys, 2006; Kultti, Takalo ja Toikka, 2006). Intellektuaalisen omaisuuden suoja on tärkeää teknologiselle kehitykselle. Jos innovaatioiden kopioiminen ja käyttöönotto

on helppoa esimerkiksi puutteellisen patentti- ja tekijänoikeussuojan vuoksi, kenelläkään ei ole riittäviä kannustimia panostaa innovaatioiden tekemiseen. Tästä näkökulmasta katsoen voimakas patenttisuoja näyttäisi olevan innovaatiotoiminnan keskeinen edellytys.

Schumpeteriläisen kasvuteorian mukaan tilanne ei ole kuitenkaan aina kovin selvä. Tämän kasvuteorian mukaan innovaatiota syntyy eniten silloin, kun yritykset ovat toisiaan teknologisesti lähellä (neck-and-neck). Voitot ovat silloin alhaisella tasolla ja yrityksillä on kannustimet paeta kilpailua ja parantaa kannattavuuttaan innovoinneilla. Patenttisuojan heikentäminen voi johtaa siihen, että teknologisesti jäljessä olevat yritykset pääsevät lähelle kärkeä. Aikaisempaa suurempi määrä yrityksiä pääsee osallistumaan kamppailuun voitonparannuksista, ja innovaatiohalukkuus lisääntyy (Aghion ym., 2001). Teknologian leviämisen voi olla siis kahdenlaisia myönteisiä vaikutuksia. Ensiksi, se parantaa tuottavuuden tasoa niissä yrityksissä, joissa on käytetty huonompaa teknologiaa. Toiseksi, se saattaa lisätä eturintaman yritysten innovointihalukkuutta. Petri Rouvinen käsittelee teknologian leviämistä seikkaperäisemmin luvussa 5.

1.3.3 TEKNOLOGIOIDEN KÄYTTÖÖNOTTO JA TUOTTAVUUS

Edellä olevan perusteella innovaatioiden leviäminen vaikuttaa yritysten väliseen kilpailutilanteeseen, innovaatiohalukkuuteen ja yritysten tuottavuuteen. Osa uudesta teknologisesta tiedosta voidaan ottaa käyttöön suhteellisen helposti ja halvalla. Kaikkein edistysellisimmän teknologian tuottava käyttöönotto vaatii sen sijaan yrityksiltä usein huomattavia investointeja kiinteään ja aineettomaan pääomaan. Monikansallisilla yrityksillä saattaa olla erityisen paljon teknologian tehokasta käyttöä tukevaa osaamispääomaa (ks. Ilmakunnaksen ja Malirannan luku 12). Yrityksen osaamispääoma vaikuttaa siihen, kuinka suuret tuottavuusvaikutukset yleiskäyttöisestä teknologiasta saadaan irti. Esimerkiksi Bloom, Sadun ja Van Reenen (2006) havaitsivat toimipaikka-aineistoja käyttäen, että yhdysvaltalaiset monikansalliset yritykset ovat pystyneet Isossa-Britanniassa käyttämään informaatioteknologiaa tehokkaammin kuin muut yritykset.

Usein yritykseltä ja sen henkilökunnalta vaaditaan teknologista asiantuntemusta sekä aikaa opetella uuden teknologian käyttöä, jotta sen tuottavuuspotentiaali saataisiin tehokkaasti hyödynnettyä. Yrityksillä on erilaiset valmiudet ottaa uusinta teknologiaa käyttöönsä. Yritykset ovat siis heterogeenisiä myös tässä suhteessa. Erilaiset yritykset päätyvät erilaisiin teknologiavalintoihin. Ne saattava ottaa käyttöönsä vanhempaa, mutta yksinkertaisempaa teknologiaa tai viivyttää uusimman teknologian käyttöönottoa (Parente, 1994). Työvoiman koulutuksella on suuri merkitys. Korkean asteen koulutusta tarvitaan erityisesti toimipaikan elinkaaren alkuvaiheessa, kun siellä otetaan käyttöön uutta teknologiaa (Bartel ja Lichtenberg, 1987).

Nykyaikainen yritys- ja toimipaikka-aineistoihin pohjautuva talouskasvun analyysi on osoittanut, että saman hyvin tarkastikin määritellyn toimialan sisällä toimivat yritykset ovat hyvin heterogeenisiä (ks. Bartelsman ja Doms, 2000). Tämä johtuu osittain siitä, että yritykset käyttävät eri teknologioita. Tämä puolestaan on seurausta siitä, että teknologioiden käyttöönotto on hyvin vaativaa. Se on myös kallista. Niitä kustannuksia, joita syntyy kun yritys ottaa teknologian tuottavasti käyttöön, kutsutaan implementointikustannuksiksi. Jovanovic (1997) esittää arvion, että koko kansantalouden tasolla nuo kustannukset voisivat olla jopa 20- tai 30-kertaiset esimerkiksi uusien teknologioiden keksimiseen käytettyihin panostuksiin verrattuna. Greenwood ja Jovanovic (2001) huomauttavat, että sekä tutkimusmenot että tuotantokustannukset on tilastoitu sangen yksityiskohtaisesti ja tarkasti t&k-, teollisuus- ja rakennetilastoissa, mutta tietystä mielessä näiden väliin jäävien implementointikustannusten tilastointi on edelleen lapsenkengissä.

Tämä on valitettava asiointi ainakin kahdesta syystä. Ensiksi, kuten edellä todettiin, kyse on kansantaloudellisesti erittäin merkittävästä kustannuserästä. Toiseksi, teknologioiden onnistunut valinta ja käyttöönotto määräävät suurelta, ellei jopa ratkaisevalta, osin yritysten, toimialojen ja lopulta koko kansantalouden tuottavuuden ja kilpailukyvyn. Esimerkiksi Gordon (2004) huomauttaa, että teknologiajohtajamaa ei useinkaan ole se maa, josta kyseinen teknologia on alun perin lähtöisin. Teknologian tuottava käyttö vaatii mm. tuottavaa innovointitoimintaa, liikkeenjohdollista osaamista sekä osaavaa ja omaksumiskykyistä työvoimaa. Yrityksissä näitä implementointikustannuksia syntyy silloin, kun ne investoivat yrityskohtaiseen osaamiseen, joka on kansantalouden aineettoman pääoman tärkeä ja nopeasti kasvanut erä (ks. Corrado, Hulten ja Sichel, 2006). Työn organisointi vaikuttaa siihen, kuinka tuottavasti uutta teknologiaa pystytään hyödyntämään. Tämä saattaa vaatia huomattavia organisaatioinnovaatioita. Joskus parhaaseen tulokseen päästään perustamalla kokonaan uusi tehdas ja organisaatio. Mikko Mäkinen tarjoaa tästä kiinnostavia esimerkkejä luvussa 8.

1.3.4 GLOBALISAATIO, INNOVOINTI JA TUOTTAVUUDEN KASVU

Modernissa kansainvälistä kauppaa ja suoria sijoituksia koskevassa kirjallisuudessa käsitellään monia yllä mainituista näkökohdista.

Yritykset ovat **heterogeenisiä** ja globaalissa toimintaympäristössä yritysten välillä tapahtuu valikoitumista tuottavuuden (tai tehokkuuden suhteen). Kaikkein tehottomimmat lopettavat toimintansa. Hieman tehokkaammat säilyvät hengissä, mutta toimivat kotimarkkinoilla. Seuraavaksi tehokkaimmat toimivat kotimarkkinoilla, mutta vievät tuotteitaan kansainvälisille markkinoille. Kaikkein tehokkaimmat yritykset tekevät suoria sijoituksia ulkomaille ja harjoittavat tuotantotoimintaa useissa maissa (Helpman, Melitz ja Yeaple,

2004; Helpman, 2006). Kansainvälinen kauppa ja suorat sijoitukset saavat aikaan **tuottavuutta vahvistavaa rakennemuutosta** toimialoilla (Melitz, 2003; Bernard, Redding ja Schott, 2006; Bernard ja Jensen, Forthcoming). Rakennemuutos johdetaan yritysten heterogeenisuudesta sekä siitä, että globalisaatio lisää kilpailua. Globalisaation vaikutuksen suuruus vaihtelee eri tilanteissa. Kansainvälisen kaupan lisääntyminen vahvistaa tuottavuutta luovan tuhon kautta eniten niillä toimialoilla, joilla maalla on suhteellinen etu (Bernard, Redding ja Schott, 2006). Sekä kansainvälinen kauppa että suorat sijoitukset ovat myös tärkeä **teknologioiden leviämisen** kanava.

Kansainvälisen kaupan vaikutuksia tarkastellaan seikkaperäisemmin Mika Widgrénin luvussa (luku 11) ja ulkomaalaisomistuksen vaikutuksia Pekka Ilmakunnaksen ja Mika Malirannan luvussa (luku 12).

1.3.5 INSTITUUTTIOT, TALOUSPOLITIikka JA TUOTTAVUUDEN KASVU

Suomen nykyisen kasvuvaiheen keskeisiä tekijöitä ovat siis innovaatiot, yritysyritysten jatkuva muutos sekä työntekijöiden ja pääoman liikkuvuus yritysten ja toimialojen välillä. Suomalaisia instituutioita ja talouspolitiikkaa on syytä arvioida entistä enemmän siitä suunnasta, kuinka hyvin ne tukevat näitä talouskasvun perustekijöitä ja mekanismeja.

Suhdannepolitiikka on perinteisesti saanut talouspolitiikan päivänkeskustelussa eniten huomiota osakseen (Pohjola, 2005). Talouspolitiikan yhtenä tavoitteena on pidetty laskusuhdanteiden lieventämistä ja talouden ylikuumenemisen estämistä. Talouskehitystä tasoittamalla halutaan estää mm. työttömyyden ajoittainen voimakas kasvu. Toisaalta talouden pitkän aikavälin kasvu-uraa katsottaessa suhdanneheilahtelut vaikuttavat – ehkä kaikkein suurimpia talouskriisejä lukuun ottamatta – suhteellisen vähäisiltä heilahduksilta kasvutrendin ympärillä. Suhdannepolitiikka ansaitsee kuitenkin huomion paitsi siksi, että se onnistuessaan estää ja vähentää yhteiskunnallista syrjäytymistä, mutta myös siksi, että suhdannevaihtelut saattavat osaltaan vaikuttaa pitkän aikavälin talouskasvuun.

Kirjallisuus ei ole aivan yksimielinen suhdannevaihtelujen vaikutuksesta talouskasvuun. Schumpeter itse huomautti, että laskusuhdanteet ovat vain väliaikaisia episodeja. Lisäksi hän tähdensi sitä, että niiden aikana talouden rakenteet korjautuvat. Siksi laskusuhdanteista voi olla hyötyä pitkän aikavälin talouskasvulle.

Monissa empiirisissä kasvututkimuksissa on saatu todisteita siitä, että suhdannevaihtelut ovat haitallisia ja perinteisellä makropolitiikalla voidaan siis tukea pitkän aikavälin talouskasvua. Suhdannepolitiikka saattavat olla haitallisia niiden aiheuttaman epävarmuuden vuoksi. Epävarmuus puolestaan voi häiritä yritysten pitkäjänteistä kehitystyötä ja innovaatioita. Easterly (2005) puolestaan esittää, että nämä tulokset ovat epäluotettavia tai jopa harhaanjo-

tavia. Kun otoksesta poistetaan maat, joissa politiikka on epäonnistunut ”aivan täydellisesti”, makropolitiikan ja talouskasvun välillä ei havaita tilastollista yhteyttä. ”Täydellisesti epäonnistunut” makropolitiikka johtuu usein huonoista instituutioista. Kun instituutioiden laatu kontrolloidaan, suhdannepolitiikka näyttäisi menettävän selitysvoimansa. Johtopäätöksenä on se, että kunhan instituutiot ovat kohtuullisessa kunnossa, makropolitiikalla ei ole talouskasvun kannalta juuri merkitystä. Easterlyn tuloksia ja kantaa asiaan on tuonut esiin mm. Pohjola (2005, sivu 277).

Suhdannepolitiikan kasvuvaikutusten arviointi on yksi esimerkki selaisesta kysymyksestä, johon moderni kasvukirjallisuus näyttää pystyvän antamaan luotettavimpia ja politiikan teon kannalta kiinnostavimpia vastauksia. Jos pääomamarkkinat ovat epätäydelliset, laskusuhdanteilla voidaan teoriassa olettaa olevan negatiivinen vaikutus yritysten innovaatiotoimintaan. Endo-geenisten kasvuteorioiden mukaan tällä on puolestaan negatiivinen vaikutus tekniseen kehitykseen ja sitä kautta talouskasvuun. Aghion ja Marinescu (2006) esittävät teoreettisia ja empiirisiä perusteluita sille, miksi suhdannepolitiikka on tärkeämpää silloin kun pääomamarkkinat eivät ole kovin kehittyneet.

Pääomamarkkinat ovat tärkeä tekijä erityisesti siksi, että heikosti toimissaan ne estävät uusien yritysten markkinoille tulon ja haittaavat erityisesti innovaatioperusteisessa kasvuvaiheessa olevan talouden kehitystä. Toimivat pääomamarkkinat tehostavat pääoman siirtymistä tehottomista toiminnoista tehokkaisiin ja tukevat näin siis tuottavuutta vahvistavaa rakennemuutosta (ks. esim. Richards, 1998; Caballero ja Hammour, 2000; Ramey ja Shapiro, 2001).

Viimeaikaisessa teoreettisessa ja empiirisessä kasvukirjallisuudessa on kiinnitetty paljon huomiota työmarkkinainstituutioiden merkitykseen. Tällä tutkimusaiheella on itse asiassa pitkät perinteet; siinä on pohdittu mm. sitä, miten yritysten ja toimialojen palkkakompressio vaikuttaa tuottavuutta vahvistavaan rakennemuutokseen (ks. esim. Moene ja Wallerstein, 1997)⁹ sekä yritysten kannusteisiin investoida henkilöstökoulutukseen (Acemoglu ja Pischke, 1999) ja innovaatioihin (Acemoglu, 2003; Haucap ja Wey, 2004). Empiiriset havainnot työsuhteturvan tuottavuusvaikutuksista eivät ole aivan yhteneviä. Toisissa tutkimuksissa työsuhteturvalla on havaittu olevan negatiivinen vaikutus toimialojen tuottavuuskasvuun (ks. esim. Scarpetta ja Tressel, 2004; Autor, Kerr ja Kugler, 2007). Näissä tutkimuksissa kiinnitetään huomiota erityisesti yritysrakenteiden muutoksen merkitykseen toimialan tuottavuuden kasvulle (markkinoille tulo, valikoituminen ja kasvu markkinoille tulon jälkeen). Aghion, Fally ja Scarpetta (2006) toteavat, että työsuhteturvan rajoituksilla on vähäisempi merkitys yritysten markkinoille tulon jälkeiselle kasvulle kuin pääomamarkkinoiden puutteilla. Haltiwanger, Scarpetta ja Schweiger (2006) saavat puolestaan todisteita siitä, että työsuhteturva vääristää erityisesti suurten ja keskisuurten yritysten työpaikkavirtoja. Heidän toinen keskeinen johtopäätöksensä on se, että työsuhteturvan asettamat rajoitukset vähentävät

työpaikkojen liikkuvuutta erityisesti sellaisilla toimialoilla, joilla tarvitaan työpanoksen sopeuttamista. Tämä viittaa siihen, että vaikka tietyt instituutiot olisivatkin toimineet moitteetta menneisyydessä, niistä saattaa kuitenkin tulla kasvun este, kun taloustilanne muuttuu.

1.4 KIRJAN RAKENNE

Kirjan eri luvut paneutuvat moniin edellä käsitellyistä teemoista, jotka sekä uusimman tutkimuksen että Suomen nykyisen taloustilanteen kannalta ovat osoittautuneet pitkän aikavälin talouskasvun kannalta keskeisiksi.

Kirjan osa I koostuu luvuista 2–4, joissa käsitellään tuottavuuden mittausta ja tuottavuusvertailuja. Luvussa 2 Mika Maliranta käsittelee tuottavuuden mittauksen kysymyksiä, luvussa 3 Reijo Mankinen esittää tuottavuuden maiden välisiä tuottavuusvertailutuloksia eri sektoreilla ja toimialoilla. Luvussa 4 Mika Pajarinen, Petri Rouvinen ja Pekka Ylä-Anttila pohtivat Suomen palvelusektorin tuottavuuden tilaa: onko Suomen palvelualojen tila heikompi kuin teollisuuden ja onko innovaatioiden rooli palvelualoilla erilainen kuin teollisuudessa?

Kirjan osassa II tarkastellaan teknologioiden tuottavuusvaikutuksia; eräitä mekanismeja ja vaikutusten luonnetta. Luvussa 5 Petri Rouvinen tarkastelee innovaatiotoimintaan liittyviä ulkoisvaikutuksia, eli teknologioiden tahatonta leviämistä yritysten välillä. Luvussa 6 Christopher Palmberg pohtii nanoteknologian luonnetta ja sen mahdollisuuksia olla talouden kasvuveturi tulevaisuudessa.

Osassa III tutkitaan tutkimus- ja kehitystoiminnan (t&k) sekä innovaatiotoiminnan tuottavuusvaikutuksia. Luvussa 7 Aija Leiponen selvittää t&k-toiminnan hajauttuttamisen, innovoinnin ja tuottavuuden välisiä yhteyksiä. Luvussa 8 Mikko Mäkinen pohtii erityisesti sitä, miten organisatoriset muutokset täydentävät ja vahvistavat teknologian ja t&k-toiminnan tuottavuusvaikutuksia. Luvussa 9 Olavi Rantala tarkastelee t&k-panostusten tuottavuusvaikutusten leviämistä kansantaloudessa investointitavaroiden parantuneen laadun välityksellä. Luvussa 10 Heli Koski tarkastelee ns. avoimen innovaatiotoiminnan erityispiirteitä sekä niihin liittyvää tuottavuuspotentiaalia.

Osassa IV käsitellään kansainvälistymisen, kilpailun ja tuottavuuden välisiä erilaisia yhteyksiä. Luvussa 11 Mika Widgrén keskittyy kaupan kansainvälistymiseen ja luvussa 12 Pekka Ilmakunnas ja Mika Maliranta omistuksen kansainvälistymiseen.

Luvussa 13 Mika Maliranta ja Pekka Ylä-Anttila tekevät yhteenvedon kirjan luvuista ja esittävät tärkeimmät politiikkapäätelmät.

KIRJALLISUUS

- Acemoglu, D. (2003). *Cross-country inequality trends*. *Economic Journal*, 113(485), 49.
- Acemoglu, D., Aghion, P. ja Zilibotti, F. (2006). *Distance to frontier, selection, and economic growth*. *Journal of the European Economic Association*, 4(1), 37–74.
- Acemoglu, D. ja Pischke, J.-S. (1999). *The structure of wages and investment in general training*. *Journal of Political Economy*, 107(3), 539–572.
- Aghion, P. (2006). *A primer on innovation and growth*. Bruegel Policy Brief, Issue 2006/06, October. Brussels.
- Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R. ja Howitt, P. (2005). *Competition and innovation: An inverted-U relationship*. *Quarterly Journal of Economics*, 120(2), 701–728.
- Aghion, P. ja Durlauf, S. (toim.) (2005). *Handbook of economic growth*. Elsevier.
- Aghion, P., Fally, T. ja Scarpetta, S. (2006). *Credit constraints as a barrier to the entry and post-entry growth of firms: Lessons from firm-level cross country panel data*. Julkaisematon käsikirjoitus, October 3, 2006, Harvard University.
- Aghion, P., Harris, C., Howitt, P. ja Vickers, J. (2001). *Competition, imitation and growth with step-by-step innovation*. *Review of Economic Studies*, 68(3).
- Aghion, P. ja Howitt, P. (1992). *A model of growth through creative destruction*. *Econometrica*, 60(2), 323–351.
- Aghion, P. ja Howitt, P. (1996). *The observational implications of schumpeterian growth theory*. *Empirical Economics*, 21(1), 13.
- Aghion, P. ja Howitt, P. (2005). *Growth with quality-improving innovations: An integrated framework*. Teoksessa P. Aghion ja S. Durlauf (toim.), *Handbook of economic growth*. Elsevier.
- Aghion, P. ja Howitt, P. (2006). *Appropriate growth policy: A unifying framework*. *Journal of the European Economic Association*, 4(2–3), 269–314.
- Aghion, P. ja Marinescu, I. (2006). *Cyclical budgetary policy and economic growth: What do we learn from OECD panel data?* Julkaisematon käsikirjoitus, June 7, 2006.
- Aghion, P. ja Schankerman, M. (2004). *On the welfare effects and political economy of competition-enhancing policies*. *Economic Journal*, 114(498), 800–824.
- Asplund, R. ja Maliranta, M. (2006). *Productivity growth: The role of human capital and technology*. Teoksessa J. Ojala, J. Eloranta ja J. Jalava (toim.), *The road to prosperity* (s. 263–283). Helsinki: Suomen Kirjallisuuden Seura.
- Autor, D. H., Kerr, W. R. ja Kugler, A. D. (2007). *Do employment protections reduce productivity? Evidence from U.S. States*. NBER, Working Paper No. forthcoming.
- Baldwin, R. ja Okubo, T. (2006). *Agglomeration, offshoring and heterogeneous firms*. CEPR, Discussion Paper No. 5663.
- Barro, R. J. ja Sala-i-Martin, X. (1995). *Economic growth*. New York: McGraw-Hill.
- Bartel, A. P. ja Lichtenberg, F. R. (1987). *The comparative advantage of educated workers in implementing new technology*. *Review of Economics & Statistics*, 69(1), 1–11.
- Bartelsman, E. (2005). *Politiikkatoimenpiteitä teknologisen eturintaman saavuttamiseksi ja siellä pysymiseksi*. Teoksessa A. Hyytinen ja P. Rouvinen (toim.), *Mistä talouskasvu syntyy?* (s. 297–318). Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos ETLa (Sarja B 214). Helsinki: Taloustieto Oy.
- Bartelsman, E. J. ja Doms, M. (2000). *Understanding productivity: Lessons from longitudinal microdata*. *Journal of Economic Literature*, 38(3), 569–594.
- Basu, S. ja Fernald, J. G. (2002). *Aggregate productivity and aggregate technology*. *European Economic Review*, 46, 963–991.
- Bernard, A. B. ja Jensen, J. B. (2004). *Exporting and productivity in the USA*. *Oxford Review of Economic Policy*, 20(3), 343–357.
- Bernard, A. B. ja Jensen, J. B. (Forthcoming). *Firm structure, multinationals, and manufacturing plant deaths*. *The Review of Economics and Statistics*.
- Bernard, A. B., Jensen, J. B. ja Schott, P. K. (2003). *Falling trade costs, heterogeneous firms and industry dynamics*. NBER, Working Papers No. 9639.
- Bernard, A. B., Redding, S. ja Schott, P. K. (2006). *Comparative advantage and heterogeneous firms*. *Review of Economic Studies*, forthcoming.
- Bernard, A. B., Redding, S. ja Schott, P. K. (2007). *Comparative advantage and heterogeneous firms*. *Review of Economic Studies*, 74(1), 31–66.
- Bloom, N., Sadun, R. ja Van Reenen, J. (2006). *It ain't what you do it's the way that you do I.T.; Investigating the productivity miracle using the overseas activities of U.S. Multinationals*. Julkaisematon käsikirjoitus, March 2006.
- Boone, J. (2000a). *Competition*. CEPR, Discussion Paper No. 2636.

- Boone, J. (2000b). *Competitive pressure: The effects on investments in product and process innovation*. *RAND Journal of Economics*, 31(3), 549.
- Boone, J. (2001). *Intensity of competition and the incentive to innovate*. *International Journal of Industrial Organization*, 19(5), 705–726.
- Caballero, R. J. ja Hammour, M. L. (1996). *On the timing and efficiency of creative destruction*. *Quarterly Journal of Economics*, 111(3), 805–852.
- Caballero, R. J. ja Hammour, M. L. (2000). *Creative destruction and development institutions, crises, and restructuring*. NBER, Working Paper No. 7849.
- Comin, D. ja Mulani, S. (2005). *A theory of growth and volatility at the aggregate and firm level*. NBER, Working Paper No. 11503.
- Corrado, C. A., Hulten, C. R. ja Sichel, D. E. (2006). *Intangible capital and economic growth*. NBER, Working Paper No. 11948.
- Dahlman, C., Routti, J. ja Ylä-Anttila, P. (toim.) (2006). *Finland as a knowledge economy – elements of success and lessons learned*. Washington: World Bank Institute.
- Easterly, W. (2001). *The elusive quest for growth. Economists' adventures and misadventures in the tropics*. Massachusetts Institute of Technology.
- Easterly, W. (2005). *National policies and economic growth: A reappraisal*. Teoksessa P. Aghion ja S. Durlauf (toim.), *Handbook of economic growth, volume 1a* (s. 1015–1059). Elsevier North-Holland.
- Eaton, J. ja Kortum, S. (2002). *Technology, geography and trade*. *Econometrica*, 70(5), 1741–1779.
- Gordon, R. J. (2004). *Why was Europe left at the station when America's productivity locomotive departed?* NBER, Working Papers No. 10661.
- Greenwood, J. ja Jovanovic, B. (2001). *Accounting for growth*. Teoksessa C. R. Hulten, E. R. Dean ja M. J. Harper (toim.), *New developments in productivity analysis* (s. 179–222). Chicago: University of Chicago Press.
- Grossman, G. M. ja Helpman, E. (1991). *Innovation and growth in the global economy*. Cambridge, MA and London: MIT Press.
- Haltiwanger, J., Scarpetta, S. ja Schweiger, H. (2006). *Assessing job flows across countries: The role of industry, firm size, and regulations*. World Bank, Research Working Paper No. 4070.
- Haucap, J. ja Wey, C. (2004). *Unionisation structures and innovation incentives*. *Economic Journal*, 114(494), C149–C165.
- Helpman, E. (1993). *Innovation, imitation, and intellectual property rights*. *Econometrica*, 61(6), 1247–1280.
- Helpman, E. (2006). *Trade, FDI, and the organization of firms*. *Journal of Economic Literature*, 44(3), 589–630.
- Helpman, E., Melitz, M. J. ja Yeaple, S. R. (2004). *Export versus FDI with heterogenous firms*. *American Economic Review*, 94(1), 300–316.
- Howitt, P. (2004). *Endogenous growth, productivity and economic policy: A progress report*. *International Productivity Monitor*, 8, 3–15.
- Howitt, P. (2007). *Growth and development: A schumpeterian perspective*. Teoksessa P. Fortin ja C. Riddell (toim.), *Growth, employment and technology: New perspectives on canadian policies*. Montreal: McGill-Queen's University Press.
- Hulten, C. (2001). *Total factor productivity: A short biography*. Teoksessa C. R. Hulten, E. R. Dean ja M. J. Harper (toim.), *New developments in productivity analysis*. Chicago: University of Chicago Press (for NBER).
- Hulten, C. R. ja Srinivasan, S. (1999). *Indian manufacturing industry: Elephant or tiger? New evidence on the asian miracle*. NBER, Working Papers No. 7441.
- Hyytinen, A. ja Rouvinen, P. (toim.) (2005). *Mistä talouskasvu syntyy?* ETLA, Sarja B 214. Helsinki: Taloustieto Oy.
- Jaffe, A. B. ja Lerner, J. (2004). *Innovation and its discontents: How our broken patent system is endangering innovation and progress, and what to do about it*. Princeton: Princeton University Press.
- Journal of Economic Surveys. (2006). *Special issue: Economic and legal issues in intellectual property*. Volume 20, no. 4: Blackwell Publishing.
- Jovanovic, B. (1997). *Learning and growth*. Teoksessa D. Kreps ja K. Wallis (toim.), *Advances in economics* (2, s. 318–339). New York: Cambridge University Press.
- Klette, T. J. ja Kortum, S. (2004). *Innovating firms and aggregate innovation*. *Journal of Political Economy*, 112(5), 986–1018.
- Krugman, P. (1994). *The myth of Asia's miracle*. *Foreign Affairs*, 73(6), 62–78.
- Kultti, K., Takalo, T. ja Toikka, J. (2006). *Simultaneous model of innovation, secrecy, and patent policy*. *American Economic Review*, 96(2), 82–86.

- Liikanen, E. (2006). *Kommentteja kirjaan Hyytinen & Rouvinen (toim.), "Mistä talouskasvu syntyy?" Kansantaloudellinen aikakauskirja*, 102(1), 137–139.
- Maliranta, M. (2004). Globalisaatiohaaste vaatii uusia tuottavuuslähteitä – mitä ne voisivat olla? *Työpoliittinen Aikakauskirja*, 47(4), 11–33.
- Maliranta, M. (2005a). Kuinka tuottavuustekijät muuntuvat tuottavuus- ja talouskasvuksi ja kuinka tutkia sitä? Teoksessa A. Hyytinen ja P. Rouvinen (toim.), *Mistä talouskasvu syntyy?* (s. 51–72). Helsinki: Taloustieto Oy.
- Maliranta, M. (2005b). *R&D, international trade and creative destruction – empirical findings from finnish manufacturing industries. Journal of Industry, Competition and Trade*, 5(1), 27–58.
- Maliranta, M., Pajarinen, M., Rouvinen, P. ja Ylä-Anttila, P. (2007). *Competition in Finland: Trends across business sectors in 1994–2004*. Julkaisematon käsikirjoitus, March 2007, Helsinki
- Melitz, M. J. (2003). The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, 71(6), 1695–1725.
- Moene, K. O. ja Wallerstein, M. (1997). Pay inequality. *Journal of Labor Economics*, 15(3), 403–430.
- Nicoletti, G. ja Scarpetta, S. (2003). Regulation, productivity and growth: OECD evidence. *Economic Policy*, 18(36), 9–72.
- OECD. (2003). *Regulatory reform in Finland: Enhancing market openness through regulatory reform*. Paris: OECD.
- Parente, S. L. (1994). Technology adoption, learning-by-doing, and economic growth. *Journal of Economic Theory*, 63(2), 346–369.
- Pohjola, M. (2005). Talouskasvu talouspolitiikan tavoitteena. Teoksessa A. Hyytinen ja P. Rouvinen (toim.), *Mistä talouskasvu syntyy?* (s. 275–295). Helsinki: Taloustieto Oy.
- Pohjola, M. (2006). Taloustieteilijät ja talouspolitiikka. *Kansantaloudellinen aikakauskirja*, 102(1), 3–4.
- Ramey, V. A. ja Shapiro, M. D. (2001). Displaced capital: A study of aerospace plant closings. *Journal of Political Economy*, 109(5), 958–992.
- Richards, A. (1998). Connecting performance and competitiveness with finance: A study of the chemical industry. Teoksessa A. Arora, R. Landau ja N. Rosenberg (toim.), *Chemicals and long-term economic growth* (s. 461–511). New York: Wiley Interscience.
- Scarpetta, S. ja Tresselt, T. (2004). Boosting productivity via innovation and adoption of new technologies: Any role for labor market institutions? World Bank, Working Paper No. 3273.
- Smith, A. (1933). *Kansojen varallisuus: Tutkimus sen olemuksesta ja tekijöistä* (T. T. Kaila, käännös). Porvoo: WSOY.
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70, 65–94.
- Swan, T. W. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic Record*, 32, 334–361.
- Vickers, J. (1995). Concepts of competition. *Oxford Economic Papers*, 47(1), 1–23.

VIITTEET

¹ Ks. esim. Aghion ja Howitt (1996).

² Ks. Aghion ja Howitt (2006).

³ Ks. myös esim. Caballero ja Hammour (1996); Klette ja Kortum (2004).

⁴ Ks. esim. Grossman ja Helpman (1991); Eaton ja Kortum (2002); Bernard, Jensen ja Schott (2003); Melitz (2003); Bernard ja Jensen (2004); Helpman, Melitz ja Yeaple (2004); Baldwin ja Okubo (2006).

⁵ Suomennokset Toivo T. Kaila (ks. Smith, 1933).

⁶ Kirjoittajat kiittävät professori Paavo Okkoa tästä referenssistä.

⁷ Mm. Barro ja Sala-i-Martin (sivu 352, 1995) kuvaa kasvulaskentatulosten tulkinnan ongelmaa.

⁸ Kireässä kilpailutilanteessa voittojen taso on alempi kuin löysässä kilpailutilanteessa sekä ennen innovaatiota että sen jälkeen. Olennainen näkökohta tässä on se, että kilpailun kiristyminen pienentää innovaation jälkeisiä voittoja vähemmän kuin innovaatiota edeltäviä voittoja.

⁹ Tuottavuutta vahvistavan rakennemuutoksen merkitykseen on kiinnitetty huomiota jo vuosikymmeniä sitten ns. Rehn-Meidner -mallissa.

OSA I

2	MITÄ TUOTTAVUUS ON JA MITEN MITATA SITÄ? <i>Mika Maliranta</i>	29
3	TUOTTAVUUDEN KANSAINVÄLINEN VERTAILU <i>Reijo Mankinen</i>	49
4	PALVELUINNOVAATIOT JA TUOTTAVUUS <i>Mika Pajarinen, Petri Rouvinen ja Pekka Ylä-Anttila</i>	77

2 MITÄ TUOTTAVUUS ON JA MITEN MITATA SITÄ?

Mika Maliranta*

Artikkelissa käydään lyhyesti läpi tuottavuuden mittauksen perusasiat ja tärkeimmät tuottavuuden mitat: työn tuottavuus ja kokonaistuottavuus. Tuore teoreettinen kirjallisuus korostaa sitä, että yritystasolla tapahtuva innovaatiotoiminta vaikuttaa toimialan tuottavuuteen ja kilpailukykyyn erilaisten mekanismien kautta. Näiden mekanismien tunnistaminen ja mittaaminen on tärkeää mm. politiikkatoimien suuntaamista ja mitoitusta suunniteltaessa. Tarvitaan siis sellaisia tuottavuuden mittaustapoja, joissa yritystason ja toimialatason tuottavuuskasvut kytketään yhteen. Yritys- ja toimipaikka-aineistoja hyödyntävät tuottavuuden dekomponointimenetelmät ovat tällaisia kasvututkimuksen välineitä.

Innovaatiotoiminnan vaikutuksista tärkein on tuottavuus. Tuottavuustutkimus on siis paras tapa arvioida innovaatiotoiminnan onnistuneisuutta. Seuraavassa tuottavuuden mittaus esitetään tiivistetysti. Kirjoituksessa käsitellään tuottavuustutkimuksen erilaisia lähestymistapoja: niiden tavoitteita, vahvuuksia ja heikkouksia sekä tulosten tulkintaa. Lähestymistapa on käytännöllinen. Kirjoituksessa tarjotaan myös kirjallisuusviitteitä, joista kiinnostuneet lukijat saavat lisää tietoa menetelmien kehityksen historiasta, teoreettisista taustoista sekä tulosten tulkinnoista.

2.1 TUOTTAVUUDEN MITTAUS

2.1.1 TUOTTAVUUDEN MÄÄRITELMÄ

Tuottavuuden määritelmä on tunnetusti erittäin yksinkertainen – se on tuotoksen ja panoksen välinen suhde. Formaalisti esitettynä:

$$\text{tuottavuus} = \frac{q}{x} \quad (1)$$

jossa q esittää tuotosta ja x panosta. Kaavan molemmat termit mittaavat määriä (kiloja, metrejä, lukumääriä jne.).

Tuottavuusmittoja voidaan tulkita hyvinvoinnin tai teknisen kehityksen näkökulmasta (Hulten, 2001). Kummassakaan tapauksessa yksittäinen kaavalla

* FT, tutkimuspäällikkö, ETLA.

laskettava tuottavuusluku ei tarjoa kiinnostavaa tietoa. Tuottavuuden tutkiminen on pohjimmiltaan vertaamista. Kun vertailtavana on kaksi eri ajankohtaa, kyseessä on tuottavuuden kasvun tutkiminen. Vertailtavana voi myös olla kahden eri yksikön (kansantalous, yritys jne.) tuottavuus samana ajankohtana. Tällöin kyse on suhteellisten tuottavuustasojen tutkimisesta. Joskus näkee epätarkkuutta tai jopa horjuntaa näiden käsitteiden käytössä. Saatetaan puhua ”hyvästä tuottavuudesta”, vaikka edes asiayhteydestä ei käy ilmi, tarkoittaako kirjoittaja tuottavuuden kasvunopeutta vai tuottavuuden tasoa (ja mitä on silloin käytetty vertailukohtana). Jatkossa puhutaan lyhyesti tuottavuuseroista silloin kun tarkoitetaan tuottavuustasojen vertailua eri yksiköiden välillä.

Tuottavuuden mittauksessa on siis pohjimmiltaan aina kyse vertaamisesta. Formaalisti asia voidaan esittää seuraavasti

$$(\text{suhteellinen}) \text{ tuottavuus} = \frac{q_1/x_1}{q_0/x_0} \quad (2)$$

jossa 0 ja 1 viittaavat verrattaviin kohteisiin (ajankohtiin, maihin, yrityksiin jne.).

Tutkijalla on harvoin tietoa tuotoksen fyysisistä määristä. Sen sijaan käytössä on usein rahamääräinen tuotos, esim. nimellinen arvonlisäys, (y), joka on määrä kertaa yksikköhinta, eli

$$\begin{aligned} \text{rahamääräinen tuotos} &= y = q \times p \\ \Leftrightarrow q &= \frac{y}{p} \end{aligned} \quad (3)$$

Vastaavasti myös panoksesta saattaa olla käytettävissä vain rahamääräinen tieto, eli kustannukset

$$\begin{aligned} \text{panoksen kustannukset} &= c = x \times w \\ \Leftrightarrow x &= \frac{c}{w} \end{aligned} \quad (4)$$

Kun tuotoksesta on saatavilla vain rahamääräinen tieto, suhteellinen tuottavuus voidaan tällöin laskea seuraavasti:

$$\frac{y_1/x_1}{y_0/x_0} \frac{p_0}{p_1} = \frac{q_1/x_1}{q_0/x_0} \quad (5)$$

joka saadaan sijoittamalla kaava (3) kaavaan (2) ja järjestelemällä termejä hieman. Tuottavuusluvun laskemisessa tarvitaan siis tieto suhteellisesta hinnasta

$$\text{tuotoksen suhteellinen hinta} = \frac{p_0}{p_1} \quad (6)$$

sekä nimellisestä tuottavuudesta

$$\text{nimellinen tuottavuus} = \frac{y_1/x_1}{y_0/x_0} \quad (7)$$

Jos sekä tuotoksesta että panoksesta on käytettävissä vain rahamääräinen tieto, suhteellinen tuottavuus saadaan seuraavasti:

$$\frac{y_1/w_1}{y_0/w_0} \frac{p_0}{p_1} \frac{w_1}{w_0} = \frac{q_1/x_1}{q_0/x_0} \quad (8)$$

eli nyt laskelmissa tarvitaan tieto myös suhteellisesta panoshinnasta

$$\text{suhteellinen panoshinta} = \frac{w_1}{w_0} . \quad (9)$$

Maksetut työtunnit voidaan laskea palkkasummasta. Laskelmissa tarvitaan vain tieto keskipalkasta.

2.1.2 TUOTTAVUUDEN MITTAUS KÄYTÄNNÖSSÄ

Usein tuottavuuden kehitystä tarkasteltaessa tuottavuusluvut ilmaistaan tietyn kiinteän vuoden hinnoissa. Silloinkin on kyseessä periaatteessa aivan samasta asiasta kuin edellä, mutta tuottavuusluvut muunnetaan teknisesti sellaiseen muotoon, että useita ajankohtia (0, 1, ..., T) voidaan havainnollisesti tarkastella yhdellä kerralla. Perusvuodeksi valitaan esimerkiksi vuosi 0 ja muiden maiden nimelliset tuottavuusluvut käännetään sen vuoden hintoihin käyttäen muunnostekijöinä $p_0/p_1, \dots, p_0/p_T$.

Vertailtaessa tuottavuuden tasoja maiden välillä käytetään mittayksikkönä jotain valuuttaa (tavallisesti USA:n dollaria). Kummassakin tapauksessa kyseessä on kuitenkin vain tuottavuuslukujen tekninen esitystapa.

Kiinteänhintaisten esitettyjä tilastotietoja näkee joskus käytettävän virheellisellä tavalla. Esimerkiksi toimialojen osuuksia tai investointiasteita ei tule mitata kiinteähintaisten tuotoslukujen perusteella vaan osuudet tulee laskea nimellisillä luvuilla (ks. Whelan, 2002). Jopa yritysaineistoja hyödyn-tävissä akateemisissa tutkimuksissa näkee joskus käytettävän kiinteähintaisia tuottavuuslukuja virheellisellä tavalla.

Joskus tuottavuuslukuja käytetään eri toimialojen välisten tuottavuus-tasojen vertailuun. Tällaisten vertailujen tulkinta on kuitenkin jossain määrin hankalaa. Kuten edellä todettiin, tuottavuus on kiinnostava käsite sekä hyvinvoinnin että teknologian tutkimisen kannalta. Kumpikaan näistä näkökulmista ei kuitenkaan sovellu toimialojen välisten tuottavuustasojen vertailuun. Määritelmällisesti eri toimialat keskittyvät eri hyödykkeiden tuottamiseen, joten tällaiset vertailut tarkoittavat "omenoiden" ja "appelsiinien" keskinäistä vertaamista. Teknologioiden vertailun näkökulma ei ole tällöin mielekäs. Tulokset riippuvat suhteellisista hinnoista, jotka määräytyvät erilaisten kysyntä- ja tarjontatekijöiden perusteella. Toimialojen väliset vertailut tasojen suhteen

eivät ole mielekkäitä myöskään hyvinvointinäkökulmasta (Nordhaus, 2002a). Sen sijaan toimialojen väliset erot tuottavuuden **kasvunopeudessa** ovat jo kiinnostavia sekä teknisen kehityksen että hyvinvoinnin kehityksen arvioinnin näkökulmasta (Nordhaus, 2002b).

Tuottavuusmitta on työkalu tai oikeammin kokonainen työkalupakki, jota voidaan käyttää erilaisten tutkimuskysymysten selvittämiseen. Laskelmiin kulloinkin parhaiten sopiva menetelmä ja aineisto riippuvat tutkimuksen tavoitteista. Tuottavuusmittaa käytetään

1. tuottavuuden kehityksen mittaamiseen,
2. eri yksiköiden (kansantalous, yritys jne.) välisten tuottavuustasoerojen mittaamiseen,
3. tuottavuuden kehityksen eri mekanismien tunnistamiseen ja mittaamiseen ja
4. tuottavuuteen vaikuttavien tekijöiden tunnistamiseen ja vaikutusten taloudellisen merkityksen arvioimiseen.

Keskustelu siitä, mikä on paras tuottavuusmitta tai ovatko kansantalouden tilinpitoaineistot parempia kuin yritys- ja toimipaikka-aineistot, ei ole kovin kiinnostavaa. Eri vaihtoehdoilla on erilaisia heikkouksia ja vahvuuksia. Ratkaisu riippuu siitä, mistä asiasta tuottavuustutkimuksella halutaan tietoa. Seuraavassa esitetään eräitä valintaan vaikuttavia näkökohtia.

Kohta 1: Kansantalouden tilinpidon kehikko tarjoaa teoriassa hyvän lähtökohdan tuottavuuden kasvun mittaamiseen. Kansantalouden tilinpidon vaikea haaste on tarjota keskenään johdonmukaiset luvut monista eri asioista, ja tuottavuusluvut ovat vain yksi osa sen erittäin laajaa kokonaisuutta. Käytännön tilastotyössä joudutaan aina tekemään kompromisseja ja erilaisia käytännöllisiä ratkaisuja. Tehdyt ratkaisut eivät ole aina parhaita tuottavuuden mittauksen kannalta, vaikka ne olisivat tilinpidon kokonaisuuden kannalta perusteltuja. Ongelma on kansainvälinen. On pitkälti empiirinen kysymys, kuinka luotettavia tilinpitoaineistot ovat tuottavuuden mittaamisen tarkoitukseen. Huolellinen tuottavuusanalyysi vaatii kriittistä aineistoarviointia. Tilinpidon luvut saattavat muuttua merkittävästi jälkikäteen, mikä nakertaa luottamusta lukujen käyttökelpoisuuteen. Joskus muutokset ovat niin suuria, että ne vaikuttavat jo käsitykseen taloudellisen kehityksen luonteesta ja kehityssuunnista. Joskus muutokset johtuvat siitä, että tilinpidon menetelmiä on parannettu. Tällöin korjausten seuraukset saattavat olla jopa kohtuullisen hyvin ennakoitavissa esimerkiksi talous- tai indeksteorian pohjalta. Tähän palataan tuonnempana.

Kohta 2: Näyttää siltä, että kansantalouden tilinpitoluvut sopivat hyvin heikosti tuottavuuden tasojen toimialoittaiseen vertailuun maiden välillä. Van Ark (1993, s. 64) toteaa seikkaperäisen aineistoanalyysinsä johtopäätöksenä seuraavasti:

"In summary, for cross country comparisons of productivity at sectoral level the use of output and employment figures from the production census is preferred over the national accounts, because of the internal consistency of output and employment data and the greater degree of detail in the census."

Kohta 3: Kun tavoitteena on selvittää perusteellisesti sitä, missä määrin tuottavuuden kasvuluvut johtuvat yritysten teknologisesta kehityksestä ja missä määrin muista tekijöistä (kuten esimerkiksi resurssien uudelleen kohdentumisesta yritysten välillä) tarvitaan yritys- tai vielä mieluummin toimipaikka-aineistoja.

Kohta 4: Kun halutaan tietoa siitä, miten eri tekijät (kuten ICT tai henkilökunnan koulutus) käytännössä vaikuttavat tuottavuuteen, yritys- ja toimipaikka-aineistot tarjoavat kiistattomia etuja kansantalouden tilinpidon karkeisiin toimialatietoihin nähden. Pilat (2004) tarjoaa hyvän katsauksen mikroaineistolla tehtyihin analyysihin, joissa on tutkittu ICT:n erilaisia vaikutuksia. Monet löydöksistä ovat sellaisia, joita on mahdotonta havaita toimiala-aineistoilla ainakaan kovin luotettavasti.

Kun tuottavuustutkimusta tehdään tilinpitoaineistoilla, joudutaan turvautumaan joko vahvoin markkinoiden toimintaa ja yritysten käyttäytymistä koskeviin oletuksiin tai käyttämään sangen pitkiä aikasarjoja. Kumpaankin vaihtoehtoon sisältyy hankalia ongelmia.

Lukemattomat empiiriset tutkimukset ovat osoittaneet kyseenalaiseksi oletuksen siitä, että tuote- ja panosmarkkinoilla vallitsee täydellinen kilpailu. Myöskään kaikki yritykset eivät ole samanlaisia ja tehokkaita (Hulten, 2001; Basu ja Fernald, 2002). Nämä ovat oletuksia, joihin tilinpitoaineistoja käytettäessä tavallisesti tukeudutaan.

Vahvojen oletusten vaihtoehto on käyttää tilinpidon pitkiä aikasarjoja ja aikasarjaekonometrian välineitä. Ongelmana on tällöin se, että eri ajankohtien tiedot eivät ole välttämättä keskenään kovin vertailukelpoisia. Taloudelliset mekanismit ovat saattaneet muuttua ajanoloon ja näiden muutoksien mallintaminen muiden ekonometrisien haasteiden rinnalla on vaikeaa. Myös tilastointimenetelmät ovat kehittyneet ajan kuluessa, mikä myös heikentää eri ajankohdilta saatavien muuttujatietojen keskinäistä vertailtavuutta.

Hienosta kehitystyöstä huolimatta tilinpidon aikasarjatietojen tarkkuus voi olla edelleen merkittävä ongelma erityisesti silloin, kun hyödykkeiden laatu muuttuu erittäin nopeasti, kuten on asianlaita tieto- ja viestintäteknologiatuotteiden kohdalla. Yrityksaineistoja käyttämällä voidaan tällaisia ongelmia ainakin jossain määrin kiertää (Brynjolfsson ja Hitt, 2003).

Parhaaseen tulokseen tilinpitoaineistoilla päästään yleensä silloin, kun aineistoja on saatavilla useista maista ja mielellään vielä useilta toimialoilta (ks. esim. Rouvinen, 2002) (esim. OECD:n STAN-tietokanta on tällainen arvokas tietolähde). Harmonisointipyrkimyksistä huolimatta eri maiden tilastointimenetelmät vaihtelevat kuitenkin edelleen. Esimerkiksi hyödykkeiden laadun

muutosta ei mitata kaikissa maissa yhtä tarkasti. Sen vuoksi kansallisia tilinpitoaineistoja on usein syytä muokata tuottavuuden tutkimukseen paremmin sopiviksi (ks. esim. Pilat, Ahmad ja Schreyer, 2004).

2.1.3 AINEISTOANALYYSIN MERKITYS TUOTTAVUUSTUTKIMUKSESSA

Useimmat tuottavuusanalyysit ovat suhteellisen yksinkertaisia suorittaa. Valmiista aineistoista pystyy nykyaikaisella tietotekniikalla ja ohjelmistoilla laskemaan nopeasti monenlaisia tuottavuusvertailuja. Aineistoanalyysi on usein vaativampi ja vieläpä tulosten luotettavuuden kannalta keskeisempi osa tuottavuusanalyysia.

Arvostettu taloustieteilijä Edward Leamer (1991, s. 56) kuvaa empiirisen taloustieteellisen tutkimuksen tilaa seuraavasti:

”[A] subject that is sadly neglected by economists: the collection and dissemination of economic data. I can think of no other “scientific” discipline that pushes the division of labor so far that the activities of data collection and data analysis are performed by completely separate groups of individuals. This is not a healthy situation. Lacking training in data collection, the data analysts have very little appreciation of how inaccurate the data actually are. Though data analysts may “know” that there are imperfections in the data, they prefer to allocate their scarce time to other problems [...]”

Suomalaisessa tuottavuustutkimuksessa on viime vuosina tehty liian vähän systemaattista ja kriittistä tilastoaineistoanalyysia. Tuorein poikkeus tästä on Lankinen (2005). Kyseinen analyysi keskittyy kuitenkin vain yhteen toimialaan, ravintola- ja hotellialaan. Suomalaisessa tuottavuuskeskustelussa on enemmän keskitetty tuottavuusvertailutulosten erilaisiin epäsuoriin todisteluihin ja spekulointiin.

Tärkein syy tähän asiointilaan lienee se, että huolellinen aineistoanalyysi on isotöistä eikä sitä myöskään arvosteta riittävästi taloustieteilijöiden keskuudessa. Aineistotyöllä saatava tieto lisää tuskaa. Moniin tuottavuusvertailuihin sisältyvä sängen suuri epävarmuus tulee ilmi. Usein aineistoanalyysin tulokset neuvovat tekijäänsä varovaisiin sanankäänteisiin tuottavuustuloksia tulkittaessa, mikä mm. vähentää tulosten julkisuusarvoa. Helposti syntyy eräänlainen ”julkaisuharha”. Parhaiten esille tulevat pelkistetyt ja ehkä jollakin tavalla hälyttävät tulokset.

Aineistoanalyysin avulla voidaan kuitenkin erottaa luotettavalla pohjalla oleva osa tuottavuustuloksista muista tuloksista. Julkisessa keskustelussa ja politiikkatoimenpiteitä suunniteltaessa olisi syytä keskittyä enemmän edellisiin tuloksiin. Aineistojen kehittämisessä pitäisi puolestaan keskittyä siihen jäljelle jäävään epäluotettavaan osaan. Vaihtoehtoisesti voitaisiin miettiä sitä, onko

joitain muita tapoja saada tieto tehokkuuden ja kilpailukyvyn kehittymisestä tai nykytilanteesta. Nykyisin tiedetään jo sangen laajasti, että julkisen sektorin tuottavuuden mittaaminen on heikoilla kantimilla. Vaikka kattavia ja luotettavia tuottavuusaikasarjoja on mahdotonta tehdä, erilaiset tapauskohtaiset tehokkuusanalyysit luovat hyvää pohjaa näiden toimintojen kehittämiseen talouspolitiikan keinoin. Julkisen sektorin kehittäminen lisää hyvinvointia, vaikkei se välttämättä kansantalouden tilinpitolukemissa näkyisikään.

2.2 TYÖN TUOTTAVUUDEN KASVU¹

Seuraavaksi tarkastelemme työn tuottavuuden kehitystä. Työpanos voidaan mitata suoraan (esimerkiksi tehtyjen työtuntien perusteella). Jos taloudessa tuotettaisiin vain yhtä homogeenista tuotetta (tai jos kaikkien tuotteiden määrät muuttuisivat samaan tahtiin), työn tuottavuuden kasvu voitaisiin mitata yksinkertaisesti kaavan (2) avulla.

Todellisuudessa erilaisia tuotteita on tietenkin suuri määrä, ja niiden määrät kehittyvät eri tahtiin. Tuotoksen kasvua voidaan mitata tuotoksen indeksillä, jossa hintojen muutos otetaan huomioon. Kaava (5) voidaan johtaa seuraavaan muotoon:

$$\frac{y_1/x_1}{y_0/x_0} \frac{p_0}{p_1} = \frac{(y_1/y_0)(p_0/p_1)}{x_1/x_0} \quad (10)$$

Työn tuottavuuden muutos (kaavan vasen puoli) saadaan laskettua deflatoidun rahamääräisen tuotoksen (oikean puolen osoittaja) sekä työpanoksen muutoksen (oikean puolen nimittäjä) avulla.

Seuraavassa pyritään havainnollistamaan tuotoksen ja sitä kautta tuottavuuden muutoksen mittausta. Oletetaan kuvitteellinen talous, jossa tuotetaan vain kahta tuotetta: A:ta (esim. paperia) ja B:tä (matkapuhelimia). Tuote A on ns. auringonlaskun tuote, jolle on tyypillistä, että sen tuotannon määrä laskee (tai ainakin kasvaa hitaammin kuin muiden tuotteiden tuotanto). Tuotteella B on puolestaan nopeasti kasvavat markkinat. Empiirinen havainto on, että ns. auringonlaskun tuotteiden hinnat kohoavat nopeammin kuin tuotteiden, joiden markkinat kasvavat nopeasti. Taulukossa 2.1 on annettu tilanteesta esimerkki, jossa yllä mainitut säännönmukaisuudet on otettu huomioon.²

Kun halutaan tutkia tuottavuuden kasvunopeutta, perimmäisen mielenkiinnon kohteena ovat määrät, jotka on taulukossa esitetty tummennettuina. Kahden tuotteen yhteismäärää kunakin vuonna ei voida mitata laskemalla määriä yhteen, koska ne eivät ole yhteismitallisia (esimerkissä ne on mitattu jopa eri mittayksiköissä). Hintoja käytetään arvostuksen mittana ja ne määrittävät (yhdessä tuotosmäärien kanssa) kunkin hyödyketyypin painoarvon tuotosvolyymien muutoksia mitattaessa. Volyymimuutokset voidaan mitata erilaisilla arvostusrakenteilla eli eri indekseillä, jotka saattavat tuottaa erilaisia

tuloksia (ks. esim. Varjonen, 1994). Tuloksien erilaisuus ei kuitenkaan tarkoita sitä, että jotkut indekseistä ovat vääriä tai huonoja (vaan on toinen indeksi heikompi toista). Mikään indeksi ei ole yksiselitteisesti paras kaikkiin tarkoituksiin. Indeksien valinta, aivan kuten aineistonkin valinta, on riippuvainen käyttötarkoituksesta.

Perinteisesti tuotannon määrät on kansantalouden tilinpidossa esitetty ns. kiinteän perusvuoden hinnoin. Ne lasketaan siten, että kunkin vuoden määrät muutetaan rahamittaisiksi käyttämällä tietyn perusvuoden hintoja. Taulukossa 2.2 on esitetty kahdet kiinteähintaiset tuotantoluvut: toisessa on eri vuosien määrät muutettu euroiksi, eli vertailukelpoiseksi käyttämällä vuoden 1 hintoja (5 €/tonni ja 4 €/kpl) ja toisessa käyttämällä vuoden 6 hintoja (12 €/tonni ja 6 €/kpl). Taulukosta nähdään, että tuotannon määrän kasvu kuuden vuoden periodilla näyttää myönteisemmältä, kun perusvuotena käytetään vuotta 1 (vuodesta 1 vuoteen 6 kasvu on 58 prosenttia) kuin jos käytettäisiin vuoden 6 hintoja (kasvu 47 prosenttia). Kummankin mittausmenetelmän ongelma on, että ne eivät ota huomioon rakenteiden muutosta asianmukaisella tavalla. Vuoden 1 painorakenteeseen perustuva mittaus ei ota huomioon sitä, että tuotteen B hinta on laskenut suhteessa tuotteen A hintaan periodin aikana. Koska tuote B oli vuonna 1 suhteellisesti kalliimpi kuin muina vuosina, se saa liian suuren painon yhteismäärän mittauksessa. Tilanne on päinvastainen, kun perusvuotena käytetään vuotta 6.

Parhaiten rakenteiden muutos voidaan ottaa huomioon siten, että käytetään liukuvia painoja, eli tuotosta mitataan ketjuindeksillä. Mitattaessa vuosien 1 ja 2 välistä muutosta käytetään vuoden 1 ja/tai vuoden 2 hintoja. Mitattaessa vuosien 2 ja 3 välistä muutosta käytetään puolestaan vuoden 2 ja/tai vuoden 3 hintoja jne. Ketjuttamalla muutokset saadaan jatkuva sarja, joka kuvaa tuotannon volyymin muutosta vuodesta 1 vuoteen 6. Taulukkoon 2.2 on

Taulukko 2.1 Kuvitteellinen kahden hyödykkeen talous: määrät, hinnat ja arvot kuutena vuotena

	Vuosi						Vuosi 6/ vuosi 1		
	1	2	3	4	5	6		7	8
Määrä									
A (tonnia)	6	7	7	8	8	7	(7/6)=1.17	7	6
B (kpl)	5	7	8	10	11	11	(11/5)=2.20	11	5
Hinta (€)									
A (€/tonni)	5	6	8	9	11	12	(12/5)=2.40	120	5
B (€/kpl)	4	4	5	5	6	6	(6/4)=1.50	3	4
Arvo (€)									
A (€)	30	42	56	72	88	84	(84/30)=2.80	840	30
B (€)	20	28	40	50	66	66	(66/20)=3.30	33	20
Yhteensä (€)	50	70	96	122	154	150	(150/50)=3.00	873	50

laskettu nämä ketjutetut sarjat kahdella vaihtoehtoisella tavalla. Ensimmäinen volyymi-indeksi on laskettu käyttämällä lähtövuoden hintapainoja (Laspeyres) ja toisessa päätevuoden hintapainoja (Paasche).

Ketjuindeksin heikkoudeksi on sanottu sitä, että sen avulla ei saada tuotekohtaisia (tai toimialakohtaisia) määrien tunnuslukuja, jotka summautuisivat yhteismääriksi. Kiinteään perusvuoteen pohjautuvat mittaustavat tuottavat tunnuslukuja, joita on helppo summata. Kiinteähintaisia lukuja on kuitenkin käytetty usein epäasianmukaisella tavalla. Niiden avulla on mm. laskettu toimialarakenteiden muutoksia, mitä ei pidä tehdä, kuten edellä jo todettiin.

Eräissä tilanteissa ketjuindekseillä on oikeita heikkouksiakin. Oletetaan, että vuonna 7 määrät pysyvät vuoden 6 tasolla, mutta tilastojen hintasuhteet muuttuvat dramaattisesti hetkellisesti; esimerkiksi työtaistelun tai tilastovirheen vuoksi. Tuotteen A hinta 10-kertaistuu ja tuotteen B hinta puolittuu. Taulukosta 2.2 nähdään, että sekä kiinteisiin hintoihin että ketjuperiaatteen perustuva volyymimittaus antaa saman tuloksen vuosien 6 ja 7 väliselle muutokselle – määrä ei ole muuttunut, vaikka hinnat ovatkin muuttuneet. Oletetaan, että vuonna 8 talous palaa alkuperäiseen vuoden 1 tilanteeseen sekä määriltään että yksikköhinnoiltaan. Huomataan, että molemmat kiinteähintaisista mittausmenetelmistä osoittavat aivan oikein, että tuotannon volyymi on vuoden 1 tasolla. Sen sijaan toinen ketjuindekseistä näyttää tuotannon volyymien olevan 29 prosenttia korkeampi ja toinen 5 prosenttia pienempi kuin vuonna 1, vaikka sekä tuotantomäärät että yksikköhinnot ovat samat kuin vuonna 1! Toisin kuin ”normaalioloissa” (eli vuosina 1–6) kaksi vaihtoehtoista (Laspeyres ja Paasche) ketjuindeksiä antavat siis tällaisessa tilanteessa keskenään hyvin erilaisen tuloksen.

Taulukko 2.2 Määrien mittaus kiinteähintaisilla arvoilla ja ketjuindekseillä kuvitteellisessa kahden hyödykkeen taloudessa

	Vuosi						Vuosi 6/ vuosi 1	7	8
	1	2	3	4	5	6			
Arvo v. 1 hinnoin									
A (vuoden 1 €)	30	35	35	40	40	35	(7/6)=1.17	35	30
B (vuoden 1 €)	20	28	32	40	44	44	(11/5)=2.20	44	20
Yhteensä (vuoden 1 €)	50	63	67	80	84	79	(79/50)=1.58	79	50
Indeksi, vuosi 1 = 100	100	126	134	160	168	158	(158/100)=1.58	158	100
Arvo v. 6 hinnoin									
A (vuoden 6 €)	72	84	84	96	96	84	(7/6)=1.17	84	72
B (vuoden 6 €)	30	42	48	60	66	66	(11/5)=2.20	66	30
Yhteensä (vuoden 6 €)	102	126	132	156	162	150	(150/102)=1.47	150	102
Indeksi, vuosi 1 = 100	100	124	129	153	159	147	(150/102)=1.47	147	100
Ketjuindeksi, vuosi 1 = 100									
Laspeyres	100	126	133	158	165	153	(153/100)=1.53	153	129
Paasche	100	125	132	156	163	150	(150/100)=150.0	150	95

Käytännössä bruttokansantuotteen volyymin mittaus ei ole yhtä suoraviivaista kuin esimerkki voi antaa ymmärtää. Tuotannon volyymin mittauksessa on rakennemuutosten lisäksi monia käytännön ongelmia: lukuisista tuotteista ei ole käytettävissä määrätietoja, markkinoille syntyy ja markkinoilta katoaa tuotteita, arvonlisäykseen vaikuttavat välituotteiden hintojen muutokset, tuotteiden laatuominaisuudet saattavat muuttua ajan kuluessa jne. Näitä ongelmia ratkotaan tapauskohtaisesti käyttämällä erilaisia menetelmiä. Käytännön ongelmista johtuen mittauks tulokset voivat olla epätarkkoja ja niihin voi sisältyä jopa systemaattista harhaa.

Kiinteähintaisten tunnuslukujen käyttöön liittyvistä ongelmista käytiin Yhdysvalloissa vilkasta keskustelua yli 10 vuotta aikaisemmin kuin meillä.³ Silloin Yhdysvalloissa siirryttiin vuoden 1987 hintoihin pohjautuvasta tuotannon volyymin mittauksesta ketjuperiaatteeseen pohjautuvaan menetelmään. Se muutti merkittäväällä tavalla käsityksiä työn tuottavuuden kehityksestä USA:ssa vuosina 1959–1994. Vanhojen, vuoden 1987 hintoihin perustuvien tuottavuussarjojen perusteella näytti hetken siltä, että Yhdysvaltojen yrityssektorin työn tuottavuuden kasvu oli jatkuvasti kiihtynyt vuoden 1973 jälkeen.

Taulukon 2.3 perusteella innostuminen tuotannon volyymin ja tuottavuuden kasvun kiihtymisestä oli ennenaikaista. Vuosina 1990–1994 työn tuottavuuden keskimääräinen kasvu oli hitaampaa kuin vuosina 1959–1994 ja vain hieman nopeampaa kuin vuosina 1973–1979.

Ketjuindeksiin siirtyminen muutti USA:ssa tuloksia odotetulla tavalla. Teorian perusteella voidaan näet odottaa, että kiinteähintaiseen laskentatapaan perustuva menetelmä aliarvio tuotannon ja tuottavuuden kasvuvauhtia ja yliarvio kasvuvauhtia perusvuoden jälkeen. Kirjallisuudessa tätä kutsutaan substituutioharhaksi. Tämä harha kasvaa myös sitä suuremmaksi, mitä kauemmaksi perusvuodesta siirrytään. Harha on myös sitä suurempi, mitä voimakkaamman rakennemuutoksen talous on kokenut.

Suomalaisessa yritys- ja toimipaikka-aineistoihin pohjautuvassa tuottavuusanalyysissä on sovellettu ketjuindeksiperiaatetta jo useita vuosia sitten. Elektroniikkateollisuuden murros on antanut tälle painavan perusteen. Odotusten mukaisesti Maliranta (2003) havaitsee, että substituutioharha oli erittäin suuri Suomen teollisuudessa 1990-luvulla.

Taulukko 2.3 Työn tuottavuuden vuotuinen kasvu (%) USA:n yrityssektorilla kahdella eri menetelmällä mitattuna

Periodi	Vuoden 1987 hinnoin	Ketjupainoin
1959–1994	1.8	2.0
1960–1973	2.9	3.4
1973–1979	0.7	1.2
1979–1990	1.0	1.1
1990–1994	1.9	1.3

Lähde: "Monthly Labor Review", Bureau of Labor Statistics, October 1995.

2.3. TYÖN TUOTTAVUUDEN TASOJEN MAIDEN VÄLINEN VERTAILU

Työn tuottavuuden tasojen vertailu maiden välillä on periaatteessa hyvin samanlaista kuin työn tuottavuuden kasvun mittaaminen. Lähtökohtana on taas kaava (2). Mutta koska tuotteita on useita, käytännössä mittaus joudutaan suorittamaan tuotoksen (bruttotuotannon tai arvonlisäyksen) arvon kautta. Tuotokset on muunnettava yhteismitalliseksi. On otettava huomioon, että eri maiden tuotokset on mitattu eri rahayksikössä (esim. verrattaessa USA:ta ja Suomea). Ja vaikka vertailtavissa maissa käytettäisiinkin samaa rahayksikköä, on tuottavuuden mittauksessa otettava huomioon myös mahdolliset hintatasaerot.

Koko kansantalouden tasolla tehtävissä vertailuissa tuotoksen muunnokset voidaan perustellusti tehdä käyttämällä ostovoimapariteetteja, jotka mittaavat maiden välisiä hintaeroja kuluttajan näkökulmasta.

Toimialoittaisessa vertailussa on parempi käyttää tuotantopohjaista lähestymistapaa, jossa hintaeroja mitataan tuottajan näkökulmasta. Tätä lähestymistapaa on jo kauan käytetty Groningenin yliopistossa vuosikausia meneillään olleessa vertailuhankkeessa "International Comparison of Output and Productivity". Alun perin vertailussa käytettiin lähinnä teollisuustilastoaineistoja. Näiden primääriaineistojen käytön yksi hyvin merkittävä etu on siinä, että tuotos- ja panosluvut on kerätty samoista yksiköistä, mikä lisää tuottavuuden tasolukujen tarkkuutta. Myöhemmin nimellisten tuottavuustasojen vertailussa on ryhdytty tukeutumaan kansallisiin tilinpitoaineistoihin, vaikka näihin aineistoihin liittyvät ongelmat on tiedostettu jo kauan sitten (ks. sivulla 33 esitetty van Arkin sitaatti).

Tuotannon hintojen mittauksessa käytetään edelleen teollisuustilastotietoja (tai siihen läheisesti kytkeytyvää Prodcum-aineistoa). Mittausmenetelmä lähtee tuotetasolta. Kunkin maan teollisuustilastoista saadaan eri tuotenimikkeistä sekä toimitusten arvot että määrät. Niiden avulla lasketaan yksikköhinnat. Aggregoimalla maiden väliset yksikköhintasuhteet vaiheittain saadaan laskettua hintasuhteet tehtaan portilla toimialoittain sekä koko teollisuudelle.

Hintojen tutkiminen tuottavuusmittausten rinnalla tarjoaa kiinnostavaa tietoa yritystoiminnan kilpailukyvystä. Malirannan (1996) tutkimuksessa ilmeni, että eri teollisuusalojen suhteelliset hintatasot (suhteessa esim. Yhdysvaltoihin) vaihtelivat erittäin paljon. Vuonna 1987 elintarviketeollisuuden hintataso oli lähes kaksinkertainen Yhdysvaltoihin verrattuna. Koko teollisuudessa Suomen hintataso oli lähes 30 prosenttia korkeampi. Sen sijaan paperiteollisuudessa hinnat olivat suurin piirtein samalla tasolla. Jos tätä seikkaa ei oteta huomioon, Suomen paperiteollisuuden tehokkuus näytti paljon heikommalta mitä se todellisuudessa oli. Tutkimuksessa ilmeni, että mitä heikompi oli toimialan

tuottavuus, sitä korkeampi oli toimialan hintataso. Kuluttajat maksoivat siis tehottomuuden korkeampien hintojen muodossa.

Palvelualojen tuottavuustasojen mittaaminen on toistaiseksi ollut sen verran heikoissa kantimissa, että tutkimustiedon pohjalta ei ole voitu esittää luotettavia arvioita tuottavuuden tilasta eri palvelualoilla eikä tuottavuuden tasoa selittävistä tekijöistä. Toimialoittaisten hintatasotietojen puute on ollut yksi keskeisimmistä puutteista palvelujen tuottavuustutkimuksessa. Kuten edellä jo todettiin, suhteellisten hintatasojen on havaittu vaihdelleen erittäin merkittävästi teollisuuden eri toimialoilla. Erot selittyvät mm. kilpailun kireyden eroilla. Odotusten mukaisesti hintataso oli suhteellisesti alin niillä aloilla, joiden yritykset altistuvat kaikkein eniten kansainvälisen kilpailun paineelle. Kilpailutilanne vaihtelee myös eri palvelualoilla. Tästä syystä nykyinen tietopohja ei anna paljon edellytyksiä arvioida, onko joillakin tietyillä palvelualoilla suuria tuottavuusongelmia. Onneksi tilanne on tässä suhteessa paranemassa, sillä EU:n rahoittamassa kansainvälisessä vertailuhankkeessa lasketaan toimialoitaisista hintavertailumittoja myös palvelualoille (ks. <http://www.euklems.net/>).

Jäljellä on kuitenkin se ongelma, että nimelliset tuottavuusmitat (eli arvonlisäyksen ja työpanoksen suhde) on mitattu epätarkasti monissa kansallisissa tilinpitolähteissä. Luvussa 3 Mankinen tarjoaa tästä viitteitä valaisevien esimerkkien avulla.

Edelliseen liittyvä, mutta osin erillinen ongelma on työpanoksen mittaaminen. Monessa mielessä hyvä mitta on todellisten tehtyjen tuntien määrä. Valitettavasti useissa aineistoissa on saatavilla vain työhön osallistuneiden lukumäärä. Luvussa ovat silloin samalla painolla mukana osapäiväiset ja kokopäiväiset työntekijät. Mukana luvussa voivat olla myös sairaus- ja äitiyslomalla olevat.

Toinen vaihtoehto mitata työpanosta on arvioida tehdyt työtunnit maksettujen palkkojen avulla. Jos käytettävissä on hyvät toimialakohtaiset keskipalkkatiedot, palkkasummasta saadaan laskettua maksetut työtunnit. Nämäkin luvut ovat jossain määrin epäluotettavia, sillä ne voivat poiketa tehdyistä todellisista tunneista. Joka tapauksessa osa-aikatyön määrä vaihtelee eri maissa ja eri toimialoilla niin paljon, että on tärkeää yrittää arvioida edes jollakin tarkemmalla tavalla tehtyjä todellisia työtunteja.

2.4 TYÖN TUOTTAVUUDEN KASVU JA YRITYSRAKENTEIDEN MUUTOS

Lähtökohtana on kaava (1), mutta nyt työpanosta käyttää ja tuotosta tuottaa monta yritystä i .

Työn tuottavuus voidaan nyt esittää seuraavasti:

$$\frac{q}{x} = \frac{\sum_i q_i}{\sum_i x_i} = \sum_i \frac{x_i}{x} \frac{q_i}{x_i} = \sum_i lsh_i \times lp_i \quad (11)$$

, jossa

$$\frac{q_i}{x_i} = lp_i \quad (\text{yrityksen } i \text{ työn tuottavuus})$$

$$\frac{x_i}{x} = lsh_i \quad (\text{yrityksen työpanososuus})$$

Työn tuottavuuden muutos periodin 0 ja 1 välillä on:

$$\begin{aligned} \frac{q_1}{x_1} - \frac{q_0}{x_0} &= \sum_{i,1} lsh_{i,1} \times lp_{i,1} - \sum_{i,0} lsh_{i,0} \times lp_{i,0} \\ \Leftrightarrow \frac{q_1}{x_1} - \frac{q_0}{x_0} &= \sum_{i,1} \overline{lsh}_i \times (lp_{i,1} - lp_{i,0}) + \sum_{i,1} (lsh_{i,1} - lsh_{i,0}) \times \overline{lp}_i \end{aligned} \quad (12)$$

, jossa

$$\overline{lsh}_i = \frac{lsh_{i,0} + lsh_{i,1}}{2} \quad (\text{yrityksen } i \text{ keskimääräinen työpanososuus})$$

$$\overline{lp}_i = \frac{lp_{i,0} + lp_{i,1}}{2} \quad (\text{yrityksen } i \text{ keskimääräinen työn tuottavuus})$$

Kaava (12) kertoo siis, että aggregaattitason työn tuottavuuden muutos riippuu: yritysten (painotusta) keskimääräisestä tuottavuuden muutoksesta

$$\sum_{i,1} \overline{lsh}_i \times (lp_{i,1} - lp_{i,0}) \quad (\text{yritysvaikutus})$$

sekä siitä, miten yritysten työpanososuudet ovat kehittyneet, eli osuussiirtymävaikutuksesta:

$$\sum_{i,1} (lsh_{i,1} - lsh_{i,0}) \times \overline{lp}_i \quad (\text{osuussiirtymävaikutus})$$

Osuussiirtymävaikutus on positiivinen silloin, kun korkea työn tuottavuuden taso korreloi positiivisesti panososuussiirtymän kanssa. On syytä huomata, että edellä työn tuottavuutta mitattiin absoluuttisina lukuina. Kasvuluvut ja komponentit voidaan helposti muuttaa asteiksi jakamalla esimerkiksi toimialan työn tuottavuuden tasolla kyseisellä periodilla tai mieluummin periodin 0 ja 1 keskiarvolla, jolloin kaava (12) voidaan esittää muodossa

$$\frac{lp_1 - lp_0}{\overline{lp}} = \frac{\sum_{i,1} \overline{lsh}_i \times (lp_{i,1} - lp_{i,0})}{\overline{lp}} + \frac{\sum_{i,1} (lsh_{i,1} - lsh_{i,0}) \times \overline{lp}_i}{\overline{lp}} \quad (13)$$

Kun tuottavuutta mitataan näin, kasvuluvut ovat hyvin lähellä niin sanottua logaritmista differenssiä, jota käytetään kirjallisuudessa usein tuottavuuden muutosten mittauksessa, eli

$$\frac{lp_1 - lp_0}{lp} \cong \ln \frac{lp_1}{lp_0}$$

Kaavat (12) ja (13) voidaan helposti laajentaa niin, että niissä on mukana markkinoille tulon vaikutus (entry) ja markkinoilta poistumisen vaikutus (exit) (ks. esim. Maliranta, 2003; Maliranta ja Ilmakunnas, 2005).

Suomalaisessa mikroaineistoihin pohjautuvassa tuottavuustutkimuksessa on käytetty sellaisia tuottavuuden hajotelmia, joissa markkinoilta poistumisen vaikutus on positiivinen silloin, kun poistuvien yritysten tuottavuuden taso on alempi kuin jatkavien yritysten tuottavuuden taso. Markkinoille tulon vaikutus on puolestaan positiivinen, jos uusien yritysten tuottavuuden taso on korkeampi kuin vanhojen yritysten tuottavuuden taso. Kirjallisuudessa on käytetty myös muunlaisia hajotelmia, mutta komponenttien tulkinta saattaa olla joissakin tapauksissa merkittävästi erilainen (Maliranta, 2003).

Tuottavuuden kasvun hajotelmat mikroaineistoja käyttäen antavat kiinnostavaa empiiristä tietoa toimialojen ja kansantalouden tuottavuuden kehityksestä. Kuten luvussa 1 todettiin, moderni tuottavuuden kasvua koskeva teoreettinen kirjallisuus korostaa yritysten heterogeenisuutta ja mikrorakenteiden muutoksen merkitystä. Tuottavuuden hajotelmilla saadut tulokset esimerkiksi Tanskasta (Lentz ja Mortensen, 2005) ja Suomesta (Maliranta, 2003; Böckerman ja Maliranta, 2007) kertovat, että yritysten keskimääräinen tuottavuuden kasvuvauhti saattaa olla vain puolet tai jopa alle puolet toimialan tuottavuuden kasvuvauhdista. Ero syntyy siitä, että toimialalle tulee uusia yrityksiä, sieltä lähtee yrityksiä sekä panokset kohdentuvat uudelleen jatkavien yritysten välillä.

Modernissa kirjallisuudessa kilpailun kiristymisen merkkinä pidetään sitä, että tehokkaiden yritysten markkinaosuudet kasvavat tehottomien yritysten kustannuksella. Kaavojen (12) ja (13) osuussiirtymäkomponentit mittaavat juuri tätä mekanismia. Kilpailun kiristymisen aiheuttama yritys rakenteiden muutos pienentää yritysten välistä tuottavuustasojen hajontaa. Toisaalta, kuten luvussa 1 todettiin, kireä kilpailu lisää yleensä innovointia, joka puolestaan lisää yritysten tuottavuustasojen heterogeenisuutta. Tuottavuutta vahvistava rakennemuutos ei ole väliaikainen tuottavuuden kasvumekanismi. Kilpailullisessa markkinaympäristössä innovoidaan jatkuvasti ja siellä tapahtuu tuottavuutta vahvistavaa rakennemuutosta koko ajan.

2.5 TYÖN TUOTTAVUUDEN KASVU JA MUIDEN PANOSTEN KÄYTTÖ

Työn tuottavuus on tärkeä tuottavuusmitta monesta syystä. Ensiksi, työn tuottavuuden mittaamisessa tarvittavat muuttujatiedot ovat yleensä verraten helposti saatavilla ja tiedot ovat usein kohtuullisen tarkkoja. Toiseksi, työpanos

on kansantalouden keskeisimpiä tuotannontekijöitä, joten sen käytön tehokkuus on tärkeä osa kokonaistehokkuutta. Kolmanneksi, työn tuottavuus on läheisessä yhteydessä usein käytettyyn elintason mittariin, joka on kansantuote henkilöä kohti. Siis sekä validiteetti että reliabiliteetti perustelevat työn tuottavuusindikaattorin käyttöä tutkimuksissa. Toisaalta työn tuottavuus on vain osatuottavuus. Myös muiden panosten, kuten esimerkiksi pääoman, merkitys on tärkeää ottaa huomioon (ks. esim. Pohjola, 1996).

Oletetaan, että tuotanto määräytyy yksinkertaisen ja usein käytetyn Cobb-Douglas -tuotantofunktion mukaisesti. Tuotannossa käytetään kolmea tuotantopanosta: työtä (l), pääomaa (k) ja välipanosia (m)

$$q = mfp \cdot l^\alpha k^\beta m^\chi \quad (14)$$

Kokonaistuottavuus on esitetty tässä mfp :llä (**m**ulti-**f**actor **p**roductivity). Oletetaan, että tuotannossa vallitsee vakioiset skaalatuetot, eli

$$\alpha + \beta + \chi = 1$$

Pienen manipulaation jälkeen yhtälö saadaan seuraavaan (logaritmiseen) muotoon:

$$\ln \frac{q}{l} = \ln(mfp) + \beta \ln \frac{k}{l} + \chi \ln \frac{m}{l} \quad (15)$$

Yhtälö kertoo, että työn tuottavuus $\ln(q/l)$ riippuu paitsi (esim. yrityksen) kokonaistuottavuudesta $\ln(mfp)$ myös siitä, kuinka paljon työntekijöillä on käytössään pääomaa, $\ln(k/l)$, ja välipanosia, $\ln(m/l)$.

Yhtälö (15) voidaan esittää myös seuraavassa muodossa:

$$\ln(mfp) = \alpha \ln \frac{q}{l} + \beta \ln \frac{q}{k} + \chi \ln \frac{q}{m} \quad (16)$$

Kaava (16) puolestaan kertoo, että kokonaistuottavuus mfp on työn tuottavuuden, pääoman tuottavuuden ja välipanosuottavuuden painotettu keskiarvo (tarkemmin sanottuna ns. painotettu geometrinen keskiarvo). Parametrit α , β ja χ määräävät kunkin osatuottavuuden painon. Kokonaistuottavuus mfp voidaan esittää myös seuraavasti:

$$mfp = \frac{q}{l^\alpha k^\beta m^\chi} = \frac{q}{x} \quad (17)$$

, jossa jakajana on panosindeksi

$$l^\alpha k^\beta m^\chi = x$$

Usein tutkimuksissa käytetään suppeampaa kokonaistuottavuusmittaa, josta on jätetty välipanos tarkastelun ulkopuolelle. Välipanokset kattavat usein selvästi yli puolet kustannuksista. Koska kokonaistuottavuus on eri osatuotta-

vuuksien painotettu keskiarvo, kuten edellä todettiin, välipanostuottavuudella on siis hyvin merkittävä vaikutus kokonaistuottavuuslukuihin. Tämä saattaa olla ongelma mm. siksi, että välipanoksen määrän mittaaminen on käytännössä vaikeaa ja sen mittaamiseen sisältyy paljon epävarmuutta.

Jos välipanos jätetään tarkastelun ulkopuolelle, tuotosta on luontevaa mitata arvonlisäyksellä. Näin määriteltyä kokonaistuottavuusmittaa merkitään tässä *tfp*:llä (**t**otal **f**actor **p**roductivity).

$$tfp = \frac{q}{l^{\alpha} k^{\beta}} = \frac{q}{x} \quad (18)$$

, jossa jakajana on nyt panosindeksi

$$l^{\alpha} k^{\beta} = x, \text{ ja jossa nyt } \alpha + \beta = 1.$$

Kaavaa (17) tai (18) voidaan soveltaa esimerkiksi maiden välisessä tuottavuuden tuottavuusvertailussa (ks. esim. Maliranta, 1996).

Kokonaistuottavuuden laskemista varten tarvitaan vertailukelpoiset tiedot pääomakannasta. Koska kansallisissa tilinpitoaineistoissa pääomakanta lasketaan vaihtelevin tavoin, maiden välisissä tuottavuusvertailuissa on joskus laskettu harmonisoidut pääomapanosmitat käyttämällä kunkin maan investointisarjoja. Ennen sitä on rahamääräisinä esitetyt investointisarjat muunnettava yhteismitalliseksi. Tähän tarkoitukseen soveltuu investointihyödykkeiden ostovoimapariteetit (ks. Maliranta, 1996, s. 103–120).

Kaavaa (17) tai (18) voidaan käyttää myös tuottavuuden hajotelmamenetelmässä. Kaavoja (12) ja (13) voidaan siis käyttää myös työn tuottavuuden lisäksi myös kokonaistuottavuuden muutoksen mikrorakennekomponenttien laskemiseen. Maliranta (2003) ja Böckerman ja Maliranta (2007) havaitsivat, että tuottavuutta vahvistavan rakennemuutoksen suhteellinen merkitys on suurempi kokonaistuottavuudelle kuin työn tuottavuudelle. Tulokset kertovat siitä, että sekä työn että pääoman uudelleen kohdentuminen on tärkeää toimialojen tuottavuuden kasvulle.

Kokonaistuottavuuden mittaaminen on läheisessä yhteydessä kasvulaskentaan. Menetelmä on esitetty lukuisissa kirjoituksissa. Teknisistä yksityiskohdista ja menetelmän käyttöön liittyvistä taustaoletuksista kiinnostuneille referenssiksi voi suositella esimerkiksi Jalavan ja Pohjolan (2003) kirjoitusta.

Kasvulaskenta on laskentakehikko, jolla tiettyjen oletusten vallitessa talouskasvu voidaan osittaa osatekijöihin. Osatekijät koostuvat tuotantopanosten määristä ja laadusta. Kokonaistuottavuuden muutos on se osa tuotannon kasvusta, joka jää selittämättä panosten määrän ja laadun muutoksen perusteella. Tietyin oletuksin se kuvaa teknisen kehityksen vauhtia. Joka tapauksessa kokonaistuottavuuden muutos on tärkeä hyvinvoinnin muutoksen mitta (Hulten, 2001).

Kasvulaskennalla voidaan mitata työpanoksen ja pääomapanoksen laadun muutosta. Työpanoksen laadun muutoksen laskemiseksi työpanos jaetaan

erillisiin ryhmiin työntekijöiden eri ominaisuuksien perusteella. Esimerkiksi Maliranta (2003) jakaa työntekijät 140 ryhmään työntekijä iän, sukupuolen, koulutusryhmän ja sektorin mukaan. Työpanoksen laatu paranee, jos korkea-palkkaisten työntekijäryhmien osuus kasvaa. Maliranta (2003) havaitsi, että työpanoksen keskimääräinen laatu parani erittäin nopeasti lamavuosina. Tämä selittyy suurelta osin sillä, että nuorten määräaikaisia työsuhteita lakattiin uusimasta eikä uusia rekrytoitu kovin paljon. Nuorten työvoimaosuus pieneni. Koska nuorten palkkataso on keskimäärin alhainen, kasvulaskentamenetelmän oletusten mukaisesti työpanoksen keskimääräinen laatu näytti kohoavan. Elpymisen vuosina 1990-luvun alun jälkeen työpanoksen laadun kasvuvauhti aleni, kun yritykset palkkasivat edullista nuorta työvoimaa.

Mikroaineistoihin perustuvan tuottavuustutkimuksen valossa kasvulaskennan antama kuva työpanoksen laadun kehityksestä lamavuosina on virheellinen. Kaikkien suomalaisten ja useimpien kansainvälisten tutkimusten mukaan nuorten työntekijöiden suhteellinen tuottavuus on korkeampi kuin heidän suhteellinen palkkatasonsa, mikä on vastoin kasvulaskennan oletuksia (ks. esim. Hellerstein ja Neumark, 2004; Ilmakunnas, Maliranta ja Vainiomäki, 2004; Ilmakunnas ja Maliranta, 2005).

2.6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Työn tuottavuus ja kokonaistuottavuus ovat tuottavuusanalyysin kaksi tärkeää mittaa. Niiden avulla voidaan tutkia tuottavuuden kasvua tai tuottavuuden tasojen eroja maiden välillä. Tuottavuusmitat ovat sangen yksikertaisia ja tuottavuuden mittaaminen sinänsä on helppoa. Tuottavuusanalyysin suurimmat haasteet liittyvät aineistojen laatuun sekä tulosten tulkintaan.

Tuottavuuden mittaaminen on kuitenkin vain väline, jonka avulla voidaan tutkia vielä tärkeämpiä kysymyksiä: Mitkä tekijät vaikuttavat tuottavuuteen ja millaisten mekanismien välityksellä tuottavuus paranee? Tuottavuustekijöiden selvittämisessä on yhä enemmän siirrytty käyttämään yritys- ja toimipaikka-aineistoja. Sen lisäksi, että tällaisilla aineistoilla voidaan tutkia toimialojen tuottavuutta, ne tarjoavat mahdollisuuden tutkia monia sellaisia tuottavuustekijöitä, joita ei voida kovin luotettavasti tutkia toimiala-aineistoilla. Tuottavuuskasvun mikrotason dynamiikka tai tieto- ja viestintäteknologian tuottavuusvaikutukset ovat esimerkkejä tällaisista kysymyksistä.

Suomalaisessa sekä kansainvälisessä tuottavuuskeskustelussa on viime aikoina ollut esillä kasvulaskentaan pohjautuva analyysi. Parhaimmillaan se tarjoaa hyvän yleiskuvauksen talouskehityksen yleispiirteistä. Tuloksia tulkittaessa on kuitenkin hyvä pitää mielessä professori Matti Pohjolan vuonna 1996 esittämä sangen osuva arvio kasvutilinpidon käyttöarvosta:

”Kasvutilinpito ei [...] sovellu sen paremmin kasvumenestyksemme erittelyyn kuin kasvu- ja teknologiapolitiikankaan arviointiin. Se voi johtaa peräti harhaisiin näemyksiin tilanteissa, joissa menetelmän oletukset eivät ole voimassa. Esimerkkinä voi mainita teollisilla toimialoilla viive vuosina tapahtuneen työn ja kokonaistuotavuuden voimakkaan kasvun. Mielestäni on virheellistä tulkita tämän olevan seurausta teknologisen kehityksen nopeutumisesta”. (Pohjola, 1996, s. 78)

Tuottavuuteen vaikuttavien tekijöiden ja tuottavuuden kasvumekanismien identifiointi ja tulosten tulkinta vaatii teoriataustaksi modernia schumpe-teriläistä kasvuteoriaa, aineistoksi yritys- tai usein mieluummin toimipaikkapaneeliaineistoja, työvälineeksi modernia mikroekonometriaa tai tuottavuuden dekomponointimenetelmiä (ks. esim. van Ark ja Inklaar, 2005).

Näillä aineksilla on saatu aikaisempaa realistisempi kuva esimerkiksi Suomen teollisuuden suuresta tuottavuusharppauksesta viime vuosisadan viimeisellä kvartaalilla. Suomalainen tuottavuustutkimus on mm. osoittanut, että harppaus käynnistyi jo 1980-luvun jälkipuoliskolla kiihtyvän toimipaikkarakenteiden muutoksen välityksellä. Tuolloin Suomeen perustettiin suuri määrä uusia toimipaikkoja, joissa otettiin käyttöön uusinta teknologiaa. Nämä investoinnit eivät olleet niin tehottomia, miltä ne äkisti päältäpäin katsoen näyttivät. Myönteiset vaikutukset tulivat viiveellä. Tuottavuutta vahvistava rakennemuutos ei ollut myöskään vain konkurssseja, toimipaikkojen lopettamisia ja työpaikkojen tuhoutumista. Enemmän kuin toinen puoli oli uusien, aikaisempaa tuottavampien työpaikkojen synnyttämistä.

Talous- ja elinkeinopolitiikan suunnittelun tueksi tarvitaan yritys- ja toimipaikka-aineistoja hyödyntävää tuottavuustutkimusta – oli sitten kyse tutkimus- ja kehitysmenojen, tieto- ja viestintäteknologian tai koulutuksen tuottavuusvaikutuksista tai tuottavuuskasvun mikrotason dynamiikasta. Suomen Tilastokeskuksen tutkimuslaboratorion laajat yritys- ja toimipaikkapaneeliaineistot tarjoavat tutkijoille kansainvälisesti vertaillen harvinaislaatuiset mahdollisuudet tehdä eturintaman tuottavuustutkimusta.

KIRJALLISUUS

- Basu, S. ja Fernald, J. G. (2002). *Aggregate productivity and aggregate technology*. *European Economic Review*, 46, 963–991.
- Brynjolfsson, E. ja Hitt, L. M. (2003). *Computing productivity: Firm-level evidence*. *Review of Economics & Statistics*, 85(4), 793–808.
- Böckerman, P. ja Maliranta, M. (2007). *The micro-level dynamics of regional productivity growth: The source of divergence in Finland*. *Regional Science and Urban Economics*, 37(2), 165–182.
- Hellerstein, J. K. ja Neumark, D. (2004). *Production function and wage equation estimation with heterogeneous labor: Evidence from a new matched employer-employee data set*. NBER, Working Paper No. 10325.
- Hulten, C. (2001). *Total factor productivity: A short biography*. Teoksessa C. R. Hulten, E. R. Dean ja M. J. Harper (toim.), *New developments in productivity analysis*. Chicago: University of Chicago Press (for NBER).
- Ilmakunnas, P. ja Maliranta, M. (2005). *Technology, labour characteristics and wage-productivity gaps*. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 67(5), 623–644.
- Ilmakunnas, P., Maliranta, M. ja Vainiomäki, J. (2004). *The roles of employer and employee characteristics for plant productivity*. *Journal of Productivity Analysis*, 21, 249–276.
- Jalava, J. ja Pohjola, M. (2003). *Tieto- ja viestintäteknologian kvantifiointi – haasteita tilastoinnille ja tutkimukselle*. *Kansantaloudellinen aikakauskirja*, 99(3), 255–265.
- Lankinen, H. (2005). *Toisin kuin valtioneuvoston selvitys väittää: Suomen hotelli- ja ravintola-alan työn tuottavuus kestää vertailun*. *Kansantaloudellinen aikakauskirja*, 101(4), 518–522.
- Leamer, E. E. (1991). *Comment on Keith Maskus, "Comparing international trade data and product and national characteristics data for the analysis of trade models"*. Teoksessa P. Hooper ja J. D. Richardson (toim.), *International economic transactions: Issues in measurement and empirical research* (s. 56–60). Chicago: University of Chicago Press.
- Lentz, R. ja Mortensen, D. T. (2005). *An empirical model of growth through product innovation*. NBER, Working Papers No. 11546.
- Maliranta, M. (1995). *Elintason ja tuottavuustason kansainvälinen vertailu. Menetelmät, aineistot ja tuloksia*. Tilastokeskus ja Tuottavuudella tulevaisuuteen -ohjelma.
- Maliranta, M. (1996). *Suomen tehdasteollisuuden tuottavuus; kansainvälinen tasovertilau (productivity in finnish manufacturing: An international comparison)*. Helsinki: Statistics Finland, Tutkimuksia 215.
- Maliranta, M. (2003). *Micro level dynamics of productivity growth. An empirical analysis of the great leap in finnish manufacturing productivity in 1975–2000*. The Research Institute of the Finnish Economy (Etla), Series A 38 (available at http://www.etla.fi/files/1075_micro_level_dynamics.pdf). Helsinki.
- Maliranta, M. ja Ilmakunnas, P. (2005). *Decomposing productivity and wage effects of intra-establishment labor restructuring*. HECER, Discussion Papers No. 85. Helsinki.
- Nordhaus, W. D. (2002a). *Alternative methods for measuring productivity growth including approaches when output is measured with chain indexes*. Julkaisematon käsikirjoitus, June 24.
- Nordhaus, W. D. (2002b). *Productivity growth and the new economy*. *Brookings Papers on Economic Activity*(2), 211.
- Pilat, D. (2004). *The ICT productivity paradox: Insights from micro data*. OECD Economic Studies, 38(1), 37–65.
- Pilat, D., Ahmad, N. ja Schreyer, P. (2004). *Measuring ICT diffusion in OECD countries*. *Économie internationale*, 98(8), 11–34.
- Pohjola, M. (1996). *Tehoton pääoma. Uusi näkökulma taloutemme ongelmiin*. Porvoo: WSOY.
- Rouvinen, P. (2002). *R&D-productivity dynamics: Causality, lags, and 'dry holes'*. *Journal of Applied Economics*, 5(1), 123–157.
- van Ark, B. (1993). *International comparisons of output and productivity: Manufacturing productivity performance of ten countries from 1950 to 1990*. Monograph series, no. 1, groningen university (<http://ggdc.eldoc.Ub.Rug.Nl/root/resmon/no.1/>).
- van Ark, B. ja Inklaar, R. (2005). *Catching up or getting stuck? Europe's trouble to exploit ict's productivity potential*. University of Groningen, Research Memorandum GD–79.
- Varjonen, S. (1994). *Kiinteähintaisen bruttokansantuotteen laskentavaihtoehdot*. Teoksessa E. Pahkinen ja V. Ritola (toim.), *Suhdannekiänne ja taloudelliset aikasarjat*. Tilastokeskus, tutkimuksia 210.
- Whelan, K. (2002). *A guide to U.S. Chain aggregated nipa data*. *Review of Income and Wealth*, 48(2), 217–233.

VIITTEET

¹ Tämä luku pohjautuu suurelta osin raportissa Maliranta (1995) esitettyyn alalukuun 1.3.1.

² Vuosien 1–6 osalta esimerkki on lainattu Allan H. Youngin kirjoituksesta (Survey of Current Business, April 1992).

³ Ks. esim. Business Week, July 31, 1995 ja Survey of Current Business, July, 1995. Ks. myös Varjonen (1994).

3 TUOTTAVUUDEN KANSAINVÄLINEN VERTAILU

Reijo Mankinen*

Artikkelissa tarkastellaan tuottavuuden kehitystä Suomessa verrattuna muihin EU- ja OECD-maihin. Vertailu kattaa sekä palvelutoimialat että teollisuuden, rakentamisen ja alkutuotannon. Tutkimusaineistona käytetään OECD:n ja EU:n tilastoja sekä vastikään Valtioneuvoston kanslialle ja Keskuskauppakamarille tehtyjen palvelusektorin tuottavuutta koskeneiden selvitysten aineistoja. Artikkeliki antaa taustaa kirjan muille luvuille ja tunnistaa tuottavuuskehityksen kannalta kriittiset toimialat.

Kasvuteorioiden mukaan pitkän aikavälin talouskasvu riippuu erityisesti kokonaistuottavuuden kehityksestä (ks. esim. Howitt, 2004). Kokonaistuottavuuden kasvu puolestaan riippuu pitkälti teknologisesta kehityksestä. Uuden ja ns. schumpeteriläisen kasvuteorian mukaan tuottavuuden kehitykseen voidaan vaikuttaa talouspolitiikalla (ks. luku 1). Kansainvälisten tuottavuusvertailujen avulla voidaan arvioida sitä, kuinka hyvin eri maat ovat onnistuneet kasvupolitiikassaan.

Tuottavuustarkasteluissa käsitellään yleensä työn- ja pääomantuottavuutta sekä niistä johdettua kokonaistuottavuutta. Tässä artikkelissa rajoitutaan pelkästään työn tuottavuuden kansainväliseen vertailuun, sillä pääoman tuottavuuden laskemiseen tarvittava kansainvälinen tilastomateriaali on vielä melko puutteellinen.

Normaalisti työn tuottavuus lasketaan tuotannon määrän suhteella tehtyihin työtunteihin. Tuotannon määrä voidaan laskea joko arvonlisäyksestä tai tuotoksesta. Vuonna 2006 Suomen talous- ja tuottavuustilastoinnissa tehtiin kaksi uudistusta; arvonlisäyksen volyymiä ryhdyttiin laskemaan käyttämällä ns. kaksoisdeflatointi-menetelmää ja volyymien mittauksessa alettiin käyttää kiinteän perusvuoden sijasta ns. ketjuindeksiä (ketjuindeksi on selitetty luvussa 2). Kaksoisdeflatoinnissa tuotoksen ja välituotepanoksen volyymit lasketaan erikseen, ja niiden pohjalta lasketaan arvonlisäyksen volyymi.¹ Vaikka näin laskettu arvonlisäyksen volyymi on periaatteessa hyvä tuotannon mitta työn tuottavuuden mittauksessa, varsinkin tarkalla toimialatasolla se voi olla käytännön syistä joskus epätarkka. Tässä artikkelissa tilastomateriaali perustuu vielä Suomen ja useimpien muiden maiden osalta pääosin ns. vanhaan arvonlisäyksen mittaukseen, joten tuotanto on määritelty arvonlisäyksenä.

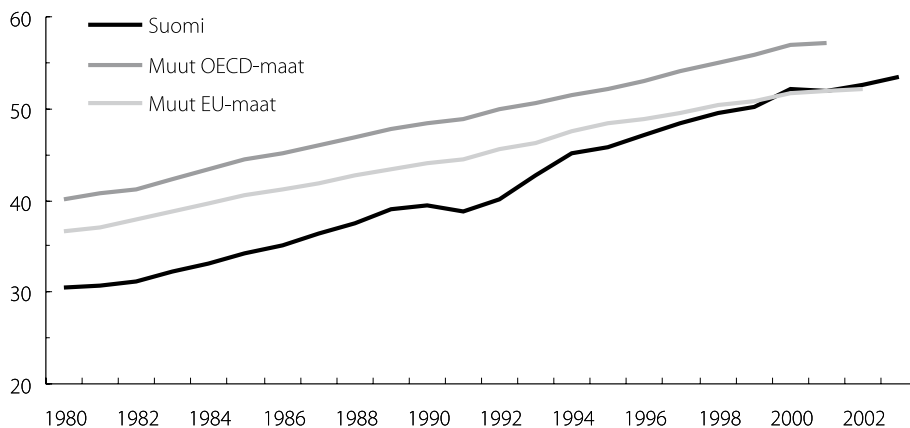
* VTK, tutkija, ETLA.

OECD:n STAN-tietokannasta ei ole saatavilla tehtyjä työtunteja kaikille vertailumaille, joten seuraavassa työpanos määritellään työntekijöiden määrän perusteella (tosin käsiteltäessä Groningenin yliopiston keräämää aineistoa, työpanoksena on käytetty tehtyjä työtunteja). Tuottavuuden tasoa laskettaessa on käytetty OECD:n ostovoimapariteetteja (ns. konversiokertoimia), jotta tuotannon maiden väliset hintatasoerot voidaan ottaa huomioon ja tuotosmitat näin keskenään vertailukelpoisiksi. Ostovoimapariteettien avulla saadaan selville maiden väliset hintaerot kulutuksen puolelta. Tuottavuuden mittauksen näkökulmasta ne eivät kuitenkaan ole aivan ihanteellisia, koska ne eivät kerro luotettavasti maiden välisiä tuotannon hintaeroja (ks. luku 2). Epätarkkuus johtuu mm. siitä, että maiden välillä voi olla merkittäviä eroja välillisten verojen ja tukipalkkioiden määrissä.

Työn tuottavuus parani Suomessa keskimäärin 2.7 prosenttia vuodessa tarkasteluajanjaksolla 1980–2003. Vertailumaista ainoastaan Koreassa ja Ranskassa kasvu oli nopeampaa. Osaksi tämä johtuu siitä, että tuottavuuden taso oli Suomessa vuonna 1980 selvästi vertailumaiden keskitasoa alempi (ks. kuvio 3.1). Muissa EU-maissa sekä OECD-maissa työn tuottavuuden kasvu oli keskimäärin vain 1.6–1.7 prosenttia. Suomen työn tuottavuuden kehitys oli vertailumaiden kärkipäässä myös useimmilla toimialoilla vuosina 1980–2003. Nopean tuottavuuskehityksen ansiosta Suomen tuottavuuden taso oli kohonnut vuoteen 2003 mennessä jo EU-maiden keskitasolle. Muissa OECD-maissa tuottavuuden taso oli vielä jonkin verran korkeampi.

Työn tuottavuuden kehitys vaihtelee toimialojen välillä merkittävästi. Suomessa työn tuottavuus teollisuudessa on aivan vertailumaiden kärkipäässä, sen sijaan palvelutoimialoilla ja rakentamisessa sijoitumme keskitasolle (ks.

Kuvio 3.1 Koko kansantalouden työn tuottavuuden (arvonlisäys per työntekijä) taso vuosina 1980–2003



Mitattu tuhansina vuoden 2002 euroina, ostovoimapariteettikorjaus.

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

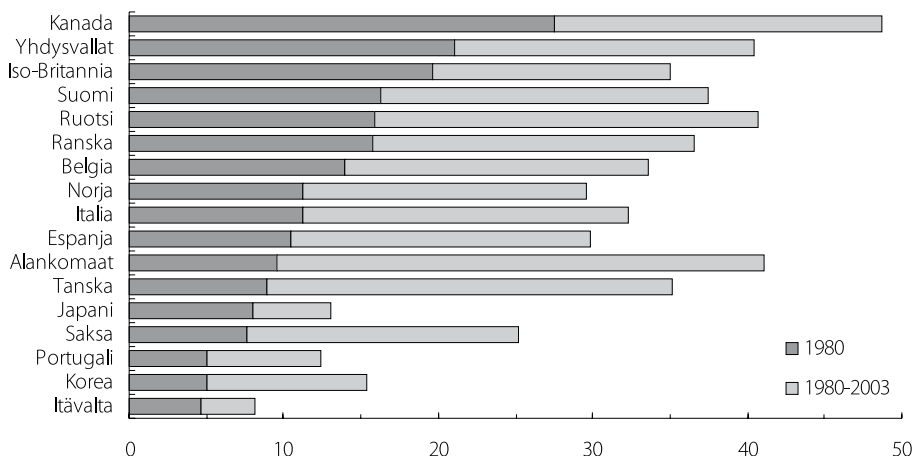
kuviot 3.2–3.6). Toimialoittaista tuottavuuden tasovertailua rajoittaa sopivien ns. konversiokertoimien puute. Tästä syystä maiden välisiä hintatasoeroja ei pystytä kaikissa tapauksissa ottamaan huomioon luotettavasti. Ostovoimapariteettihan lasketaan huoltotaseen kysyntäerien avulla koko tuotannolle, ja ne eivät välttämättä ole riittävän tarkkoja sektorien tai toimialojen vertailuun. Seuraavassa esitetyt eri maiden sektorien vertailut ovat siten luonteeltaan ”suuntaa antavia”.

Toimialoittaista maiden välistä tuottavuusvertailua on kehitetty muun muassa Groningenin yliopistossa (ks. esim. van Ark ja Timmer, 2001). Toimialojen tuotannon määrä on pyritty saamaan yhteismitalliseksi ottamalla käyttöön menetelmä, jolla maiden väliset hintaerot voidaan ottaa huomioon asianmukaisella tavalla. Tämä ns. yksikköarvosuhteiden (*unit value ratio*) laskemiseen perustuva menetelmä on erittäin suuritöinen, mutta sen tuloksia on pidetty yleisesti melko luotettavina (ks. esim. Maliranta, 1996). Toistaiseksi näitä konversiokertoimia on laskettu lähinnä vain teollisuuden toimialoille. Palvelutoimialojen vertailuun käytettäviä kertoimia on kehitteillä, ja näillä näkymin niitä julkaistaan vuoden 2007 aikana.

3.1 ALKUTUOTANTO

Suomessa työn tuottavuus alkutuotannossa oli vuonna 1980 vertailumaiden kärkipäässä arvonlisäyksen ostovoimapariteetilla (PPPs for GDP) mitattuna. Vastaavasti tuottavuuden muutos 1980–2003 jäi vaimeaksi vertailumaihin nähden.

Kuvio 3.2 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta euroa) taso alkutuotannossa vuosina 1980 ja 2003



Mitattu vuoden 2002 euroina, ostovoimapariteettikorjaus.

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

Tarkastelujaksolla tuottavuus kohosi muissa maissa keskimäärin 4 prosenttia, Suomessa 3.7 prosenttia. Tuottavuuden kasvua on vauhdittanut erityisesti maatalouden koneellistuminen ja tilakoon kasvu.

3.2 TEOLLISUUS

Arvonlisäyksen ostovoimapariteettien (PPPs for GDP) mukaan tuottavuuden taso Suomen teollisuudessa oli vuonna 2003 kolmanneksi korkein Yhdysvaltojen ja Belgian jälkeen.

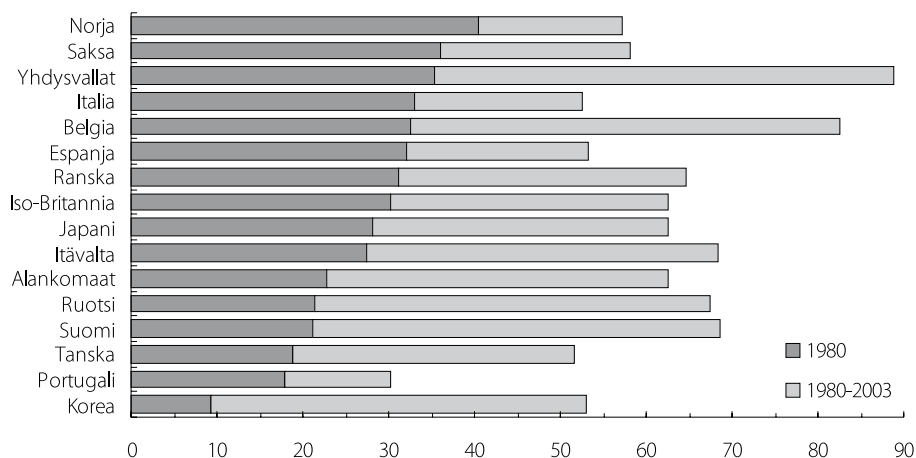
Vuonna 1980 sijoituimme vielä selvästi vertailumaiden keskiarvon alapuolelle. Teollisuuden suhteellisen aseman kohentuminen selittyy poikkeuksellisen voimakkaalla tuottavuuden kasvulla; vuosina 1980–2003 työn tuottavuus kohosi Suomessa keskimäärin 5.2 prosenttia vuodessa. Ainoastaan Koreassa tuottavuuden kasvu oli hivenen nopeampaa.

Seuraavassa tarkastelussa on käytetty Groningenin yliopistossa kehitetyn menetelmän mukaan laskettuja yksikköarvosuhteita (*unit value ratio*). Niiden avulla kunkin toimialan arvonlisäys on muutettu yhteiseen valuuttaan.

Tällä menetelmällä laskettuna Suomen suhteellinen asema tuottavuusvertailussa paranee jonkin verran ostovoimapariteettilaskelmiin verrattuna. Belgia ja Yhdysvallat ovat edelleen kärjessä, mutta Suomi ei ole kovin merkittävästi jäljessä. Groningenin vertailujen mukaan Ruotsi jää selvästi Suomen taakse.

Toimialatasolla työn tuottavuuden taso oli Suomessa vuonna 2003 vertailumaiden korkein puu- ja paperiteollisuudessa. Vuonna 1980 molemmilla

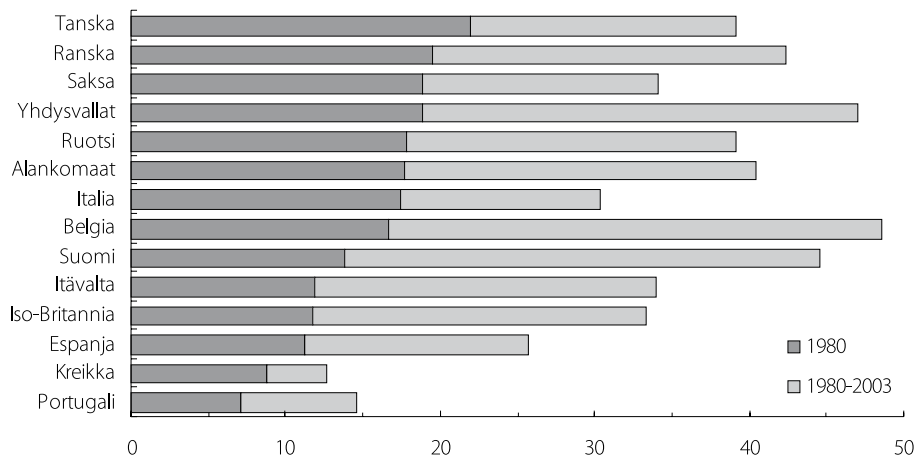
Kuvio 3.3 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta euroa) taso teollisuudessa vuosina 1980 ja 2003



Mitattu tuhansina vuoden 2002 euroina, ostovoimapariteettikorjaus.

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

Kuvio 3.4 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per tehty työtunti, dollaria) taso teollisuudessa vuosina 1980 ja 2003



Mitattu vuoden 1997 dollareissa, yksikköarvosuhteilla korjatut hintaerot.

Lähde: Groningenin yliopisto.

toimialoilla Suomen tuottavuuden taso oli vielä vertailumaiden keskitason tuntumassa. Nopeaa kehitystä selittävät toimialojen mittavat investoinnit ja panostus tutkimukseen ja tuotekehitykseen.

Tietoliikennelaitteiden tuotannossa Suomen tuottavuuden taso oli toiseksi korkein Yhdysvaltojen jälkeen. Myös tällä toimialalla tuottavuuden muutos oli Suomessa selvästi nopeampaa kuin vertailumaissa vuosina 1980–2003. Sähköteknisen teollisuuden tuottavuuden korkea taso on seurausta Nokian onnistuneesta strategiasta ja kasvavista kansainvälisistä markkinoista. Suomi oli tällä toimialalla innovaatioiden ja tuotekehityksen eturintamassa jo heti matkapuhelinmarkkinoiden syntyessä 1990-luvun alkupuoliskolla.

Taulukko 3.1 Teollisuuden toimialojen tuottavuuden (arvonlisäys per tehty työtunti, dollaria) taso vuonna 2003, Suomi ja OECD-maiden painottamaton keskiarvo

Tehdasteollisuus	Arvonlisäys / työtunti		Tuottavuuden taso Suomi / OECD, %
	Suomi	OECD keskimäärin	
Kemianteollisuus	61.7	68.3	-9.6
Muovi- ja kumiteollisuus	38.5	41.9	-8.1
Tekstiili-, vaatetus- ja nahkateollisuus	21.6	21.5	0.8
Kone- ja laitteeteollisuus	31.2	30.7	1.7
Metallituoteteollisuus	37.6	36.1	4.1
Elintarvike- ja juomateollisuus	35.4	33.8	4.6
Metallin perusteollisuus	60.8	43.1	41.1
Puuteollisuus	41.1	26.0	58.4
Paperiteollisuus	83.8	49.7	68.5
Elektroniikkateollisuus	75.9	32.6	132.4

Mitattu vuoden 1997 dollareissa, yksikköarvosuhteilla korjatut hintaerot.

Lähde: Groningenin yliopisto.

Metallin jalostuksessa Suomi sijoittuu myös vertailumaiden kärkikastiin, sen sijaan muilla teknologiateollisuuden toimialoilla sijoitus jää vertailumaiden keskitasolle.

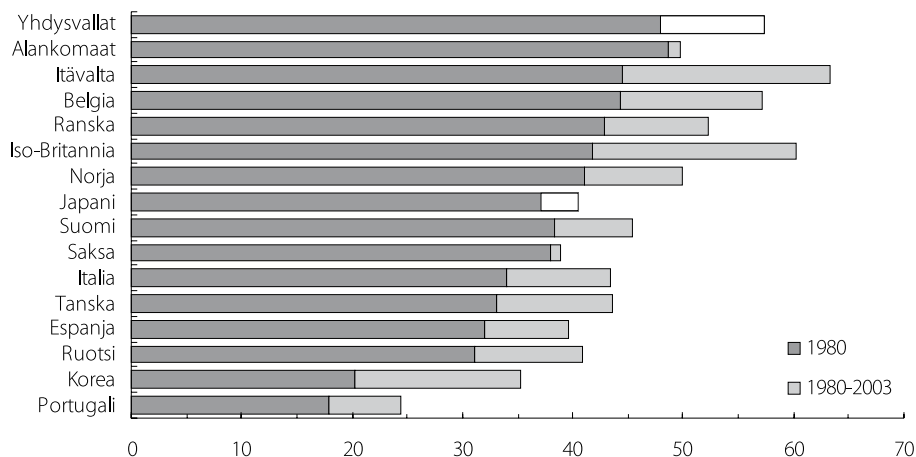
Kemikaalien sekä kumin ja muovin valmistuksessa, elintarviketeollisuudessa sekä tekstiili- ja vaatetusteollisuudessa Suomi sijoittui vertailumaiden keskiarvon tuntumaan tai sen alle (taulukko 3.1).

3.3 RAKENNUSTUOTANTO

Rakennustoiminnassa työn tuottavuuden kasvu on ollut tyypillisesti hidasta. Joissakin maissa (Yhdysvallat ja Japani) tuottavuus on jopa alentunut tarkastelujaksolla 1980–2003. Toisaalta tuloksia tulkittaessa on pidettävä mielessä, että tällä toimialalla tuotannon volyymin muutoksen mittaukseen liittyy ilmeisesti normaalia suurempia ongelmia.

Tuoreessa tutkimuksessa kritisoidaan voimakkaasti nykyistä laskentamenetelmää ja päädytään Suomen osalta lähes 20 prosenttia nykyistä korkeampaan tuottavuuden tasoon (ks. Vainio ym., 2006).

Kuvio 3.5 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta euroa) taso rakennustoiminnassa vuosina 1980 ja 2003²



Mitattu vuoden 2002 euroissa, ostovoimapariteettikorjaus.

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

3.4 PALVELUTOIMIALAT

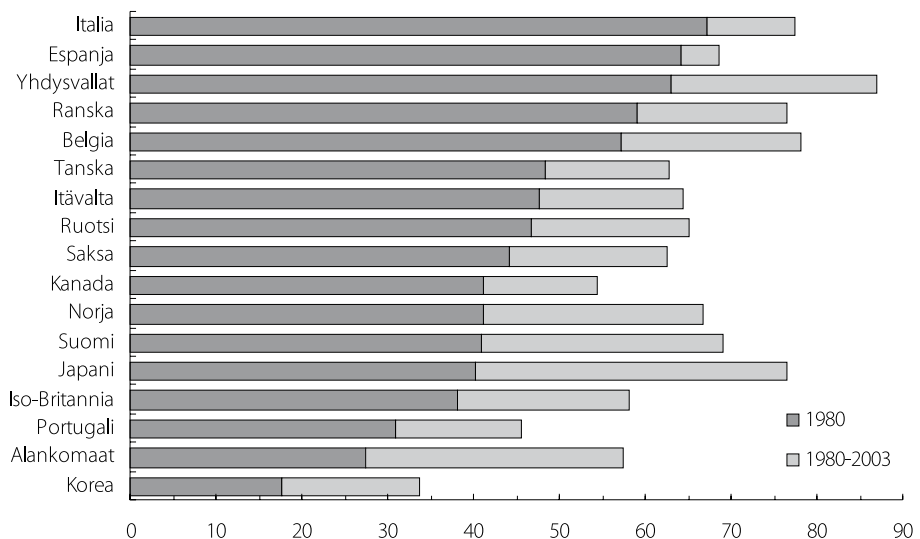
Työn tuottavuuden tasojen mittaamisessa on useita ongelmia (ks. luku 2 sekä Mankinen, Rouvinen ja Ylä-Anttila, 2002). Palvelutoimialoilla erityisesti tuotannon määrän mittaaminen on joissakin tapauksissa selvästi teollisuutta

vaikeampaa. Erityisesti ongelma koskee tuotannon laatukomponenttia. Erityisenä vaikeutena on maiden välisten tuotannon hintaerojen mittaaminen asianmukaisella tavalla. Seuraavassa tuotannon toimialtoittaiset arvot on muutettu samaan valuuttaan OECD:n laskemien ostovoimapariteettien avulla.

Vuonna 1980 tuottavuuden taso yksityisillä palvelutoimialoilla (pl. yhteiskunnan sosiaaliset ja henkilökohtaiset palvelut) oli Suomessa selvästi alempi kuin vertailumaissa keskimäärin. Vuosina 1980–2003 yksityisten palvelujen tuottavuus kohosi Suomessa keskimäärin 2.3 prosenttia vuodessa, kun vertailumaissa nousu oli vain 1.7 prosenttia (ks. kuvio 3.6). Siten vuonna 2003 tuottavuuden taso oli jo lähes sama kuin muissa OECD-maissa keskimäärin. Vuonna 2003 yksityisten palvelutoimialojen työn tuottavuuden taso oli arvonlisäyksen (GDP) ostovoimapariteetilla korjattuna Suomessa noin 5 prosenttia korkeampi kuin vertailumaissa keskimäärin, sen sijaan palvelukulutuksen (*consumer services*) ostovoimapariteetilla korjattuna hieman keskitasoa alempi (Kaseva, Mankinen ja Rantala, 2005).

Yksityisissä palveluissa työn tuottavuus on tarkastelujaksolla kohonnut nopeimmin Alankomaissa, Koreassa ja Japanissa. Suomessa muutos on ollut vertailumaiden neljänneksi nopeinta. Erikoispiirteenä voidaan todeta se, että yksityisten palveluiden työn tuottavuus on kehittynyt kauttaaltaan vertailumaissa lähes yhtä paljon kuin taloudessa keskimäärin. Esimerkiksi Suomessa yksityisten palveluiden työn tuottavuuden kasvu on ollut tarkastelujaksolla keskimäärin 2.3 prosenttia, kun se koko taloudessa on ollut 2.7 prosenttia.

Kuvio 3.6 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta euroa) taso yksityisissä palveluissa vuosina 1980 ja 2003



Mitattu tuhansina vuoden 2002 euroina, ostovoimapariteettikorjaus.

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

Yksityisten palvelutoimialojen työn tuottavuuden kasvuvertailussa keskimääräistä heikommin menestyvät Keski- ja Etelä-Euroopan maat sekä USA, joissa tuottavuuden taso oli lähtötilanteessa yleensä muita korkeampi.

Työn tuottavuuden taso on selvässä yhteydessä tulevaan tuottavuuden kasvuvauhtiin. Niissä maissa, joissa tuottavuuden taso on lähtötilanteessa muita matalampi, tuottavuuden kasvuvauhti näyttää olevan usein myös muita nopeampi. Tämä selittyy lähinnä sillä, että alhaisemman tuottavuuden maat voivat hyödyntää muun muassa korkeamman tuottavuuden maissa käyttöön otettua teknologiaa ja kuroa siten kiinni ("catch up") tuottavuuseroja. Julkisten palveluiden tuottavuuden taso on Suomessa selvästi matalampi kuin vertailumaissa. Koska julkisen sektorin tuotannon määrä lasketaan käytettyjen panosten avulla (kuten työpanos), ero selittyy pitkälti Suomen palkkatason pienuudella muihin maihin verrattuna.³

Maiden väliset tuottavuuserot koko kansantalouden tai sen eri sektorien tasolla tarkasteltuna riippuvat sekä toimialoittaisista tuottavuuseroista että toimialarakenteiden eroista maiden välillä. Vaikka joku maa olisi jokaisella toimialalla toista parempi, saattaa sen koko kansantalouden tasolla tarkasteltu tuottavuus kuitenkin olla toista alempi. Näin voi käydä silloin, kun maan tuotantorakenne painottuu työvoimavaltaisille ja toisen maan tuotantorakenne pääomavaltaisille aloille. Tuotannon rakenteellista vaikutusta tarkastellaan lähemmin luvussa 3.6. Suomessa yksityisten palvelutoimialojen osuus tuotannosta oli vuonna 2003 noin 44 prosenttia ja vastaavasti työpanososuus noin 35 prosenttia, mikä oli vertailumaiden keskitasoa.

3.5 TILASTOJEN LUOTETTAVUUDESTA

Tuottavuuden kansainvälistä vertailua vaikeuttavat muun muassa:

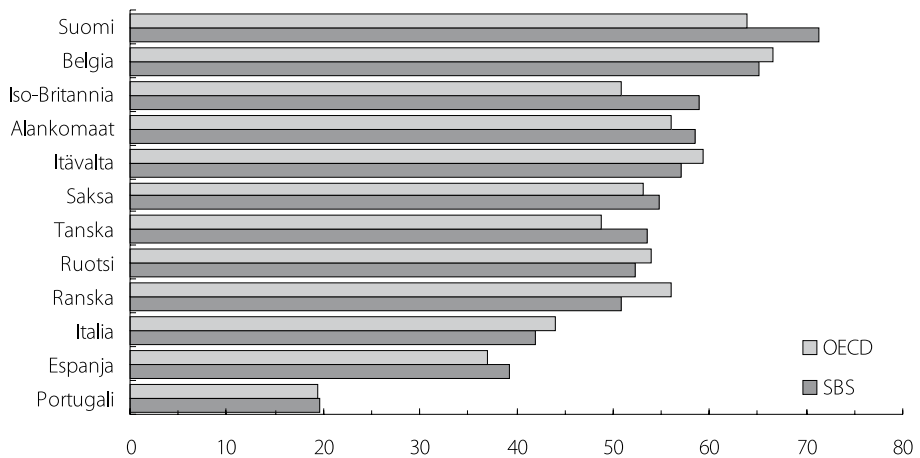
- *Hintatasojen mittaus.* Sopivien konversiokertoimien puute (eli hintatasoerojen huomioiminen) muilla kuin teollisuustoimialoilla. Laatuerojen huomioiminen on tässä yksi keskeinen ongelma: Kuinka erottaa "aito" hintaero laatuerolla selittyvästä hintaerosta?
- *Tarvittavien panoslukujen tarkkuus.* Useissa tapauksissa ei ole käytettävissä luotettavaa tietoa tehdyistä työtunneista (tai edes työllisten määrästä).

Viime aikoina huomiota on saanut EU:n julkaisema tuottavuusvertailu (European Commission, 2004), joka pohjautuu Structural Business Statistics -materiaaliin (SBS, OECD). Vaikka SBS-tilastot kerätään kansallisten tilastolaitosten yrityksiltä keräämästä tietokannasta, kuten vastaavat kansantalouden tilinpidon luvutkin, erot tunnusluvuissa ovat joissakin tapauksissa varsin merkittävät. Erot saattavat juontua osittain siitä, että SBS-materiaali perustuu ns. homogeeniseen aineistoon, eli tiedot arvonnalisäyksestä ja työpanoksesta on

kerätty aina yrityskohtaisesti samasta kohteesta. Teollisuuden osalta poikkeamat ovat melko kohtuulliset (ks. kuvio 3.7). Sen sijaan palvelutoimialoilla erot tunnusluvuissa ovat jo merkittävät (ks. kuvio 3.8). Espanjan ja Italian tunnusluvuissa on runsaan 40 prosentin ero tilastolähteiden välillä.

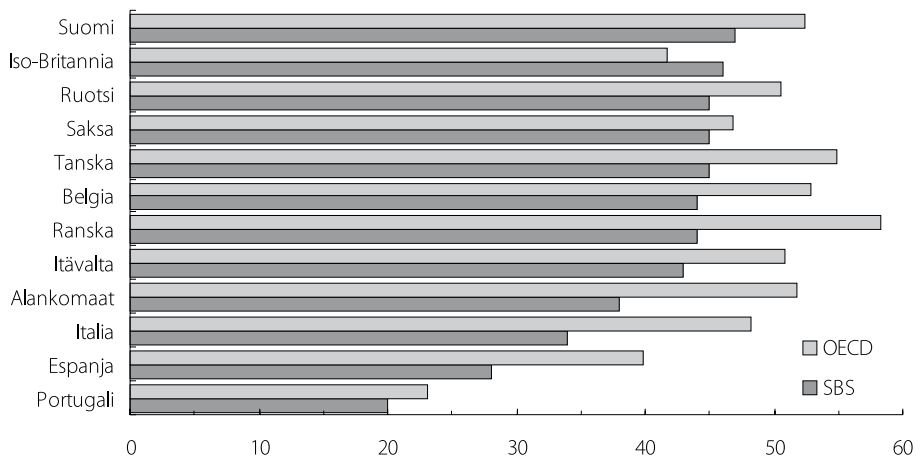
Muun muassa hotelli- ja ravintolatoiminnan tuottavuuden tunnusluvut poikkeavat merkittävästi toisistaan tilastolähteestä riippuen (ks. kuvio 3.9)

Kuvio 3.7 Teollisuuden työn tuottavuus (arvolisäys per työntekijä, tuhatta euroa), vuosi 2001 SBS:n ja OECD:n tilastoissa



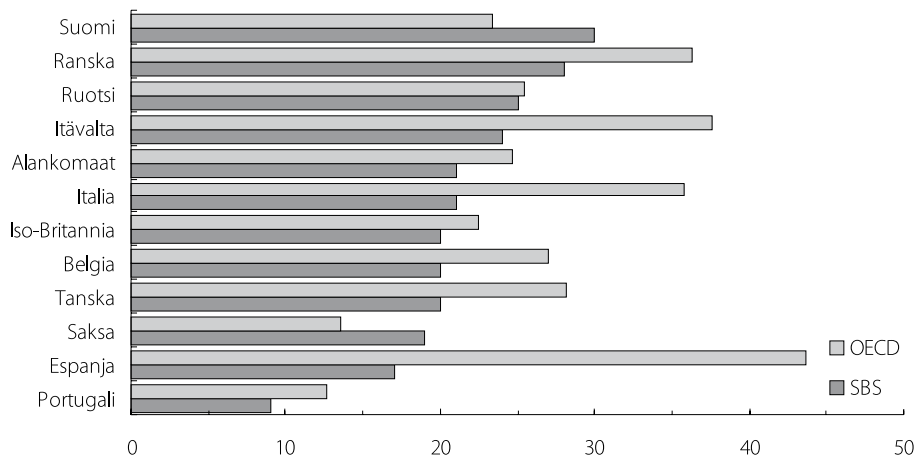
Ilman ostovoimapariteettikorjausta.
Lähteet: Eurostat, OECD.

Kuvio 3.8 Yksityisten palveluiden työn tuottavuus (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta euroa), vuosi 2001 SBS:n ja OECD:n tilastoissa



Ilman ostovoimapariteettikorjausta.
Lähteet: Eurostat, OECD.

Kuvio 3.9 Majoitus- ja ravitsemistoiminnan työn tuottavuus (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta euroa), vuosi 2001 SBS:n ja OECD:n tilastoissa



Ilman ostovoimapareiteettikorjausta.

Lähteet: Eurostat, OECD.

(Lankinen, 2006). Espanjan arvonlisäys työpanosta kohden on lähes kaksinkertainen kansantalouden tilinpidossa SBS:n tilastoihin verrattuna.

Espanjan kansallisen tilastokeskuksen julkaisemien kansantalouden tilinpidon lukujen perusteella vuonna 2001 majoitus- ja ravitsemistoimialalla bruttotoimintaylijäämä oli 42.4 prosenttia toimialan tuotoksesta (liikevaihdosta), kun se esimerkiksi Suomessa oli 4.4 prosenttia (ks. taulukko 3.2). Vastaavasti työvoimakustannusten osuus oli Espanjassa vain 20 prosenttia, kun se Suomessa oli 30 prosenttia. Tehtyä työtuntia kohden Espanjassa työvoimakustannukset olivat yhden euron tuntumassa, Suomessa 10 euroa. Nämä luvut vaikuttavat hyvin epäilyttäviltä mm. sitä taustaa vasten, että koko taloudessa työvoimakustannukset tehtyä työtuntia kohden olivat Espanjassa 20 euroa ja Suomessa 30 euroa. Espanjassa majoitus- ja ravitsemistoiminnan bruttotoimintaylijäämän

Taulukko 3.2 Majoitus- ja ravitsemistoiminnan tuotannon tunnuslukuja Espanjassa ja Suomessa

	Espanja		Suomi	
	Milj. euroa	Osuus tuotoksesta, %	Milj. euroa	Osuus tuotoksesta, %
Tuotos	75 753		4 333	
Välituotekäyttö	29 382	38.8	2 722	62.8
Bruttoarvonlisäys	46 371	61.2	1 611	37.2
Työvoimakustannukset	14 141	18.7	1 291	29.8
Muut	145	0.2	128	3.0
Toimintaylijäämä	32 085	42.4	192	4.4

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

huomattavan suuri osuus liikevaihdosta tuntuu kansainvälisessä vertailussa hyvin poikkeavalta.

Tuottavuusvertailuissa kaikkein ongelmallisinta on kuitenkin toisistaan hyvin poikkeavat arviot arvonnalisäyksestä. SBS-tilastojen mukaan Espanjassa majoitus- ja ravitsemistoimialan käypähintainen arvonnalisäys (brutto) oli vuonna 2001 vain 18 mrd. euroa, kun se kansallisen tilastokeskuksen mukaan oli 46 mrd. euroa. Näin mittavat erot eri lähteissä tuottavat luonnollisesti hyvin poikkeavat tuottavuuden tunnusluvut.

Koska kansantalouden tilinpidon luvut ja SBS:n tilastot ovat peräisin samasta tietolähteestä (kansalliset tilastolaitokset), olisi tilanteen selvittämiseksi paikallaan tilastotuottajien kriittinen arvio omien tilastojensa luotettavuudesta (ks. myös luku 2).

3.6 RAKENTEELLISTEN TEKIJÖIDEN VAIKUTUS TUOTTAVUUS-EROIHIN

Maan tuotantorakenne vaikuttaa koko kansantalouden tuottavuuden tasoon. Suomen tehdasteollisuuden tuottavuuden taso on vertailumaiden kärkipäässä. Kun verrataan Suomea ja Ruotsia keskenään, havaitaan (ks. taulukko 3.3) tuottavuuden tason olevan Ruotsia korkeampi vain kolmella toimialalla: paperi-, elektroniikka- ja metallin perusteollisuudessa. Näillä toimialoilla myös arvonnalisäys työpanosta kohden on teollisuuden toimialojen korkeimmasta päästä.

Korkean tuottavuuden toimialoista ainoastaan kemianteollisuudessa tuottavuuden taso on Ruotsissa korkeampi kuin Suomessa. Matalamman tuottavuuden toimialoilla Ruotsin tuottavuuden taso on kauttaaltaan korkeampi

Taulukko 3.3 Työn tuottavuus (arvonnalisäys per työntekijä, tuhatta euroa) teollisuuden toimialoilla, vuosi 2002

	Suomi		Ruotsi	
	Arvonnalisäys/ työntekijä	Osuus tuotannosta	Arvonnalisäys/ työntekijä	Osuus tuotannosta
Tehdasteollisuus				
Paperiteollisuus	119.8	15.1	102.7	9.0
Elektroniikkateollisuus	111.2	24.7	42.8	8.5
Kemianteollisuus	78.3	10.6	109.7	16.2
Metallin perusteollisuus	68.9	3.8	65.5	4.8
Rakennusaineteollisuus	57.6	3.1	61.3	2.4
Kone- ja laitteollisuus	52.4	10.9	62.8	13.5
Graafinen teollisuus	52.2	5.8	62.8	6.5
Elintarvike- ja juomateollisuus	51.6	7.1	62.8	8.7
Kulkuneuvoteollisuus	49.2	4.1	60.8	13.0
Metallituoteteollisuus	44.5	6.6	51.2	8.6
Puuteollisuus	40.6	4.2	57.2	4.7
Tekstiili-, vaatetus- ja nahkateollisuus	31.0	1.9	44.6	1.3

Ostovoimapariiteettikorjaus.

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

kuin Suomessa, eli Suomen korkea teollisuuden tuottavuuden taso selittyy pitkälti rakenteellisilla tekijöillä.

Suomessa tuotanto on keskittynyt korkean tuottavuuden toimialoille. Esimerkiksi elektroniikkateollisuuden paino tuotantorakenteessa on Suomessa lähes kolminkertainen Ruotsiin verrattuna. Sen sijaan kulkuneuvoteollisuuden osuus oli Ruotsissa selvästi suurempi kuin Suomessa, ja siten sen keskimääräistä matalampi arvolisäyskerroin vaimentaa Ruotsin koko teollisuuden tuottavuuden tasoa.⁴

Teollisuuden eri toimialoilla tuottavuuden taso oli USA:ssa vuonna 2002 paperi- ja elektroniikkateollisuutta lukuun ottamatta selvästi korkeampi kuin Suomessa (ks. taulukko 3.4). USA:ssa tuottavuuden taso on korkein kemianteollisuudessa, ja sen osuus teollisuustuotannosta oli myös selvästi suurempi kuin Suomessa. Esimerkiksi Espanjassa toimialojen tuotannon taso oli kauttaaltaan vertailumaita tasaisempi, ja elektroniikka- ja paperiteollisuutta lukuun ottamatta hyvin lähellä Suomen toimialojen tuottavuuden tasoa.

Palvelutoimialoilla Suomen ja Ruotsin toimialarakenteet ovat keskenään melko samanlaiset (ks. taulukko 3.5). Myös tuottavuuden tasot ovat hyvin lähellä toisiaan. Sen sijaan USA:ssa ja Espanjassa (ks. taulukko 3.6) erityisesti rahoituksen ja vakuutuksen osuus palvelujen tuotannosta on selvästi korkeampi kuin Suomessa. Samalla rahoitus- ja vakuutustoiminnassa arvonlisäys työntekijää kohti on keskimäärin vertailumaiden korkein. Vertailumaissa hotelli- ja ravintolatoiminnassa arvonlisäys työntekijää kohti on pienin (pl. Espanja).

Ruotsiin verrattuna tuottavuuden taso Suomen eri palvelutoimialoilla on hotelli- ja ravintolatoimintaa lukuun ottamatta korkeampi, sen sijaan USA:ssa ja Espanjassa palvelujen tuottavuuden taso on erityisesti kiinteistö- ja liike-elämän toimialoilla sekä rahoituksessa ja vakuutuksessa korkeampi kuin

Taulukko 3.4 Työn tuottavuus (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta euroa) teollisuuden toimialoilla, vuosi 2002

	Espanja		USA	
	Arvonlisäys/ työntekijä	Osuus tuotannosta	Arvonlisäys/ työntekijä	Osuus tuotannosta
Tehdasteollisuus				
Paperiteollisuus	82.2	3.5	93.2	3.5
Elektroniikkateollisuus	56.5	6.5	88.0	12.1
Kemianteollisuus	87.0	17.1	136.5	17.7
Metallin perusteollisuus	75.9	4.2	81.7	2.8
Rakennusaineteollisuus	58.3	8.1	80.8	3.0
Kone- ja laitteollisuus	51.0	7.2	78.5	6.7
Graafinen teollisuus	51.7	5.6	90.3	11.1
Elintarvike- ja juomateollisuus	49.7	14.4	96.5	11.8
Kulkuneuvoteollisuus	54.4	10.4	99.7	12.6
Metallituoteteollisuus	41.5	9.3	69.5	7.5
Puuteollisuus	27.3	2.4	50.2	2.0
Tekstiili-, vaatetus- ja nahkateollisuus	27.8	6.8	49.1	3.2

Ostovoimapariteettikorjaus.

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

Taulukko 3.5 Työn tuottavuus (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta USA:n dollaria) palvelutoimialoilla, vuosi 2002

Toimiala	Suomi		Ruotsi	
	Arvonlisäys/ työntekijä	Osuus tuotannosta	Arvonlisäys/ työntekijä	Osuus tuotannosta
Rahoitus ja vakuutus	119.7	8.5	84.2	8.0
Posti ja telepalvelut	101.1	8.2	63.5	5.6
Kiinteistö ja liike-elämää palveleva toiminta	97.3	40.6	93.3	47.3
Kuljetuspalvelut	73.2	16.3	61.5	12.5
Kauppa	44.1	23.1	43.0	23.1
Hotelli ja ravitsemus	24.6	3.3	29.3	3.5

Ostovoimapariiteettikorjaus.

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

Taulukko 3.6 Työn tuottavuus (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta USA:n dollaria) palvelutoimialoilla, vuosi 2002

Toimiala	Espanja		USA	
	Arvonlisäys/ työntekijä	Osuus tuotannosta	Arvonlisäys/ työntekijä	Osuus tuotannosta
Rahoitus ja vakuutus	136.2	11.3	132.8	14.5
Posti ja telepalvelut*	79.6	–	136.8	6.0
Kiinteistö ja liike-elämää palveleva toiminta	102.2	30.5	121.1	44.9
Kuljetuspalvelut*	79.6	–	65.7	5.4
Kauppa	38.8	22.9	61.2	24.2
Hotelli ja ravitsemus	72.3	17.1	26.4	5.0

Ostovoimapariiteettikorjaus.

* Espanjassa kuljetus- sekä tele- ja postipalveluiden tilastoja ei ole saatavilla erikseen

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

Suomessa. USA:n erikoispiirre on kaupan korkea tuottavuuden taso muihin verrattuna.⁵

Kussakin vertailumaassa liike-elämän palvelujen osuus yksityisistä palveluista on selvästi korkein. Myös tällä toimialalla USA:n tuottavuuden taso on tuntuvasti muita korkeampi.

Palvelutoimialoilla Suomen tuotannon rakenne ei painotu samalla tavalla korkean tuottavuuden aloille kuin teollisuudessa. Myös tuottavuuden taso eri palvelutoimialoilla ei yllä kovinkaan lähelle esimerkiksi USA:n tuottavuuden tasoa. On syytä muistaa, että näissä laskelmissa maiden väliset hintaerot (ja eri valuutan käyttö) on huomioitu ostovoimapariiteeteilla. On mahdollista, että tulokset muuttuvat, kun myöhemmin saadaan käyttöön tuotannon puolelta laskettuja konversiokertoimia, eli ns. tuottajahintapariiteetteja.

3.7 KUSTANNUSKILPAILUKYKY JA TUOTTAVUUS

Tuottavuuskehityksen merkitys talouden eri osa-alueilla on hyvin huomattava. Pitkällä aikavälillä reaali-palkkojen nousu määräytyy tuottavuuden kasvun perusteella. Myös yritysten kilpailukykyyn kehitys riippuu tuottavuuden kehityksestä.

Erityisesti avoimella sektorilla kilpailukykyä mitataan usein suhteellisten yksikkötyökustannusten avulla. Suhteellisilla yksikkötyökustannuksilla tarkoitetaan valuuttakurssikorjattuja yksikkötyökustannuksia suhteessa kilpailijamaihin (ks. kaava 3.1).

$$RULC = (tW/H) : (Q/H) * EXH \quad (3.1)$$

jossa RULC = suhteelliset yksikkötyökustannukset,

tW = työvoimakustannukset (palkat + työnantajan maksamat sosiaaliturvamaksut),

H = tehdyt työtunnit,

Q = kiinteähintainen arvonlisäys,

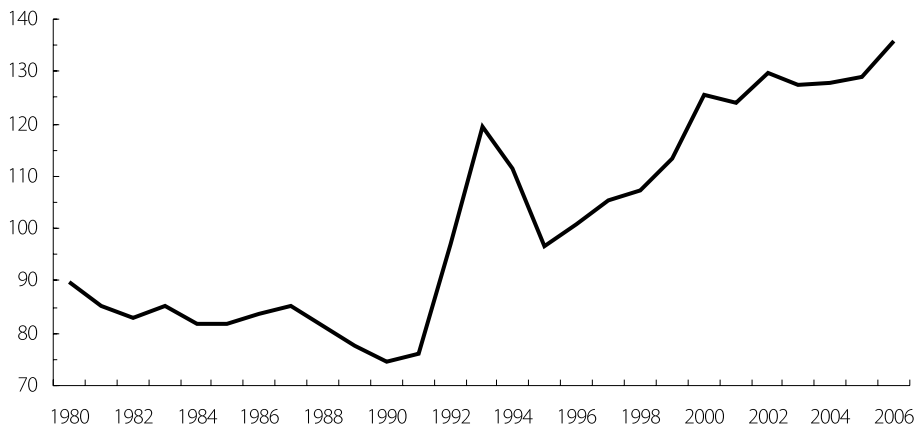
tW/H = tuntiansiot (sis. työnantajan maksamat sos. turv. maksut),

Q/H = tuottavuus,

EXH = valuuttakurssit.

Kaavan (3.1) mukaan yksikkötyökustannukset voidaan jakaa tuntiansioihin ja tuottavuuteen. Kustannuskilpailukyky paranee, kun yksikkötyökustannukset alenevat. Näin tapahtuu silloin, kun tuottavuuden kasvu suhteessa tuntiansioiden kasvuun on suurempi kuin kilpailijamaissa. Myös valuutta-

Kuvio 3.10 Suomen teollisuuden kustannuskilpailukyky⁶

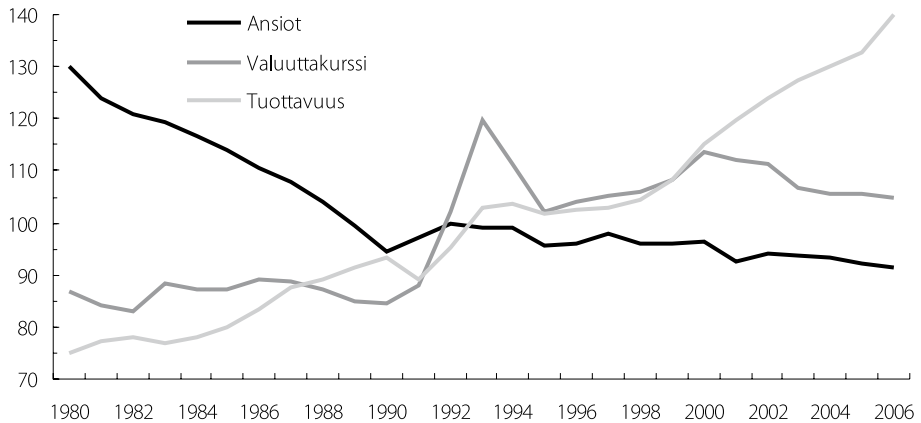


Lähteet: Tilastokeskus, OECD, ETLAn laskelmat.

kurssin heikkeneminen (esim. devalvaatio) parantaa kilpailukykyä. Tällä hetkellä Suomen teollisuuden kustannuskilpailukyky on selvästi pitkän aikavälin keskiarvoa parempi (ks. kuvio 3.10), eli kilpailijamaiden (tässä OECD-maat) yksikkökustannukset ovat kohonneet enemmän kuin Suomessa.

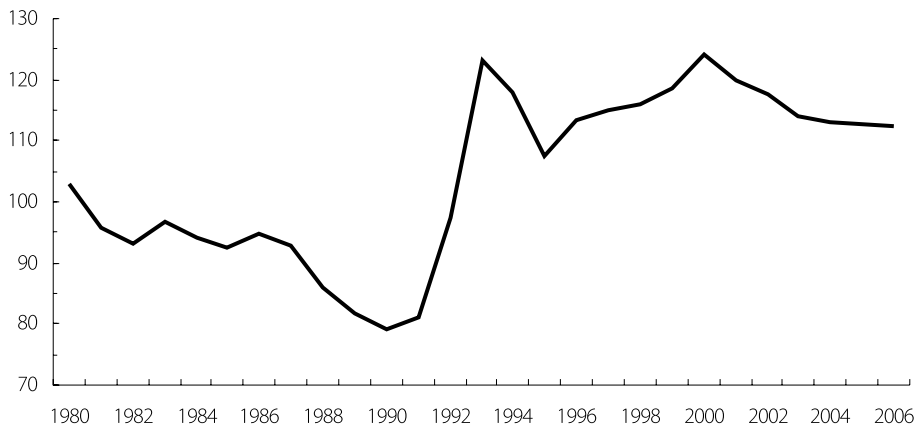
Kustannuskilpailukyvyn kohentuminen on johtunut viime vuosikymmenen alun valuuttakurssimuutoksista ja viime vuosien muita nopeammasta tuottavuuden kohentumisesta (ks. kuvio 3.11). Sen sijaan kuviossa työvoimakustannusten aleneva ura kertoo palkkojen nousevan meillä edelleen hieman nopeammin kuin kilpailijamaissa keskimäärin, mikä osaltaan heikentää Suomen kustannuskilpailukykyä.

Kuvio 3.11 Teollisuuden kustannuskilpailukyvyn komponentit⁷



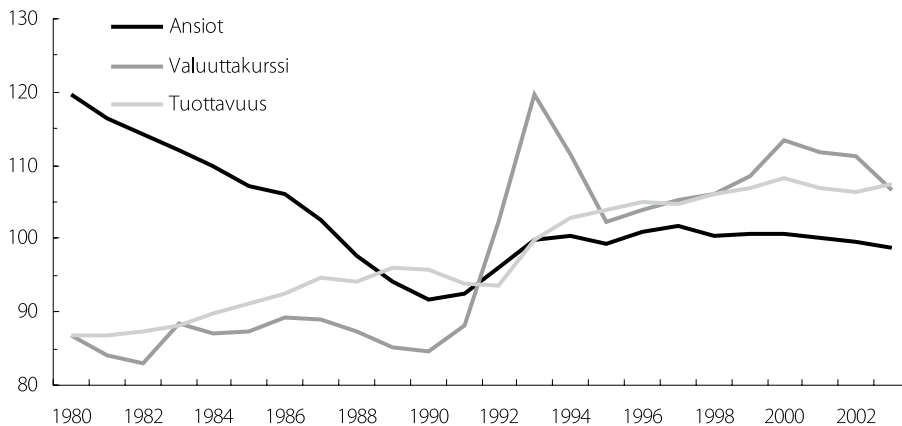
Lähteet: Tilastokeskus, OECD, ETLAn laskelmat.

Kuvio 3.12 Yksityisten palvelutoimialojen kustannuskilpailukyky⁸



Lähteet: Tilastokeskus, OECD, ETLAn laskelmat.

Kuvio 3.13 Yksityisten palvelujen kustannuskilpailukyyn komponentit



Lähteet: Tilastokeskus, OECD, ETLAn laskelmat.

Merkittävin muutos suhteellisiin yksikkötyökustannuksiin vaikuttavissa tekijöistä on kuitenkin työvoimakustannusten nousun asettuminen selvästi aiempaa lähemmäksi kilpailijamaiden kehitystä. Tämä on ollut ehdoton edellytys ns. devalvaatiokierteen katkaisemiseksi.

Yksityisten palvelutoimialojen kustannuskilpailukyky on kehittynyt hyvin samansuuntaisesti kuin teollisuudessa (ks. kuvio 3.12). Tällä hetkellä kustannuskilpailukyky on selvästi parempi kuin pitkällä aikavälillä keskimäärin.

Kuvion 3.13 mukaan yksityisten palvelujen tuottavuuden kasvu suhteessa kilpailijamaihin on ollut selvästi vaimeampaa kuin teollisuudessa. Ansiokehitys on kohonnut kymmenen viime vuoden aikana lähes samaa vauhtia kuin kilpailijamaissa. Kustannuskilpailukyky on kuitenkin jonkin verran pitkän aikavälin keskiarvoa parempi kilpailijamaita suotuisamman tuottavuuskehityksen vuoksi.

3.8 YHTEENVETO

Tuottavuuden kansainvälisen vertailun tulokset ovat sidoksissa käytettyyn laskentamenetelmään. Koko kansantalouden osalta tuotannon muuntaminen samaan valuuttaan ostovoimapariteettikertoimien avulla antaa melko luotettavan kuvan. Sen sijaan toimialojen vertailua vaikeuttaa sellaisten sopivien muuntokertoimien puute, joilla voitaisiin ottaa huomioon myös maiden tuotannon hintaerot asianmukaisella tavalla.

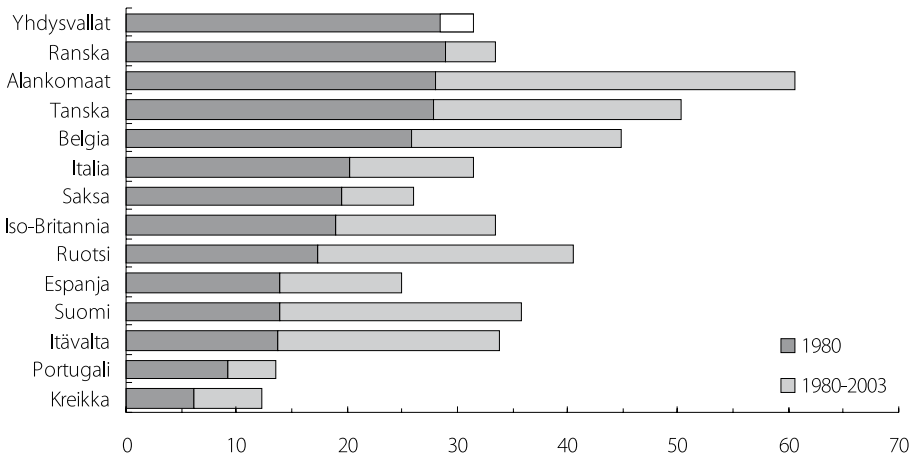
- Kansainvälisessä tuottavuusvertailussa Suomi sijoittuu koko kansantalouden osalta vertailumaiden keskitasoon.

- Teollisuudessa Suomen tuottavuuden taso on yksi vertailumaiden korkeimmista. Tämä johtuu merkittävässä määrin siitä, että tuotanto keskittyy meillä korkean tuottavuuden aloille. Erityisesti metsä- ja sähköteknisessä teollisuudessa Suomen tuottavuuden taso on vertailumaiden kärkipäässä.
- Palvelutoimialoilla vertailua vaikeuttavat tuotannon määrän mittaamiseen sekä tuotannon muuntokertoimeen liittyvät ongelmat. Tässä selvityksessä käytettyjen menetelmien perusteella näyttää siltä, että Suomen yksityiset palvelut ovat lähellä vertailumaiden keskitasoa. Suomessa palveluiden tuotanto ei ole samalla tavalla painottunut korkean tuottavuuden aloille (esim. rahoitus- ja vakuutus) kuin teollisuudessa. Kansainvälisen kaupan vähäisyys palvelualoilla estää toimialarakenteiden eriytymistä maiden välillä.
- Tuottavuuden mittausongelmat vaikeuttavat vertailua alkutuotannossa ja erityisesti rakentamisessa.
- Tarkastelujaksolla tuottavuuden kasvu on ollut Suomessa sekä teollisuudessa että palvelutoimialoilla vertailumaiden kärkipäässä. Osittain tämä selittyy keskimäärin muita maita matalammalla lähtötasolla.

EU:n rahoittamassa laajassa tuottavuushankkeessa (ns. EU KLEMS-hanke) lasketaan tuottavuuden mittaamiseen sopivia toimialoittaisia muuntokertoimia myös palvelutoimialoille.⁹ Näillä muuntokertoimilla laskettuna Suomen palvelutuotannon tuottavuuden suhteelliset tasot voivat luonnollisesti poiketa edellä esitetyistä.

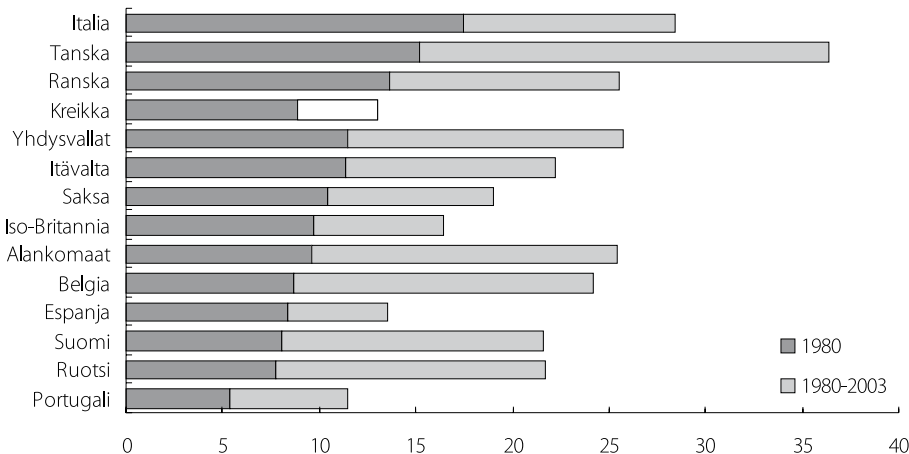
LIITE 1 TEOLLISUUSTOIMIALOJEN KUVIOVARASTO¹⁰

Kuvio 1 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per tehty työtunti, dollaria) taso elintarviketeollisuudessa vuosina 1980 ja 2003



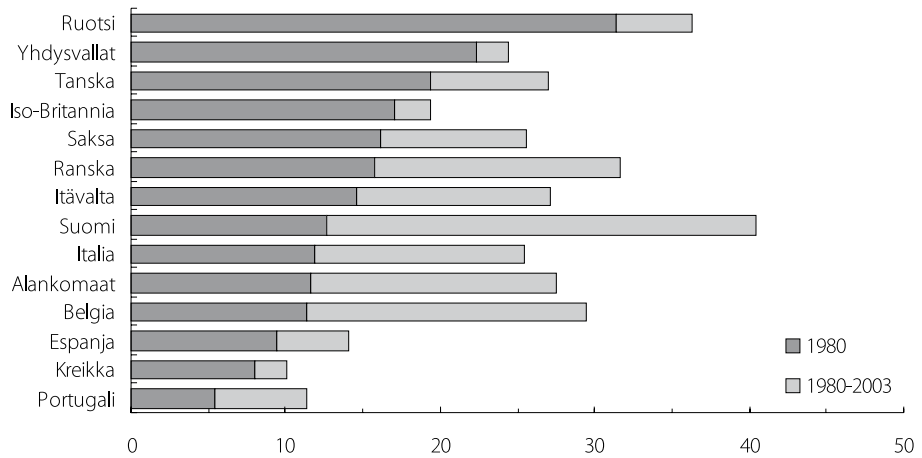
Mitattu vuoden 1997 dollareissa, yksikköarvosuhteilla korjatut hintaerot.
Lähde: Groningenin yliopisto.

Kuvio 2 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per tehty työtunti, dollaria) taso tekstiiliteollisuudessa vuosina 1980 ja 2003



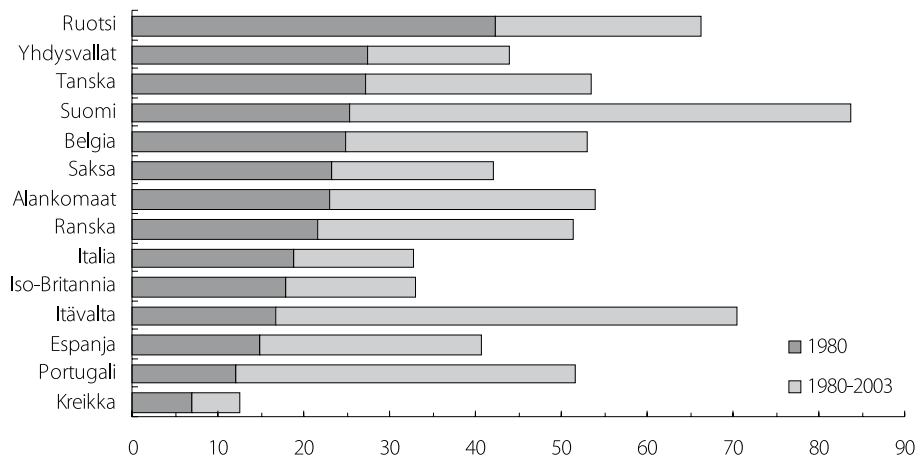
Mitattu vuoden 1997 dollareissa, yksikköarvosuhteilla korjatut hintaerot.
Lähde: Groningenin yliopisto.

Kuvio 3 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per tehty työtunti, dollaria) taso puuteollisuudessa vuosina 1980 ja 2003



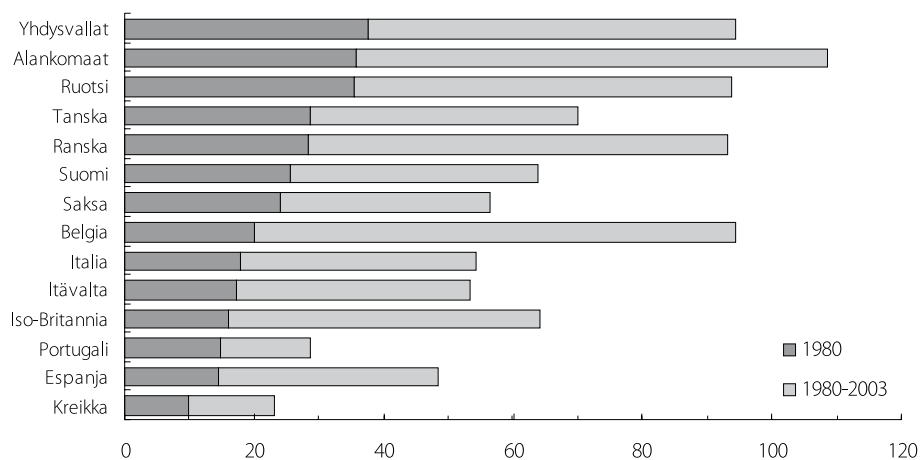
Mitattu vuoden 1997 dollareissa, yksikköarvosuhteilla korjatut hintaerot.
Lähde: Groningenin yliopisto.

Kuvio 4 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per tehty työtunti, dollaria) taso paperiteollisuudessa vuosina 1980 ja 2003



Mitattu vuoden 1997 dollareissa, yksikköarvosuhteilla korjatut hintaerot.
Lähde: Groningenin yliopisto.

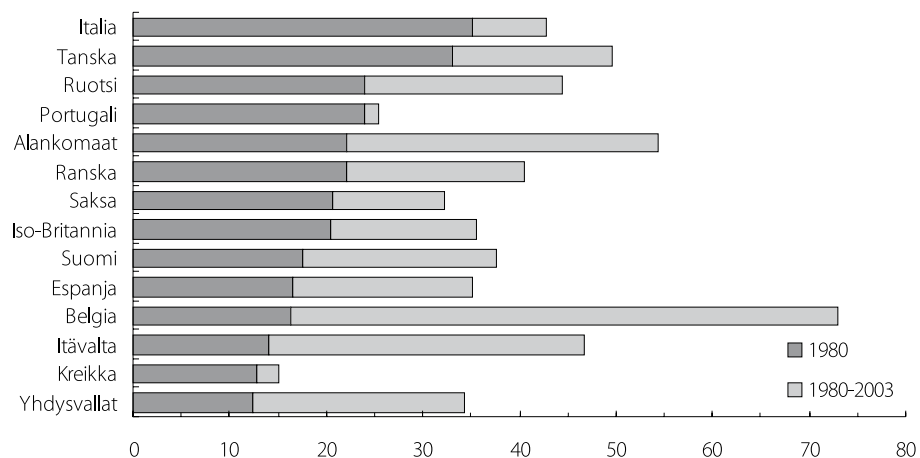
Kuvio 5 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per tehty työtunti, dollaria) taso kemikaaliteollisuudessa vuosina 1980 ja 2003



Mitattu vuoden 1997 dollareissa, yksikköarvosuhteilla korjatut hintaerot.

Lähde: Groningenin yliopisto.

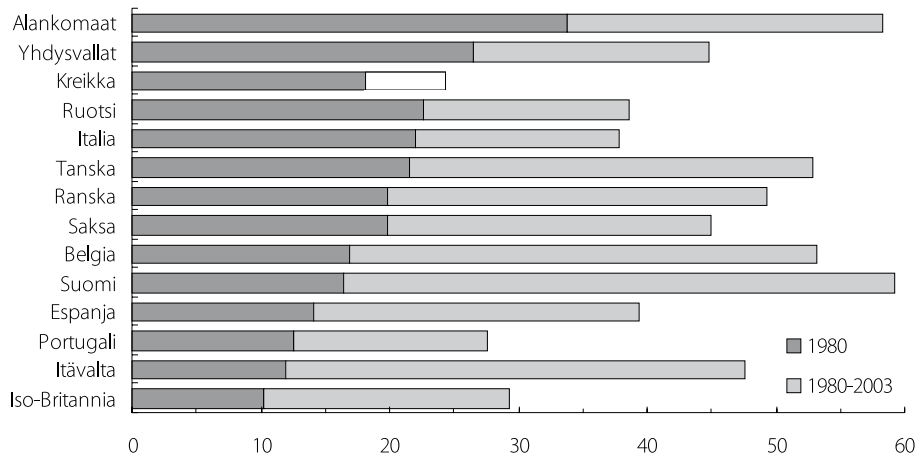
Kuvio 6 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per tehty työtunti, dollaria) taso kumi- ja muoviteollisuudessa vuosina 1980 ja 2003



Mitattu vuoden 1997 dollareissa, yksikköarvosuhteilla korjatut hintaerot.

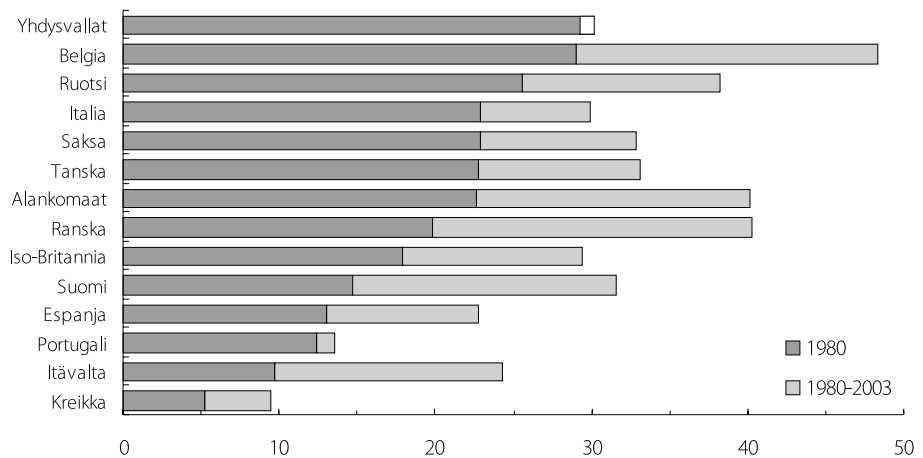
Lähde: Groningenin yliopisto.

Kuvio 7 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per tehty työtunti, dollaria) taso metallin jalostuksessa vuosina 1980 ja 2003



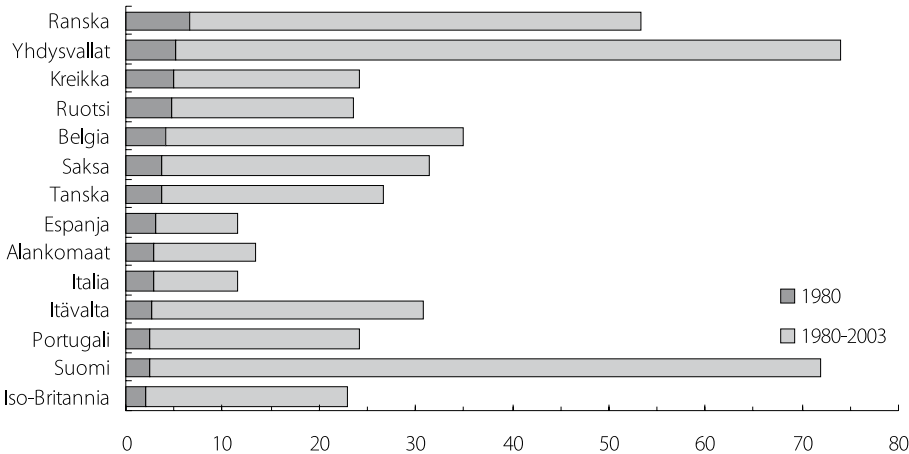
Mitattu vuoden 1997 dollareissa, yksikköarvosuhteilla korjatut hintaerot.
Lähde: Groningenin yliopisto.

Kuvio 8 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per tehty työtunti, dollaria) taso kone- ja laitteollisuudessa vuosina 1980 ja 2003



Mitattu vuoden 1997 dollareissa, yksikköarvosuhteilla korjatut hintaerot.
Lähde: Groningenin yliopisto.

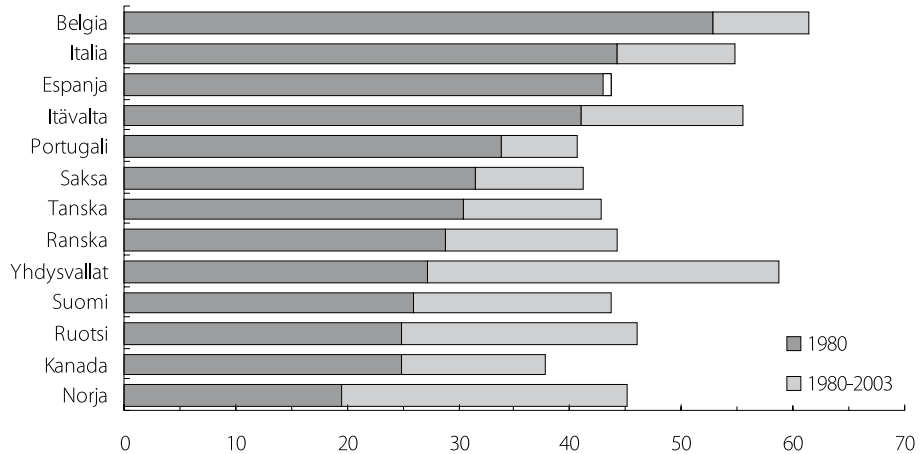
Kuvio 9 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per tehty työtunti, dollaria) taso telelaitteiden valmistuksessa vuosina 1980 ja 2003



Mitattu vuoden 1997 dollareissa, yksikköarvosuhteilla korjatut hintaerot.
Lähde: Groningenin yliopisto.

LIITE 2 PALVELUTOIMIALOJEN KUVIOVARASTO¹¹

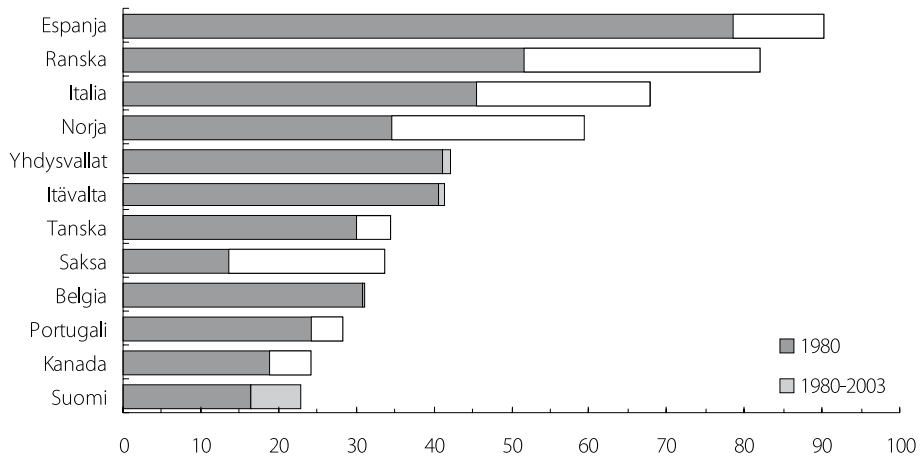
Kuvio 1 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta euroa) taso kaupan toimialalla vuosina 1980 ja 2003



Mitattu vuoden 2002 euroissa, ostovoimapariteettikorjaus.

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

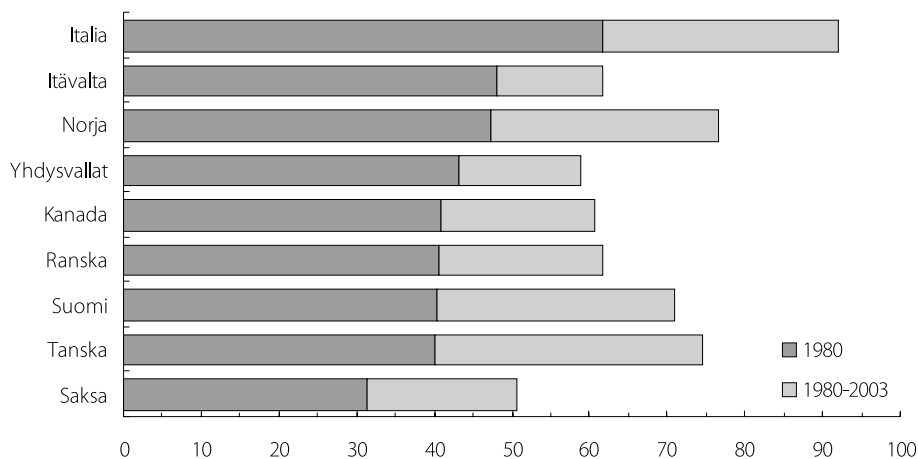
Kuvio 2 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta euroa) taso majoitus- ja ravitsemisalalla vuosina 1980 ja 2003



Mitattu vuoden 2002 euroissa, ostovoimapariteettikorjaus.

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

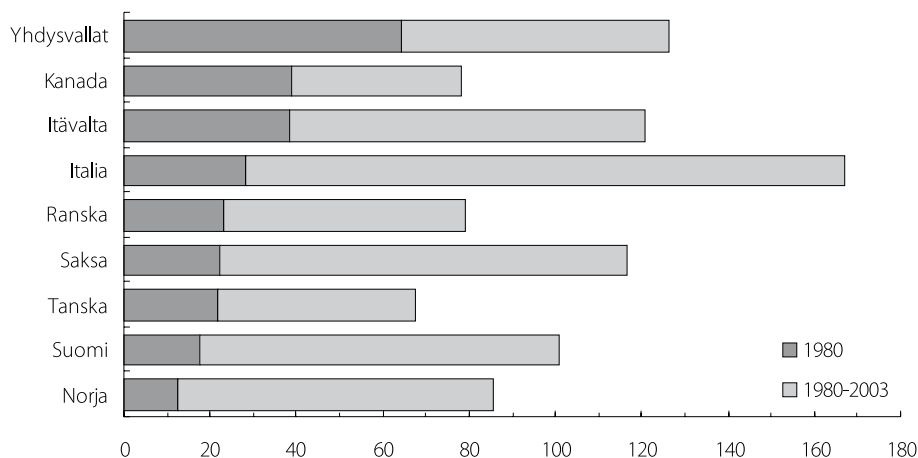
Kuvio 3 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta euroa) taso kuljetus-
palveluissa vuosina 1980 ja 2003



Mitattu vuoden 2002 euroissa, ostovoimapariiteettikorjaus.

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

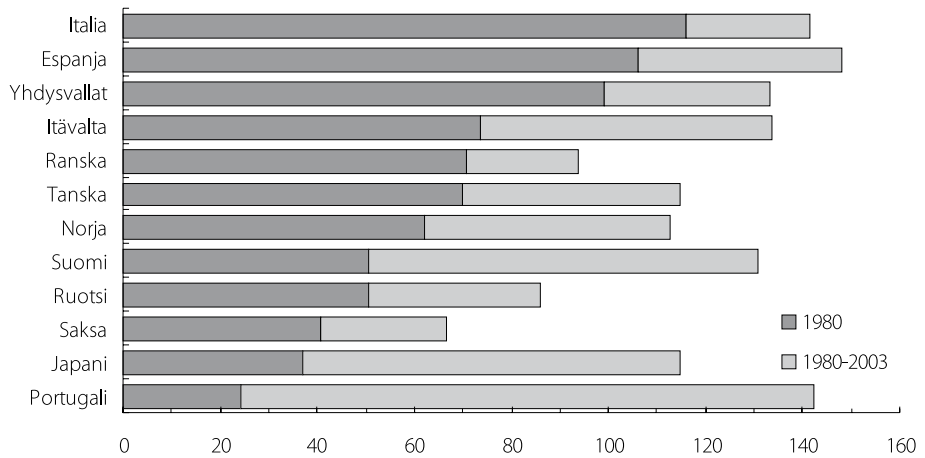
Kuvio 4 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta euroa) taso telepalve-
luissa vuosina 1980 ja 2003



Mitattu vuoden 2002 euroissa, ostovoimapariiteettikorjaus.

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

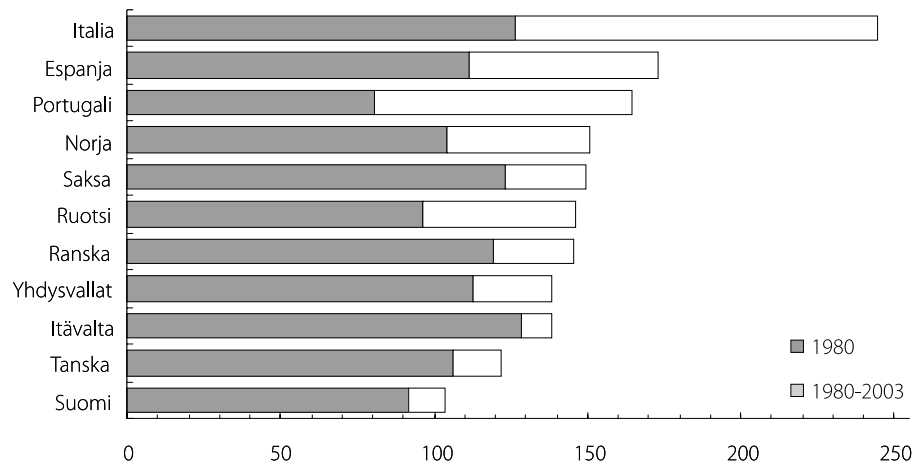
Kuvio 5 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta euroa) taso rahoituksessa ja vakuutuksessa vuosina 1980 ja 2003



Mitattu vuoden 2002 euroissa, ostovoimapariteettikorjaus.

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

Kuvio 6 Työn tuottavuuden (arvonlisäys per työntekijä, tuhatta euroa) taso liike-elämän palveluissa vuosina 1980 ja 2003



Mitattu vuoden 2002 euroissa, ostovoimapariteettikorjaus.

Lähde: OECD, STAN-tietokanta.

KIRJALLISUUS

- European Commission. (2004). *Employment in the market economy in the European Union. An analysis based on the structural business statistics.*
- Howitt, P. (2004). Endogenous Growth, Productivity and Economic Policy: A Progress Report. *International Productivity Monitor*, 8, 3–15.
- Kaseva, H., Mankinen, R. ja Rantala, O. (2005). Palvelujen kasvu, tuottavuus ja kilpailu: katsaus palveluelinkeinojen nykytilaan Suomessa. Teoksessa P. Sinko ja V. Vihriälä (toim.), *Palvelualojen kehitys, tuottavuus ja kilpailu* (s. 47–106). Helsinki: Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja.
- Lankinen, H. (2006). Vielä kerran hotelli- ja ravintola-alan kansainvälisestä tuottavuusvertailusta. *Kansantaloudellinen aikakauskirja*, 102(1), 121–124.
- Maliranta, M. (1996). *Suomen tehdasteollisuuden tuottavuus; kansainvälinen tasovertilu (Productivity in Finnish manufacturing: An international comparison)*. Helsinki: Stastics Finland, Tutkimuksia 215.
- Mankinen, R., Rouvinen, P. ja Ylä-Anttila, P. (2002). Palveluiden tuottavuus – Kilpailu ja teknologia muuttavat rakenteita. *Etlä Keskusteluaiheita*, 829.
- Timmer, M. ja Ypma, G. (2006). *Productivity Levels in Distributive Trades: A New ICOP Dataset for OECD Countries*. GGDC Research Memorandum GD-83.
- Vainio, T., Nippala, E. ja Pajakkala, P. (2006). *Kiinteistö- ja rakennusalojen tuottavuus*. VTT esitutkimus Nro VTT-R-04730–06, 15.5.2006.
- van Ark, B. ja Timmer, M. P. (2001). PPPs and International productivity comparisons: Bottlenecks and new Directions: OECD, Agenda item 8.

VIITTEET

- ¹ Ks. http://www.stat.fi/tup/tietotrendit/tt_09_06_bkt.html.
- ² Kuviossa 3.5 vaalea palkki kuvaa tuottavuuden supistumista vuoden 1980 jälkeen.
- ³ Vuonna 2006 käyttöön otetussa kansantalouden tilinpidon laskentamenetelmässä julkisen sektorin tuotannon volyymin muutoksen mittauksessa on siirrytty käyttämään (mahdollisuuksien mukaan) ns. suori-teperusteista tuotannon mittaamista.
- ⁴ Maliranta (1996) tutkii toimialarakenteen tuottavuusvaikutusta yksityiskohtaisesti vuonna 1987 ja havaitsee, että Suomen toimialarakenne oli tuottavuutta vahvistavaa suhteessa sekä Ruotsiin että Yhdysvaltoihin.
- ⁵ Tuoreen tutkimuksen mukaan (Timmer & Ypma, 2006) käyttämällä ns. kaksoisdeflaatioita hintarakenteiden korjaamiseksi, päädytään Suomen osalta selvästi USA:ta korkeampaan tuottavuuden tasoon.
- ⁶ OECD-maiden (14 maata) valuuttakurssikorjatut teollisuuden yksikkötyökustannukset suhteessa Suomeen (keskiarvo 1984–2003 = 100).
- ⁷ Suhteessa 14 tärkeimpään kilpailijamaahan, keskiarvo 1984–2003 = 100.
- ⁸ Suomen yksityisten palvelutoimialojen valuuttakurssikorjatut yksikkötyökustannukset OECD-maihin (14 maata) verrattuna (keskiarvo 1984–2003 = 100).
- ⁹ Ks. <http://www.euklems.net/>.
- ¹⁰ Kuviossa vaalea palkki kuvaa tuottavuuden supistumista vuoden 1980 jälkeen.
- ¹¹ Kuviossa vaalea palkki kuvaa tuottavuuden supistumista vuoden 1980 jälkeen.

4 PALVELUINNOVAATIOT JA TUOTTAVUUS

Mika Pajarinen, Petri Rouvinen ja Pekka Ylä-Anttila*

Aiemman käsityksen mukaan palvelusektorin osuuden kasvu taloudessa merkitsee väistämättä hidastuvaa tuottavuuskehitystä. Puhuttiin ns. Baumolin taudista. Tietoyhteiskunnassa osaamispohjaisilla palveluilla voi kuitenkin olla merkittävä tuottavuutta lisäävä vaikutus. Kansainvälisissä vertailuissa palvelusektorin tuottavuuden taso on Suomessa usein osoitettu suhteellisen matalaksi, kun taas teollisuuden tuottavuus on kansainvälistä kärkeä. Palvelusektorin sisällä on kuitenkin merkittäviä eroja ja monien palvelualojen tuottavuus on kasvanut nopeasti. Uusimmat tilastovertailut näyttäisivät viittaavan siihen, että esimerkiksi kaupan tuottavuuden taso on Suomessa kansainvälisen mittapuun mukaan korkea. Artikkelissa kysytään, miten palvelusektorin innovaatiotoiminta eroaa teollisuuden innovaatiotoiminnasta, millä tavoin innovaatiot ja innovaatiopolitiikka ovat vaikuttaneet tuottavuuseroihin ja tuottavuuden kasvuun.

4.1 JOHDANTO

Baumolin (1967) tunnetun agumentin mukaan tuottavuuden kasvu koko kansantaloudessa hidastuu sitä mukaa, kun palveluiden osuus kulutuksesta ja tuotannosta kasvaa. Tämä johtuu siitä, että palveluiden tuottavuuskehitys on väistämättä hitaampaa kuin muussa taloudessa, koska palvelutoimintoja voidaan automatisoida vain osaksi.

Tieto- ja viestintäteknologian (ICT) vallankumous on kuitenkin osoittamassa tämän argumentin vääräksi kahdesta syystä. Ensinnäkin ICT:hen perustuvien ja teollisuudessa jo käytettyjen toimintatapojen (kuten toiminnanohjausjärjestelmien) soveltaminen palvelutoimialoille voi merkittävästi nopeuttaa niiden rakennemuutosta ja tuottavuuskasvua. Toiseksi, palveluiden digitalisoituminen tuottaa joillekin aloille mahdollisuuden äärimmäisen suuriin mittakaavaetuihin ja siten tuottavuuden valtaisaan nousuun. Kerran tuotetun digitaalisen hyödykkeen monistamisen ja jälleenjakelun kustannukset ovat lähes olemattomat. Baumolin argumentti kääntyy vastakohtakseen: palveluosuuden kasvusta kansantaloudessa voi tulla talouskasvun keskeisin lähde, ei sen hidastaja.

* Mika Pajarinen (KTM, tutkija, Etlatieto Oy), Petri Rouvinen (PhD, tutkimusjohtaja, Etlatieto Oy) ja Pekka Ylä-Anttila (KTL, toimitusjohtaja, Etlatieto Oy ja tutkimusjohtaja, ETLA).

Teollisuusyhteiskunnassa investointitavaroita tuottavaa teollisuutta ja sen laajuutta pidettiin talouden kehittyneisyyden ja kasvupotentiaalin mittarina. Tietoyhteiskunnassa tämän roolin on ottamassa tietointensiivisiä yrityspalveluita tuottava sektori. Talouden kehityksen kannalta olennainen tieto kasaantuu yhä enemmän tähän sektoriin, jolla on myös eniten kytkentöjä muihin toimialoihin. Alan oma tuottavuuskasvun potentiaali on suuri, mutta tärkein vaikutuskanava on välillinen: sektori tuottaa välipanoksia muille sektoreille, mikä parhaimmillaan ruokkii tuottavuuskasvua koko taloudessa.

Palveluiden rooli on edelleen lisääntymässä myös teollisuuden sisällä. Samaan aikaan kun palvelusektorin osuus tuotantorakenteesta on kasvanut, myös teollisuustuotteet ovat tulleet palveluvaltaisemmiksi. Tuotannon ja tuottavuuden kasvu on perustunut yhä enemmän *teollisten palveluiden* tuotantoon. Tämä on toistaiseksi tilastoitu ja dokumentoitu melko heikosti, minkä vuoksi meillä on virheellinen kuva talouden rakenteesta ja kasvusta.

Teollisuustuotannon osuus bruttokansantuotteesta on monissa kehittyneissä maissa – kuten Yhdysvalloissa ja Isossa-Britanniassa – supistunut jo noin kymmeneen prosenttiin, Suomessa osuus on vielä noin runsaat 20 prosenttia. Erityisesti 1990-luvun lopun nopea talouskasvu Suomessa oli teollisuus- ja teknologiavetoista, mikä peittää alleen palvelusektorin rakennemuutoksen ja teollisten palveluiden nopean kasvun. Osa palveluista ”teollistui”, osa teollisuudesta muuttui teollisuustuotteita täydentäviksi tai teollisuustuotteisiin perustuviksi palveluiksi. Tyypillisiä esimerkkejä jälkimmäisistä ovat hissien tai paperikoneiden huolto- ja kunnossapitopalvelut sekä tietoliikenneverkkojen ylläpitopalvelut. Hedelmällisempää kuin pohtia eri sektoreiden rajoja onkin pohtia niiden keskinäisiä yhteyksiä ja sitä, miten ne täydentävät toisiaan.

4.2 OVATKO PALVELUT VÄHEMMÄN INNOVATIIVISIA KUIN TEOLLISUUS?

Miten palveluinnovaatiot eroavat teollisuusyritysten innovaatioista?

Palveluinnovaatioita on tutkittu niin Suomessa kuin kansainvälisestikin veraten vähän. Yleinen käsitys on, että palveluyritykset käyttävät huomattavasti vähemmän resursseja innovaatiotoimintaan kuin teollisuusyritykset ja että niiden innovaatiotoiminta on teollisuusyrityksistä poikkeavaa. Ennakkokäsityksiin kuuluu myös, että palvelutyöpaikat ovat yleensä matalan koulutus- ja palkkatason työpaikkoja ja että emme voi merkittävästi enää kasvattaa palvelusektoria (eli ”elää pesemällä toistemme paitoja”) (ks. esim. Burda, 2000).

Uuden empiirisen tutkimuksen perusteella edellä esitetty ei yleisesti ottaen pidä paikkaansa. Miles’in (2001) katsaus palveluinnovaatiotutkimukseen tuo esille lähinnä kolme seikkaa. Ensiksi, innovaatiotoiminta on yhtä lailla tärkeää niin palvelu- kuin teollisuusyritysten menestymiselle. Toiseksi, pal-

veluyritysten panostukset innovaatiotoimintaan ovat keskimäärin yhtä suuria kuin teollisuudessa. Kolmanneksi, rajanveto palveluiden ja teollisuuden välillä on tullut äärimmäisen vaikeaksi, merkittävimmät innovaatiot ovat usein juuri palveluiden ja teollisuustuotteiden yhdistämistä; teollisuustuotteet sisältävät yhä enemmän palvelukomponentteja ja lisäksi palveluiden nivominen osaksi teollisuutta johtaa usein organisaatioinnovaatioihin.

Merkittävin ero teollisuuden ja palvelusektorin innovaatiotoiminnassa on se, että palveluissa innovaatiotoiminta on epämuodollisempaa ja vähemmän systemaattista. Palveluyrityksillä ei ole yhtä usein muodollisia t&k-yksiköitä, innovaatiotoiminta on vähemmän organisoitua. Brouwer ja Kleinknecht (1997) osoittavat, että varsinaisten t&k-menojen osuus koko innovaatiotoiminnasta on palvelualoilla vajaat 20 prosenttia, kun se teollisuudessa on noin 35 prosenttia. Palveluyritysten innovaatiotoimintaa ei voidakaan – vielä vähemmän kuin teollisuudessa – mitata pelkillä t&k-menoilla. Merkittävin innovaatiotoiminnan kustannuserä palvelusektorissa on uuden teknologian soveltamiseen hankittava käyttöomaisuus. Sen osuus kaikista innovaatiomenoista on noin 65 prosenttia, vastaava osuus teollisuudessa on 40 prosenttia (Brouwer ja Kleinknecht, 1997).

Tämä on olennainen ero. Palveluyritykset soveltavat muualla tuotettua tietoa ja muiden kehittämää teknologiaa omassa innovaatiotoiminnassaan, jonka tulokset puolestaan usein menevät välipanoksiksi muille yrityksille. Koska palvelusektori sinällään on suuri, siellä on merkittävin osa esimerkiksi koko kansantalouden ICT-pääomasta (Maliranta ja Rouvinen, 2004).

Suomalaisen tutkimuksen tuloksia

Palvelusektorin innovaatiotoiminnan ytimessä ovat luonnollisesti tietointensiiviset liike elämän palvelut. Leiponen (2000; 2002; 2005; 2006) sekä Mankinen, Rouvinen, Väänänen ja Ylä-Anttila (2003) osoittavat, että nämä palveluyritykset käyttävät t&k-toimintaan keskimäärin yhtä paljon resursseja kuin teknologiavetoiset teollisuusyrityksetkin. Itse asiassa palvelualan pk-yrityksissä t&k-intensiteetti on *korkeampi* kuin vastaavan kokoisissa teollisuusyrityksissä. Innovaatioprosesseissa on eroja, mutta ne ovat sittenkin suhteellisen pieniä. Suomalaistutkimukset tunnistavat samantyyppisiä eroja kuin kansainväliset tutkimuksetkin. Innovaatiotoiminta on palvelusektorilla vähemmän muodollista ja systemaattista myös Suomessa, mutta erot teollisuuteen ovat pienempiä kuin EU-maissa keskimäärin. Suomessa systemaattisen t&k:n merkitys myös palvelusektorissa on suuri.

Kollektiivisen, organisaatioon sitoutuneen tiedon merkitys on palveluinnovaatioille tärkeää. Innovaatiot syntyvät ryhmätyön tuloksena, kollektiivinen hiljainen (*tacit*) tieto on merkittävää uusien palveluinnovaatioiden syntymiselle, olemassa olevien palveluiden parannukset puolestaan liittyvät hyvin

toimiviin rutiineihin ja tehokkaaseen kodifioidun tiedon käyttöön (Leiponen, 2005, 2006).

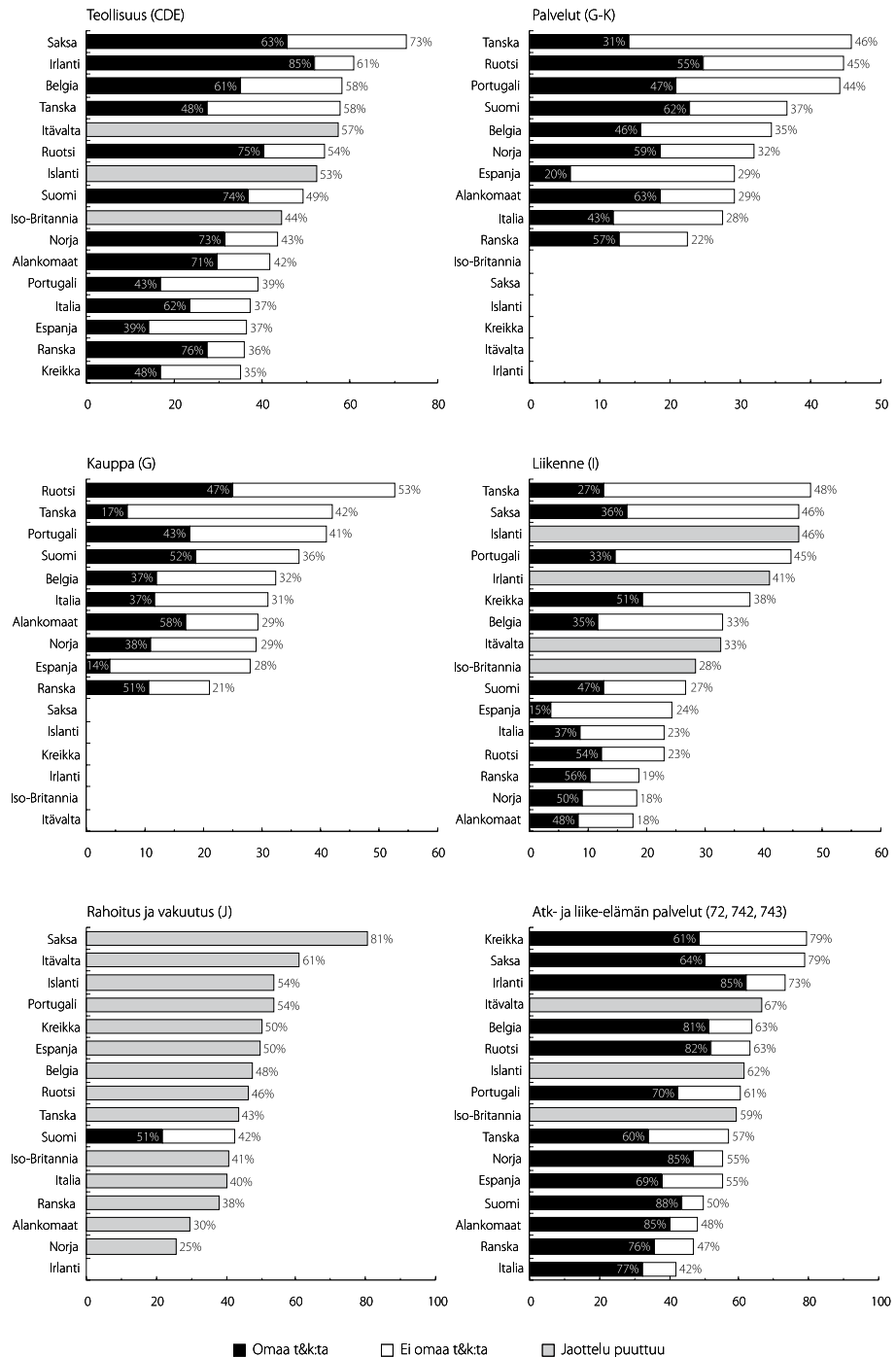
Palveluinnovaatioilla sekä tietointensiivisten palveluiden tuottajilla on usein tärkeä välittäjän rooli. Tietointensiivisten yrityspalveluiden tuottajat tekevät asiakasyritystensä edellyttämiä täydentäviä innovaatioita ja välittävät muualla tuotettua tietoa ja teknisiä ratkaisuja. Jos tämä voidaan tehdä tehokkaasti monistamalla sama ratkaisu laajasti käytettäväksi, talouden tehokkuutta on mahdollista nostaa merkittävästi (Mankinen ym., 2003).

Vaikka erot palvelusektorin ja teollisuuden innovaatiotoiminnassa ovat keskimäärin yllättävän pieniä, näyttää siltä, että yrityskoolla on merkitystä. Suuret teollisuusyritykset sijoittavat innovaatiotoimintaan tuntuvasti enemmän kuin suuret palveluyritykset. Kuitenkin juuri teollisuuden suuryrityksissä palvelut ja teollisuustuotteet ovat kietoutuneet toisiinsa voimakkaasti. Usein todellinen lisäarvo teollisille tuotteille tulee niihin kytketyistä tai niihin pohjautuvista palveluista. Suurten teollisuusyritysten kustannusrakenne paljastaa usein mielenkiintoisen asian: selvästi yli puolet kokonaiskustannuksista tulee erilaisten yritysten sisäisten palveluiden tuottamisesta. Tällaisia ovat esimerkiksi markkinointi, johtaminen, tutkimus- ja kehitystoiminta, rahoitus, huolto, tietoliikenne ja logistiikka. Vain murto-osa toiminnasta liittyy itse tavaran valmistukseen. Palveluiden kehittäminen ja niihin liittyvät innovaatiot ovat siis olennainen osa teollisuusyritysten toimintaa.

EU:n laajuisen innovaatiokyselyn (Community Innovation Survey, CIS) aineisto antaa mahdollisuuden vertailla kansainvälisesti palvelusektorin innovaatiotoimintaa. Aineistosta voidaan havaita, että suhteellisen pieni osa – vain runsas kolmannes – suomalaisista palveluyrityksistä harjoittaa innovaatiotoimintaa. Kuitenkin suuri osa innovaatiotoimintaa harjoittavista palveluyrityksistä tekee omaa t&k:ta. Suomi nouseekin sekä t&k:ta harjoittavien palveluyritysten osuudella että t&k-intensiteetillä mitattuna EU-maiden kärkipäähän. Palvelusektorin vertaaminen teollisuuteen tuottaa kiinnostavan havainnon: innovaatiotoimintaa harjoittaneiden yritysten osuudella mitattuna palvelusektori sijoittuu teollisuutta korkeammalle EU-maiden vertailussa. Kun molemmilla sektoreilla t&k-intensiteetti on kuitenkin korkea, niin ero johtuu siitä, että teollisuudessa t&k-toiminta on voimakkaammin keskittynyt suuriin yrityksiin kuin palveluissa.

Palvelusektorin toimialoittainen tarkastelu viittaa siihen, että välillisten tuottavuusvaikutusten kannalta tärkeimmällä palvelualalla – liike-elämän palveluissa – innovaatiotoimintaa harjoittaneiden yritysten osuus Suomessa on EU-maiden keskimääristä pienempi. Juuri tällä alalla ovat meneillään suurimmat muutokset, joiden vaikutukset tulevaan tuottavuuskasvuun ovat merkittäviä.

Kuvio 4.1 Innovaatiotoimintaa harjoittaneiden yritysten osuus vuosina 2002–2004



NACE Rev. 1.1 toimialakoodit ovat suluissa. Mustalla alueella oleva luku on omaa t&k:tä harjoittavien osuus kaikista innovaatiotoimintaa harjoittaneista ja koko pylvään oikealla puolella oleva luku innovaatiotoimintaa harjoittaneiden osuus kaikista toimialan yrityksistä.

Lähteet: Eurostatin Community Innovation Survey (CIS4, aineiston hakupäivä 16.2.2007) ja Tilastokeskuksen Innovaatiotutkimus 2004.

4.3 TEKNOLOGIA JA GLOBALISAATIO MUUTTAVAT PALVELUSEKTORIA MAAILMANLAAJUISESTI

Digitalisointi mullistaa palvelusektorin – ICT-vallankumouksen seuraava vaihe?

Palveluiden kasvussa ei ole enää kysymys ”palvelusektorin” laajentumisesta – siitä, että tuotetaan entistä enemmän palveluita tai uusia palveluita perinteisellä tavalla. Kysymys on siitä, että tuotetaan *uusia palveluita uudella tavalla*.

Uudet palveluinnovaatiot perustuvat usein siihen, että tieto- ja viestintäteknologia *mahdollistaa* palveluiden digitalisoinnin ja siten aivan uudenlaiset liiketoimintamallit ja palveluiden tuotantotavat, ja myös tuotannon uudelleensijoittumisen. Uusia palveluinnovaatioita tuotetaan niin palvelusektorin yrityksissä kuin muillakin toimialoilla: palvelut integroituvat osaksi teollisuutta, rakennustoimintaa ja myös alkutuotantoa.

Digitalisoinnin vaikutuksista palvelusektorin tuotantoon, työllisyyteen ja tuottavuuteen on nähty vasta alku. On yleisesti arvioitu, että palveluiden digitalisointi vähentää merkittävästi työpanoksen käyttöä nykyisten rutiini-palveluiden tuotannossa. Tästä tulee merkittävä tuottavuusvaikutus. Mutta vähintään yhtä suuri vaikutus tulee kokonaan uusien palveluiden ja liiketoimintamallien kehittämisestä.

Uuden liiketoiminnan tai liiketoimintamallien keskeinen piirre on globaalisuus. Palvelualat ovat jo pitkään kansainvälistyneet nopeammin kuin teollisuus. Yhä suurempi osa palveluista on tullut kansainvälisen kaupan piiriin. Jensenin (2006) tutkimuksen mukaan noin viidennes Yhdysvaltojen palvelutuotannosta – työllisyydellä mitattuna – on kansainvälisen vaihdannan piirissä. Erityisen voimakkaasti ulkomaankauppa on kasvanut osaamisintensiivisillä, korkean palkkatason palvelualoilla. Samaan aikaan kun palveluita viedään yhä enemmän, yritykset ovat lisänneet vähemmän ammattitaitoa vaativaa palvelutuotantoa ulkomailla suorien ulkomaisten investointien kautta. Kysymys onkin siitä, mitä Richard Baldwin (2006) kutsuu ”toiseksi suureksi eriytymiseksi”: tulevaisuudessa yritysten eri toiminnot ja viime kädessä yksittäiset työtehtävät voivat sijoittua omien suhteellisten etujensa mukaisesti eri puolille maailmaa. Tämä mahdollisuus koskettaa eniten juuri palvelusektoria. Kun palvelut digitalisoituvat, niiden tuotanto voidaan modularisoida ja tuottaminen hajauttaa.

Palvelusektorin tuleva tuottavuuskasvu muistuttaisi silloin varsin tarkoin teollisuuden vastaavaa. Teknologia mahdollistaa erikoistumisen palvelutuottajien, toimintojen ja jopa tehtävien tasolla. Globalisaatio puolestaan mahdollistaa uuden teknologian soveltamisen maailmanlaajuisesti: maat ja alueet erikoistuvat suhteellisten etujen mukaan, kun sekä kaupan että pääomaliikkeiden esteet madaltuvat. Molemmat prosessit – voimakas teknologien kehitys ja kansainvälinen palvelukaupan vapauttaminen – ovat palvelusektorissa meneillään. Lisääntyvä ulkomaankauppa ja uudelleensijoittuminen mahdollistavat palvelusektorin tuottavuuden nopean kasvun.

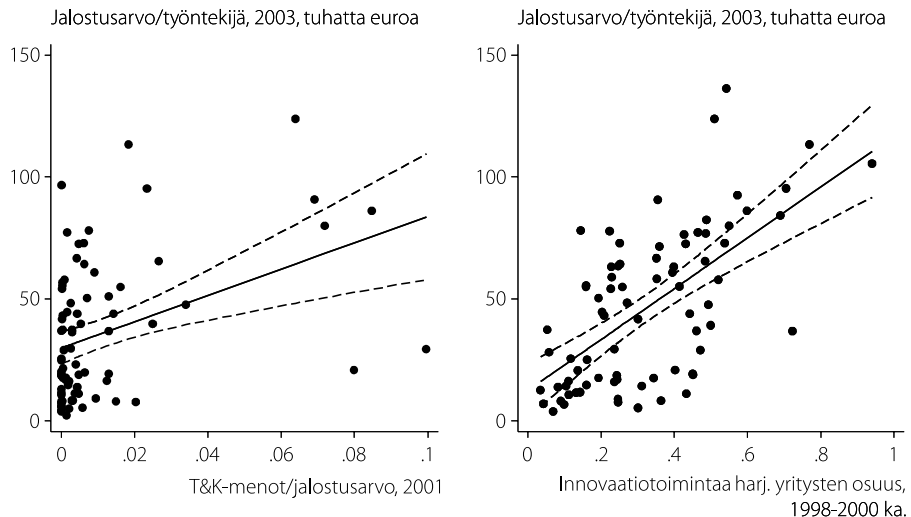
4.4 ONKO INNOVAATIOILLA JA INNOVAATIOPOLITIIKALLA OLLUT VAIKUSTA PALVELUIDEN TUOTTAVUUTEEN?

Innovaatiotoiminnan tai tutkimus- ja kehitysinvestointien vaikutuksista palvelusektorin ja palveluyritysten tuottavuuteen on varsin vähän empiiristä tutkimusta. Syyt ovat yksinkertaisia. Jo palvelutuotannon luotettava mittaaminen on osoittautunut äärimmäisen vaikeaksi. Myös palveluyritysten innovaatiopanostusten mittaaminen on pulmallista: suuri osa innovaatiotoiminnasta on epämuodollista ja useita tiedonlähteitä hyödyntävää – itse palveluinnovaation määrittelykin on usein hankalaa.

Kuviossa 4.2 on esitetty yksinkertainen tapa etsiä innovatiivisuuden ja tuottavuuden yhteyttä käyttämällä kansainvälistä CIS-aineistoa sekä tavanomaisia t&k- ja tuottavuusmittareita. Kuvion havainnot ovat maa- ja toimialapareja kuvaavaa dataa EU-maista (sekä Norjasta ja Islannista).

Osoittautuu, että innovaatiotoiminnan ja tuottavuuden välillä on positiivinen yhteys. Mielenkiintoista on, että kun innovaatiopanostukset laajennetaan koskemaan muutakin kuin t&k-toimintaa (kuvion oikea puoli), yhteys näyttää selvemmältä. Vaikka innovaatiopanostusten mittari (innovaatiotoimintaa harjoittaneiden yritysten osuus) on hyvin karkea, näyttää laajasti määritelty innovaatiomuuttuja korreloivan selvästi voimakkaammin tuottavuuden kanssa

Kuvio 4.2 Innovaatiotoimintaan panostus ja työn tuottavuus EU-maiden palvelualoilla



Aineistossa ovat mukana EU15-maiden lisäksi myös Norja ja Islanti sekä uudet jäsenmaat, mikäli niistä on ollut käytettävissä tietoja. Toimialataso on kirjaintaso (NACE Rev. 1.1 luokat G-K muuten paitsi toimialaluokka K on jaettu kahteen osaan: 1) liike-elämän palvelut (K74) ja 2) muut palvelut). Kuvioissa pisteet ovat maa-toimialahavaintopareja (FI-G, SE-G, jne.), yhtenäinen viiva kuvaa lineaarisen regressiokäyrän sovitetta ja katkoviivoilla on kuvattu regressiosovituksen 95 prosentin luottamusväliä.

Lähteet: Aineistolähteinä ovat Eurostatin Structural Business Statistics (SBS), Community Innovation Survey (CIS3) ja t&k-tilastot (aineistojen hakupäivä 16.2.2007); kirjoittajien laskelmat.

kuin suppeasti määritelty (pelkkä t&k-panos). Tämä havainto on sopusoinnussa palvelusektorin innovaatiotoiminnan erityisluonteen kanssa. Kuvion 4.2 perusteella emme siis voi ainakaan sulkea pois sitä, että innovaatiotoiminnalla tai innovaatiopanostuksilla on palveluissa positiivinen yhteys havaittuun tuottavuuden tasoon.

4.5 YHTEENVETO: TARVITAANKO PALVELUYRITYKSILLE ERILAISTA INNOVAATIOPOLITIIKKAA?

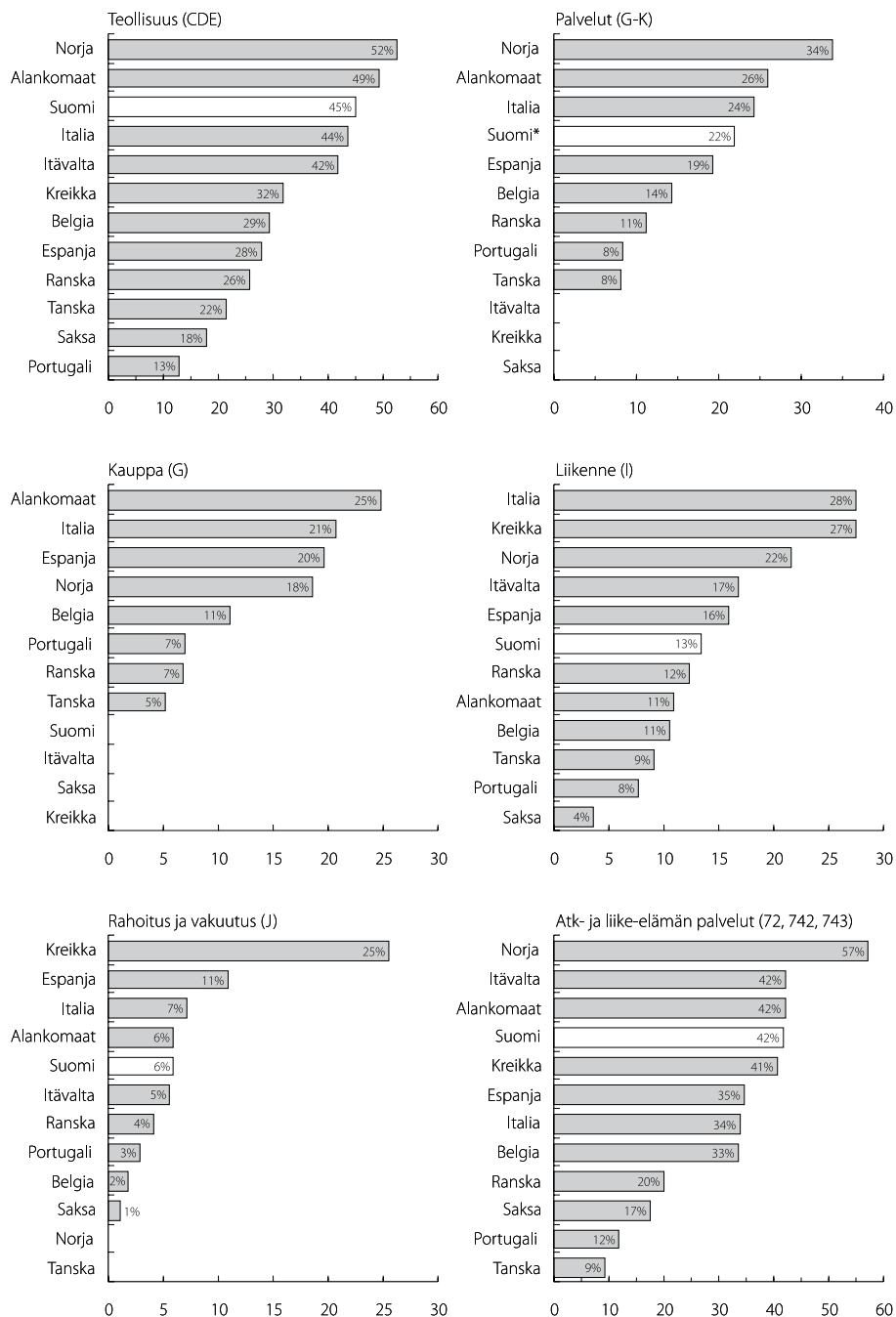
Palveluiden osuus kaikissa kehittyneissä maissa on tasaisesti noussut viimeisten vuosikymmenien aikana. Sen on usein väitetty johtavan siihen, että koko kansantalouden tuottavuuskehitys hidastuu, koska palvelutuotantoa ei teknologian keinoin voida samaan tapaan tehostaa ja automatisoida kuin teollisuustuotantoa. Nykykäsityksen mukaan tämä ei enää pidä paikkaansa. Pääinvastoin: tietointensiiviset yrityspalvelut voivat olla merkittävin tuottavuuskasvun lähde tulevaisuudessa. Yhdysvaltain talous on yksi esimerkki tästä. Palveluiden osuus Yhdysvaltain bruttokansantuotteesta on noin 80 prosenttia ja teollisuuden enää noin 10 prosenttia – tästä huolimatta tuottavuuskasvu on siellä ollut 1990-luvun puolivälin jälkeen nopeampaa kuin Euroopassa.

Vaikka teollisuuden ja palvelusektorin innovaatiotoiminta on tutkimusten mukaan pääpiirteissään samanlaista, voidaan niissä osoittaa innovaatiopolitiikan kannalta muutamia tärkeitä eroja. *Ensinnäkin*, palveluyrityksistä selvästi pienempi osa harjoittaa innovaatiotoimintaa kuin teollisuusyrityksistä. *Toiseksi*, palveluyritysten innovaatiotoiminta on vähemmän muodollista ja systemaattista, eikä perustu samassa määrin organisoituun t&k-toimintaan kuin teollisuudessa – kollektiivisen, organisaatioon sitoutuneen tiedon merkitys on palveluinnovaatioille tärkeää. *Kolmanneksi*, erityisesti suuret palveluyritykset sijoittavat innovaatiotoimintaan selvästi vähemmän kuin suuret teollisuusyritykset. Tärkeää on kuitenkin huomata, että yhä kasvava osa myös teollisuusyritysten innovaatioista liittyy palveluihin. Rajojen vetäminen toimialojen välille on vaikeaa, ja useimmiten hyödytöntä.

Innovaatiopolitiikan näkökulmasta mielenkiintoinen havainto on, että kaikissa Euroopan maissa julkista tukea saaneiden yritysten osuus innovaatiotoimintaa harjoittaneista yrityksistä on selvästi pienempi palveluissa kuin teollisuudessa. Suomessa tukea on saanut palvelusektorilla runsaat 20 prosenttia innovaatiotoimintaa harjoittaneista yrityksistä ja teollisuudessa vajaa puolet. Suhde on jokseenkin sama kuin Euroopassa yleensä. Suomessa tukea saaneiden osuudet ovat kärkipäässä kummallakin sektorilla. Ei siis voida osoittaa, että innovaatiopolitiikka olisi Suomessa jotenkin systemaattisesti kohdentunut teollisuuden ja palveluiden välillä toisin kuin muissa maissa.

Suomalaisten palveluyritysten innovaatiotoiminta erottuu kansainvälisessä vertailuissa muista Euroopan maista siten, että omaa t&k-toimintaa

Kuvio 4.3 Innovaatiotoimintaan julkista tukea saaneiden osuus kaikista innovaatiotoimintaa harjoittaneista yrityksistä vuosina 2002–2004



NACE Rev. 1.1 toimialakoodit ovat suluissa. Suomen osalta luokka Palvelut (G-K) sisältää myös energiahuollon (E) Tilastokeskuksen käyttämästä luokittelusta johtuen.

Lähteet: Eurostatin Community Innovation Survey (CIS4, aineiston hakupäivä 16.2.2007) ja Tilastokeskuksen Innovaatiotutkimus 2004.

tekevien palveluyritysten osuus innovaatiotoimintaa harjoittavista yrityksistä on keskimääräistä suurempi. Sama pätee kuitenkin myös teollisuuteen, mikä kertonee siitä, että innovaatioprosessit yleensä Suomessa perustuvat systemaattiseen tutkimus- ja kehitystyöhön ja epämuodollisen tiedonhankinnan rooli on pienempi. Kuitenkin juuri viimeksi mainitulla näyttää tutkimuksen valossa olevan keskeinen rooli juuri palveluinnovaatioiden syntymisessä.

KIRJALLISUUS

- Baldwin, R. (2006). Globalisation: The Great Unbundling(s). Teoksessa *Globalisation Challenges for Europe. Report by the Secretariat of the Economic Council – PART I* (s. 11-54). Helsinki: Prime Minister's Office Publications 18/2006.
- Baumol, W. J. (1967). Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crises. *American Economic Review*, 57(3), 415–426.
- Brouwer, E. ja Kleinknecht, A. (1997). Measuring the unmeasurable: a country's non-R&D expenditure on product and service innovation. *Research Policy*, 25(8), 1235–1242.
- Burda, M. C. (2000). Jobs and the Service Economy. Teoksessa *The Service Economy – An Engine for Growth and Employment* (s. 100–109). Institut der deutschen Wirtschaft Köln.
- Jensen, B. J. (2006). *Trade in High-Tech Services: Understanding the Scope and Impact of Services Offshoring*. Presentation in "Conference on Globalisation of the Production of Services – Implications for Small Open Economies". Research Institute of Industrial Economics, Stockholm November 20, 2006.
- Leiponen, A. (2000). *Innovation in Services and Manufacturing. A Comparative Study of Finnish Industries*. ETLA B 165. Helsinki: Taloustieto Oy.
- Leiponen, A. (2002). *Knowledge Services in the Innovation System*. ETLA B 185. Helsinki: Taloustieto Oy.
- Leiponen, A. (2005). Organization of Knowledge and Innovation: The Case of Finnish Business Services. *Industry and Innovation*, 12(2), 185–203.
- Leiponen, A. (2006). Managing Knowledge for Innovation: The Case of Business-to-Business Services. *Journal of Product Innovation Management*, 23, 238–258.
- Maliranta, M. ja Rouvinen, P. (2004). ICT and Business Productivity: Finnish Micro-Level Evidence. Teoksessa *The Economic Impact of ICT; Measurement, Evidence and Implications* (s. 213–240). Paris: OECD.
- Mankinen, R., Rouvinen, P., Väänänen, L. ja Ylä-Anttila, P. (2003). Yrityspalveluiden kasvu, kansainvälistyminen ja kilpailukyky. *Etlan keskusteluaiheita*, 880.
- Miles, I. (2001). *Services Innovation: A Reconfiguration of Innovation Studies*. Prest Discussion Paper Series.

OSA II

5	INNOVAATIOTOIMINNAN ULKOISVAIKUTUKSET JA TUOTTAVUUS <i>Petri Rouvinen</i>	91
6	NANOTEKNOLOGIASTAKO SEURAAVA YLEISKÄYTTÖINEN TEKNOLOGIA? – HAVAINTOJA SUOMEN NÄKÖKULMASTA <i>Christopher Palmberg</i>	105

5 INNOVAATIOTOIMINNAN ULKOISVAIKUTUKSET JA TUOTTAVUUS

Petri Rouvinen*

Tässä ulkoisvaikutuksilla tarkoitetaan tilannetta, jossa yrityksen innovaatiotoiminta vaikuttaa muihin tavoilla, joista koituvista hyödyistä yritys ei saa täyttä korvausta ja/tai joista koituvia haittoja se ei täysimääräisesti kannan tai ota huomioon. Ulkoisvaikutusten johdosta yrityksen innovaatiotoiminnan yksityinen tuotto poikkeaa kaikille (ml. yritys itse) toimijoille koituvasta sosiaalisesta tuotosta. Empiirisestä kirjallisuudesta havaitaan, että innovaatiotoiminnalla on pääsääntöisesti merkittäviä ja positiivisia ulkoisvaikutuksia, vaikka vaihtelut lähettäjien ja vastaanottajien sekä välittyvän tiedon ja sen taloudellisen merkityksen suhteen ovatkin valtavia. Keskimäärin innovaatiotoiminnan sosiaalinen tuotto on noin kaksinkertainen sen yksityiseen tuottoon verrattuna. Ulkoisvaikutusten empiirisessä tutkimuksessa on kuitenkin monia vakavia ratkaisemattomia ongelmia, joiden johdosta aiemmasta kirjallisuudesta tehtäviin päätelmiin on suhtauduttava varauksin.

5.1 JOHDANTO

Tässä luvussa käsitellään yritysten voittoa tavoittelevaan tietotuotantoon liittyviä ulkoisvaikutuksia. **Tietotuotannolla** tarkoitetaan lähinnä innovaatiotoimintaa: tutkimusta ja kehitystä (t&k) sekä siitä kumpuavien tuote-, prosessi-, liiketoiminta- ja tuotantotapa-ajatusten kaupallistamista.¹ **Ulkoisvaikutuksilla** tarkoitetaan lähinnä tilannetta, jossa yrityksen innovaatiotoiminta vaikuttaa muihin tavoilla, joista koituvista hyödyistä alkuperäisen investoinnin tehnyt yritys ei saa täyttä korvausta (yhteiskunnallisesta näkökulmasta **positiiviset** ulkoisvaikutukset) ja joista koituvia haittoja (yhteiskunnallisesta näkökulmasta **negatiiviset** ulkoisvaikutukset) yritys ei täysimääräisesti kannan tai ota huomioon. Ulkoisvaikutusten seurauksena yrityksen innovaatiotoiminnasta saama **yksityinen tuotto** poikkeaa kaikkien talouden toimijoiden yhteisestä yhteiskunnallisesta tai **sosiaalisesta tuotosta**, joka on yksityisen ja ei-yksityisen tuoton summa.

Arrow (1962) korostaa tiedon tuottamiseen liittyviä kannustin- ja omistusoikeusongelmia. Hän luonnehtii tietoa **julkishyödykkeeksi**, jonka

* PhD, tutkimusjohtaja, Etlatieto Oy.

perusominaisuuksia ovat leviäminen, kulumattomuus ja jakamattomuus niin tuotannossa kuin käytössä. Vaikka lainsäädännöllisiä keinoja tiedon tahattoman leviämisen estämiseksi onkin, ei tiedon leviämistä pystytä täysin estämään millään keinoin. Niinpä tiedon sekä tietoon merkittävässä määrin pohjautuvien tuotteiden ja palveluiden markkinat ovat väistämättä puutteellisia ja epätäydellisiä.² Yhteiskunnallisesta näkökulmasta tämä aiheuttaa hyvinvointitappioita, jotka voivat osin olla korjattavissa julkisin politiikkainterventioin.

Yritykselle innovaatiotoiminta on **nyt** tehtävä investointi **tulevaisuuteen**.³ Siitä päättäessään yritys ottaa huomioon sille itselleen koituvat haitat (mm. välittömät menot) ja hyödyt (mm. tulevat voitot). Investointi tehdään, jos sen tuoton nettonykyarvo on positiivinen ja ylittää yrityksen tämäntyyppisille hankkeille asettaman tuottovaatimuksen sekä jos yrityksellä on hankkeelle rahoitus ja muut tarvittavat voimavarat.⁴ Innovaatiotoimintaan liittyy teknistä, organisatorista ja markkinaepävarmuutta. Mikäli hankkeessa epäonnistutaan, tehdyt investoinnit valuvat ainakin osin hukkaan.⁵

Yrityksen omiin toimiin liittyvät ja siten tavallaan sen **lähettämät** ulkoisvaikutukset kumpuavat siitä, ettei se pysty täysin suojaamaan innovaatiotoimintansa hedelmiä aineettomin oikeuksin ja että yritys ottaa huomioon vain sen omat haitat ja hyödyt, vaikka sen toimet vaikuttavat myös muihin. Koska yrityksen toimet ovat kytköksissä ulkomaailmaan, myös muiden toimilla on siihen nähden ulkoisvaikutuksia, jotka se tavallaan **vastaaanottaa**. Lähetettävät ja vastaanotettavat ulkoisvaikutukset ovat yhteydessä toisiinsa.

Laajasti määriteltynä ulkoisvaikutukset liittyvät merkittävässä määrin kaikkeen taloudelliseen toimintaan, sillä ne pitävät sisällään myös tuottajaylijäämän (voitto) ja kuluttajaylijäämän (maksetun hinnan ja kaupasta koituvan hyödyn ero). Välttämättä näillä ei kuitenkaan ole mitään tekemistä innovaatiotoiminnan kanssa.

Myyjä–ostaja -suhteen kautta välittyviä ulkoisvaikutuksia sanotaan **rahamääräisiksi** (*pecuniary*). Ulkoisvaikutukset voivat myös olla tiedollisia: t&k:n hedelminä syntyneet ajatukset ja ideat toimivat muiden jatkotyön innoittajina ja panoksina. Usein ajatellaan, että innovaatiotoiminnan yhteydessä tulisi pyrkiä eristämään ja käsittelemään vain **tiedollisia** ulkoisvaikutuksia (Griliches, 1992), vaikka tämä onkin teoreettisesti ja empiirisesti haastavaa.⁶

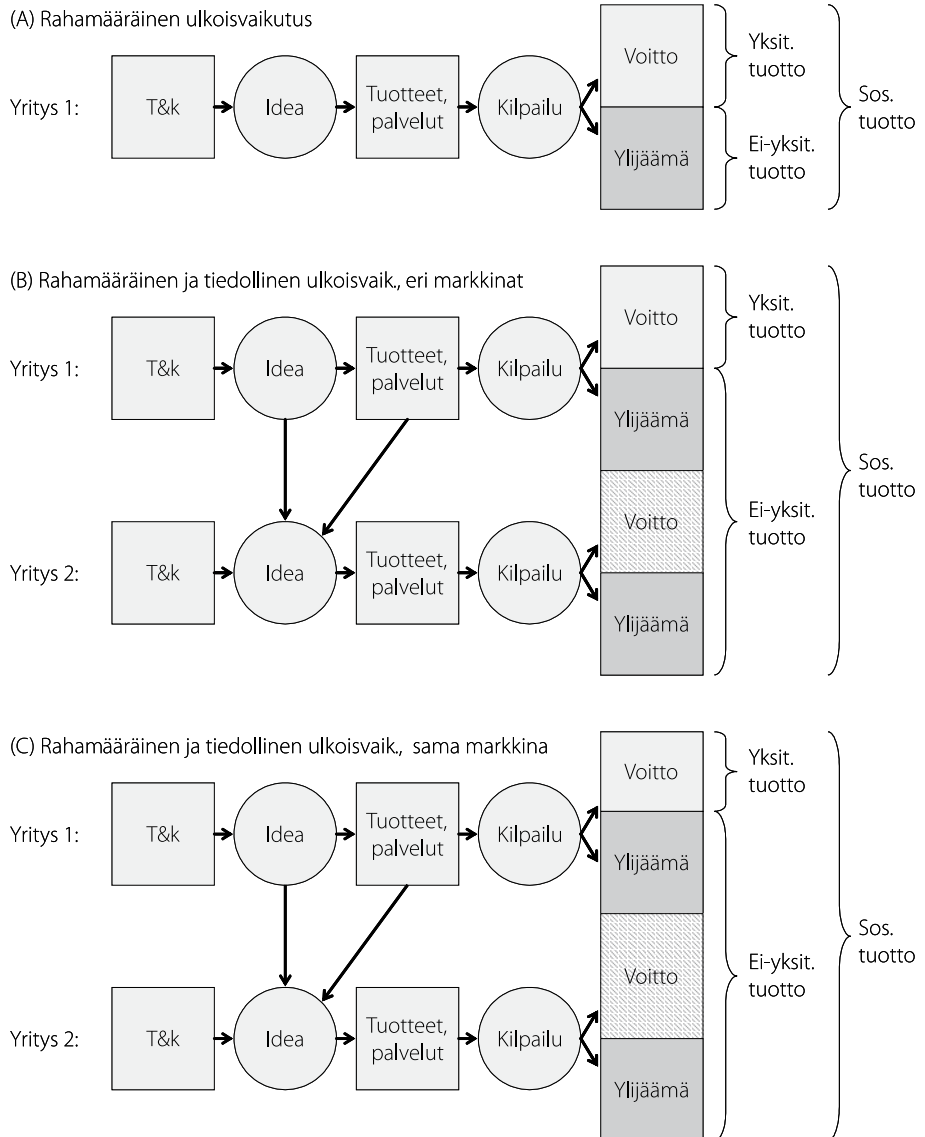
5.2 STAATTINEN TARKASTELU

Kuviossa 5.1 havainnollistetaan rahamääräisten ja tiedollisten ulkoisvaikutusten staattisia vaikutuksia kahden t&k:ta harjoittavan yrityksen näkökulmasta kolmessa tapauksessa: (A) vain rahamääräinen ulkoisvaikutus, (B) rahamääräinen ja tiedollinen ulkoisvaikutus ilman näiden välistä vuorovaikutusta sekä (C) rahamääräinen ja tiedollinen ulkoisvaikutus tapauksessa, jossa ne ovat yhteydessä toisiinsa, koska yrityksillä on sama kohdemarkkina.

Kuvion 5.1 tapauksessa A yritys 1 harjoittaa itsenäistä innovaatiotoimintaa nostaakseen voittoaan (yksityinen tuotto). Asiakkaille tai kuluttajille jää ylijäämä, joka vastaa heidän maksamiensa hintojen ja saamiensa hyötyjen erotusta (ei-yksityinen tuotto).⁷ Tässä kehikossa sosiaalinen tuotto on näiden kahden summa. Tapauksessa A yritys 1 toimii monopolina, jolla ei ole vuorovaikutussuhteita ulkomaailmaan.

Tapauksessa B yritys 1 ja yritys 2 toimivat eri markkinoilla, joten niiden voitot ja asiakkaille koituvat ylijäämät eivät ole suorassa yhteydessä toisiinsa.

Kuvio 5.1 Innovaatiotoiminnan yksityisen ja sosiaalisen tuoton yhteys ulkoisvaikutuksiin – staattinen tarkastelu



Lähde: Muunneltu versio Jaffen (1996) esityksestä.

Sen sijaan yrityksen 1 t&k:n hedelmät välittyvät yritykselle 2 tiedollisten ulkoisvaikutusten kautta, minkä johdosta yrityksen 2 voitto ja sen kohdemarkkinan ylijäämä todennäköisesti nousevat ao. ulkoisvaikutuksen vuoksi. Tapaukseen A verrattuna yksityinen tuotto pysyy muuttumattomana. Ei-yksityinen, ja siten myös sosiaalinen, tuotto on kasvanut yrityksen 2 voittojen ja sen kohdemarkkinaan liittyvän ylijäämän takia.

Tapauksessa C yritys 1 ja yritys 2 toimivat samalla loppumarkkinalla, vaikka niiden tuotteet saattavatkin olla erilaistettuja (differoituja). Tapaukseen A ja B verrattuna tiedollisen ulkoisvaikutuksen lähteen (yritys 1) voitto on pienentynyt, koska yritys 2 on hyödyntänyt sen innovaatiotoiminnan hedelmiä korvauksetta heikentäen näin yrityksen 1 innovaatiostaan saamaa hyötyä. Tiedollisilla ulkoisvaikutuksilla voi olla vaikutuksia myös kuluttajaylijäämään. Voittojen ja ylijäämän keskinäiset suhteet riippuvat alkuperäisestä innovaatiosta, ”läikkyneestä” tiedosta, yritysten voimasuhteista ja strategisesta käyttäytymisestä sekä näihin liittyvästä loppumarkkinakilpailusta.

Tiedollinen ulkoisvaikutus ei varsinaisesti vähennä yrityksen innovaatiotoiminnan kannustimia silloin, kun lähettävä ja vastaanottava yritys eivät toimi samalla loppumarkkinalla (kuvion 5.1 tapaus B). Silti innovaatiotoiminnan taso on kansantalouden näkökulmasta liian alhainen, koska vastaanottajalle koituvaa hyötyä ei huomioida lähettäjän päättäessä ao. toiminnan tasosta.

Varsinainen negatiivinen kannustinvaikutus (*disincentive*) syntyy vasta kun tiedollisen ulkoisvaikutuksen vastaanottajakin on samalla loppumarkkinalla (kuvion 5.1 tapaus C). Lähettävän yrityksen kannustin harjoittaa innovaatiotoimintaa laskee, koska siitä koitua hyöty laskee sen kilpaillessa epäsuorasti ”itsensä kanssa” loppumarkkinoilla.⁸

Vaikka kuvio 5.1 onkin hyödyllinen ulkoisvaikutuskysymysten perusteiden hahmottamisessa, kyseessä on staattinen sekä implisiittisesti yhden innovaation ja sen yksisuuntaisten vaikutusten tarkastelu. Seuraavassa osiossa laajennetaan tarkastelua muutamilla dynaamisia vaikutuksia koskevilla pohdinnoilla.

5.3 DYNAAMISIA NÄKÖKOHTIA

Kuvio 5.1 antaa virheellisesti ymmärtää, että kaikki syntyvä sosiaalinen tuotto olisi kyseisen innovaation ansiota. Näin on kuitenkin vain siinä erikoistapauksessa, että kyseinen innovaatio synnyttää kokonaan uuden markkinan ja että monopolina toimiva yritys on perustettu tämän yhden innovaation ympärille. Yleisesti ottaen pitäisikin tarkastella innovaation aikaansaamaa sosiaalisen tuoton **muutosta** vieläpä siten, että tuloksettoman innovaatiotoiminnan aiheuttamat menetykset huomioitaisiin. Innovaatiot, jotka lopulta ”jäävät hyllyyn”, ovat esitetyssä kehikossa hyödyttömiä, joskin käytännössä niistä on toki opittu jotain ja ne saattavat toimia uusien innovaatioiden siemeninä. Lisäksi, kuten

edellä korostettiin, kyse on nettotuoton nykyarvosta. Innovaation taloudellinen käyttöikä riippuu luonnollisesti siitä, kuinka nopeasti ja missä määrin se tulee uusien innovaatioiden vuoksi korvatuksi.

Pääsääntöisesti uusi innovaatio aiheuttaa negatiivisen ulkoisvaikutuksen jo markkinoilla olevien kannalta: aiemmasta tarjonnasta saatavat voitot vähenevät ja siihen liittyvät innovaatiot menettävät taloudellista arvoaan. Sikäli kuin yritys oli jo ennen tekemäänsä innovaatiota aktiivinen kyseisellä loppumarkkinalla, sen uusi innovaatio saattaa korvata omaa aiempaa kysyntää. Joka tapauksessa se vaikuttaa muihin tarjoajiin; mikäli ei, ne eivät alunperinkään olleet taloudellisessa mielessä samalla markkinalla.

Tähänastisessa keskustellussa on vain implisiittisenä ollut oletus siitä, että innovaatio vaikuttaa myös yrityksen sisäiseen toimintaan ja tulemiin sen kohdemarkkinoilla. Kaupallistaminen on markkinakokeilu. Mikäli se on menestyksellinen, siihen pohjautuvan tuotteen tai palvelun kysyntä kasvaa, minkä tyydyttämiseksi yritys lisää tarjontaansa. Kysynnän nopea ja massiivinen siirtyminen innovaation myötä parantuneen tarjonnan suuntaan vaikuttaa keskeisesti kannustimiin harjoittaa innovaatiotoimintaa. Jotta lisääntynyt kysyntä saataisiin tyydytettyä, myös panosmarkkinoiden on reagoitava: tarjonnan laajentamiseksi yrityksen on vapautettava muista toiminnoistaan tai saatava muutoin käyttöönsä pääomia, työvoimaa ja muita resursseja. Dynaamisessa toimintaympäristössä yksittäisen innovaation hieman laajemmin tulkitut ulkoisvaikutukset leviävätkin laajalle; kilpailu niin tuotannon- kuin loppumarkkinoilla kovenee – ulkoisvaikutuksena on intensiivisempi ”luovan tuhon” prosessi.

Ylipäätään kilpailun ja innovaatiotoiminnan yhteys on kiinteä. Yleisesti ottaen tarvitaan jonkinlainen ulkoinen paine, jotta yrityksellä olisi riittävät kannustimet oman toimintansa kehittämiseen innovaatiotoiminnan avulla ja muutoinkin. Markkinataloudessa tämän paineen aiheuttaa pääsääntöisesti tai jopa yksinomaan kilpailu. Toisaalta se myös lisää todennäköisyyttä sille, että mikä tahansa innovaatio tulee melko nopeasti syrjäytetyksi (negatiivinen ulkoisvaikutus). Innovaatiotoiminnan harjoittajalla on ulkopuolisia parempaa tietoa tavoitellun innovaation odotettavissa olevista tuotoista (eikä kaikilla osapuolilla ehkä muutoinkaan ole käytössä samaa tietoa). Innovaatiotoiminnan harjoittaja vaikuttaa myös kustannuksiin ja odotettavissa oleviin tuottoihin. Lisäksi, koska kaikki osapuolet eivät välttämättä ole riskineutraaleja, yritys saattaa (ehkä pakon sanelemana) preferoida kumuloituneita voittovaroja innovaatiotoiminnan rahoituksessa, jolloin liian kireä kilpailutilanne saattaa viedä halut ja mahdollisuudetkin innovaatiotoiminnan harjoittamiseen. Niinpä innovaatiotoiminnan kannalta saattaakin olemattoman ja äärimmäisen kireän kilpailun välille jäädä joku innovaatiotoiminnan laajuuden kannalta ”optimaalinen” kilpailun aste, kuten todetaan muun muassa tämän kirjan ensimmäisessä luvussa.

Vaikka ulkoisvaikutusten kautta välittyvä tieto sinänsä olisikin määrittäen ja laadultaan symmetristä, alhaisemman tietotason yritys saa ulkois-

vaikutuksista periaatteessa enemmän hyötyä kuin muuten vastaava, mutta korkeamman tietotason, yritys. Näin siksi, että vain se osa tiedosta, jota voidaan pitää parempana kuin jo hallussa ollutta, tosiasiallisesti lisää omaa tietotasoa. Ulkoisvaikutukset todennäköisesti siis tasoittavat yritysten välisiä tiedollisia tasoeroja, minkä pitäisi ainakin jollain aikavälillä kiristää myös kilpailua loppumarkkinoilla. Ulkoisvaikutukset voidaankin nähdä eräänä yrityksiä tasapäistävänä (*neck-and-neck*) ja kilpailua lisäävänä tekijänä, mikä puolestaan on omiaan lisäämään motiiveja innovaatiotoiminnalle ja kilpailulta ”pakene- miselle” (*escape competition*).

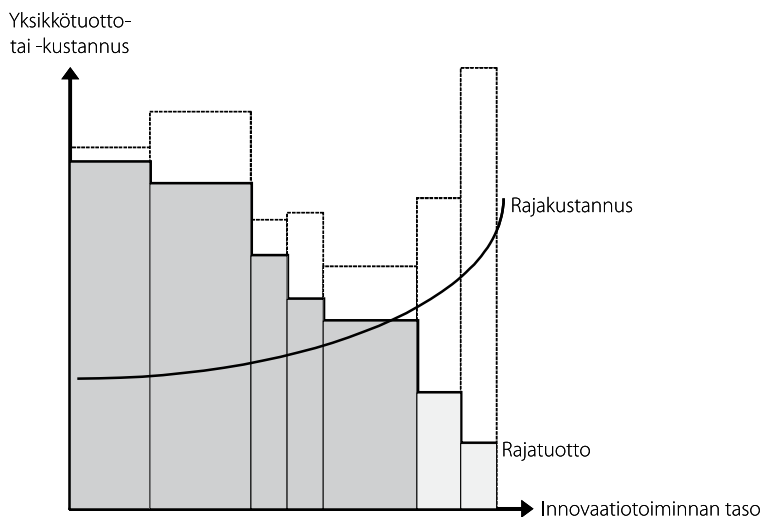
5.4 HANKKEIDEN VALINTA

Kunakin ajankohtana t&k:ta harjoittava yritys laittaa mahdolliset hankkeet odotettujen nettotuottojen nykyarvojen mukaiseen paremmuusjärjestykseen. Näin se tulee määritelleeksi rajatuottokäyrän (ks. kuvio 5.2).

Innovaatiotoiminnassa tarvittavien panosten yhden lisäyksikön hinta nousee yrityksen laajentaessa kyseistä toimintaa, mikä johtuu yrityksen sisäisen ja paikallisen tarjonnan rajallisuudesta sekä siirtymisestä kalliimpiin rahoituslähteisiin. Näiden yhteisvaikutuksena muodostuu innovaatiotoiminnan rajakustannuskäyrä.

Yritys toteuttaa hankkeita kannattavimmasta alkaen kunnes innovaatiotoiminnan rajakustannus on rajatuottoa suurempi tai kunnes sen sisäisesti asettama tuottotavoite ei enää täyty.

Kuvio 5.2 Yrityksen tietynä ajankohtana harkitseminen hankkeiden rajatuotot ja innovaatiotoiminnan rajakustannus



Lähde: Kirjoittajan hahmotelma.

Yrityksen käyttäytymistä havainnollistetaan kuviolla 5.2. Yritys toteuttaa tummemmalla harmaalla merkityt hankkeet ilman julkista interventiota. Yleisesti ottaen ei-yksityisellä tuotolla (kuviossa katkoviivalla) ei ole suoraa yhteyttä yksityiseen tuottoon. Itse asiassa yksityisen ja ei-yksityisen tuoton korrelaatio voi olla jopa negatiivinen, koska intuitiivisesti tuntuu järkevältä (vaikkakaan ei välttämättömältä), että hyvin radikaalien hankkeiden odotetut sosiaaliset tuotot ovat korkeita, mahdollisesti jopa niiden epäonnistuessa yksityisestä näkökulmasta.

Hankkeiden odotettu yksityinen kannattavuus pitää sisällään kilpailijoille koituvat ja omaa hyötyä nakertavat ulkoisvaikutukset. Ei-yksityiset tuotot sisältävät innovaation mahdolliset vaikutukset markkinatilanteeseen. Ulkoisvaikutukset monimutkaistavatkin huomattavasti yrityksen, ja varsinkin politiikantekijän, optimointiongelmia.

5.5 ULKOISVAIKUTUKSET JA TUOTTAVUUS

5.5.1 YLEISHAVAINTOJA ULKOISVAIKUTUKSISTA JA TUOTTAVUUDESTA

Yksi Mohnenin (1996) edelleen kattavimman ja parhaan ulkoisvaikutuskirjallisuuskatsauksen kahdestatoista ”tyylitellystä faktasta” (*stylized facts*) on, että **ulkoisvaikutukset lisäävät kokonaistuottavuuden kasvua**. Näin saattaa olla niissäkin tapauksissa, joissa vaikutukset sinänsä ovat alhaisia. Tähän on kolme syytä: (1.) vaikutukset saattavat levitä hyvin laajalle, jolloin suhteessa ”lähetettyyn” tietoon kokonaisvaikutus voi muodostua suureksi; (2.) ulkoisvaikutusten kautta saatavissa olevan tiedon kanta voi kasvaa hyvinkin nopeasti, jolloin myös siitä saatavat hyödyt lisääntyvät ja (3.) tarjolla olevat ulkoisvaikutukset saattavat johtaa positiiviseen kierteseen eri tahojen kehittäessä omaksumiskykyään ja innovaatiotoimintaansa niiden hyödyntämiseksi, mikä puolestaan lisää edelleen ulkoisvaikutuksia.

Aiemmin tässä luvussa viitattiinkin jo ulkoisvaikutusten mahdolliseen eri yritysten tietotasoa yhdenmukaistavaan vaikutukseen. Tiedon soveltamisella puolestaan on suora tuottavuutta nostava vaikutus. Kuten todettua, tämä saattaa myös kiristää kilpailua epäsuorasti, mikä pidemmällä aikavälillä saattaa nostaa yritysten innovatiivisuutta ja tuottavuutta.⁹ Koska nykytietämyksen valossa innovaatiokannustimien ja kilpailun välinen yhteys on käänteisen U-käyrän muotoinen (Kilponen ja Santavirta, 2004), melko tasapäinen kilpailu johtaa myös maksimaalisiin kannustimiin harjoittaa innovaatiotoimintaa, mikä puolestaan on positiivisessa yhteydessä tuottavuuden tasoon ja sen kasvuun.

Jotta ulkoisvaikutuksista voisi hyötyä, täytyy olla tietty omaksumiskyky (*absorptive capacity*), jonka hankkimisen ja ylläpitämisen katsotaan usein edellyttävän omaa innovaatiotoimintaa. Perusedellytyksen täyttymisen jälkeenkin ulkoisvaikutusten vastaanottajan on investoitava saatavissa olevan tiedon si-

säistämiseen ja hyödyntämiseen (*learning cost*). Niinpä ulkoisvaikutusten kautta vastaanotettava tieto on lisämotiivi oman tietotason luonnille ja ylläpidolle. Toisaalta jo tiedettyjen asioiden uudelleen vastaanottamisesta ei välttämättä ole hyötyä, joten ulkoisvaikutusten johdosta yrityksen kannalta optimaalinen tietotaso voi osin määräytyä toimintaympäristön muiden toimijoiden tietotasoista.

Toinen Mohnenin (1996) tärkeä tyylielty fakta on, että ulkoisvaikutukset vähentävät (innovaatiotoimintaan liittymättömän) työ- ja välipanosten käyttöä. Ne kuitenkin **lisäävät fyysisen pääoman** ja oman innovaatiotoiminnan määrää. Myös Adams (1999) havaitsee, että ulkoisvaikutukset lisäävät pääoman **uudistumisen** ja käytön tarvetta. Laajempi ja uudempi pääomakanta puolestaan on lähes itsestään selvästi yhteydessä työn- ja myös kokonaistuottavuuden tasoon ja kasvuun.

Ulkoisvaikutuksia pohdittaessa korostuu myös yrityskannan heterogeenisuuden merkitys. Kolmas tärkeä Mohnenin (1996) tyylielty fakta on, että **korkeamman osaamistason yritykset hyötyvät ulkoisvaikutuksista enemmän**. Matalamman osaamistason yrityksille ulkoisvaikutukset saattavat olla jopa oman innovaatiotoiminnan korvike (*substitute*), mutta korkeamman osaamistason yrityksille ne ovat täydentävä elementti (*complement*).

Ulkoisvaikutukset saattavat näytellä erilaisia rooleja soveltavissa tai omaksuvissa ja toisaalta kokeilevissa yrityksissä (Bartelsman, 2005). Jo määritelmällisesti soveltajat lähinnä imitoivat oman alansa kotimaisen tai globaalin eturintaman yrityksiä, eikä niiden tarkoituksaan ole varsinaisesti siirtää teknologista eturintamaa. Kokeilijat puolestaan nimenomaan pyrkivät eturintaman siirtämiseen yhdistelemällä omaansa ja mahdollisesti hyvinkin eri alojen globaalin tietotuotannon kärjessä olevien osaamista. Kokeilijoiden innovaatiotoimintaan liittyvät tulemat ovat hyvin epävarmoja; pidemmällä aikavälillä kilpailussa menestymisen ratkaisee osin se, kuinka aikaisessa vaiheessa ja oikeassa muodossa yritys saa signaaleja tulevan kehityksen suunnasta, sekä oivaltaako se ennen muita yrityksiä, mitkä ovat uusia tiedonyhdistelytapoja. Voidaankin ajatella, että kehityksensä alkuvaiheessa olevat nopean kasvun alat, varsinkin jos niihin liittyvät tuotteet ja palvelut ovat jotenkin yleiskäyttöisiä, ovat mahdollisesti erityisen riippuvaisia vastaanotettavista ulkoisvaikutuksista ja ne myös lähettävät tavanomaista enemmän ulkoisvaikutuksia.

5.5.2 ULKOISVAIKUTUSTEN JA TUOTTAVUUDEN VÄLISEN YHTEYDEN TUTKIMINEN

Varovaisestikin arvioiden 80 prosenttia empiirisestä taloustietieteellisestä ulkoisvaikutustutkimuksesta noudattaa **samaa lähestymistapaa**:¹⁰ jotain taloudellisen menestyksen mittaria – useimmiten työn- tai kokonaistuottavuutta¹¹ – selitetään kohteena olevan yksikön omalla innovaatiotoiminnalla ja sen menestykseen vaikuttavilla muilla muuttujilla **sekä** yhdellä tai useammalla kyseisen yksikön **ulkopuolisen tietotuotannon** mittarilla.

Lähestymistavan valinnasta seuraa ainakin neljä välitöntä implikaatiota: (1.) siihen keneltä, kenelle ja mikä tieto läikkyä, otetaan kantaa **vain** ulkopuolisen tiedon mittareita konstruoidessa,¹² (2.) mittausta on **epäsuoraa** siinä mielessä, että menetelmällä tunnistetaan ulkopuolisen tiedon vaikutus lopulliseen menestykseen, toisin sanoen ei varsinaisesti sitä, miten tämä vaikutus syntyy, (3.) mahdolliset tulokset riippuvat olennaisesti mukana olevista muista muuttujista, eivätkä merkitseväkään tulokset sinänsä osoita, että **nimenomaan** väitetty lähettäjä–tieto–vastaanottaja -yhteys olisi muita mahdollisia vaihtoehtoja tärkeämpi,¹³ ja (4.) **ulkoisvaikutuksia voidaan tarkastella vain ylemmillä aggregaattitasoilla kuin millä analyysissa käytetty aineisto on**, koska saman ja tätä alempien aggregaattitasojen ulkoisvaikutukset on väistämättä sisäistetty, toisin sanoen niiden vaikutukset ovat jo mukana niin selitettävässä kuin selittäjissä.

Vaikka muuttujien konstruoinnin jälkeen varsinainen analyysi ei pääsääntöisesti ota kantaa ulkoisvaikutusten välittymiskanaviin, niistä kyllä käydään keskustelua. Tärkeiksi kanaviksi nähdään muun muassa (ei missään tiettyssä järjestyksessä): lisensointi; patenttidokumentit; julkaisut, kokoukset ja muut tapaamiset; työntekijöiden ammatillinen ja sosiaalinen liikkuvuus ja kohtaamiset; tiedon huolimaton käsittely ja tietovarkaudet sekä kilpailijoiden tuotteiden ja palveluiden ominaisuuksien tutkiminen (ml. *reverse engineering*).

Kirjallisuudessa tietojen vaihto, sisäistetyt ulkoisvaikutukset ja teknologian leviämisen vaikutukset ovat usein mukana saaduissa kerroinestimaateissa. Niinpä empiirisen tutkimuksen valossa onkin melko vaikea arvioida niiden ulkoisvaikutusten laajuutta, jotka todellisuudessa vähentävät t&k:n yksityisiä kannustumia ja/tai johtavat sosiaalisesti liian alhaiseen t&k:n tasoon siksi, ettei muille koituvia hyötyjä huomioida.

5.6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tietotuotantoon liittyviä ulkoisvaikutuksia voidaan pitää innovaatiopolitiikan tärkeimpänä yleisperusteluna.¹⁴ Vaikka tämän luvun aiheena eivät varsinaisesti olekaan politiikkakysymykset, todettakoon, että niin yritysten kuin politiikan tekijöidenkin suhtautuminen ulkoisvaikutuksiin on ”skitsofreeninen”. Yritys haluaa ottaa vastaan mutta ei (välttämättä) lähettää ulkoisvaikutuksia. Poliitikantekijän tavoitteena on tila, jossa on **samanaikaisesti** yksityiset kannustimet uuden tiedon luontiin **ja** tämän tiedon mahdollisimman laaja käyttö. Edellinen tarkoittaa muun muassa lainsäädännöllistä aineettomien oikeuksien suojaa ja siten ulkoisvaikutusten rajoittamista. Jälkimmäinen tarkoittaa mahdollisimman laajoja ulkoisvaikutuksia siten, että jo tuotettu tieto olisi (mieluiten ilman eri korvausta) vapaasti kaikkien käytössä. Ongelma on vielä paljon monimutkaisempi pienen avotalouden — kuten Suomen — tapauksessa, jossa ollaan etupäässä kiinnostuneita **kotimaisesta** hyvinvoinnista.¹⁵ On syytä huomata, että ulkomailta vastaanotettaviin ulkoisvaikutuksiin tai julkisesti tuotetun

tiedon hyväksikäyttöön ei edellä kuvattua kaksijakoisuutta samassa määrin liity yrityksen eikä politiikantekijän näkökulmasta.

Tässä luvussa on käsitelty melko vähän sitä, että innovaatiotoimintaa voidaan negatiivisten ulkoisvaikutusten johdosta harjoittaa liikaa yhteiskunnan näkökulmasta: kilpailevat hankkeet voivat tehdä toisensa tarpeettomiksi (kirjallisuudessa aiheesta keskustellaan otsikon *patent races* alla), yrityksen innovaatio vähentää aiempien innovaatioiden taloudellista arvoa ja todennäköisesti heikentää muiden yritysten kannattavuutta (*business stealing*). Ulkoisvaikutuksiin liittyvän kannustinongelman korjaamiseksi suunniteltuja aineettomia oikeuksia voidaan käyttää myös estämään muiden innovaatiotoimintaa ja rehtiä kilpailua loppumarkkinoilla. Viimeistä lukuun ottamatta nämä ovat kuitenkin tarpeellinen osa schumpeteriläisen luovan tuhon mekanismia.

Tässä luvussa on keskusteltu ulkoisvaikutuksista lähinnä innovaatiotoimintaan liittyen. Myös teknologian implementointiin liittyy ulkoisvaikutuksia erityisesti silloin, kun kyse on yleiskäyttöisestä, ”systeemisestä” ja/tai (pienehköjä) täydentäviä innovaatiota vaativasta teknologiasta. Implementointiin liittyvä tieto ei pääsääntöisesti ole suojattavissa aineettomin oikeuksin, eikä sen leviämiseen välttämättä liity samanlaisia negatiivisia kannustimia kuin oman innovaatiotoiminnan hedelmien leviämiseen. Niinpä erityisesti teknologian **implementointiin** saattaa liittyä suuria positiivisia ulkoisvaikutuksia, joskaan aihetta ei ole kirjallisuudessa juurikaan tutkittu.

Saman tai aiempaa huonomman tiedon tuottaminen ei lisää tietämyksen tasoa, vaikka voikin palvella oppimisen välineenä tai tiedon levittäjänä. Innovaatiojärjestelmässä tulisikin olla mekanismeja, jotka ohjaavat tietotuotantoa. Pääsääntöisesti tiedon tuotanto tapahtuu kuitenkin hajautetusti yrityksissä ja muissa organisaatioissa. Kaikilla tasoilla tulee olla rutiinit tiedon vastaanottamiseen sekä sisäiseen levittämiseen ja soveltamiseen. Koska relevantteina prosessoreina ovat ihmiset, avaimena on olennaisen löytäminen ja puristaminen kompaktiin muotoon.

Tarjolla olevien ulkoisvaikutusten kautta saatavilla olevan tiedon ja tietyn **omaksumiskyvyn** ohella välttämätön ehto soveltamiselle on **halu** oppia, mikä markkinataloudessa liittyy kilpailun paineeseen. Kuten yllä on keskusteltu, paineen on oltava riittävä, mutta ei liian kova. Usein parhaat vanhan ja uuden tiedon yhdistelmät syntyvät jossain määrin satunnaisesti ja ajan kanssa, mikä edellyttää tiettyä liikkumavaraa ja kokeilunhalua niin yrityksiltä kuin yksilöiltä. Eräs innovaatiojärjestelmän hyvää toimivuutta kuvaava ominaisuus on se, että uusiin teknologisiin mahdollisuuksiin reagoidaan nopeasti. Järjestelmän tulisi myös ainakin aika ajoin synnyttää myös globaalisti tarkastellen uutta tietoa tai vanhan tiedon uusia yhdistelmiä; ulkoisvaikutuksilla on tässä merkittävä rooli.

KIRJALLISUUS

- Adams, J. D. (1999). The Structure of Firm R&D, the Factor Intensity of Production, and Skill Bias. *Review of Economics & Statistics*, 81, 499–510.
- Arrow, K. J. (1962). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. Teoksessa R. R. Nelson (toim.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* (s. 609–626). A Conference of the Universities – National Bureau Committee for Economic Research and the Committee on Economic Growth of the Social Science Research Council. Princeton: Princeton University Press.
- Bartelsman, E. J. (2005). Poliittikkatoimenpiteitä teknologisen eturintaman saavuttamiseksi ja siellä pysymiseksi. Teoksessa A. Hyytinen ja P. Rouvinen (toim.), *Mistä talouskasvu syntyy?* (s. 297–320). Helsinki: Taloustieto (ETLA B 214).
- Coe, D. T. ja Helpman, E. (1995). International R&D Spillovers. *European Economic Review*, 39, 859–887.
- Griliches, Z. (1992). The Search for R&D Spillovers. *Scandinavian Journal of Economics*, 94 (Supplement), 29–47.
- Jaffe, A. B. (1996). *Economic Analysis of Research Spillovers: Implications for the Advanced Technology Program*. Washington D.C.: Advanced Technology Program (<http://www.atp.nist.gov/eaol/gcr708.htm>).
- Keller, W. (1998). Are International R&D Spillovers Trade-Related? Analyzing Spillovers among Randomly Matched Trade Partners. *European Economic Review*, 42, 1469–1481.
- Kilponen, J. ja Santavirta, T. (2004). Competition and Innovation – Microeconomic Evidence Using Finnish Data. *VATT Research Reports*, 113.
- Mohnen, P. A. (1996). R&D Externalities and Productivity Growth. *STI review*, 18, 39–66.

VIITTEET

- ¹ T&k-toiminta + sen hedelmien kaupallistaminen ja siihen tähtäävä toiminta $\approx$ innovaatiotoiminta.
- ² Tässä sivutaan tiedon markkinoita lähinnä ulkoisvaikutusten näkökulmasta, eikä tiedon markkinoita ja niiden erityispiirteitä käsitellä yleisemmin.
- ³ Yrityksen innovaatiotoiminnan voidaan ajatella muodostuvan sarjasta yksittäisiä hankkeita, joista muodostuu modulaarinen kokonaisuus.
- ⁴ Odotettu tuotto voidaan ajatella onnistumistodennäköisyyden ja positiivisen tuleman tuloksi. Jatkossa tässä luvussa ei erikseen korosteta bruton ja neton tai odotuksien ja toteutuman välisiä eroja, vaikka nämä erot on syytä pitää mielessä tässä kontekstissa. Tässä ei myöskään keskustella yksityisessä ja yhteiskunnallisessa suunnitteluissa käytettävistä diskonttokoroista.
- ⁵ Kyseessä on siis upponnut kustannus (*sunk cost*).
- ⁶ Innovaatiotoiminnan ulkoisvaikutukset eivät rajoitu näihin kahteen tyyppiin. T&k:n harjoittamiseen liittyy esimerkiksi oppimista, joka nostaa siihen osallistuvien inhimillistä pääomaa. Lisäksi innovaatiotoiminnan muutokset koko talouden tasolla vaikuttavat siinä tarvittavien panosten hintoihin, esimerkiksi t&k-insinöörien palkkoihin, josta syntyy tietty rahamääräinen ulkoisvaikutus, joskaan sitä ei tässä yhteydessä useimmiten sellaiseksi tulkinta. Tämän luvun esitys painottuu kahteen päätyypin (rahamääräiset ja tiedolliset ulkoisvaikutukset) tarkasteluun.
- ⁷ Emme tässä käsittele täydellisen hintadiskriminaation mahdollisuutta, koska se epätäydellisen ja -symmetrisen tiedon maailmassa on lähes mahdotonta. Emme myöskään syvenny tapaukseen, jossa tuote tai palvelu on toisen tahon panoksena sen omassa tuotantoprosessissa; analyttisesti tämä ei välttämättä poikkea esitetystä kehikosta, mutta sen huomiointi edellyttäisi arvoketjun kaikkien portaiden läpikäyntiä lopulliselle asiakkaalle asti. Tiedolliset ulkoisvaikutukset saattavat "kertautua" tapauksissa, joissa on ostettu panoksia omaan tietotuotantoon.
- ⁸ Mahdollisia vaikutuksia tuotannontekijämarkkinoilla ei tässä huomioida.
- ⁹ Ainakin toimialan tuottavuuden tulisi nousta (tuottavuutta vahvistavan) rakennemuutoksen kautta.
- ¹⁰ Tapaus- ja kuvailevassa tutkimuksessa sekä muun muassa rakenteellisessa ekonometriassa, simuloinneissa, meta- ja verkostanalyysissä sovelletaan kuitenkin tästä poikkeavia lähestymistapoja.
- ¹¹ Katsomme tässä näihin kuuluviksi myös tuotantofunktiolähestymistavan suorat sovellukset, jossa selitettävänä saattaa käytännössä olla joku tuotoksen määrän mittari.
- ¹² Muutamissa tutkimuksissa myös suoraan estimoidaan tietolähteittäisiä vaikutuksia, mutta tällöin eri lähteitä on pääsääntöisesti kaksi ja enimmilläänkin kolme (erityyppisiä ulkoisvaikutuksia kuvaavia muuttujia on toisinaan useampia).
- ¹³ Melko laajaan maatason aineistoja hyödyntävän ulkoisvaikutuskirjallisuuden kontekstissa tämän osoittaa selvällä ja aiemman tutkimuksen kannalta nolollakin tavalla Kellerin (1998) tutkimus: hän havaitsee, että ulkomaakauppapainot näyttävät kyllä toimivan maiden välisiä ulkoisvaikutuksia selitettäessä (Coe ja Helpman, 1995), mutta että satunnaisesti valitut painot toimivat yhtä hyvin.
- ¹⁴ Yleisesti oletetaan, että innovaatiotoiminnan vallitseva taso on yhteiskunnallisesta näkökulmasta liian alhainen, joten ao. toimintaa tuetaan monin tavoin, mm. tarjoamalla aineettomien oikeuksien suojaa (toisin sanoen erimuotoisia laillisia monopoleja tuotettuun tietoon), tarjoamalla julkista tukea esimerkiksi verokannustimien tai suorien tukien muodossa, tuottamalla tietoa julkisesti esimerkiksi yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa sekä sallimalla ulkoisvaikutusten sisäistäminen esimerkiksi kilpailijoiden välisellä yhteistyöllä, joka muutoin olisi kiellettyä kilpailunrajoituslakien (*antitrust*) nojalla. Yrityksillä on lisäksi kannaltaan haitallisten ulkoisvaikutusten "lähettämisen" estämisen keinoina ajatusten ja ideoiden salaaminen sekä täydentävät investoinnit ja innovaatiot esimerkiksi markkinointiin, jakeluun ja oheispalveluihin liittyen.

¹⁵ Mikäli innovaatiopolitiikan ainoaksi tavoitteeksi miellettäisiin tietotuotannon tason nostaminen ulkoisvaikutuksiin liittyviä markkinapuutteita korjaamalla, politiikantekijän ohjenuora voisi tässä kontekstissa olla kutakuinkin seuraava:

1. Rahoita hankkeita, joita ei muuten toteutettaisi (samassa laajuudessa ja muodossa).
2. Valitse ilman interventiota ei-toteutettavien joukosta hankkeita siinä järjestyksessä, kun niiden Suomeen jäävän sosiaalisen nettotuoton nykyarvo on suurin.
3. Rahoita kutakin hanketta vain sen verran, että se juuri ja juuri kääntyy yksityisesti toteutettavaksi.
4. Toteuta hankkeita, kunnes t&:n lisäyksen rajakustannus on yhtä suuri kuin sen aikaansaama suomalainen sosiaalinen rajatuotto (olettaen, että yhteiskunnallinen tuottovaatimus täyttyy tähän pisteeseen asti).

Tässä julkisen toimijan tarkoitus ei siis ole palkita yritystä suuresta sosiaalisesta tuotosta tai ulkoisvaikutuksista (ei-yksityisestä tuotosta) sinänsä, vaan pyrkiä hankekohtaisesti "lahjomaan" yritys toteuttamaan hanke. Mikäli tulonjaollisia näkökohtia ei huomioida eikä tuottaja- tai kuluttajaylijäämää haluta poliittisista syistä arvottaa eri tavoin, kriteerinä on nimenomaan sosiaalinen tuotto, ei esimerkiksi hankkeen synnyttämä ei-yksityinen ylijäämä.

6 NANOTEKNOLOGIASTAKO SEURAAVA YLEISKÄYTTÖINEN TEKNOLOGIA? – HAVAINTOJA SUOMEN NÄKÖKULMASTA

Christopher Palmberg*

Tuskin mihinkään muuhun teknologian kehittämiseen on sijoitettu maailmanlaajuisesti niin lyhyessä ajassa yhtä paljon julkisia varoja kuin nanoteknologiaan. Nanoteknologialla tarkoitetaan yleensä toiminnallisesti uudentyyppisiin materiaaleihin ja nanomittakaavan (1–100nm) rakenteisiin perustuvien komponenttien ja laitteiden suunnittelemista sekä valmistamista erilaisiin sovelluksiin. Nanoteknologia nähdään geneerisenä, yleiskäyttöisenä teknologiana, jolla uskotaan olevan potentiaalia uudistaa useita teollisuuden aloja ja siten merkittävästi edistää eri maiden pitkän aikavälin tuottavuus- ja talouskasvua. Nanoteknologia on kuitenkin vielä elinkaarensa alkuvaiheessa. On epäselvää millä tavalla ja mihin suuntaan se kehittyy, varsinkin kaupallisesti. Suomessa sijoitetaan myös suhteellisen paljon julkisia t&k-varoja nanoteknologiaan. Yritystoimintaa on jonkin verran, mutta kehitys on vielä vahvasti tiedevetoinen. Tiedepohjaisuus näkyy varsinkin nanoteknologiajulkaisujen voimakkaana kasvuna. Tässä luvussa pohditaan, millä tavoilla nanoteknologia voisi kehittyä yleiskäyttöiseksi teknologiaksi sekä minkälaisia haasteita ja mahdollisuuksia nanoteknologian kehittämiseen liittyy Suomessa teknologian siirron näkökulmasta.

6.1 JOHDANTO

Teknologisen muutoksen taustalla on yleensä joukko pieniä parannusinnovaatioita jo olemassa oleviin tuotteisiin tai prosesseihin, jotka voivat olla hyvinkin tärkeitä yritysten tuottavuuden, kilpailukyvyn ja talouskasvun kehitykselle (Rosenberg, 1982). Pidemmällä aikavälillä tuottavuus- ja kasvukehitys kuitenkin määräytyy yritysten ja maiden kyvystä omaksua ja taloudellisesti hyödyntää täysin uudentyyppisiä läpimurtoinnovaatioita ja näihin liittyviä nk. yleiskäyttöisiä teknologioita. Yleiskäyttöisille teknologioille on ominaista, että ne kehittyvät nopeasti tiettyjen avainkeksintöjen pohjalta, leviävät monille sektoreille ja erilaisiin käyttötarkoituksiin sekä luovat ja edellyttävät täydentäviä innovaatioita (Helpman, 1998; Koski, 2005; Lipsey, Carlaw ja Bekar, 2005).

* Ph.D., Projektipäällikkö, Etlatieto Oy. Tämä luku on julkaistu myös ETLAn Keskusteluaiheita sarjassa 8.2.2007, no. 1072.

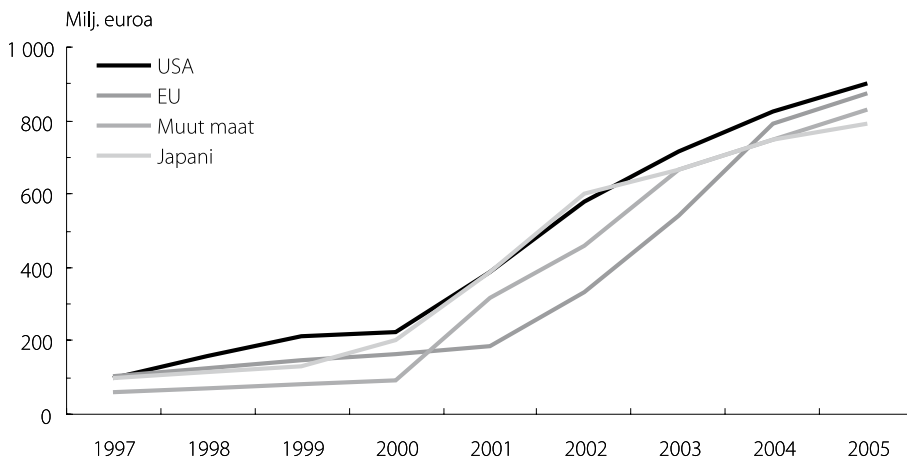
Taloushistoriassa varsinkin sähkömoottori ja tietokone ovat hyviä esimerkkejä avainkeksinnöistä, joiden pohjalta on syntynyt yleiskäyttöisiä teknologioita. Tieto- ja viestintäteknologia (ICT) on tällä hetkellä vallitsevin yleiskäyttöinen teknologia ja jotkut tunnistavat myös uudessa bioteknologiassa vastaavanlaisia piirteitä (Lipsey, Carlaw ja Bekar, 2005). Tässä huomio kohdistuu kuitenkin nanoteknologiaan.

Nanoteknologia on tällä hetkellä luultavasti nopeimmin kehittyvä teknologia-ala, johon on kohdistunut hyvin lyhyessä ajassa erittäin mittavia julkisia t&k-investointeja maailmanlaajuisesti (kuvio 6.1). Viimeaikaiset nanoteknologiainvestoinnit ovat jo sinällään mielenkiintoinen tiede- ja innovaatiopoliittinen ilmiö ja nanoteknologiasta povataan julkisessa keskustelussa seuraavaa ICT:n kaltaista yleiskäyttöistä teknologiaa.

Tuottavuuden ja talouskasvun näkökulmasta nanoteknologian ominaispiirteet – sekä tähän teknologiaan kohdistuvat odotukset – herättävät kuitenkin joukon tärkeitä kysymyksiä, varsinkin Suomen kaltaisen pienen maan kannalta. Miten nanoteknologia voidaan jäsentää taloustieteellisestä näkökulmasta ja tätä kautta ottaa huomioon sen ominaispiirteet politiikkakeskustelussa? Missä määrin ja miten nanoteknologia todellakin voisi kehittyä ICT-aikakauden jälkeiseksi yleiskäyttöiseksi teknologiaksi? Jos näin kävisi, miten Suomi on tällä hetkellä asemoitunut kentälle; millä eväillä ja millä tavoin meidän kannattaisi lähestyä nanoteknologian kaupallistamista? Onko nanoteknologia uhka vai mahdollisuus Suomen perinteisesti vahvojen toimialojen ja yritysten kilpailukyvyllä?

Yllämainitut kysymykset ovat osittain pitkälle tulevaisuuteen tähtääviä ja niihin on vaikea vastata muutoin kuin spekulatiivisesti. Tässä pyritään kuitenkin konkretisoimaan nanoteknologiaa taloustieteellisen käsitteistön avulla ja varsinkin tuottavuus- ja talouskasvun näkökulmasta. Keskustelun jäsentämiseksi toinen osio paneutuu tarkemmin nanoteknologian määritelmään.

Kuvio 6.1 Julkiset t&k-investoinnit nanoteknologiaan



Lähde: PCAST (2005).

Kolmannessa osiossa päähuomio siirtyy talousteoreettiseen keskusteluun yleiskäyttöisistä teknologioista sekä erilaisiin rinnakkaiskäsitteisiin, joiden avulla nanoteknologiaa voidaan jäsentää ja liittää tuottavuus- ja talouskasvu-keskusteluun. Neljännessä osiossa pohditaan nanoteknologian mahdollisuuksia kehittyä yleiskäyttöiseksi teknologiaksi. Viidennessä ja kuudennessa osiossa käsitellään nanoteknologian kehittämistä, mahdollisuuksia ja siirtämistä julkisesta tutkimussektorista yrityksiin Suomessa. Seitsemäs osio on yhteen vetävä, jossa nostetaan myös esiin joitakin haasteita suomalaisen innovaatiopolitiikan näkökulmasta.

6.2 NANOTEKNOLOGIAN MÄÄRITELMÄ

ICT:n sekä bio- ja nanoteknologian kaltaisten laajojen teknologia-alojen määrittely on käytännössä hyvin hankalaa. Teknologian varhaisen kehitysvaiheen takia monet ovat myös sitä mieltä, että nanoteknologia on pelkästään uusi nimitys fysiikan ja kemiaan välimaastossa jo kauan tehdyille tutkimukselle. Nanoteknologian määritelmästä käydään osittain kiivastakin keskustelua luonnontieteilijöiden piirissä, mutta innovaatiopolitiikassa se on jo suhteellisen vakiintunut käsite. Tällöin viitataan yleisesti yhdysvaltalaisen julkisen Nanotechnology Initiative -aloitteen käyttämään määritelmään. Tämän mukaan nanoteknologia on *”tutkimusta ja teknologiakehitystä, jossa operoidaan atomien ja molekyylien 1–100 nanometrin mittayksikkötasolla ja jonka avulla hallitusti luodaan uusia rakenteita, laitteita tai järjestelmiä, joilla on uusia ominaisuuksia pienen kokonsa takia”*. Yksi nanometri on miljardisosa metrissä tai miljoonasosa millimetristä. Perspektiivin saamiseksi voidaan ottaa vertailuksi ihmisen hius, jonka paksuus on noin 80 000 nanometriä. (Lämsä, 2005; OPM, 2005).

Nanoteknologiassa on siis kysymys erittäin pienikokoisiin rakenteisiin paneutuvasta t&k-toiminnasta. Tämä pienuus on samalla myös nanoteknologian keskeisin ominaispiirre. Nanometrin mittatasolla normaalit klassisen fysiikan lait eivät enää aina päde, jolloin siirrytään kvanttifysiikan puolelle. Tästä johtuen perinteiset materiaalit saavat täysin uudenlaisia kemiallisia, optisia, elektronisia tai magneettisia ominaisuuksia. Nämä ominaisuudet vuorostaan mahdollistavat lukuisia täysin uusia teollisia sovelluksia tai parannuksia olemassa oleviin tuotteisiin ja prosesseihin.

Esimerkiksi lääketieteellisyydessä mahdollisia sovelluksia ovat miniatyyri-kokoiset diagnostiikkajärjestelmät, joita voidaan istuttaa elimistöön sairauksien varhaista havaitsemista varten. Tietotekniikassa voidaan kehittää näyttöjä ja tallennusvälineitä, joilla on erittäin suuri tallennuskapasiteetti. Näin saatetaan ylläpitää elektroniikasta tunnettua nk. Mooren lakia, jonka mukaan mikroprosessoreiden hintavakioitu informaatiokäsittelykapasiteetti kaksinkertaistuu noin puolentoista vuoden välein. Nanoteknologia voi myös olla merkittävä perinteisen teollisuuden uudistaja. Esimerkiksi on mahdollista kehittää likaan-

tumattomia tai energiatehokkaita pintamateriaaleja rakennusteollisuuden käyttöön (esim. ikkunoita ja kaakeleita), vettä hylkiviä ja erityispuhtaita tekstiilejä, monitoiminnallista paperia (esim. elektroninen paperi) tai erittäin tehokkaita aurinkokennoja ja muita energiateknologiaratkaisuja (Hall, 2005).

Maailmanmarkkinoille on jo ilmestynyt nanoteknologiaan pohjautuvia tuotteita (ks. esim. <http://www.nanovip.com>). Nanoteknologia on kuitenkin vielä vahvasti tiedevetoinen ja varhaisessa kehitysvaiheessa. Tästä syystä puhutaankin usein nanotieteistä, jolloin tarkoitetaan fysiikan, kemian ja biologian välimastossa tehtävää monitieteellistä tutkimusta. Monitieteellinen lähestymistapa on myös aiheuttanut sen, että nanomittakaavan ilmiöitä hyödyntävien sovellusten saavuttamiseksi ratkaisua on haettu kahdesta eri suunnasta: joko miniatyrisoimalla olemassa olevia materiaaleja ”ylhäältä alas” tai kasvattamalla uusia materiaaleja atomi atomilta ja molekyyli molekyyliltä ”alhaalta ylös”.

”Ylhäältä alas”-lähestymistavassa luodaan esimerkiksi litografialla, elektronisuihkulla, leimaamisella tai muulla vastaavalla perinteisellä tekniikalla nanometritason rakenteita. Kyseiset tekniikat ovat jo nyt laajamittaisessa teollisessa käytössä. ”Alhaalta ylös” -lähestymistapa poikkeaa jo selvästi perinteisistä tekniikoista ja vaatii uudenalaista osaamista, uusia instrumentteja, laitteita ja tutkimustiloja. Nämä tekniikat ovat nyt vasta kehitteillä, mutta eräs mielenkiintoinen ratkaisu on itseorganisoituvuus, jossa lähtöatomit ja molekyylit järjestäytyvät itse suuremmiksi molekyyleiksi, ja nämä puolestaan voivat järjestäytyä edelleen rakenteiksi jne.

Tässä luvussa keskitytään taloustieteelliseen näkökulmaan eikä paneuduta tarkemmin siihen tärkeään teknologian arvioimiseen liittyvään eettiseen keskusteluun, jota nanoteknologiaan myös liittyy (ks. esim. Langlais ym., 2004). Kyseinen keskustelu pohjautuu suurelta osin Eric Drexlerin vuonna 1990 julkaisemaan kirjaan ”Engines of Creation – The Coming Era of Nanotechnology” (Drexler, 1990). Kirjassaan Drexler maalailee utopistista skenaariota, jossa molekyylireaktioiden tuottamat rakenteet sisältävät sisäänrakennettuna itsekorjautumiskyvyn, joka on totuttu yhdistämään ainoastaan eläviin organismeihin.

6.3 YLEISKÄYTTÖISET TEKNOLOGIAT, TUOTTAVUUS JA TALOUSKASVU

Taloustieteissä on jo kauan korostettu uusien mullistavien teknologioiden merkitystä tuottavuuden ja talouskasvun kehitykselle pitkällä aikavälillä. Schumpeterilaisessa viitekehikossa viitataan luovaan tuhoon eli uuden teknologian kykyyn samalla sekä hävittää olemassa olevia että luoda uusia taloudellisia rakenteita (Schumpeter, 1942). Tätä sivuavassa nk. evolutionaarisessa traditiossa puhutaan uusista teknis-taloudellisista järjestelmistä tai paradigmaista, jotka läpäisevät ja muuttavat talouden perusrakenteita, organisaatioita ja

toimintatapoja (Freeman ja Louca, 2001). Viimeisin käsite tässä keskustelussa on ”yleiskäyttöinen teknologia” (*general purpose technology*, GPT), jota tässä luvussa sovelletaan.

Yleiskäyttöiset teknologiat -käsitteistön taustalla on suhteellisen sofistikoitunut teoriakehikko, joka on sopusoinnussa uuden kasvuteorian kanssa. Yleiskäyttöisiin teknologioihin liittyvässä kirjallisuudessa otetaan kuitenkin paremmin huomioon teknologisen muutoksen laadulliset erot. Koulutus- ja t&k-investoinnit ovat olennaisen tärkeitä tuottavuuskehitykselle samalla tavalla kuin uudessa kasvuteoriassa. Teknologiaulottuvuus on selvemmin esillä, koska uuden yleiskäyttöisen teknologian odotetaan ohjaavan näitä investointeja tiettyihin avainteknologioihin edellisten avainteknologioiden kustannuksella. Uuden yleiskäyttöisen teknologian menestyminen ja makrotaloudelliset vaikutukset ilmenevät tyypillisesti vasta viiveellä silloin, kun uusien avainteknologioiden tueksi on syntynyt täydentäviä teknologioita, organisaatioita ja instituutioita, jotka myötävaikuttavat sen laajamittaiseen leviämiseen, eli diffuusioon (Helpman, 1998; Verspagen ym., 2005).

Yllämainituilla teoriakehikoilla on paljon yhtymäkohtia keskenään. Kirjallisuudessa käydään kuitenkin vilkasta keskustelua muun muassa yleiskäyttöisten teknologioiden leviämisenopeudesta ja vaikutuksista. Lipsey, Carlaw ja Bekar (2005) kyseenalaistavat eri mallien oletuksen siitä, että ”uusi” yleiskäyttöinen teknologia aina syrjäyttää ”vanhan” vallitsevan teknologian. Joskus taloudessa esiintyy samanaikaisesti useita, myös toisiaan tukevia yleiskäyttöisiä teknologioita. Esimerkkejä tästä voisivat olla ICT:n kytkeytyminen bioinformaatitieteen kautta bioteknologiaan tai nanoteknologian kytkeytyminen bioteknologiaan (Hermans ja Kulvik, 2006). Lisäksi on väärin olettaa, että uusi yleiskäyttöinen teknologia aina kiihdyttää tuottavuuden kasvuvauhtia. Sen merkitys voi myös ilmetä jo olemassa olevien teknologioiden tuottavuusvaikutusten ylläpitäjänä.

Nanoteknologian analysoimiseen yllämainittu kirjallisuus kuitenkin tuo erilaisia mielenkiintoisia näkökulmia. Jos nanoteknologiaa voisi todellakin luonnehtia tulevaisuuden yleiskäyttöiseksi teknologiaksi, kyseinen kirjallisuus tarjoaa suhteellisen vankan teoriakehikon, jonka avulla voidaan käydä jonkintasoista keskustelua nanoteknologian potentiaalisista taloudellisista vaikutuksista ja politiikkahaasteista. Tässä suhteessa kyseinen teoriakehikko ja siihen liittyvä käsitteistö on selvästi konkreettisempi kuin viittaukset esim. muutoksiin teknis-taloudellisissa järjestelmissä tai paradigmoissa. Varsinkin Jovanovic ja Rousseau (2005) ja Lipsey, Carlaw ja Bekar (2005) käyvät pitkää keskustelua tyypillisen yleiskäyttöisen teknologian ominaispiirteistä ja tunnistuskriteereistä (laatikko 6.1).

Yleiskäyttöisen teknologian ensimmäinen tunnistuskriteeri ovat sen tarjoamat *runsaat taloudelliset kehittymismahdollisuudet*. Toisin sanoen, teknologialla tulisi olla paljon tieteellis-teknologista potentiaalia, joka kustannustehokkaasti selvästi parantaa tuotteiden tai prosessien suorituskykyä yli ajan. Tämä kriteeri

*Laatikko 6.1**Yleiskäyttöisen teknologian neljä tunnistuskriteeriä:*

- runsaat taloudelliset kehittymismahdollisuudet
- laaja sovellettavuus monilla eri toimialoilla taloudessa
- laaja sovellettavuus monentyyppisissä käyttötarkoituksissa
- kyky generoida erilaisia täydentäviä innovaatioita, joita toisaalta yleiskäyttöinen teknologia myös edellyttää

on olennainen teknologian diffuusion kannalta. Suorituskyvyn parantumisen myötä kyseinen teknologia haastaa olemassa olevia ratkaisuja, ja sen käyttöönottokynnys alenee. Runsaat taloudelliset kehittymismahdollisuudet luovat myös kannusteita täydentävien teknologioiden ja organisaatioiden kehittämiseksi.

Toinen ja kolmas tunnistuskriteeri liittyy nimenomaan yleiskäyttöisen teknologian diffuusion laajuuteen. Kyseisen teknologian tulisi olla soveltavissa *monilla eri toimialoilla ja monentyyppisissä erilaisissa käyttötarkoituksissa*. Sähkövalo on hyvä esimerkki teknologiasta, jota käytetään kaikkialla. Sähkövalolla on kuitenkin ainoastaan yksi käyttötarkoitus: tuottaa valoa. Sähkövalo ei siis tämän logiikan mukaan yllä yleiskäyttöiseksi teknologiaksi. Toisaalta on helppo tunnistaa tietokone tällaiseksi teknologiaksi, sillä tietotekniikalla voidaan automatisoida merkittävä osa erityyppisiä teollisia prosesseja, joita hyödynnetään hyvin laajasti monilla eri toimialoilla.

Neljäs yleiskäyttöisen teknologian tunnistuskriteeri korostaa *täydentävien innovaatioiden merkitystä* teknologian diffuusiassa. Erilaisten toimintojen ulkoisvaikutusten takia uuden teknologian laajempi käyttöönotto ja diffuusio vaativat useita täydentäviä teknologioita, organisaatioita ja instituutioita tukseen. Näitä voivat olla esimerkiksi prosessiteknologiat, jotka mahdollistavat teollisen tuotannon suuremmalla mittakaavalla. Yhtälailla ne saattavat vaatia uudenlaisten yritysten ansaintamallien kehittämistä, uusia tapoja markkinoida tuotteita tai organisoida alihankintaketjuja. Ne voivat myös vaatia muutoksia koko talouden tasolla esim. viranomaissäätelyssä tai muuntyyppisissä instituutioissa.

6.4 VOIKO NANOTEKNOLOGIASTA TULLA YLEISKÄYTTÖINEN TEKNOLOGIA?

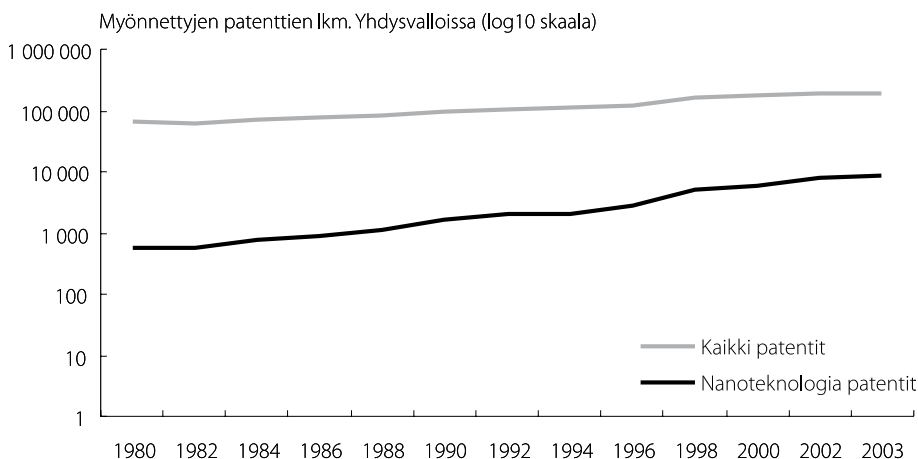
On selvää, että eri teknologioiden laadullisten erojen ja merkitysten arvioiminen on suhteellista ja pitkälti myös riippuvainen historiallisesta kontekstistaan. Nanoteknologian kohdalla lähtökohta taloustieteelliselle pohdinnalle on erityisen haastava, koska sen kehitys on vielä alkuvaiheessa tiettyjen 1980-luvulla syntyneiden tutkimusta ja teknologiakehitystä mahdollistavien keksintöjen jälkeen. Toisaalta varhainen vaihe tarjoaa myös mahdollisuuden kehityksen tarkasteluun reaaliaikaisesti. On hyvin mahdollista, että nanoteknologian tun-

nistaminen hankaloituu entisestään sen laajemman leviämisen myötä. Missä määrin nanoteknologia nykymuodossaan täyttää edellä mainitut yleiskäyttöisen teknologian neljä tunnistuskriteeriä?

Ensimmäinen kriteeri koskee kyseisen teknologian tarjoamia *runsaita taloudellisia kehittymismahdollisuuksia*. Tulevaisuuden taloudellisten kehittymismahdollisuuksien arvioiminen on luonnollisesti vaikeata. Innovaatiotoiminnan kannalta patentoiminen voi kuitenkin olla jonkinlainen indikaattori keksijöiden ja yritysten taloudellisista odotuksista, jotka kohdistuvat tiettyyn teknologiaan. Patentoiminen on kallista, ja sillä pyritään yleensä suojaamaan sellaisia teknologioita, joiden tuotto-odotukset ovat keskitasoa korkeampia. Patenttiaineistoja on saatavilla pitkinä aikasarjoina ja hyvin tarkalla teknologiatasolla, ja niitä käytetään laajasti teknologisen muutoksen ja innovaatiotoiminnan mittaamiseen (ks. esim. Moed, Glanzel ja Schmoch, 2004).

Huang, Chen ja Roco (2004) tarkastelevat nanoteknologian kehitystä yhdysvaltalaisella patenttiaineistolla, jonka oletetaan parhaiten kuvaavan kehittyneiden yritysten sekä maiden t&k- ja innovaatiotoimintaa. Erilaisten hakusanojen avulla he identifioivat peräti yli 70 000 myönnettyä nanoteknologiapatenttia vuosina 1976–2003. Jopa suhteutettuna yhdysvaltalaisen patenttien kokonaislukumäärään, tämä on jo merkittävää toimintaa, vaikka kokonaislukuihin kannattaa suhtautua hyvin varauksellisesti, koska – kuten tiedetään – hakusanat tuottavat myös sellaisia patenteja, joilla on aika etäinen suhde nanoteknologiaan. Nanoteknologiapatenttien lukumäärän kasvu ylittää kokonaispatentoimisen tarkasteluajanjaksona, ja se heijastaa näin myös julkisten t&k-investointien vastaavaa kehitystä (kuvio 6.2). Tämä kasvu selittyy pitkälti varsinkin elektroniikka-alan yhdysvaltalaisen tutkijoiden lisääntyvällä aktiivisuudella. Japanilaiset ja saksalaiset tutkijat ja keksijät ovat myös aktiivisia.

Kuvio 6.2 Nanoteknologian ja muiden alojen patentoiminen Yhdysvalloissa (USPTO)



Lähde: Huang, Chen ja Roco (2004).

Yhdysvaltain julkinen Nanotechnology Initiative on merkittävästi vaikuttanut nanoteknologiapatenttien vuoden 1997 jälkeiseen voimakkaaseen kasvuun, ja tämä ohjelma korostaa vielä selvemmin yhdysvaltalaisen dominoivaa asemaa (Huang ym., 2005). On myös mielenkiintoista huomata, että nanoteknologian patentoiminen suurelta osin noudattaa bioteknologian kehitystä.

Bioteknologiapatenttien voimakas kasvu tapahtui noin 13 vuotta tiettyjen geeniteknologiaan liittyvien peruskeksintöjen jälkeen. Nanoteknologian kannalta ehkä merkittävimmät peruskeksinnöt liittyvät mikroskopiaan, joka mahdollistaa nanometritason ilmiöiden rutiininomaisen tutkimuksen (esim. pyyhkäisyelektroniikka- ja atomivoimamikroskooppi). Jos vertailulähtökohdaksi otetaan nämä 1980-luvun puolivälissä syntyneet nanoteknologian peruskeksinnöt mikroskopiassa, havaitaan samanlainen aikaviive peruskeksinnöistä patentoinnin voimakkaaseen kasvuun (Zucker ja Darby, 2005). Toisin sanoen, nanoteknologia todellakin näyttää olevan teknologia, jonka taloudellinen merkitys kasvaa nopeasti. Lisäksi sen kehityskulku näyttää tältä osin noudattavan bioteknologian tarinaa, jossa taloudelliset mahdollisuudet syntyvät pitkällä viiveellä.

Monipuolisten taloudellisten kehitysmahdollisuuksien lisäksi yleiskäyttöisen teknologian pitäisi olla *sovellettavissa monilla eri toimialoilla ja monen-tyyppisiin erilaisiin käyttötarkoituksiin*. Nämä molemmat kriteerit kuvaavat itse asiassa nanoteknologiaa jo nyt varsin hyvin. Nanoteknologia on tällä hetkellä perusluonteeltaan uusi atomi- ja molekyyli-tason prosessiteknologia, joka mahdollistaa laajan joukon uusia tuotteita ja merkittäviä parannuksia jo olemassa oleviin. Lähtökohtaisesti se soveltuu teoriassa melkein päälle miltä tahansa teolliselle toimialalle ja käyttötarkoitukseen, jolla voidaan manipuloida materiaaleja nanometritasolla (Ratner ja Ratner, 2003). Nanoteknologia täydentää myös muita merkittäviä teknologioita, kuten ICT ja bioteknologia ja voi vaikuttaa myös tätä kautta moniin toimialoihin (Grodal ja Thoma, 2006).

Nanoteknologian laajan soveltuvuuden ja diffuusion kannalta keskeinen kysymys on kuitenkin se, milloin ja millä tavalla ”alhaalta ylös” -lähestymistapa lyö itsensä läpi ja on toteutettavissa turvallisesti, hallitusti ja taloudellisesti järkevällä tavalla. Tällä hetkellä ”ylhäältä alas” -lähestymistapa on realistisin teollisen mittakaavan saavuttamisen näkökulmasta. ”Alhaalta ylös” -lähestymistapa on vahvasti perustutkimuksellinen ja taloudellisesti vielä erittäin kallis toteuttaa teollisessa mittakaavassa, mutta lienee se, jolla odotetaan merkittävimpiä teknologisia ja myös taloudellisia läpimurtoja pidemmällä aikavälillä. Yksi merkittävä ”alhaalta ylös” -lähestymistavan kehittämistä tukeva kannustin elektroniikkateollisuudessa on pyrkimys tukea Mooren lakia mikroprosessorien hintavakioidusta informaatiokapasiteetin kaksinkertaistumisesta puolentoista vuoden välein (Ratner ja Ratner, 2003).

Nanoteknologian laajamittaisen soveltuvuuden arvioiminen kannattaa jälleen myös suhteuttaa bioteknologiaan ja ICT:hen. Freeman (2003) korostaa

tässä yhteydessä, että bioteknologian laajemman diffuusion yksi pullonkaula on sen huonompi hyväksyttävyyys, ei pelkästään kuluttajien ja poliittisten päättäjien keskuudessa, vaan myös yrityksissä. Lisäksi bioteknologia ei ole vielä selvästi kyennyt osoittamaan taloudellisia hyötyjä esimerkiksi tuotannossa. ICT:n kehitys eroaa tästä merkittävästi. ICT on hyvin laajasti hyväksytty teknologia, jolle annetaan myös julkisesti merkittävä rooli yhteiskunnan kehittäjänä esimerkiksi erilaisissa tieto- ja osaamisyhteiskuntastrategioissa. Lisäksi ICT:n taloudelliset hyödyt on dokumentoitu lukuisissa empiirisissä tutkimuksissa (ks. esim. Maliranta ja Rouvinen, 2006). Tässä vaiheessa on vielä epäselvää, missä määrin nanoteknologian kehittäjät pystyvät välttämään bioteknologian diffuusioon liittyvät pullonkaulat aikaansaaden samaan aikaan sitä myönteistä kehitystä ja hyväksyttävyyttä, mikä on ollut tunnunomaista ICT:lle varsinkin 1990-luvulta lähtien.

Yleiskäyttöisen teknologian neljäs tunnistuskriteeri korostaa *täydentävien teknologisten, organisatoristen tai institutionaalisten innovaatioiden merkitystä* teknologian diffuusiosta ja ulkoisvaikutusten mahdollistajina. Koska tämäntyyppiset innovaatiot yleensä syntyvät yleiskäyttöisen teknologian avainkeksintöjen vanavedessä niiden identifioiminen ja arvioiminen on erityisen vaikeata nanoteknologian kohdalla, joka on vielä varhaisessa kehitysvaiheessa. Viitaten taas nanoteknologiakehityksen peruslähtökohtiin, ”ylhäältä alas” -lähestymistapa on jo nyt synnyttänyt täydentäviä teknologisia innovaatioita liittyen lähinnä litografiaan, elektrosuihke-, leima- tai muunlaisiin tuotantotekniikoihin varsinkin elektroniikka-alalla, jolla näitä käytetään laajasti (Hall, 2005).

D. ja M. Ratnerin (2003) mukaan nanoteknologian diffuusioon voi vaikuttaa myönteisesti myös se tosiasia, että sitä tyypillisesti sovelletaan olemassa olevien materiaalien, tuotantoprosessien ja tuotteiden ominaisuuksien parantamiseen. Näin kuluttajien on helpompi omaksua sitä soveltavat tuotteet. ICT on ollut luonteeltaan erilainen, koska sillä yleensä luodaan täysin uudenlaisia tuotteita tai palveluita (esim. tietokone, kännykkä, Internet-pohjaiset palvelut), joiden omaksumiseen menee enemmän aika. Tämän neljännen yleiskäyttöisen teknologian tunnistuskriteerin arvioimiseen pitäisi kuitenkin sisällyttää myös erilaiset eettiset näkökulmat ja turvallisuusriskit liittyen esim. nanopartikkelien käyttäytymiseen ihmiskehossa tai atomien manipuloimiseen ”alhaalta ylös” -skenaariossa.

6.5 SUOMALAISET PANOSTUKSET NANOTEKNOLOGIAAN

Edellisestä keskustelusta huomaamme, että nanoteknologiasta saattaa kehittyä tärkeä 2000-luvun yleiskäyttöinen teknologia. Taloustieteellisen tutkimuksen kautta tiedämme myös, että sellaisenaan nanoteknologialla voi olla merkittävä vaikutus pitkän aikavälin tuottavuus- ja kasvukehitykseen, kunhan kyseinen teknologia leviää laajemmin talouden eri sektoreille ja toimialoille. Vaikka

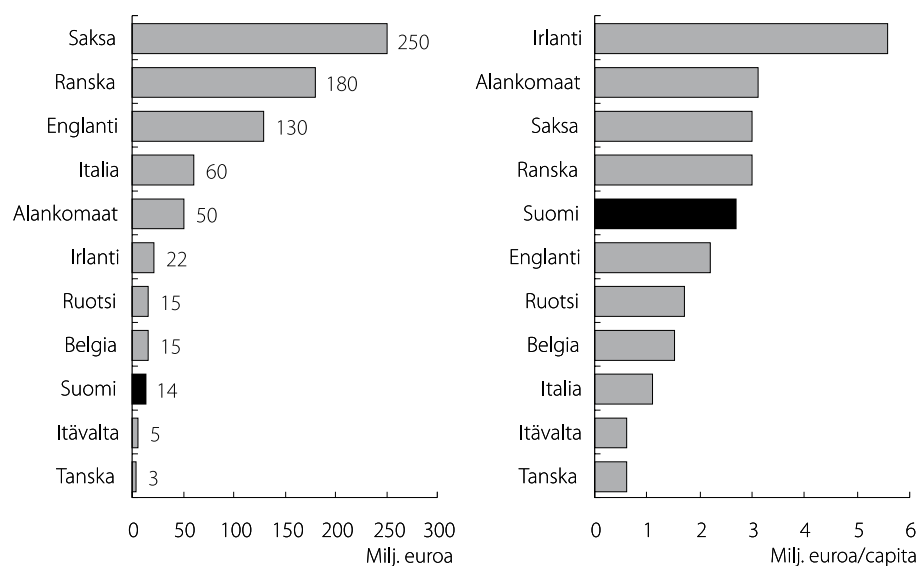
nanoteknologia on vielä varsin varhaisessa kehitysvaiheessa ja sen kaupallistamisväylät ovat vasta muotoutumassa, on selvää, että myös Suomessa siihen kannattaa paneutua.

Suomessa nanoteknologian tutkimus- ja kehitystoimintaa ruvettiin rahoittamaan julkisin varoin 1990-luvun lopussa Tekesin NANO-teknologiaohjelman avulla. Nanometritason ilmiöitä on tutkittu ja sovellettu Suomessa jo paljon varhaisemmin mikroelektroniikassa, lääkealalla ja diagnostiikassa. Vuonna 2005 nanoteknologia nostettiin kuitenkin vielä selvemmin esiin innovaatiopolitiikassa nk. FinNano-teknologiaohjelman lanseeraamisen yhteydessä, ja nanoteknologia on nyt myös Tekesin yksi strateginen painopistealue. Suomen Akatemia on myös suuntautumassa nanoteknologiaan samannimisen, vuonna 2006 käynnistetyn tiedeohjelman kautta. Lisäksi opetusministeriö on päättänyt tukea alan koulutusta ja infrastruktuurin kehittämistä vuonna 2007 alkavalla ohjelmalla. Yhteenlaskettuna nanoteknologiaan tullaan näin vuoteen 2010 mennessä investoimaan julkisia varoja arvioiltaan jo noin 100 miljoonaa euroa (Lämsä ym., 2006).

Maailmanlaajuisiin julkisiin nanoteknologiainvestointeihin verrattuna Suomen panostukset ovat luonnollisesti hyvin pieniä. Suomen tähänastisten investointien osuus maailman julkisista nanoteknologiatutkimusmenoista on kuitenkin arviolta 0.64 prosenttia. Suhteutettuna väkilukuun Suomi pääsee samalla viivalle huomattavasti isompien maiden, kuten Ranskan, Saksan ja Englannin kanssa (kuvio 6.3).

Suomen aktivoituminen näkyy myös erityisen hyvin nanotieteisiin liittyvien julkaisujen nopeana kasvuna 1990-luvun alusta lähtien (ks. liite 1).

Kuvio 6.3 Julkiset t&k-investoinnit nanoteknologiaan eräissä Euroopan maissa vuonna 2003



Lähteet: Lämsä (2005), EU (2004).

Väkilukuun suhteutettuna menestymme julkaisuvolyymillä mitattuna varsin hyvin myös verrattuna moniin muihin, huomattavasti isompiin maihin (taulukko 6.1). Toisaalta patentoimisessa kehitys on vielä varsin vaatimatonta. Nämä luvut perustuvat julkaisu- ja patenttitietokantahakuihin, joissa tunnistetaan nanoteknologia-aiheisia julkaisuja saksalaisen Fraunhofer Gesellschaft Institutin kehittämän hakusana-algoritmin avulla (ks. tarkemmin Palmberg ja Nikulainen, 2006). Kyseinen algoritmi on tällä hetkellä yleisesti hyväksytty nanoteknologiaan keskittyvässä teknologia- ja innovaatiotutkimuksessa (Noyons ym., 2003; Heinze, 2004).

Nanoteknologiasta on turha odottaa vastaavanlaista menestystä kuin ICT on Suomelle tuonut. Kysymyksessä on monessa mielessä hyvin erityyppinen teknologia. Nanoteknologia on esimerkiksi lähtökohtaisesti tiedevetoisempi verrattuna varsinkin Suomen kannalta tärkeään langattomaan telekommunikaatioalaan, jossa t&k-toiminnan sovellushakuisuus korostuu standardien takia (Palmberg ja Martikainen, 2005). Tiedevetoisuutensa takia nanoteknologian voisi osittain rinnastaa bioteknologiaan, kuten edellä tehtiin. Toisaalta nanoteknologiaa voidaan kuitenkin myös selvemmin lähestyä sovelluskeskeisesti, koska se myös uudistaa jo olemassa olevia tuotteita ja prosesseja.

Perinteisten alojen korkea teknologiaosaaminen ja kansainvälinen kilpailukyky yhdistettynä joidenkin tieteenalojemme huippuosaamiseen voisivat olla Suomen kilpailuetuja nanoteknologiassa. Nanotieteiden ja -teknologian hyödyntäminen, varsinkin perinteisten suuryritysten olemassa olevien prosessien ja tuotteiden uudistumiseen, voisi olla se suunta, mihin nanoteknologiaa kannattaisi kehittää Suomessa. Maassamme tarvitaan nanoteknologiaan pohjautuvaa yrittäjyyttä, jolloin sen alkuvaiheen kehittämiseen ja kaupallistamiseen liittyvät ongelmat ja riskit eivät heikentäisi perinteisten suuryritysten alkukiinnostusta alaa kohtaa. Erityisen tärkeätä olisi kyetä paremmin hyödyntämään alan kasvavaa tutkimustoimintaa kaupallisesti perinteisten suuryritysten keskuudessa. Teknologian siirron kannalta voidaankin kysyä, mihin suomalaiset nanoteknologiapanostukset ovat tässä vaiheessa kohdentuneet, missä määrin

Taulukko 6.1 Nanoteknologia julkaisut ja patentit eräissä eurooppalaisissa maissa

	Kokonaisluvut		Per capita ('000)	
	Julkaisut	Keksinnöt (patenttiperheet)	Julkaisut	Keksinnöt (patenttiperheet)
Yhdysvallat	83 907	13 609	0.29	0.05
Saksa	32 136	3 846	0.39	0.05
Korea	9 722	2 550	0.20	0.05
Sveitsi	6 477	627	0.88	0.08
Alankomaat	5 282	493	0.32	0.03
Ruotsi	4 300	287	0.48	0.03
Suomi	2 925	118	0.56	0.02
Tanska	2 046	115	0.38	0.02

Lähde: Palmberg ja Nikulainen (2006).

ne edistävät tutkija-yritysyhteistyötä sekä missä määrin nanoteknologia tuo mukanaan aidosti uusia haasteita?

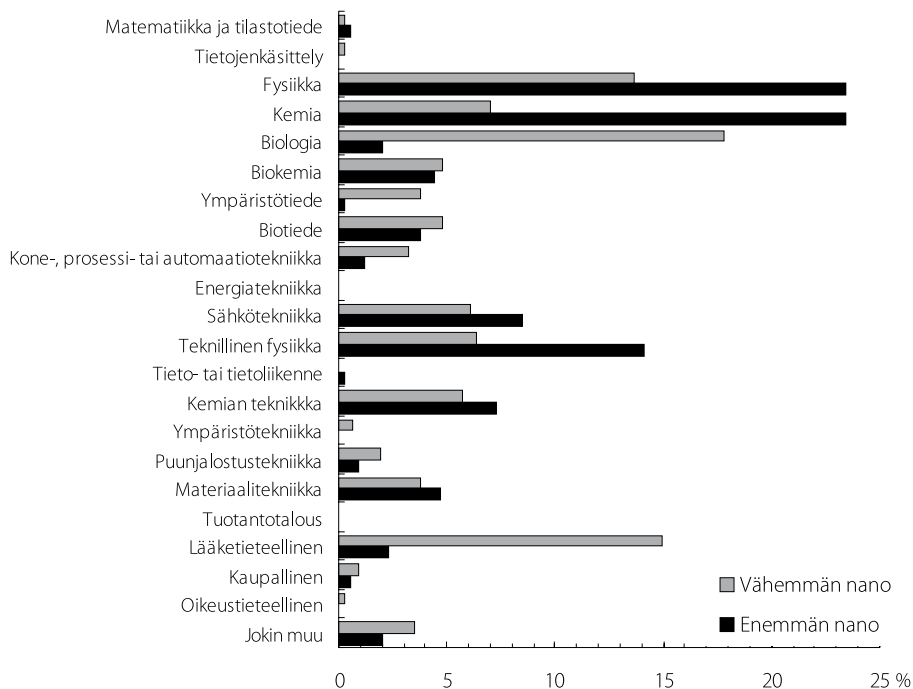
6.6 NANOTEKNOLOGIAN SIIRTO SUOMESSA – ALUSTAVIA HAVAINTOJA

Suomen nanoteknologiakehityksestä on vielä varsin niukasti tietoa, ja sen taloustieteellinen analyysi on vasta alkamassa. Olemassa olevan tiedon ja analyysien pohjalta voimme kuitenkin valottaa joitakin suuntaviivoja ja haasteita innovaatiopolitiikalle perustuen vuoden 2006 syksyllä Etlatieto Oy:ssä tehtyyn laajaan kyselyyn (ks. tarkemmin Palmberg, Pajarinen ja Nikulainen, 2007). Kyselyn kohdejoukoksi valittiin suomalaiset tutkijat ja keksijät, joiden nimi on esiintynyt yllämainituissa nanoteknologia-aiheisissa tieteellisissä julkaisuissa tai patenttihakemuksissa. Kyselyn vastausprosentti on korkea, 60 prosenttia, joka vastaa 603 tutkijaa ja keksijää 1 002 henkilön kokonaispopulaatiosta. 485 näistä toimii tutkijoina joko yliopistoissa (n=378) tai tutkimuslaitoksissa (n=107) (pääosin Suomessa) ja 87 toimii yrityksissä, 31 toimivat jossain muualla. Kyselyn fokuksena oli nanoteknologian siirto tutkimussektorista yrityksiin sekä tähän liittyvät haasteet. Kysely tarjoaa näin ainutlaatuisen aineiston analysoida suomalaisten nanoteknologiapanostusten suuntautumista mikrotasolla, tutkijoiden ja keksijöiden aktiivisuutta nanoteknologian siirrossa sekä tähän liittyviä erityishaasteita ja mahdollisuuksia.

Yleisesti ottaen 52 prosenttia vastaajista todella koki tekevänsä suoraan nanoteknologiaan liittyvää tutkimusta tai kehitystyötä. Kyselyn pohjalta voi myös eritellä osajoukon, jota käyttämämme määritelmän mukaan voidaan pitää erityisen vahvasti nanoteknologiaan suuntautuneena. 47 prosenttia kaikista, ja peräti 72 prosenttia enemmän nanoteknologiaan suuntautuneista, oli hakenut rahoitusta Tekesin tai Suomen Akatemian FinNano-ohjelmista. Tältä osin vaikuttaa siis siltä, että FinNano-ohjelmat ovat saavuttaneet sen kohdejoukon tutkijoiden ja keksijöiden parissa, jolle ne suunnattiin.

Teknologian siirron kannalta tutkijoiden ja keksijöiden taustakoulutus antaa hyvän kuvan alan luonteesta. Kuvion 6.4 mukaan perinteinen fysiikka ja kemia ovat nanoteknologiututkijoiden ja keksijöiden yleisimmät koulutusalat varsinkin niillä, jotka ovat enemmän nanoteknologiaan suuntautuneita. Biologia ja lääketiede ovat myös tärkeitä koulutusaloja niiden tutkijoiden ja keksijöiden keskuudessa, joiden tutkimustyö liittyy nanoteknologiaan löyhemmin. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että nanoteknologian ydin Suomessa kehittyi fysiikan ja kemian välimaastossa. Biologialähtöisillä koulutusaloilla on myös tärkeä nanoteknologiaa tukeva rooli, ja bioteknologian ja nanoteknologian kytkeytyminen toisiinsa tulee myös tässä hyvin esiin. Tohtoritason koulutus on 78 prosentilla kaikista vastanneista, joten kyselyn piirissä on tutkijauralla jo varsin pitkälle edenneitä henkilöitä.

Kuvio 6.4 Tutkijoiden ja keksijöiden koulutustausta

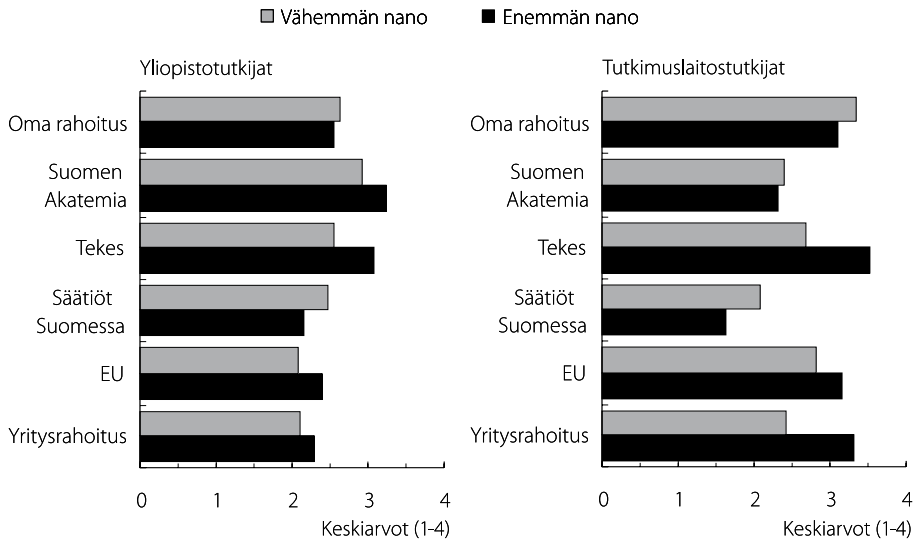


Lähde: Palmberg, Pajarinen ja Nikulainen (2007).

Koulutustaustan lisäksi tutkimusryhmien luonne on tärkeä taustavaikuttaja, kun puhutaan teknologian siirron mahdollisuuksista ja haasteista julkisen tutkimus sektorin tutkijoiden näkökulmasta, johon siirrytään alla olevissa kuvioidissa (tällöin havaintojen lukumäärä siis tippuu 485:teen). Vaikuttaa siltä, että varsinkin selvemmin nanoteknologiaan suuntautuvat tutkimusryhmät ovat kooltaan suurempia ja poikkitieteellinen lähestymistapa tutkimusongelmiin on yleisempää. Rahoitusrakenteissa on kuitenkin eroja (kuvio 6.5). Oman budjettirahoituksen ohella Suomen Akatemian ja Tekesin merkitys tutkimuksen rahoittajana korostuu muihin lähteisiin verrattuna, erityisesti tutkimuslaitoksissa. Lisäksi suoran yritysrahoituksen tärkeys näkyy selvemmin. Kautta linjan huomataan myös muiden kyselyn kysymysten kautta, että vahvimmin nanoteknologiaan suuntautuneiden tutkimusryhmien saama yritysrahoitus koetaan tutkimustyön kannalta suhteellisesti tärkeämpänä.

Vaikuttaa siis alustavasti siltä, että erityisesti Tekesin aktivoituminen alalla näkyy yritysrahoituksen lisääntymisenä tutkimusryhmissä. Näin varhaisessa vaiheessa on kuitenkin vaikeata arvioida, mikä on yritysten aktiivisuus ja niiden vaikutus nanoteknologian kehittämiseen. Jo kyselyn suunnittelussa otettiin huomioon myös se mahdollisuus, että vastaajilla saattaa olla vahva kannustin ilmoittautua nanoteknologia-aktiiviseksi esim. rahoituksen varmistamiseksi.

Kuvio 6.5 Tutkijaryhmien rahoitusrakenne



Lähde: Palmberg, Pajarinen ja Nikulainen (2007).

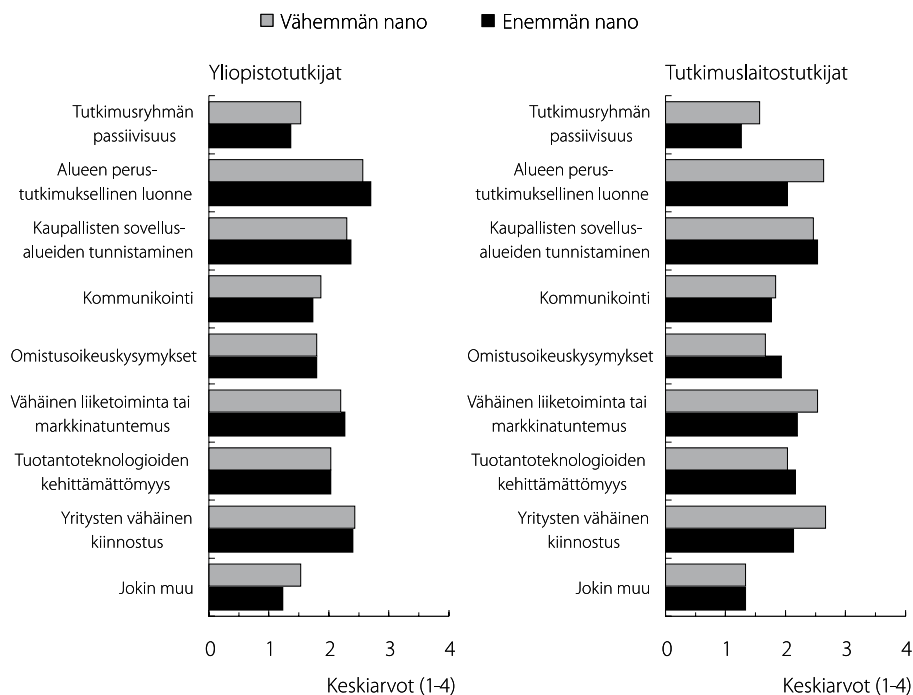
On myös hyvä pitää mielessä, että nanoteknologian määrittelemisen kyselyn kautta on hankalaa.

Teknologian siirron suurimmat haasteet ilmenevät selvimmin tutkijoiden ja yritysten välisessä yhteistyössä, jossa vastaajien erilaiset taustat, kannustimet ja roolit nousevat esille. Kuviossa 6.6 tarkastellaan tutkijoiden kokemia haasteita tutkimusryhmien ja tutkimusalan ominaisuuksien, käytännön yhteistyön sekä yritysten teknologiatason ja suuntautumisen kautta.

Selvästi suurimmat haasteet liittyvät nimenomaan nanoteknologian varhaiseen kehitysvaiheeseen ja tiedevetoisuuteen. Tutkijoiden mielestä alan perustutkimuksellinen luonne sekä kaupallisten sovellusten identifioiminen haittaavat tutkimustiedon ja tulosten siirtämistä yrityksille. Toisaalta liiketoiminta- ja markkinaosaamisen puute tunnustetaan myös ongelmaksi. Ehkä huolestuttavinta on se, että tutkijoiden mielestä yritykset eivät ainakaan vielä vaikuta kovin kiinnostuneilta nanoteknologian soveltamisesta. Näiden kaikkien kohdalla huomataan kuitenkin, että aktiivisemmin nanoteknologiaan suuntautuneiden tutkijoiden kohdalla nämä haasteet korostuvat suhteellisesti vähemmän. Voi olla, että FinNano-ohjelmien avulla on osittain pystytty edistämään tutkijoiden ja yritysten yhteisymmärrystä alaa kohtaan.

Nanoteknologian menestyksekkään kaupallistumisen kannalta on tärkeätä, että se jo varhaisessa vaiheessa suuntautuu aloille, joilla Suomessa on kansainvälisesti kilpailukykyistä osaamista ja menestyviä veturiyrityksiä. Bioteknologian yksi ongelma on ollut sen kytkeytyminen lääketieteellisuuteen, jossa Suomella ei juuri ole vahvaa teollista taustaa tai bioteknologian keksintöjen kaupallistajia (Luukkonen ja Palmberg, 2007). Perustutkimuksen korkean tason

Kuvio 6.6 Tutkijoiden kokemat haasteet kanssakäymisessä yritysten kanssa



Lähde: Palmberg, Pajarinen ja Nikulainen (2007).

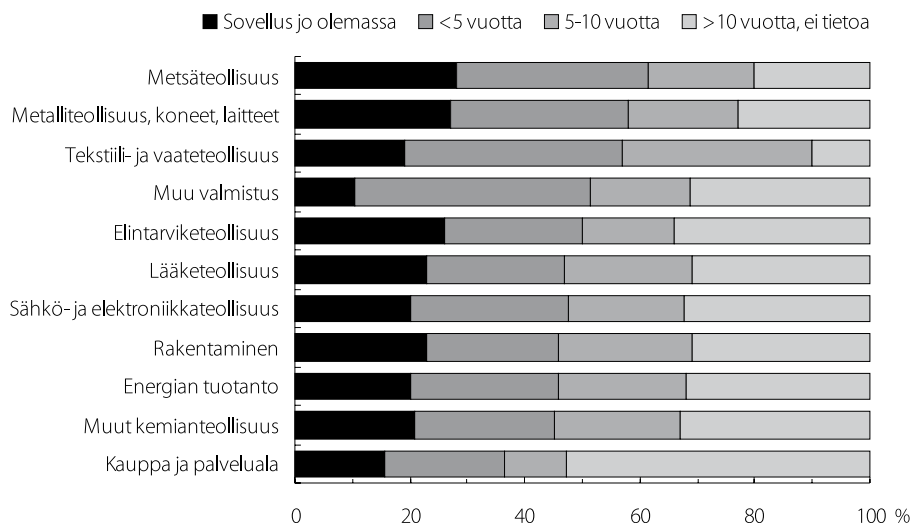
ylläpitäminen on välttämätöntä nanoteknologian hyödyntämisen kannalta. Mutta on myös tärkeitä tiukan kansainvälisen kilpailutilanteen takia pyrkiä suuntaamaan nanotieteen ja teknologian kehitystä sellaisille toimialoille, joille sen kehittämis- ja kaupallistamisajat ovat Suomen näkökulmasta lyhyempiä.

Kun tarkastellaan sovellusaloja, huomataan tässä vaiheessa eniten kaupallisia sovellusmahdollisuuksia elektroniikka-, metalli- ja koneenrakennusaloilla sekä kemianteollisuudessa (ks. Palmberg, Pajarinen ja Nikulainen, 2007). Lääketeollisuus nousee mielenkiintoisella tavalla esiin. Tämä on ilmeisesti seurausta siitä, että kyselyyn vastanneiden joukossa on paljon henkilöitä, joilla on lääketieteellinen koulutus. Tärkeä tähän havaintoon liittyvä kysymys on, miten nanoteknologian kytkeytyminen bioteknologiaan vaikuttaa biolääkealan kehitykseen Suomessa. Nanoteknologia voisi ehkä avata uusia kaupallistamispolkuja. Nanoteknologian kaupallistamisessa sekä yritystoiminnassa että innovaatiopolitiikassa pitäisi kuitenkin myös ottaa huomioon ja välttää bioteknologian kehittämiseen liittyneitä sudenkuoppia.

Kuviossa 6.7 esitetään nanoteknologia-alan tutkijoiden näkemys soveltamisaloista. Lisäksi kuviossa näkyvät toimialoittain tutkijoiden arviot siitä, miten nopeasti heidän oma tutkimuksensa voisi saavuttaa ensimmäisiä kaupallisia sovelluksia.

Vaikka alan tutkijat pääosin tunnistavat nanoteknologian soveltamisalueet korkean teknologian toimialoilla, on mielenkiintoista huomata, että kau-

Kuvio 6.7 Tutkijoiden näkemys sovellusaloista ja kaupallistamisajoista



Lähde: Palmberg, Pajarinen ja Nikulainen (2007).

pallistamisaikojen suhteen tilanne vaikuttaa toisenlaiselta. Niiden tutkijoiden mukaan, joiden mielestä perinteisemmät toimialat kuten metsä-, metalli- ja koneteollisuus, tekstiili- ja vaate- sekä elintarviketeollisuus soveltuisivat suomalaiselle nanoteknologialle paremmin, kaupallistamisajat ovat huomattavasti lyhyempiä. Toisin sanoin, vaikuttaa siltä, että monet perinteiset alat voivat tarjota korkean teknologian aloja nopeamman kaupallistamiskanavan suomalaiselle nanoteknologialle. Lääketeollisuus on tässä ääriesimerkki pitkistä kaupallistamisajoista, jotka aiheutuvat alan säätelystä ja vaatimuksista selvittää kliinisillä kokeilla uusien lääkeaineiden terveysvaikutuksia (Palmberg, 2006). Tiedämme myös, että monet perinteiset alat Suomessa jo ovat – vähäisistä t&k-panostuksistaan huolimatta – varsin edistyneitä korkean teknologian käyttäjiä (Palmberg, 2001).

6.7 YHTEENVETO

Tässä luvussa pohditaan, millä tavoilla nanoteknologia voisi kehittyä yleiskäyttöiseksi teknologiaksi sekä minkälaisia haasteita ja mahdollisuuksia siihen liittyy Suomen näkökulmasta. Kyseinen teknologia-ala on vielä varsin varhaisessa kehitysvaiheessa, ja sen analysoiminen on siksi osittain spekulatiivista. Taloustieteen avulla voidaan kuitenkin konkretisoida, mistä nanoteknologiassa on kysymys ja miten se saattaa vaikuttaa yritysten, toimialojen ja maiden tuottavuuteen ja kasvukehitykseen sekä myös analysoida sen kehityspiirteitä. Yksi keskeinen kysymys on se, missä määrin ja millä tavalla nanoteknologiasta todellakin voisi kehittyä yleiskäyttöinen teknologia. Usein oletetaan, että se voisi

nousta ICT:n kaltaiseksi pitkän aikavälin tuottavuus- ja kasvugeneraattoriksi maailmantaloudessa.

Nanoteknologia tarjoaa kieltämättä runsaasti taloudellisia kehitysmahdollisuuksia ja se on sovellettavissa monilla eri toimialoilla ja moneen eri käyttötarkoitukseen. Nanoteknologia vaatii, ja on osittain jo luonutkin, täydentäviä innovaatioita. Toisaalta sen laajamittaisempi leviäminen tulee vielä vaatimaan uudenlaisia organisaatioita, regulaatioita, pohdintaa turvallisuusriskeistä sekä tärkeiden eettisten kysymysten ratkaisemista. Tässä vaiheessa voi kuitenkin suhteellisen luotettavasti arvioida, että nanoteknologia yltäneee – ainakin joissain muodossa – yleiskäyttöiseksi teknologiaksi 2000-luvulla ja se tulee näin jossain vaiheessa vaikuttamaan kansantalouden tuottavuus- ja kasvukehitykseen.

Nanoteknologiaan investoidaan tällä hetkellä runsaasti julkisia t&k-varoja ja monet merkittävät monikansalliset yritykset ovat myös aktivoituneet alalla. Millä eväillä Suomi voi osallistua tähän kehitykseen, miten nanoteknologia voisi kehittyä ja kaupallistua Suomessa ja minkälaisen aseman voimme saavuttaa tällä tutkimisvetoisella alalla kansainvälisesti?

Edellä on todettu, että nanoteknologiasta on turha odottaa ICT:n kaltaista menestystä. ICT on lähihistoriassa ehkä selvin esimerkki yleiskäyttöisestä teknologiasta, joka on myös keskeisesti edistänyt Suomen tuottavuus- ja kasvukehitystä. ICT on kuitenkin luonteeltaan varsin erilainen teknologia, johon Suomi pääsi osalliseksi pitkälti Nokian ansioista siinä vaiheessa, kun avainteknologiat oli jo kehitetty ja GSM-standardi levisi maailmalle. On hyvin epätodennäköistä että vastaavanlainen kehitys voisi toistua Suomessa. Bioteknologiasta on joskus povattu ICT:n kaltaista menestystä. Bioteknologia on tiedevetoisempi ja tästä syystä luonteeltaan samantyyppinen kun nanoteknologia. Bioteknologian suurin haaste Suomessa on kuitenkin riskirahoituksen ja teollistajien puute, varsinkin lääketeollisuudessa, mihin suomalainen bioteknologia ehkä selvimmin on kytkeytynyt.

Samalla tavoin kuin bioteknologiassa, Suomi on maailmalla melko pieni toimija nanoteknologiassa. Suhteutettuna väkilukuun suomalainen nanoteknologia on kuitenkin noussut t&k-panostusten kautta suhteellisen merkittäväksi uudeksi tiede- ja teknologia-alaksi. Julkisten nanoteknologia-panosten ja tiedeellisten julkaisujen suhteellisella määrällä mitattuna Suomi yltää jo samalle tasolle kuin moni muu isompi eurooppalainen maa. Kaupallistamisen kannalta yksi olennainen kysymys on se, miten olemassa olevat perinteiset yritykset voisivat hyötyä suomalaisesta nanotieteestä.

Tuoreen kyselyaineiston valossa näyttää alustavasti siltä, että FinNano-ohjelmat ovat aktivoineet alan tutkijoita ja myös edistäneet heidän kanssakäymistään yritysten kanssa, vaikka tarvitsemme vielä syvällisempiä tutkimuksia ohjelmien vaikuttavuuden selvittämiseksi. Suurin haaste teknologian siirrossa liittyy nanoteknologian varhaiseen kehitysvaiheeseen ja tiedevetoisuuteen, vaikka Suomessa löytyy myös esimerkkejä jo pitkälle kehittyneistä kaupallistamispoluista. Tällä hetkellä vaikuttaa siltä, että nanotiede ja teknologia ovat

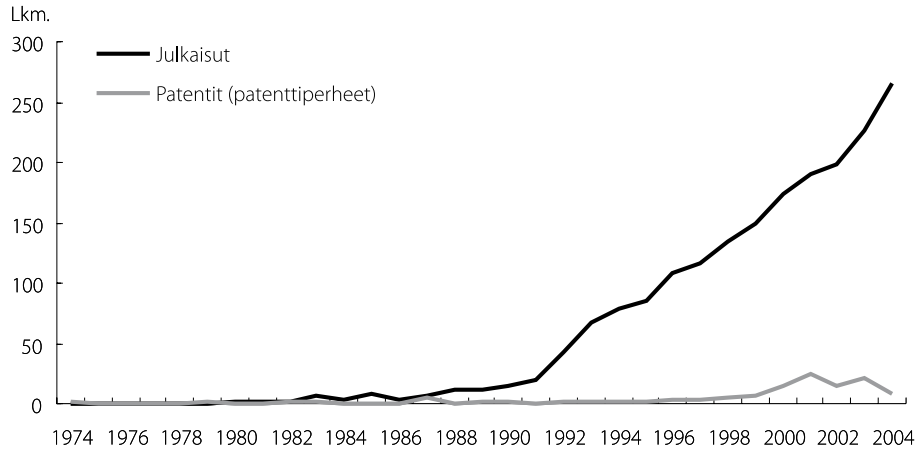
suuntautumassa korkean teknologian toimialoille kuten elektroniikka-, lääke- ja kemianteollisuus. Monilla perinteisemmillä aloilla kaupallistamisajat saattavat kuitenkin kyselyn mukaan olla Suomessa nopeampia.

Nanoteknologian varhaisen kehitysvaiheen takia on vielä vaikeata tuottaa pitkälle meneviä suosituksia innovaatiopolitiikalle. Tarvitaan tarkempia analyysejä kehityksestä ja nanoteknologian kytkeytymisestä Suomen yrityspopulaatioon, vahvoin toimialoihin ja klustereihin. Tässä voidaan kuitenkin listata joukko tärkeitä kysymyksiä, joihin myös Etlatiedossa käynnissä oleva taloustieteellinen tutkimus voi tuoda täsmennyksiä ja osittaisia vastauksia:

- Miten nanoteknologia eroaa ICT:stä ja bioteknologiasta, miten mahdolliset eroavuudet tulisi ottaa huomioon alan rahoituksen ja ohjelmatyön organisoimisessa sekä innovaatiopolitiikassa laajemmin?
- Miten muissa pienissä avotalouksissa (esim. Hollannissa, Itävallassa, Sveitsissä, Tanskassa tai Ruotsissa) lähestytään nanoteknologiaa, mitä voimme oppia muiden maiden nanoteknologiaan kohdistuvasta innovaatiopolitiikasta?
- Miten paljon t&k-rahoitusta tulisi ohjata nanotieteelliseen perustutkimukseen, missä vaiheessa yritykset pitäisi pyrkiä kytkemään tutkimukseen?
- Missä määrin nanoteknologia tuo mukanaan aidosti uusia haasteita teknologian siirron näkökulmasta, missä määrin nanoteknologia on pelkästään uusi nimi "vanhalle" fysiikan ja kemian välimastoon sijoitettavalle tutkimukselle?
- Mille toimialoille nanoteknologian t&k-toimintaa tulisi yrittää suunnata, voisiko nanoteknologia olla perinteisten toimialojen merkittävä uudistaja Suomessa?
- Minkälainen aseman nanoteknologian arvoketjussa Suomella voisi olla globaalitaloudessa?

LIITE 1 SUOMALAISET NANOTEKNOLOGIAJULKAISUT JA PATENTIT

Kuvio 1 Suomalaiset nanoteknologijulkaisut (tieteelliset julkaisut) ja patentit (patenttiperheet) 1974–2004



Lähde: Palmberg ja Nikulainen (2006).

KIRJALLISUUS

- Drexler, E. (1990). *Engines of creation – The coming era of nanotechnology*. London: First Estate Limited.
- EU. (2004). *Towards a European strategy for nanotechnology*. European Commission Communication.
- Freeman, C. (2003). *Policies for Developing New Technologies*. SPRU Working Paper Series.
- Freeman, C. ja Louca, F. (2001). *As time goes by: From the industrial revolutions to the information revolution*. Oxford and New York: Oxford University Press.
- Grodal, S. ja Thoma, G. (2006). *Cross Pollination in Science and Technology: The Emergence of the Nanobio Subfield*. Unpublished manuscript.
- Hall, J. (2005). *Nanofuture – what's next for nanotechnology?* New York: Prometheus Books.
- Heinze, T. (2004). Nanoscience and Nanotechnology in Europe: Analysis of Publications and Patent Applications Including Comparisons with the United States. *Nanotechnology, Law and Business*, 1(4), 427–445.
- Helpman, E. (toim.) (1998). *General Purpose Technologies and Economic Growth*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hermans, R. ja Kulvik, M. (2006). *Sustainable biotechnology development – New insights into Finland*. ETLA B 217. Helsinki: Taloustieto Oy.
- Huang, H., Chen, C. ja Roco, M. (2004). International Nanotechnology Development in 2003: Country, Institution, and Technology Field Analysis Based on USPTO Patent Database. *Journal of Nanoparticle Research*, 6(4), 325–354.
- Huang, Z., Chen, H., Yan, L. ja Roco, M. (2005). Longitudinal nanotechnology development (1991–2002): National Science Foundation funding and impact on patents. *Journal of Nanoparticle Research*, 7, 343–376.
- Jovanovic, B. ja Rousseau, P. L. (2005). *General Purpose Technologies*. NBER, Working Paper No. 11093.
- Koski, H. (2005). Teknologian diffuusio ja talouskasvu. Teoksessa A. Hyytinen ja P. Rouvinen (toim.), *Mistä talouskasvu syntyy?* (s. 73–88). Helsinki: Taloustieto (ETLA B 214).
- Langlais, R., Bruun, H., Hukkinen, J. ja Fogelberg, H. (2004). Anticipate the Social Dimensions of Nanotechnology. *VEST: Journal for Science and Technology Studies*, 17(3–4), 23–35.
- Lipsey, R. G., Carlaw, K. I. ja Bekar, C. T. (2005). *Economic Transformations: General Purpose Technologies and Long-Term Economic Growth*. Oxford and New York: Oxford University Press.
- Luukkonen, T. ja Palmberg, C. (2007). Living up to the expectations set by ICT? The case of biotechnology commercialization in Finland. *Technology Analysis and Strategic Management, tulossa*.
- Lämsä, M. (2005). *Nanoteknologia*. Tilastokeskus, Tiede ja Teknologia 2004. Helsinki.
- Lämsä, M., Palmberg, C., Nikulainen, T., Koponen, P. ja Juvonen, L. (2006). Nanotechnology: The Potential to Drive Future Economic Growth. *Kemia-Kemi*, 15(6), 605–616.
- Maliranta, M. ja Rouvinen, P. (2006). Informational mobility and productivity: Finnish evidence. *Economics of Innovation & New Technology*, 15(6), 605–616.
- Moed, H. F., Glanzel, W. ja Schmoch, U. (2004). *Handbook of quantitative science and technology research: The use of publication and patent statistics in studies of S&T systems*. Dordrecht; Boston and London: Kluwer Academic.
- Noyons, E., Buter, R., van Raan, R., Schmoch, U., Heinze, T., Hinze, S. (2003). *Mapping Excellence in Science and Technology across Europe*. Nanoscience and Nanotechnology. Brussels.
- OPM. (2005). *Nanotieteen keihäänkärjet Suomessa*. Opetusministeriön selvityksiä 2005:39.
- Palmberg, C. (2001). *Sectoral patterns of innovation and competence requirements – The case of low-tech industries*. Sitra Report Series 8.
- Palmberg, C. (2006). The sources and success of innovations – Determinants of commercialization and break-even times. *Technovation*, 26.
- Palmberg, C. ja Martikainen, O. (2005). The GSM standard and Nokia as an incubating entrant. *Innovation: Management, Policy & Practice*, 7(1), 61–78.
- Palmberg, C. ja Nikulainen, T. (2006). *Industrial renewal and growth through nanotechnology – An overview with focus on Finland*. ETLA Keskusteluaiheita 1020. Helsinki.
- Palmberg, C., Pajarinen, M. ja Nikulainen, T. (2007). *Transferring science-based technologies to industry – Does nanotechnology make a difference?*, ETLA Keskusteluaiheita 1064. Helsinki.

- PCAST. (2005). *The national nanotechnology initiative at five years: Assessment and recommendations of the national nanotechnology advisory board*.
- Ratner, M. ja Ratner, D. (2003). *Nanotechnology – A gentle introduction to the next big idea*. New Jersey: Prentice Hill.
- Rosenberg, N. (1982). *Inside the Black Box*. Cambridge University Press.
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalism, socialism and democracy*. New York: Harper Torchbooks.
- Verspagen, B., Fagerberg, J., Mowery, D. C. ja Nelson, R. R. (2005). Innovation and Economic Growth. Teoksessa *The Oxford handbook of innovation* (s. 487–513). Oxford and New York: Oxford University Press.
- Zucker, L. ja Darby, M. (2005). *Socio-economic Impact of Nanoscale Science: Initial Results and NanoBank*. NBER Working Papers 11181.

OSA III

7	LISÄÄKÖ TUTKIMUS- JA KEHITYSTOIMINNAN HAJAUTTAMINEN YRITYSTEN INNOVATIIVISUUTTA? <i>Aija Leiponen</i>	129
8	TEKNOLOGIAINVESTOINTEJA TÄYDENTÄVÄT ORGANISAATIOINNOVAATIOT JA TUOTTAVUUS <i>Mikko Mäkinen</i>	139
9	T&K-PANOSTUSTEN TUOTTAVUUSVAIKUTUKSET JA KANSANTALOUDELLISET VAIKUTUKSET <i>Olavi Rantala</i>	155
10	AVOIN INNOVAATIOTOIMINTA JA TUOTTAVUUS <i>Heli Koski</i>	173

7 LISÄÄKÖ TUTKIMUS- JA KEHITYS- TOIMINNAN HAJAUTTAMINEN YRITYSTEN INNOVATIIVISUUTTA?

Aija Leiponen*

Viime vuosina on paljon keskusteltu yritysten t&k-toiminnan hajauttamisesta ja erityisesti sen siirtymisestä ulkomaille, mahdollisesti jopa kehitysmaihin. Tässä tapauksessa yritysten tavoitteena on hyödyntää halpoja tuotannontekijöitä. Yrityksillä on kuitenkin monia muitakin syitä sijoittaa innovaatiotoimintaa tiettyyn paikkaan. Tärkeimpinä houkuttimina mainitaan usein markkinat sekä yliopistot tai muut tieteen ja teknologian keskittymät. Kun yritys perustaa t&k-yksikön näiden läheisyyteen, sillä on paremmat mahdollisuudet hyötyä paikallisista tietovirroista. Tutkimuksissa usein korostetaan, että sekä asiakkaiden erityisominaisuudet että tiede- ja teknologiavirrat ovat suurelta osin hyvin paikallisia ja vaativat pitemmän aikavälin havainnointia, jolloin yritysten ainoa mahdollisuus päästä näistä osallisiksi on siirtää henkilöstöä kyseisille paikkakunnille. Innovaatiotoiminnan hajauttamiseen liittyy kuitenkin myös kustannuksia. On mahdollista, että hajautettu innovaatiotoiminta on tehottomampaa kuin keskitetty. Tässä luvussa selvitetään näitä kysymyksiä suomalaisen teollisuus-yrityksineiston valossa.

7.1 JOHDANTO

Schumpeteriläisessä talousteoriassa innovaatiotoiminnan organisointikysymykset eivät ole olleet kovin keskeisiä tutkimusaiheita, kun päähuomio on kohdistunut innovoinnin ja toimialojen dynamiikan mallintamiseen. Empiirisessä strategiatutkimuksessa on kuitenkin osoitettu, että tutkimus- ja kehitystoiminnan organisaatio voi merkittävästi lisätä innovoinnin taloudellisia vaikutuksia. Esimerkiksi Teece (1986) mukaan innovaatiotoiminnan organisointitapa vaikuttaa yrityksen mahdollisuuksiin hyötyä taloudellisesti innovaatioista. Organisatorisilla keinoilla voidaan nimittäin vaikuttaa siihen, kuinka paljon innovaation arvosta ”vuotaa” kilpailijoille (Pisano, 1991; Oxley, 1997). Tässä luvussa tarkastellaan uutena tutkimuskysymyksenä yritysten innovaatiotoiminnan maantieteellisen hajauttamisen vaikutuksia sen tuottavuuteen. Monilla suomalaisista teollisuusyrityksistä on innovaatiotoimintaa

* Kauppat. tri, Assistant Professor, Cornell University, USA.

Tämä luku pohjautuu suurelta osin Constance Helfatin kanssa yhteistyössä kirjoitettuun artikkeliin ”When Does Distributed Innovation Activity Make Sense? Location, Decentralization, and Innovation Success”.

useammalla kuin yhdellä paikkakunnalla Suomessa, ja viime aikoina suuryritykset ovat lisäksi innokkaasti sijoittaneet t&k-toimintoja ulkomaille (Thursby ja Thursby, 2006). Minkälaisia vaikutuksia maantieteellisellä hajauttamisella on innovaatiotoiminnan tuotokseen?

Viimeaikaisessa keskustelussa on keskipisteessä ollut t&k-toiminnan siirtyminen ulkomaille ja mahdollisesti jopa kehitysmaihin. Tällöin yritysten tavoitteena on hyödyntää halpoja tuotannontekijöitä, esimerkiksi intialaisia tai kiinalaisia tietokoneohjelmiojia ja insinöörejä. Yrityksillä on kuitenkin monia muitakin syitä sijoittaa innovaatiotoimintaa tiettyyn paikkaan. Tärkeimpinä houkuttimina mainitaan usein markkinat sekä yliopistot tai muut tieteen ja teknologian keskittymät. Kun yritys perustaa t&k-yksikön näiden läheisyyteen, sillä on paremmat mahdollisuudet hyötyä paikallisista tietovirroista. Tutkimuksissa usein korostetaan, että sekä asiakkaiden erityisominaisuudet että tiede- ja teknologiavirrat ovat suurelta osin hyvin paikallisia ja vaativat pitemmän aikavälin havainnointia, jolloin yritysten ainoa mahdollisuus päästä näistä osallisiksi on siirtää henkilöstöä kyseisille paikkakunnille.

Innovaatiotoiminnan hajauttamiseen liittyy kuitenkin myös kustannuksia. Monella alalla innovaatioprojekteihin liittyy suurtuotannon etuja (Henderson ja Cockburn, 1996), jolloin lupaaviakaan projekteja ei voida toteuttaa, ellei yrityksellä ole käytettävissä riittävästi henkilöstöä tai laitteistoa. Rinnakkais-tuotannon etujen (*economies of scope*) saavuttaminen puolestaan saattaa tuottaa merkittäviä tiedon ja osaamisen siirron kustannuksia, jos toisiaan täydentävät tutkimusohjelmat ovat maantieteellisesti erillään. Silloin on mahdollista, että hajautetun innovaatiotoiminnan tuotokset ovat vähemmän merkittäviä kuin keskitetyn innovaatio-organisaation tuotokset. Tässä luvussa on tavoitteena selvittää näitä kysymyksiä suomalaisen teollisuusyrityksaineiston valossa.

7.2 TUTKIMUSKYSYMYS JA TEOREETTINEN TAUSTA

Transaktiokustannusteorian perusteella innovaatiotoiminnan hajauttaminen aiheuttaa tiedon ja osaamisen siirron kustannuksia, mistä syystä hajautetussa organisaatiossa syntyvät innovaatiot voivat olla vähemmän merkittäviä. Kansainvälisen liiketoiminnan kirjallisuudessa toisaalta korostetaan, että perustamalla t&k-yksiköitä etäällä oleville markkinoille yritykset voivat hyötyä paikallisista tietovirroista, jotka lisäävät innovaatiotoiminnan tuottavuutta. Näiden kahden tutkimussuuntauksen välillä on siis jännite – emme tiedä, milloin yritysten kannattaa hajauttaa t&k-toimintaa ja milloin taas keskittää. Jos yritys hajauttaa eli tekee tutkimusta ja kehitystä useammassa paikassa, synnytykö useampia innovaatioita, jotka eivät kuitenkaan ole kovin merkittäviä? Ja missä suhteessa merkittävyttä tulisi arvioida – tieteellisessä vai kaupallisessa? Tässä luvussa selvitetään t&k-toiminnan kotimaisen hajauttamisen vaikutuksia innovaatiotoiminnan tuottavuuteen suomalaisen kyselyaineiston valossa.

Arvioimme hajauttamisen ja innovatiivisuuden riippuvuutta toisistaan sekä selvitämme hajauttamisstrategian yhteyksiä tieteellistä tutkimusta ja uusia teknologioita koskevan tiedon hakemiseen erilaisilla teollisuustoimialoilla.

Kansainvälisen liiketoiminnan tutkimuksessa korostetaan paikallisuuden merkitystä (Teece, 1977; Dunning, 1981). Paikallisten yksikköjen avulla yritysten on helpompi välittää tietoa ja osaamista ulkomaisten ja kotimaisten toimintojen välillä, varsinkin jos kyseessä on liiketoiminta, johon liittyy suuria riskejä. Kogut ja Zander (1993) korostavat kansainvälisten yritysten paikallisten toimintojen roolia erityisesti hiljaisen tiedon välittämisessä: tavalliset liiketoimet (transaktiot) ovat varsin tehottomia kun siirretään hiljaista tietoa maasta toiseen, mutta yrityksen sisällä henkilöstön siirtymien ansiosta osaamisenkin siirtäminen onnistuu paremmin. Empiirisen tutkimuksen mukaan yritykset, joilla on ulkomaista t&k-toimintaa tai joiden patenttihakemukset tehdään ulkomaisen yksikön kautta, pystyvät paremmin hyödyntämään ulkomaista tietämystä (Almeida, 1996; Florida, 1997; Kuemmerle, 1999; Frost, 2001). Toisaalta, Singhin (2006) mukaan yritys ei välttämättä hyödy ulkomaisesta t&k-toiminnasta, jos siihen liittyviä tiedon ja osaamisen liiketoimikustannuksia ei oteta huomioon ja luoda yhteistyömekanismeja ulkomaisten ja kotimaisten t&k-yksiköiden välille. Lisäksi Penner-Hahnin ja Shaverin (2005) mukaan ulkomaisesta innovaatiotoiminnasta hyötyminen edellyttää riittävää omaksumiskykyä ja yleistä osaamista. Näiden tulosten mukaan tiedon ja osaamisen siirron kustannukset ovat keskeisiä hajautetun t&k-organisaation merkitystä arvioitaessa.

Toiminnan hajauttamiseen liittyy muitakin organisaationäkökohtia, esimerkiksi oikeanlaisten kannustimien luominen. Keskitetyn t&k-organisaation etuna on, että siellä voidaan tehdä pitkäjänteistä tutkimusta, jonka tuloksia voidaan hyödyntää monissa eri tuotteissa ja liiketoimintayksiköissä. Hajautetussa organisaatiossa taas yksiköiden johtajilla on tyypillisesti lyhyemmän aikavälin tulostavoitteet, jolloin heillä ei ole kannustimia investoida hyvin epävarmoihin ja pitkän aikavälin projekteihin, joiden hyödyt saattavat vuotaa muille tuoteyksiköille (Kay, 1988; Lerner ja Wulf, 2006).

Tuoteyksikön t&k-toiminta suuntautuu luontevammin tiettyjen markkinoiden palvelemiseen tuotteiden käyttäjien mieltymysten mukaisesti. Tämän perusteella voidaan olettaa, että keskitettyjen ja hajautettujen t&k-organisaatioiden innovaatiotuotokset poikkeavat toisistaan laadullisesti: Keskitetyssä t&k-toiminnassa tuotetaan perustavanlaatuisempia keksintöjä kuin hajautetussa t&k-organisaatiossa, jossa puolestaan innovaatiot ovat keskimäärin käyttäjä- ja markkinavetoisempia. Argyres ja Silverman (2004) myös esittävät, että – ceteris paribus – hajautetussa t&k-organisaatiossa tuotetaan patenttiviittauksilla mitattuna vähemmän merkittäviä innovaatioita kuin keskitetyssä organisaatiossa. Tämä ei kuitenkaan välttämättä tarkoita, että hajautettu innovaatio-organisaatio olisi ”huonompi” kuin keskitetty organisaatio, vaan että nämä kaksi organisaatiotyyppiä tuottavat erilaisia innovaatioita. Riippuu siis yrityksen strategiasta ja markkinatilanteesta, kumpi organisaatiotyyppi on sille paras.

7.3 TUTKIMUSTULOKSET

Tässä osiossa vertaillaan suomalaisten t&k-toimintaa harjoittavien teollisuusyrityksien innovaatiotoiminnan sijaintipäätöksiä sekä innovaatiotoiminnan tuotoksia ja innovoinnin taustalla olevaa tiedon ja osaamisen hakemistoimintaa. Otoksena ovat t&k-toimintaan investoivat teollisuusyritykset, jotka vastasivat sekä Tilastokeskuksen t&k-kyselyyn vuonna 1999 että innovaatiokyselyyn vuonna 2001. T&k-toiminnan tiedot koskevat vuotta 1998 ja innovaatiotuotoksen ja tiedonhakutoiminnan tiedot koskevat vuosia 1998–2000. Kahden kyselyn yhdistämisen jälkeen otokseen jää 469 t&k-toimintaa harjoittavaa teollisuusyritystä. Mukana on yrityksiä kaikilta toimialaluokituksen kaksinumerotason toimialoilta, ja otos on kutakuinkin edustava, joskin hieman painottunut suurten yritysten suuntaan (Tilastokeskuksen valitseman otostekniikan vuoksi pienet yritykset vastasivat vähäisemmällä todennäköisyydellä molempiin kyselyihin).

Aineiston 469 yrityksestä suurimman osan innovaatiotoiminta tapahtui yhdessä yksikössä – vain 13 prosentilla yrityksistä oli useampi kuin yksi t&k-yksikkö. Innovoinnin maantieteellinen hajauttaminen on siis suhteellisen harvinaista, ja vain suuremmilla yrityksillä on tähän edellytyksiä, koska yhden tai kahden hengen innovaatioyksiköt eivät ole kovin tuottavia. Innovaatiotoimintaan siis liittyy suurtuotannon etuja. Aineiston yrityksistä 7.5 prosentilla oli kaksi t&k-yksikköä, 2.3 prosentilla oli kolme yksikköä ja 3.2 prosentilla (15 yrityksellä) oli vähintään neljä yksikköä. Suurin osa yrityksistä (55 %), joilla on useampi kuin yksi t&k-yksikkö, toimii elintarvike-, kemian- tai elektroniikkateollisuudessa. Kun otoksen kaikista yrityksistä vain 40 prosenttia on näiltä toimialoilta, huomataan että innovaatiotoiminnan hajauttaminen useampaan maantieteellisesti erilliseen yksikköön on yleisintä ns. tiedeperustaisilla (*science based*) toimialoilla (ks. Pavitt, 1984). Tieteeseen perustuva innovaatiotoiminta on usein hyvin t&k-intensiivistä ja hyödyntää erityisesti yliopistojen ja tutkimuslaitosten tutkimustuloksia. Näillä aloilla onkin todennäköistä, että yritysten t&k-toiminnan organisointi heijastaa ulkopuolisten tietolähteiden sijaintia.

T&k-yksikköjen lukumäärä riippuu selvästi yrityksen koosta. Yhden t&k-yksikön yritysten keskimääräinen henkilöstömäärä oli 159, kun taas neljän tai useamman t&k-yksikön yrityksillä oli keskimäärin yli 3 000 työntekijää. On siis hyvin tärkeää ottaa huomioon yritysten koon vaikutukset, kun tarkastellaan t&k-organisaation ja innovaatiotoiminnan yhteyksiä.

Taulukossa 7.1 vertaillaan yritysten innovaatioinvestointeja ja tuotosta niiden t&k-yksiköiden lukumäärän mukaan. Useamman t&k-yksikön yritysten todennäköisyys tuottaa ainakin yksi tuote- tai prosessi-innovaatio on paljon suurempi kuin yhden yksikön yrityksillä, mutta yrityksen koko on tässä keskeinen tekijä. Parempi kuvaileva mittari onkin tuote-innovaatioiden osuus myynnistä. Tämän mittarin mukaan kolmen t&k-yksikön yritysten myynnistä suurin osuus syntyy innovatiivisista tuotteista. Tämä mittari on toisaalta hie-

Taulukko 7.1 Teollisuusyrityksineiston innovaatiotoiminta t&k-yksiköiden lukumäärän mukaan

T&k-yksiköitä	Tuote- innovaatio (% yrityksistä)	Prosessi- innovaatio (% yrityksistä)	Tuote- innovaatioiden myynnin osuus (%)	Henkilöstö	T&k-investoinnit (% liikevaihdosta)
1	64.8	42.5	15.3	159	4.3
2	88.6	65.7	15.3	283	3.5
3	81.8	72.7	18.2	845	4.6
Vähintään 4	80.0	66.7	7.1	3 068	6.5

man harhainen suurten yritysten osalta, koska suuryrityksen on hyvin vaikea uudistaa koko tuotevalikoimaansa arvioidun kolmen vuoden aikana, kun taas pienelle yritykselle se voi olla hyvinkin mahdollista. Tästä syystä empiiriset tulokset, joihin myöhemmin luvussa esitetyt johtopäätökset perustuvat, nojautuvat tuoteinnovaatioiden myyntiin euroina mitattuna. Kun samalla otamme huomioon yrityksen koon, t&k-investoinnit ja rakenteen, meillä on järkevä empiirinen malli innovaatiotoiminnan hajautuksen ja tuotoksen yhteyksistä.

Kansainvälisen liiketoiminnan kirjallisuuden mukaan t&k-toiminnan hajauttaminen ulkomaille liittyy olennaisesti yritysten tiedonhakustrategioihin. Usein mainittuja tavoitteita hajauttamiselle ovat hiljaisen tiedon saaminen markkinoiden luonteesta ja tiede- tai teknologiakeskittymien tietovirroista. Taulukossa 7.2 on laskettu, kuinka suuri osa yrityksistä kokee kyseisen tietolähteen joko tärkeäksi tai erittäin tärkeäksi, raportoituna t&k-yksiköiden lukumäärän mukaan. T&k-toimintaansa hajauttavat yritykset pitävät kaikkia tietolähteitä tärkeämpinä kuin t&k-toiminnan keskittävät yritykset. Ero keskittävien ja hajauttavien t&k-yritysten välillä näyttäisi olevan erityisen suuri arvioitaessa yliopistoista, korkeakouluista ja tutkimuslaitoksista saatavaa tietoa, mutta ero on varsin selvä myös, kun yrityksiltä kysytään asiakkaiden, kilpailijoiden ja laite-, materiaali- ja komponenttitoimittajien merkityksestä tietolähteenä. T&k-toimintaa hajauttavat yritykset käyttävät siis kaikkia yrityksen ulkopuolisia tietolähteitä intensiivisemmin kuin t&k-toimintansa keskittäneet yritykset.

Kun tällä teollisuusyritysten poikkileikkausaineistolla estimoidaan (ks. Leiponen ja Helfat, 2006) yritysten todennäköisyyttä tuottaa ainakin yksi

Taulukko 7.2 Innovaatiotoiminnan tärkeät tietolähteet t&k-yksiköiden lukumäärän mukaan (% yrityksistä)

T&k-yksiköitä	Oma yritys	Toimittajat	Asiakkaat	Kilpailijat	Yliopistot ja korkeakoulut	Tutkimus- laitokset
1	76.0	44.3	59.2	28.6	22.7	17.6
2	91.4	60.0	74.3	42.9	60.0	28.6
3	90.9	72.7	90.9	45.5	45.5	45.5
4 tai useampi	80.0	73.3	80.0	40.0	73.3	66.7

Numerot ilmaisevat kuinka suuri osa yrityksistä ilmoitti kyseisen tietolähteen olevan joko tärkeä tai hyvin tärkeä yrityksen innovaatiotoiminnalle. Toimittajat voivat olla laitteiden, materiaalien, komponenttien tai atk-ohjelmistojen toimittajia.

innovaatio, havaitaan, että t&k-toiminnan hajauttaminen lisää merkittävästi tuoteinnovaatioiden todennäköisyyttä mutta ei prosessi-innovaatioiden todennäköisyyttä. Lisäksi suurin vaikutus syntyy, kun siirrytään yhdestä t&k-toimipaikasta kahteen: tällöin tuoteinnovaation todennäköisyys kasvaa 20 prosenttia. Tässä regressiomallissa kontrollimuuttujina ovat yrityksen koko henkilöstöllä mitattuna t&k-investoinnit, vientiliikenvaihto, konsernirakenne, yritysostot ja yhdistymiset, yritysmyynnit sekä toimiala.

Liikevaihdolla arvioituna kyselyä edeltäneiden kolmen vuoden aikana lanseerattujen tuoteinnovaatioiden liikevaihto yli kaksinkertaistuu verrattaessa yhden ja kahden t&k-toimipaikan yrityksiä, vaikka yritysten koko, t&k-investoinnit, rakenne ja toimiala vakioidaan samalla tavalla kuin aiemmin. Kahden tai useamman t&k-toimipaikan yritykset siis lanseeraavat paljon todennäköisemmin tuoteinnovaatioita ja saavat niistä selvästi enemmän myyntituloja. Nämä myyntitulot koskevat tosin lähinnä tuotteita, jotka ovat uusia yrityksen mutta eivät välttämättä markkinoiden näkökulmasta. Kun tarkastellaan pelkästään tuotteita, jotka ovat innovatiivisia markkinoiden näkökulmasta, ei t&k-yksiköiden määrän vaikutus ole tilastollisesti merkitsevä. Tämä viittaisi siihen, että hajautetun t&k-organisaation innovaatiot ovat usein soveltavia ja ehkä ensisijaisesti muuntelevat tuoteominaisuuksia paikallisten markkinoiden vaatimusten mukaisiksi. Toisaalta monet t&k-toimintaa hajauttavista yrityksistä hakevat uutta tietoa innovaatiotoiminnan pohjaksi yliopistoista ja korkeakouluista, mikä näyttäisi olevan ristiriidassa edellä mainitun ajatuksen kanssa. Seuraavaksi selvitetäänkin, miten saadut tulokset eroavat ns. tiedeperustaisten ja muiden toimialojen välillä.

Tarkastellaan ensin muiden toimialojen innovaatiotoiminnan organisointia. Kun käytetty tilastoaineisto jaetaan tiedeperustaisiin ja muihin toimialoihin, jälkimmäiseen ryhmään jää 280 yritystä, jotka edustavat kaikkia muita kaksinumeroitason toimialoja paitsi elintarvike-, kemian- ja elektroniikkateollisuutta. Näistä 27 yrityksellä eli 9.6 prosentilla on useampi kuin yksi t&k-toimipaikka. Monitoimipaikkaisten yritysten todennäköisyys lanseerata uusia tuotteita on selvästi yksitoimipaikkaisia suurempi, mutta muilla mittareilla tarkasteltuna monitoimipaikkaiset eivät näytä juuri olevan muita yrityksiä innovatiivisempia. Regressioanalyysin mukaan kuitenkin yritykset, joilla on vähintään kolme t&k-toimipaikkaa, tuottavat selvästi muita suuremman innovatiivisten tuotteiden liikevaihdon. Tämä tulos koskee yritysten itsensä, ei markkinoiden, kannalta uusia innovaatioita. Toimialoilla, jotka eivät riipu tieteen edistyksestä, innovaatiotoiminnan hajauttaminen näyttää liittyvän lähinnä markkinoiden hiljaisen tiedon saavuttamiseen. Kun edellä kuvailtuun regressioyhtälöön lisätään yritysten tärkeinä pitämät tietolähteet, asiakkailta saadun tiedon regressiokerroin on positiivinen ja tilastollisesti hyvin merkitsevä, ja samalla t&k-yksiköiden lukumääräindikaattorien kertoimet pienenevät ja tarkentuvat. Tämä tukee edellä esitettyä ajatusta, että näillä toimialoilla yritysten t&k-toiminnan sijoituspäätökset liittyvät usein tiedonsaantiin tärkeiltä markkinoilta.

Tiedepohjaisten toimialojen (elintarvike-, kemian- ja elektroniikkateollisuus) yrityksiä aineistossa on 189. Näistä 33:lla (17.5 %) on vähintään kaksi maantieteellisesti erillistä t&k-toimipaikkaa. Monitoimipaikkaisilla yrityksillä tuote- ja prosessi-innovaatioiden todennäköisyyden lisäksi markkinoille uusien tuotteiden todennäköisyys on selvästi suurempi kuin yksitoimipaikkaisilla. Tiedeperustaisilla yrityksillä siis t&k-toiminnan hajauttaminen saattaa helpottaa sekä yritysten itsensä että markkinoiden kannalta uusien tuotteiden kehittämistä. Tämä tulos saadaan myös, kun estimoidaan uusien tuotteiden liikevaihtoon vaikuttavia tekijöitä regressioanalyysillä. T&k-toimipaikkojen lukumäärä selittää merkitsevästi sekä yrityksen kannalta että markkinoiden kannalta innovatiivisten tuotteiden liikevaihdon määrää. Kontrollimuuttujat ovat tällöin täsmälleen samat kuin aiemmin kuvailluissa malleissa.

Lopuksi arvioidaan tiedeperustaisia yrityksiä koskevien tuloksien yhteyttä yritysten tiedonhakustrategioihin. Jos edellä mainittuun regressiomalliin lisätään t&k-yhteistyötä kuvaavia muuttujia, t&k-toimipaikkojen lukumäärän kerroin pienenee hieman, mutta säilyttää tilastollisen merkitsevyytensä. Tärkeimpiä yhteistyökumppaneita ovat odotusten mukaisesti yliopistot ja korkeakoulut sekä koneiden ja laitteiden toimittajat. Jos taas malliin lisätään tärkeiden tietolähteiden mittareita, asiakkaat ja toimittajat vaikuttavat kaikkein voimakkaimmin innovaatioliikevaihtoon ja ovat myös tilastollisesti hyvin merkitseviä. Eniten t&k-toimipaikkojen määrän kertoimeen vaikuttaa yritykselle tärkeiden tietolähteiden summa. Tämä mittari kuvaa yrityksen tiedonhaun laajuutta – jos yritys hakee tietoa monelta suunnalta, sen innovaatiotoiminnan on havaittu olevan muita tuottavampaa vakioitaessa muut innovointiin yleisesti vaikuttavat tekijät (ks. Leponen ja Helfat, 2005). Tiedeperustaisilla yrityksillä t&k-toiminnan sijaintipäätökset siis näyttävät olevan vahvasti korreloituneita sekä yliopistojen ja toimittajien kanssa tehtävän t&k-yhteistyön että asiakkailta saatavan tiedon kanssa. Yhdessä nämä tekijät vaikuttavat voimakkaammin markkinoiden kannalta innovatiivisten tuotteiden kehittämiseen kuin ainoastaan yrityksen kannalta uusien tuotteiden kehittämiseen. Tiedeperustaiset ja muunlaiset yritykset siis hakevat tietoa eri tavoin, ja myös tiedon haun sekä t&k-toiminnan organisointi ja sen vaikutukset poikkeavat näillä yritystyypeillä toisistaan.

7.4 TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä luvussa on pohdittu olemassaolevan kirjallisuuden ja uuden suomalaisen tilastoaineiston vastauksia tutkimuskysymykseen, joka koskee yritysten t&k-toiminnan hajauttamisen vaikutuksia innovaatiotoiminnan tuottavuuteen. Aiemmissa tutkimuksissa on erityisesti selvitetty ulkomaisen innovaatiotoiminnan vaikutuksia kotimaiseen, mutta ei ole verrattu kotimaassa hajautetun ja keskitetyn t&k-organisaation innovaatiotuotosta. Tämä on käsillä olevan

tutkimuksen lähtökohta. Suomalaisten t&k-toimintaan investoivien teollisuusyritysten aineisto antaa uusia tuloksia innovaatiotoiminnan hajauttamisen vaikutuksista sekä sen yhteyksistä yritysten tiedonhakustrategioihin.

Empiirisen analyysin tulokset on tiivistetty taulukkoon 7.3. Kokonaisuutena t&k-toiminnan hajauttamisella on poikkileikkausaineistossa positiivinen vaikutus tuoteinnovaatioiden todennäköisyyteen sekä niistä saatavaan liikevaihtoon, mutta vaikutus ulottuu lähinnä yrityksen, ei markkinoiden, kannalta innovatiivisiin tuotteisiin. Lisäksi tässä pääosiltaan melko pienten yritysten aineistossa hajauttaminen kahteen tai enintään kolmeen t&k-toimipaikkaan lisää innovatiivisuutta – tätä useampi t&k-toimipaikka ei enää vaikuta innovatiivisuuteen. Tämä viittaa hajauttamisstrategiaan liittyviin kustannuksiin. Ensinnäkin innovaatiotoimintaan yleensä liittyy suurtuotannon etuja, koska t&k-yksikön on oltava riittävän suuri, että projekteja voidaan toteuttaa järkevästi ja tehokkaasti. Toiseksi usean t&k-yksikön strategia tuottaa tiedon siirtoon ja toiminnan koordinointiin liittyviä kustannuksia. Innovointi perustuu suurelta osin hiljaiseen tietoon, jonka siirtäminen yksiköiden välillä on hyvin hankalaa ja lisää kustannuksia, koska se tyypillisesti vaatii henkilöstön siirtoja. Hiljaista tietoa on hankalaa välittää puhelimella tai sähköpostilla.

Aineisto jaettiin myös kahteen ryhmään, tiedeperustaisiin ja muihin toimialoihin. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat elintarvike-, kemian- ja elektroniikkateollisuuden yritykset ja toiseen kaikkien muiden toimialojen yritykset. Näiden ryhmien erilliset analyysit paljastivat, että tiedeperustaiset yritykset organisoivat t&k-toimintansa eri syistä ja eri tavalla kuin muut yritykset ja että t&k-toiminnan hajauttaminen vaikuttaa eri tavoin tiedeperustaisten ja muiden yritysten innovaatiotuotokseen. Tiedeperustaisilla yrityksillä hajauttaminen saattaa lisätä innovatiivisuutta myös markkinoille uusien tuotteiden osalta, ei ainoastaan yritykselle itselleen uusien tuotteiden osalta. Hajauttamisstrategian

Taulukko 7.3 T&k-yksiköiden lukumäärän vaikutus innovaatiotuotokseen teollisuuden poikkileikkausaineistossa

Riippuva muuttuja <i>Koko aineisto (N=469)</i>	T&k-yksiköiden lukumäärämuuttujat	
	2 t&k-toimipaikkaa	Väh. 3 t&k-toimipaikkaa
Yrityksen kannalta uuden tuotteen todennäköisyys	+	0
Markkinoiden kannalta uuden tuotteen todennäköisyys	0	0
Yrityksen kannalta uuden tuotteen liikevaihto	+	0
Markkinoiden kannalta uuden tuotteen liikevaihto	0	0
Tiedeperustaisten toimialojen yritykset (N=189)		
Yrityksen kannalta uuden tuotteen liikevaihto	+	0
Markkinoiden kannalta uuden tuotteen liikevaihto	+	0
Muiden toimialojen yritykset (N=280)		
Yrityksen kannalta uuden tuotteen liikevaihto	0	+
Markkinoiden kannalta uuden tuotteen liikevaihto	0	0

Taulukossa + merkitsee positiivista ja tilastollisesti 95 % luottamusvälillä merkitsevää kerrointa. 0 tarkoittaa, että toimipaikkamuuttujan kerroin ei tilastollisesti merkitsevästi eroa nolasta.

kustannukset eivät siis välttämättä heijastu vähemmän perustavanlaatuisiin innovaatioihin, kuten on arveltu aiemmissa tutkimuksissa (Argyres ja Silverman, 2004). Lisäksi yliopistot ja korkeakoulut kuuluvat tiedeperustaisten yritysten tärkeisiin tietolähteisiin ja yhteistyötahoihin, ja tämä seikka saattaa vaikuttaa myös t&k-toiminnan sijaintipäätöksiin.

Kokonaisuudessaan tulokset antavat uusia eväitä innovaatiotoiminnan johtamiseen. Kunhan yrityksen sisäiset resurssit ja t&k-toiminnan laajuus ovat riittäviä, t&k-toiminnan hajauttaminen lisää yrityksen mahdollisuuksia hyödyntää ulkopuolisia tietolähteitä innovaatiotoiminnassa. Hajauttamisen seurauksena tehtävät innovaatiot menestyvät paremmin markkinoilla. Innovaatiopolitiikan kannalta tulokset viittaavat uudenlaiseen politiikkainstrumenttiin: jos yritysten innovaatiotoiminta on riittävän laajaa ja ne pystyvät tukemaan tiedonkulkua eri yksiköiden välillä, yksi innovaatiotoiminnan ja samalla yritysten välisen verkottumisen mekanismi on, että yritykset sijoittavat t&k-toimintaa joko tärkeille markkinoille tai tärkeiden tieteen ja teknologian lähteiden läheisyyteen.

Innovaatiopolitiikassa voidaan ottaa nämä yritysten tiedonsaannin pyrkimykset ja tarpeet huomioon ja luoda politiikalla edellytyksiä t&k-toiminnan optimaalisen sijainnin löytämiseen. Globalisoituvassakaan maailmassa hiljainen tieto ei kulje kovin hyvin henkilöiden ulkopuolella. Innovoiville yrityksille kannattaa siis ehkä politiikalla luoda mahdollisuuksia toteuttaa innovaatioprojekteja hiljaisen tiedon keskittymissä. Aiempien tutkimusten mukaan kuitenkin t&k:n hajauttamisen onnistumisen ehtona on riittävän laaja ja osaava t&k:n perusyksikkö, riittävän kokoiset hajautetut yksiköt ja yksiköiden välisen tiedon ja osaamisen kulkua tukevien mekanismien ja kannustimien luominen. Tulokset myös viittaavat siihen, että hajauttaminen vaikuttaa erityisen voimakkaasti *monipuolisen* tiedon saatavuuteen. On siis mahdollista, että innovoivan yrityksen täytyy onnistuakseen päästä *sekä* tärkeiden markkinoiden *että* olennaisten tiede- ja teknologiavirtojen äärelle. Yritykset, jotka tyytyvät jompaankumpaan, eivät välttämättä optimoi innovaatio-organisaatiotaan.

KIRJALLISUUS

- Almeida, P. (1996). Knowledge Sourcing by Foreign Multinationals: Patent Citation Analysis in the U.S. Semiconductor Industry. *Strategic Management Journal*, 17, 155–165.
- Argyres, N. S. ja Silverman, B. S. (2004). R&D, Organization Structure, and the Development of Corporate Technological Knowledge. *Strategic Management Journal*, 25, 929–958.
- Dunning, J. (1981). *International Production and the Multinational Enterprise*. London: Allen and Unwin.
- Florida, R. (1997). The Globalization of R&D: Results of a Survey of Foreign-Affiliated R&D Laboratories in the USA. *Research Policy*, 26, 85–103.
- Frost, T. (2001). The Geographical Sources of Foreign Subsidiaries' Innovations. *Strategic Management Journal*, 22, 101–123.
- Henderson, R. ja Cockburn, I. (1996). Scale, Scope, and Spillovers: The Determinants of Research Productivity in Drug Discovery. *RAND Journal of Economics*, 27(1), 32–59.
- Kay, N. (1988). The R&D Function: Corporate Strategy and Structure. Teoksessa G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg ja L. Soete (toim.), *Technical Change and Economic Theory* (s. 283–294). London: Pinter.
- Kogut, B. ja Zander, U. (1993). Knowledge of the Firm and the Evolutionary Theory of the Multinational Corporation. *Journal of International Business Studies*, 24, 625–646.
- Kuemmerle, W. (1999). Foreign Direct Investment in Industrial Research in the Pharmaceutical and Electronics Industries – Results From a Survey of Multinational Firms. *Research Policy*, 28, 179–193.
- Leiponen, A. ja Helfat, C. E. (2005). *Technological Search and the Benefits of Breadth*. Julkaisematon tutkimus. Cornell University.
- Leiponen, A. ja Helfat, C. E. (2006). *When Does Distributed Innovation Activity Make Sense? Location Decentralization, and Innovation Success*. ETLA Keskusteluaiheita 1063. Helsinki.
- Lerner, J. ja Wulf, J. (2006). *Innovation and Incentives: Evidence from Corporate R&D*. Cambridge MA.
- Oxley, J. E. (1997). Appropriability Hazards and Governance in Strategic Alliances: A Transaction Cost Approach. *Journal of Law, Economics, & Organization*, 13(2), 389–409.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory. *Research Policy*, 13, 343–373.
- Penner-Hahn, J. ja Shaver, J. M. (2005). Does international research and development affect patent output? An analysis of Japanese pharmaceutical firms. *Strategic Management Journal*, 26, 121–140.
- Pisano, G. P. (1991). The governance of innovation: Vertical integration and collaborative arrangements in the biotechnology industry. *Research Policy*, 20, 237–249.
- Singh, J. (2006). *Distributed R&D, Cross-regional Knowledge Integration and Quality of Innovative Output*.
- Teece, D. J. (1977). Technology Transfer by Multinational Firms: The Resource Cost of Transferring Technological Know-How. *Economic Journal*, 87(June), 242–261.
- Teece, D. J. (1986). Profiting from Technological Innovation. *Research Policy*, 15(6), 285–306.
- Thursby, J. ja Thursby, M. (2006). Where Is the New Science in Corporate R&D? *Science*, 314(5805), 1547–1548.

8 TEKNOLOGIAINVESTOINTEJA TÄYDENTÄVÄT ORGANISAATIO- INNOVAATIOT JA TUOTTAVUUS

Mikko Mäkinen*

Perinteisen taloustieteellisen käsityksen mukaan yritystason tuottavuuden kasvu johtuu pääasiassa tuotantoteknologian parantumisesta. Näkemystä tukevat useat empiiriset tutkimukset. Ne ovat esimerkiksi löytäneet näyttöä tieto- ja viestintäteknologian (ICT) käyttöönoton positiivisista vaikutuksista yritystason tuottavuuteen. ICT:n tuottavuusvaikutukset ovat kuitenkin paljon tätä laajemmat. Yhdysvaltalaisen MIT:n yliopiston tutkijat Brynjolfsson ja Hitt (2000) sovelsivat sekä tilastollisia että tapaustutkimusmenetelmiä löytäen tukea väitteelle, jonka mukaan ICT:n käyttöönoton mahdollistamat komplementaariset organisaatioinnovaatiot eli esimerkiksi muutokset yritysten liiketoiminta- ja työskentelyprosesseissa, henkilöstöjohtamisjärjestelmissä, organisaatorakenteissa ja kannustinjärjestelmissä voivat parantaa tuottavuutta liki yhtä paljon kuin suorat investoinnit tieto- ja viestintäteknologiaan.

8.1 JOHDANTO

Useat merkittävät 1800- ja 1900-luvun teknologiset innovaatiot ovat yleisteknologioita. Yleisteknologioiden käyttöönotto edistää suoraan taloudellista kasvua ja hyvinvointia, mutta epäsuorien vaikutusten vuoksi niiden taloudelliset vaikutukset ovat paljon laajemmat. Tärkein yksittäinen syy on se, että uudet yleisteknologiat mahdollistavat uudenlaisten liiketoimintamallien ja työskentelytapojen käyttöönoton organisaatioissa. Esimerkiksi Yhdysvalloissa lennätin (uusi viestintäteknologia) ja rautatie (uusi kuljetusteknologia) mahdollistivat teollisuusyritysten hajautetun tuotannon ja avasivat yrityksille uusia maantieteellisiä markkina-alueita. Tieto- ja viestintäteknologian nopea kehittyminen viime vuosikymmeninä vaikuttaa yritysten tuottavuuteen samalla tapaa: osa tuottavuusvaikutuksista tulee suoraan uuden teknologian käyttöönotosta, osa niitä täydentävistä organisaatioinnovaatioista pitkällä aikavälillä.

Tarkastelen tässä luvussa teknologiainvestointeja täydentäviä organisaatioinnovaatioita ja niiden vaikutuksia tuottavuuteen. Teknologiaesimerkkinä käytän tieto- ja viestintäteknologiaa (ICT). Luvun sisältö perustuu taloustieteel-

* KTT, VTM, tutkija, ETLA.

lisiin artikkeleihin kansainvälisissä aikakauskirjoissa ja ulkomaisissa talouslehdissä. Luvussa 8.2 kuvataan käytännön esimerkein sitä, miten tietoteknologia ja organisaatioinnovaatiot liittyvät toisiinsa. Luvussa 8.3 referoidaan taloustieteellisten tutkimusten tuloksia organisaatioinnovaatioiden vaikutuksista yritysten tuottavuuteen. Luku 8.4 on yhteenveto.

8.2 ORGANISAATIOINNOVAATIOT JA TIETOTEKNOLOGIA – MITEN NE LIITTYVÄT TOISIINSA?

Joku saattaa ehkä edelleen ajatella, että tietokoneiden tärkein ominaisuus on niiden kyky ”murskata numeroita”. Tietokoneiden laskentateho on parantunut huomasti vuosikymmenien ajan, mutta tietokoneiden monet taloudelliset sovellukset eivät vaadi erityisen suurta laskentatehoa. Tietokoneiden myönteinen tuottavuusvaikutus tulee yhä useammin siitä, miten niitä osataan hyödyntää organisaatioiden liiketoiminta- ja työskentelyprosesseissa. Näkemystä tukee esimerkiksi Milgrom ja Roberts (1990), jotka korostavat tutkimuksessaan sitä, että tietokoneiden menestyksellinen käyttöönotto tulisi tehdä yhdessä täydentävien organisaatioinnovaatioiden kanssa. Esittelen alaluvussa 8.2.1 käytännön esimerkkejä organisaatioinnovaatioista tietoteknologian käyttöönoton yhteydessä.¹ Tarkastelen alaluvussa 8.2.2 esimerkkejä siitä, miten globaalit suuryritykset voivat edistää perinteistä innovaatiotoimintaansa organisaatioinnovaatioiden avulla.

8.2.1 ESIMERKKEJÄ ORGANISAATORAKENTEEN, ALIHANKINTASUHTEN JA ASIAKKUUDENHALLINNAN MUUTOKSESTA UUDEN TEKNOLOGIAN KÄYTTÖÖNOTON YHTEYDESSÄ

Brynjolfsson, Renshaw ja van Alstyne (1997) kuvaavat tapaustutkimuksessaan, kuinka suuri yhdysvaltalainen lääketuotteiden valmistaja joutui muuttamaan organisaatorakennettaan siirtyessään uuteen tietokonepohjaiseen tuotantoprosessiin. Lääkeyritys päätti korvata vanhan tuotantolinjansa investoimalla uuteen tietokonepohjaiseen tuotantoon. Uusi tuotantoprosessi salli mm. joustavat tuotantomäärät ja tuotevalikoiman räätälöinnin asiakkaiden tarpeiden mukaan. Yritys muutti samalla toimintatapojaan ja yrityskulttuuriaan: työntekijöiden urakkapalkkiot poistettiin, työntekijöille annettiin entistä enemmän vastuuta tuotantoprosessin koneiden ohjauksessa, työntekijöiden toimenkuvia monipuolistettiin ja heidän vuorovaikutustaan lisättiin perustamalla tiimejä.

Uuden teknologian käyttöönoton vaikutukset eivät kuitenkaan vastanneet yhtiön johdon ennakko-odotuksia. Johto havaitsi selvittäessään asiaa tarkemmin, että työntekijät säilyttivät vanhan tuotantoprosessin mukaiset työskentelytapansa myös uudessa valmistusprosessissa. Esimerkiksi siirryttäessä lääketuotteen valmistuksesta toiseen työntekijät noudattivat vanhaa

toimintamallia pyrkien välttämään koneen pysäyttämistä viimeiseen asti, koska se oli avain parempaan tuottavuuteen vanhan toimintamallin aikana. Valitettavasti uuden tuotantoteknologian aikana tästä kertyi tarpeettomia lääkevarastoja. Näistä yritettiin juuri päästä eroon uuden valmistusprosessin myötä. Lääkeyrityksen johto päätteli ajan mittaan, että paras tapa siirtyä uuteen tuotantoprosessiin oli perustaa kokonaan uusi tehdas ja palkata sinne uusia nuoria työntekijöitä, jotka eivät olleet tietoisia vanhan toimintamallin rasitteista. Tapaustutkimuksen mukaan yrityksen uuden tehtaan tuottavuus oli tästä syystä huomattavasti parempi kuin vanhojen tehtaiden, minkä vuoksi lääkeyrityksen johto määräsi uuden tehtaan ikkunat peitettäväksi estääkseen kilpailijoita havaitsemasta uutta tuotantoprosessia toiminnassa.

Epäilemättä lääkeyrityksen kilpailijat voivat suhteellisen helposti siirtyä samantyyppiseen tietokonepohjaiseen tuotantoprosessiin. Mutta tuotantoteknologiainvestoinnin lisäksi kilpailijoiden on opittava hyödyntämään uutta teknologiaa organisaatiossaan. Muutoin teknologiainvestoinnin paras mahdollinen hyöty jää saamatta. Tieto- ja viestintäteknologian käyttöönoton yhteydessä tapahtuneista organisaatorakenteiden ja työskentelytapojen muutoksista ovat myös raportoineet esimerkiksi Malone ja Rockart (1991) ja Autor, Levy ja Murnane (2002).

Toinen esimerkki kuvaa sitä, miten tietoteknologian kehittyminen on muuttanut yritysten alihankintasuhteita. Aiemmin alihankintasuhteiden koordinointi saattoi olla työlästä, minkä vuoksi yritykset usein valmistivat itse suuren osan tuotantoprosessinsa välituotteista. Klassinen esimerkki tästä on yhdysvaltalainen autonvalmistaja General Motors. Yhtiön vanha liiketoimintastrategia perustui toimintaprosessien vertikaaliin integraatioon, eli autonvalmistuksen eri vaiheissa tarvittavien tuotteiden ja komponenttien omaan valmistukseen.² Tieto- ja viestintäteknologian kehittymisen myötä tietoverkkoja voidaan esimerkiksi hyödyntää entistä laajemmin yritysten yhteistyöverkostojen koordinoinnissa. Parhaimmillaan yhteistyö- ja alihankintaverkostojen hyödyt voivat olla merkittäviä: yritykset voivat esimerkiksi tehdä tilauksensa ja saada tilausvahvistukset sähköisesti Internetin avulla, jolloin tilausten käsittelyn paperityöt ja niihin liittyvät inhimilliset virheet vähenevät (esim. Johnston ja Vitale, 1988). Yritykset miettivätkin yhä tarkemmin, mitkä tuotteet ja palvelut niiden kannattaa tuottaa itsenäisesti ja mitkä ostaa alihankintana muilta yrityksiltä.

Kolmas esimerkki kuvaa, miten tietoteknologia on monipuolistanut yrityksen asiakkuudenhallinnan. Yhdysvaltalainen tietokonevalmistaja Dell hyödyntää Internetiä asiakkuudenhallinnassaan siten, että yhtiön asiakkaat voivat jo tilausvaiheessa määritellä haluamansa tietokoneen ominaisuudet. Yhtiö on hyödyntänyt liiketoiminnassaan menestyksekkäästi asiakasvetoista ”tilauksesta-tuotteeksi” -liiketoimintamallia sen sijaan, että se perinteisesti ensin valmistaisi tietokoneita varastoon ja sitten myisi niitä vähittäiskauppa-ketjujen kautta. Yhtiön valitsema liiketoimintamalli alentaa suoraan tuotteiden

jakelukustannuksia. Lisäksi Dell voi huomioida tietokoneiden komponenttien, kuten esimerkiksi mikroprosessorien, teknisen kehityksen nopeasti, mistä yhtiön asiakkaat hyötyvät laajemman ja teknologisesti kehittyneemmän tuotevalikoiman myötä.

8.2.2 ORGANISAATIOINNOVAATIOT PERINTEISEN INNOVAATIOTOIMINNAN EDISTÄJINÄ³

Organisaatioinnovaatiot voivat myös edistää yritysten perinteistä innovaatio-toimintaa. Tämä ilmenee talouslehti Business Weekin ja liikkeenjohdon konsulttiyritys Boston Consulting Groupin keväällä 2006 toteuttamasta globaalien suuryritysten innovaatiotoimintakyselystä (markkina-arvoltaan maailman 1 500 suurinta). Yritysten ylimmälle johdolle suunnattu kysely selvitti, mitkä ovat maailman innovatiivisimmat globaalit suuryritykset ja miten ne ovat järjestäneet oman innovaatiotoimintansa.

Kyselyn keskeinen havainto on, että globaalien suuryritysten innovaatio-toiminta on paljon muutakin kuin perinteistä teknologiavetoista tuotekehitystä. Yritysten taloudellisen menestymisen takana ovat yhä useammin yrityksen liiketoimintaprosesseihin ja -malleihin kohdistuvat organisaatioinnovaatiot. Selvityksen mukaan yhdysvaltalainen kauppaketju Wal-Mart on esimerkki yrityksestä, joka käyttää uutta teknologiaa menestyksekkäästi tuotteidensa jakelussa (liiketoimintaprosessi-innovaatio). Liiketoiminnassaan Internetiä hyödyntävän huutokauppayritys eBay:n menestys taas perustuu innovatiiviseen liiketoimintamalliin. Japanilainen elektroniikanvalmistaja Sony on esimerkki pääasiassa tuoteinnovaatioihin nojaavasta teknologiayhtiöstä. Kyselyn mukaan erityisen huomioitavaa on se, että innovatiivisimmat globaalit suuryritykset, kuten esimerkiksi Nokia, IBM ja IKEA, soveltavat omassa innovaatiotoiminnassaan kaikkia kolmea edellä mainittua innovaatiotoiminnan muotoa. Toisin sanoen niiden innovaatiotoiminta kohdistuu perinteisen tuotekehityksen lisäksi liiketoimintaprosesseihin ja liiketoimintamalleihin.

Selvityksessä kartoitettiin myös sitä, kuinka paljon yrityksen ylin johto antaa työskentelyssään painoa ja kiinnittää huomioita innovaatiotoimintaan. Vastaajista 72 prosenttia ilmoitti, että innovaatiotoiminta on heidän kolmen tärkeimmän panostuksensa joukossa. Pyydettyäessä arvioimaan innovaatiotoiminnan tuloksellisuutta, ehkä hieman yllättäen liki puolet heistä oli tyytymätön innovaatiotoiminnan taloudelliseen tuottoon. Tärkeimmät syyt tyytymättömyyteen olivat innovaatioprosessin ajallisesti pitkä kesto ja innovaatiotoiminnan koordinoimisen vähäisyys.

Kyselystä ilmenee selvästi, että innovatiivisimpien yritysten ylin johto tukee innovaatiotoimintaa voimakkaasti ja pyrkii määrätietoisesti ajamaan innovaatioita kannustavan yrityskulttuurin koko organisaatioon. Johto voi esimerkiksi luoda ”fyysistä tilaa” innovaatioille kierrättämällä henkilöstöä yhtiön liiketoimintayksiköissä. Lisäksi henkilöstöä voidaan kannustaa innovaa-

tioihin taloudellisin palkkioin. Henkilöstön työkierto ja taloudelliset palkkiot ovat molemmat organisaatioinnovaatiota. Käytännön esimerkki innovaatio-toimintaansa koordinoivasta yhtiöstä on saksalainen autonvalmistaja BMW. Uuden auton kehitysprojektissa se kokoaa noin 200–300 henkilöä tuotekehityksestä, muotoilusta, markkinoinnista ja rahoituksesta yhtiön tutkimus- ja kehityskeskukseensa FIZiin kolmen vuoden ajaksi. BMW pyrkii tehostamaan innovaatioprosessiin osallistuvien henkilöiden vuorovaikutusta kokoamalla eri alojen osaajia fyysisesti yhteen. Tämä puolestaan nopeuttaa uuden auton kehitysprosessia ja lieventää mahdollisesti myöhemmin syntyviä sisäisiä konflikteja, esimerkiksi markkinoinnin ja tuotekehityksen välillä.

Yhdysvaltalainen halpalentoyhtiö Southwest on toinen esimerkki, jossa yhtiön henkilöstön tiivis yhteistyö on synnyttänyt taloudellisesti menestyneitä innovaatioita. Yhtiön johto kokosi taustaltaan ja ominaisuuksiltaan erilaisia työntekijöitä työryhmään, jonka tehtävänä oli pohtia organisaation uudistamista ja toimintaprosessien tehostamista. Työryhmän erityinen tavoite oli vastata kysymykseen, mitkä olivat taloudellisesti parhaimmat keinot kehittää yhtiön nykyisiä toimintaprosesseja. Työryhmä esitti loppuraportissaan 109 ideaa. Näistä kolme käsitteli laajoja muutoksia yhtiön operatiivisissa toiminnoissa (organisaatioinnovaatiot). Yhtiön johdon mukaan työryhmän osallistujien ominaisuuksien ja osaamisen erilaisuus oli ratkaisevan tärkeää ideoiden syntymiselle.

Ominaisuuksiltaan erilaisten osaajien kokoaminen fyysisesti yhteen ei rajoitu vain yhtiöiden sisäisiin kehitys- ja innovaatioprojekteihin. Nykyään yhtiöt voivat muodostaa laajoja innovaatioverkostoja tehostaakseen uuden tuotteen suunnittelua ja kehitystä. Esimerkiksi yhdysvaltalainen lentokonevalmistaja Boeing on perinteisesti suunnitellut ja rakentanut uuden lentokoneensa siten, että ensin yhtiön omat insinöörit suunnittelivat uuden lentokoneen, minkä jälkeen yhtiö etsi noin 500–700 yrityksen partneriverkostostaan parhaat alihankkijat osien valmistukseen. Arviolta vuonna 2008 käyttöön tulevan uuden 787-lentokoneen kohdalla suunnittelu- ja kehitysprosessi on ollut toisenlainen. Mukana on nyt vain alle 100 partneriyritystä eri puolilta maailmaa. Toisin kuin ennen partneriyritykset osallistuvat nyt suoraan uuden lentokoneen suunnitteluun yhdessä Boeingin insinöörien kanssa, minkä jälkeen ne vastaavat itsenäisesti osien valmistuksesta. Boeingin verkostomallinen suunnittelu- ja valmistusprosessi (organisaatioinnovaatio) on haasteellinen yhteistyöverkoston koordinoinnin näkökulmasta. Boeing järjestääkin laajoja partnerikokouksia aina kuuden viikon välein. Lisäksi yhtiö ylläpitää globaalia tietoverkkoa suunnitteluprosessin etenemisestä ja yksityiskohdista, jolloin ainakin teoriassa partneriverkoston yrityksillä on oleellinen tieto käytössä samanaikaisesti.

8.3 MITÄ TALOUSTIETEELLINEN TUTKIMUS KERTOO ORGANISAATIOINNOVAATIOIDEN VAIKUTUKSISTA TUOTTAVUUTEEN?

8.3.1 ORGANISAATIOINNOVAATIOT JA TUOTTAVUUS

Organisaatioinnovaatioiden käsitettä voi tarkastella monesta näkökulmasta, vakiintunutta yksikäsitteistä määritelmää ei ole olemassa. Yksi näkökulma on luokitella organisaatioinnovaatiot sen mukaan, mihin yrityksen toiminnalliseen osa-alueeseen ne kohdistuvat. Tällöin voi ajatella, että organisaatioinnovaatiot liittyvät enemmänkin nykyorganisaation toiminnan parantamiseen ja tehostamiseen, ei niinkään uuden tuotteen kehittämiseen, kuten luvussa 8.2.2.

Taulukossa 8.1 organisaatioinnovaatiot on luokiteltu kolmeen luokkaan sen mukaan, miten ne kohdistuvat yrityksen toimintoihin.⁴ Yrityksen *tuotanto-prosessiin* kohdistuvat organisaatioinnovaatiot pyrkivät tehostamaan yrityksen liiketoiminta- ja työskentelyprosesseja siten, että se voi valmistaa tuotteitaan tehokkaammin ja joustavammin kuin kilpailijat. Yritys voi kehittää liiketoimintansa tehokkuutta tietotekniikan avulla, ulkoistaa vähemmän tärkeitä toimintojaan ja keskittyä ydinosamiseensa, hajauttaa päätöksentekoa ja vastuuta johdolta henkilöstölle ja siirtä joustaviin työskentelymalleihin. Yrityksen *henkilöstön johtamiseen ja osallistumiseen* kohdistuvat organisaatioinnovaatiot pyrkivät lisäämään henkilöstön osallistumista, motivoimaan henkilöstöä taloudellisten kannustimien avulla, parantamaan henkilöstön osaamista koulutuksella, monipuolistamaan henkilöstön toimenkuvia ja parantamaan johdon ja henkilöstön välistä yhteistyötä. Innovaatioilla vaikutetaan organisaation nykyisen henkilöstön johtamiseen ja osallistumiseen, mutta lisäksi niiden avulla voidaan myös houkutella uusia osaajia organisaation palvelukseen. Organisaatioinnovaatioilla

Taulukko 8.1 Organisaatioinnovaatioiden kohdistuminen tuotantoon, henkilöstön johtamiseen ja toiminnan laatuun

Tuotantoprosessi	Henkilöstön johtaminen	Toiminnan laatu
Liiketoiminnan kehittäminen tietotekniikan avulla (business re-engineering)	Tulospalkkaus (performance-based pay)	Kokonaislaadun jatkuva parantaminen (TQM)
Organisaation koon pienentäminen (downsizing)	Toimenkuvien monipuolistaminen ja henkilöstön osallistuminen (flexible job design and employee involvement)	Asiakastytyväisyyden parantaminen (improving customer satisfaction)
Joustavat työjärjestelyt (flexible work arrangements)	Henkilöstön osaamisen kehittäminen (developing employee's skills)	
Ulkoistaminen (outsourcing)		
Päätöksenteon hajauttaminen (decentralization)	Johdon ja henkilöstön yhteistyö (labour-management cooperation)	

Lähteet: Gera ja Gu (2004), OECD (2002); tekijän muokkaama.

voidaan vaikuttaa myös yrityksen valmistaman *tavaran tai palvelun laatuun*. Käytännössä tämä voi tapahtua esimerkiksi ottamalla käyttöön kokonaislaadun jatkuvan parantamisen järjestelmä (TQM) tai parantamalla asiakastytyväisyyttä. Vaikka taulukossa 8.1 jokainen yksittäinen organisaatioinnovaatio voi olla tärkeä yrityksen menestymiselle, lienee perusteltua ajatella, että paras mahdollinen lopputulos saavutetaan vasta kun organisaatioinnovaatiot kohdistetaan kaikkiin kolmeen osa-alueeseen eli tuotantoprosessiin, henkilöstön johtamiseen ja osallistumiseen ja toiminnan laatuun.

8.3.2 EMPIIRISIÄ TUTKIMUKSIA ORGANISAATIOINNOVAATIOIDEN TUOTTAVUUSVAIKUTUKSISTA⁵

Kelley (1994) löysi tutkimuksessaan näyttöä siitä, että joustavasti ohjelmoitavan koneen käyttö teollisuusyrityksen valmistusprosessissa korreloi positiivisesti useiden taulukon 8.1 henkilöstöjohtamisen menetelmien (keskimäinen sarake) käytön kanssa. Murnane, Levy ja Autor (1999) tutkivat tietokoneiden käyttöönottoa pankkitoimialalla. He havaitsivat, että tietokoneiden tuottavuusvaikutukset riippuvat monesti siitä, miten ICT-investoinnit osataan yhdistää pankkien organisaatiomuutoksiin, työntekijöiden osaamiseen ja ylipäänsä osaksi johdon päätöksentekoa. Bresnahan, Brynjolfsson ja Hitt (2002) havaitsivat tutkiessaan eri toimialojen yhdysvaltalaisia suuryrityksiä, että yrityksen johto oli delegoinut päätöksentekoa henkilöstölle, mikäli yrityksen tietoteknologisen osaaminen taso oli korkea. Tällaisten yritysten työntekijöiden osaaminen ja koulutustaso olivat myös korkeampia kuin matalan teknologiatason yrityksissä. Organisaatioinnovaatioiden käyttö oli usein positiivisesti korreloitunut keskenään, eli yritykset käyttivät monia organisaatioinnovaatioita samanaikaisesti. Lisäksi yritykset, jotka ottavat käyttöönsä hajautetun päätöksentekojärjestelmän ja työskentelyprosessit ICT-investointien yhteydessä, näyttävät saaneen suuremman tuottavuushyödyn investoinneista kuin yritykset, jotka pitävät päätöksentekojärjestelmänsä ja työskentelyprosessinsa muuttumattomina ICT-investointien yhteydessä.

Bartel, Ichniowski ja Shaw (2005) tutkivat, miten melko yksinkertaisen teollisen tuotantoprosessin (venttiilien valmistus) muuttaminen tietokonepohjaiseen tuotantoon vaikutti yritysten toimintatapoihin. He havaitsivat kolme keskeistä muutosta aiempaan. Ensinnäkin uuden teknologian käyttöönotto muuttaa yritysten liiketoimintamallia ”tuotanto varastoon” -mallista yksittäisten sarjojen joustavaan tuotantoon. Toiseksi tietokonepohjainen tuotantomalli parantaa tuotantoprosessin tehokkuutta sen kaikissa vaiheissa. Kolmanneksi uusi teknologia lisää sekä työntekijöiden osaamisvaatimuksia että modernien henkilöstöjohtamismallien käyttöä.

Uuden teknologian käyttöönoton vaikutuksista koulutetun työvoiman kysyntään ovat raportoineet Beamish, Levy ja Murnane (1999). Heidän mukaansa esimerkiksi autonkorjaus on toimiala, jossa tietokoneiden yleistymi-

nen todennäköisesti korvaa selkeisiin ja muodollisiin sääntöihin perustuvat työprosessit ja -tehtävät. Samanaikaisesti tietokoneet kuitenkin täydentävät monimutkaisempia työprosesseja ja tehtäviä.

Baldwin ja Diverty (1995) havaitsivat tutkimuksessaan, että yritysten korkean teknologian käyttö voidaan yhdistää työntekijöiden osaamistason kasvuun. Lisäksi korkean teknologian käyttöönotto lisää panostusta henkilöstön koulutukseen. Baldwin, Sabourin ja Smith (2004) puolestaan raportoivat, että henkilöstönsä jatkuvaan koulutukseen voimakkaasti panostavien yritysten tuottavuuden kasvu on nopeampaa kuin muiden yritysten.

Gretton, Gali ja Parham (2004) löysivät tukea näkemykselle, jonka mukaan ICT:n positiiviset vaikutukset kokonaistuottavuuden (ns. *Multifactor Productivity*) kasvuun kytkeytyvät tyypillisesti yrityksen henkilöstön henkisen pääoman ja osaamisen tasoon. Heidän mukaansa ICT:tä ja Internetiä hyödyntävät eniten suuryritykset, joissa on korkea johdon ja henkilöstön osaamistaso.

Entorf ja Kramarz (1998) selvittivät tutkimuksessaan, miten työntekijöiden ominaisuudet vaikuttavat ICT:n käyttöön yrityksissä. He havaitsivat, että tietokonepohjaisia teknologioita käyttävät usein työntekijät, joilla on korkea osaamistaso. Tutkijoiden mukaan näiden työntekijöiden tuottavuus paranee ajan myötä, kun he oppivat käyttämään uutta teknologiaa työtehtävissään. Uuden teknologian käyttöönotto näyttää myös lisäävän jonkin verran yritysten sisäisiä palkkaeroja.

Luque ja Miranda (2000) raportoivat, että korkean teknologian käyttöönotto voi myös lisätä yrityksen henkilöstön vaihtuvuutta. Heidän tulkintansa mukaansa tähän vaikuttaa kaksi mekanismia. Korkean teknologian yritysten henkilöstöllä on korkea osaamistaso, jolloin he voivat vaatia korkeampaa palkkaa siirtyessään toiseen työpaikkaan. Toinen mekanismi vaikuttaa siten, että matalamman osaamistason henkilöstö ei välttämättä suoriudu työtehtävistään korkean teknologian yrityksissä, jolloin heitä kannustetaan siirtymään osaamistasoaan vastaaviin tehtäviin toisiin yrityksiin.

Black ja Lynch (2001) selvittivät tutkimuksessaan, miten sekä henkilöstöjohtamis- ja työskentelymallit että tieto- ja viestintäteknologia yhdessä vaikuttavat yksittäisen toimipaikan tuottavuuteen. Tutkijoiden mukaan henkilöstöjohtamis- ja työskentelymallit vaikuttavat tuottavuuteen, mutta niiden käyttöönottoa tärkeämpää on se, miten henkilöstöjohtamis- ja työskentelymallien käyttöönotto on toteutettu. Esimerkiksi kokonaislaadun parantamisen järjestelmällä (TQM) ei sellaisenaan näytä olevan tuottavuutta parantavaa vaikutusta. Sen sijaan yrityksen tuottavuus näyttää parantuvan, mikäli samalla edistetään työntekijöiden välistä kommunikaatiota ja otetaan tulospalkkaus käyttöön tuotantotyöntekijöiden keskuudessa.

Greenan ja Guellec (1998) havaitsivat, että korkean teknologian käytöllä ja henkilöstön osaamistasolla on positiivinen yhteys organisaatiomuuttujiin. Esimerkiksi organisaatiot, jotka tukevat aktiivisesti organisaation sisäistä

kommunikaatiota näyttäisivät onnistuvan paremmin uuden teknologian käyttöönotossa kuin muut yritykset.

Arvanitis (2004) tutki ICT:n ja organisaatiomuuttujien komplementaarisuutta. Hänen mukaansa työn tuottavuus on positiivisesti korreloittunut paitsi henkisen pääoman tason niin myös tiimityöskentelyn, tehtäväkierron ja päätöksenteon hajauttamisen kanssa. Lisäksi hän löysi näyttöä siitä, että ICT-pääoma ja henkinen pääoma ovat jossain määrin komplementaarisia tuottavuuden suhteen.

Maliranta ja Rouvinen (2004) tutkivat tietokoneen tuottavuusvaikutuksia suomalaisissa teollisuus- ja palveluyrityksissä. Tutkimuksessaan he havaitsivat, että uusissa toimipaikoissa (joissa on tyypillisesti paljon nuoria työntekijöitä) tietokoneen tuottavuusvaikutus on merkittävästi suurempi kuin vanhoissa toimipaikoissa. Tulos tukee luvun 8.2.1 esimerkkiä, jonka mukaan uuden teknologian tuottavuusvaikutukset ovat suuremmat silloin, kun uuteen teknologiaan sopiva organisaatiomalli päästään rakentamaan ”tyhjältä pöydältä”. Tietotekniikan tuottavuusvaikutuksia koskevat tulokset ovat myös kiinnostavia verrattaessa niitä muun pääoman tuottavuusvaikutuksiin. Tutkimuksessa muun kuin ns. ICT-pääoman tuottavuusvaikutus on nuoremmissa toimipaikoissa *pienempi* kuin hieman vanhemmissa toimipaikoissa. Tämä tulos selittyy sillä, että ajan myötä kertyvä kokemus helpottaa pääoman tehokasta käyttöä. Pilat (2004) tarjoaa katsauksen tietokoneen tuottavuusvaikutuksia koskevaan yrittäjäaineistolla saatuun evidenssiin.⁶

Ichniowski (1990) selvitti henkilöstöjohtamismallien vaikutusta yrityksen taloudelliseen menestymiseen, kun yhtiön menestymistä mitataan työn tuottavuudella ja Tobinin Q:lla. Tutkimuksen mukaan ne yritykset, jotka sovelsivat moderneja henkilöstöjohtamismenetelmiä yhdessä henkilöstön joustavien toimenkuvien määrittelyjen ja muodollisen koulutuksen kanssa, menestyivät myös taloudellisesti parhaiten. Ichniowski, Shaw ja Prennushi (1995) puolestaan selvittivät, miten henkilöstöjohtamiskäytännöt vaikuttavat työn tuottavuuteen. Tutkijat vierailivat 26 terästehtaassa keräten yksityiskohtaista tietoa yksittäisten tuotantolinjojen tuottavuudesta, työskentelytavoista ja tuotantoteknologioista. He löysivät tutkimuksessaan tukea väitteelle, jonka mukaan uusien henkilöstöjohtamismenetelmien käyttöönotto (esim. tiimityöskentely, taloudelliset kannustimet ja koulutus) parantaa yrityksen tuottavuuden tasoa verrattuna ns. perinteisiin henkilöstöjohtamismenetelmiin (esim. tiukasti määritelty toimenkuva, sääntöihin perustuva työskentelymalli ja kiinteä palkka).

Pil ja MacDuffie (1996) selvittivät tutkimuksessaan, miksi jotkut yritykset ottavat käyttöönsä henkilöstön osallistumista lisääviä työskentelymalleja nopeammin kuin toiset. Kysymys on erityisen mielenkiintoinen siksi, että useat tutkimustulokset viittaavat siihen, että henkilöstön osallistumisen lisääminen voi parantaa yrityksen taloudellista menestymistä. Mikäli yritykset toimisivat taloudellisesti rationaalisesti, voisi hyvin olettaa, että henkilöstön osallistumista

lisääviä toimintamalleja käytettäisiin paljon laajemmin kuin mitä havaitaan. Tutkijoiden selvittäessä toimintamallien käyttöönottoa globaalien autonvalmistajien keskuudessa, he tunnistivat kolme keskeistä tekijää, jotka lisäsivät mallien käyttöönottoa: (1) yrityksissä oli ennestään käytössä jokin henkilöstön osallistumisen toimintamalli, (2) yritys menestyi taloudellisesti huonosti nykyisillä malleilla ja (3) mallien käyttöönotto oli mahdollista toteuttaa alhaisin kustannuksin.

Handel ja Levine (2004) puolestaan tarkastelivat henkilöstön osallistumisen lisäämisen vaikutuksia henkilöstön näkökulmasta. Henkilöstön näkökulma on tärkeä, koska keskittyminen pelkästään yrityksen näkökulmaan (esim. tuottavuuden parantuminen) on yksipuolinen. Henkilöstön näkökulmasta vaikutuksia tarkastelevassa kirjallisuudessa usein ajatellaan, että yrityksen henkilöstöllä on paras näkemys siitä, miten heidän toimenkuvaansa ja työskentelytapojaan voidaan kehittää. Mikäli henkilöstö osallistuu organisaation toiminnan kehittämiseen aktiivisesti esimerkiksi uusien ideoiden, niin vastavuoroisesti palkka, työtyytyväisyys, työskentelyolosuhteet ja/tai työsuhteen pysyvyys voivat olla parempia kuin aiemmin.

Kriittisesti henkilöstön osallistumisen lisäämiseen suhtautuvat tutkijat ovat varovaisia arvioidessaan vaikutuksen suuruutta ja merkitystä. Heidän mukaansa paljon riippuu siitä, miten henkilöstön osallistuminen toteutetaan yrityksissä (Vallas, 2003). Esimerkiksi Graham (1993) ja Barker (1993) kritisoivat henkilöstön osallistumista lisääviä järjestelmiä siitä, että niiden avulla yrityksen johto voi aiempaan paremmin valvoa ja tehostaa henkilöstön työskentelyä. Kriittisistä näkemyksistä huolimatta useimmat tutkijat ovat samaa mieltä siitä, että henkilöstön osaamisen lisääminen on muutos henkilöstön johtamiskäytännöissä verrattuna aiempaan ja että se voi parantaa organisaation menestymistä, jos henkilöstöjohtamisen uudistukset on toteutettu hyvin.

Suomalaisyhtiöiden tilastoaineistolla henkilöstöjohtamisen ja henkilöstön osallistumisen yhteyttä yrityksen taloudelliseen menestymiseen ei juuri ole tutkittu. Mäkinen ja Kalmi (2006) toteuttivat loppuvuodesta 2005 laajan kyselyn, jossa selvitettiin suomalaisten teollisuusyritysten henkilöstöjohtamisen ja henkilöstön osallistumisen käytäntöjä. Noin 400 satunnaisesti valitulta vastaajalta kysyttiin tietoja muun muassa henkilöstön osallistumisesta yrityksen hallintoon, taloudellisista kannustinjärjestelmistä, tietotekniikan käytöstä, koulutuksesta ja omistus- ja organisaatiomuutoksista. Kysymykset kartoittivat nykytilaa, mutta useat kysymykset selvittivät yrityksen käytäntöjä aina vuoteen 2002 asti.

Kyselyaineiston alustava tilastollinen analyysi osoittaa, että kerätyt mitarit saattavat hyvin selittää yritysten välisiä menestymiseroja. Esimerkiksi liki 80 prosenttia vastaajista arvioi, että yrityksen johdon ja työntekijöiden välinen neuvottelukunta on erittäin tai melko hyödyllinen, mikäli sellainen oli käytössä teollisuusyrityksessä. Näkemystä tukee myös tilastollinen testi: keskimääräinen liikevaihto per työntekijä on suurempi yrityksissä, joissa on käytössä neuvot-

telukunta, kuin yrityksissä, joissa ei ole neuvottelukuntaa. Neuvottelukunta määriteltiin kyselyssä siten, että se tarkoittaa toimielintä, jossa johdon ja henkilöstön edustajat kokoontuvat säännöllisesti neuvottelemaan liiketoiminnasta, tuotannosta, työoloista tai muista vastaavista asioista.

Kyselyssä kartoitettiin myös henkilöstön suoraan osallistumista työympäristön työhön. Kysymykset koskivat muun muassa laatupiirien, automistien tiimien, tehtäväkierron, aloitejärjestelmän ja työtyytyväisyyskyselyjen käyttöä. Näistä kysymyksistä esimerkiksi työtyytyväisyyskyselyjen toteuttaminen viimeisen kolmen vuoden aikana indikoi (tilastollisen testin perusteella) korkeampaa liikevaihtoa per työntekijä (verrattuna yrityksiin, jotka eivät ole tehneet työtyytyväisyyskyselyä).

Kokonaislaadun jatkuvan parantamisen johtamisjärjestelmä (TQM) oli käytössä n. 40 prosentilla kyselyyn vastanneista yrityksistä. Tilastollinen tarkastelu viittaa jälleen siihen, että keskimääräinen liikevaihto per työntekijä on suurempi, mikäli yritys on ottanut käyttöön TQM:n. Vaikka edellä esitetyt kyselyaineiston esimerkit ovat alustavia havaintoja, ne viittaavat kokonaisuudessaan siihen, että henkilöstöjohtamisen ja henkilöstön osallistumisen käytännöt voivat selittää eroja suomalaisten teollisuusyritysten taloudellisen menestymisen välillä.

8.4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Tässä luvussa tarkasteltiin organisaatioinnovaatioita ja niiden vaikutuksia yrityksen tuottavuuteen. Sekä käytännön yritysesimerkit että empiirinen tutkimusevidenssi tukevat selvästi näkemystä, jonka mukaan uuden teknologian käyttöönotto (esim. tieto- ja viestintäteknologia ICT) mahdollistaa (ja suorastaan vaatii) sitä täydentäviä organisaatioinnovaatioita. Uusi teknologia ja töiden uudelleenorganisointi parantavat yhdessä tuotteiden laatua ja toiminnan tehokkuutta sekä auttavat alentamaan tuotantokustannuksia. Eräiden arvioiden mukaan organisaatioinnovaatiot voivat parantaa yritysten tuottavuutta liki yhtä paljon kuin suorat investoinnit tieto- ja viestintäteknologiaan.

Organisaatioinnovaatioiden mekaaninen käyttöönotto ei kuitenkaan välttämättä johda toivottuihin lopputuloksiin. Tuottavuusvaikutus näyttää riippuvan myös siitä, miten hyvin ne osataan toteuttaa käytännössä. Esimerkiksi yrityksen ottaessa käyttöönsä tietokonepohjaisen tuotantoprosessin sen on ehkä samanaikaisesti muutettava organisaatorakennettaan ja toimintatapojaan, jotta teknologiainvestoinnista saadaan paras mahdollinen hyöty. Epäilemättä tuotantoprosessien muutoksiin liittyy sopeutumiskustannuksia, joista toiset yritykset selviävät paremmin menestyen myös tulevaisuudessa. Toiset taas epäonnistuvat ja voivat ajautua taloudellisiin vaikeuksiin.

Mielenkiintoinen huomio on se, että globaalien suuryritysten innovaatiotoiminta on nykyään paljon muutakin kuin perinteistä teknologiavetoista

tuotekehitystä. Yhä useammin globaalin suuryrityksen menestymisen taustalla ovat yrityksen liiketoimintaprosesseihin ja malleihin kohdistuvat organisaatioinnovaatiot. Näkemykseni mukaan tämä kehitysprosessi voimistunee globaalien suuryritysten kohdalla myös tulevaisuudessa. Globaalien suuryritysten lisäksi myös kotimarkkinoilla toimivat suomalaisyritykset joutunevat miettimään ja toteuttamaan organisaatioinnovaatioita tulevaisuudessa.

KIRJALLISUUS

- Arvanitis, S. (2004). Information Technology, Workplace Organization, Human Capital and Firm Productivity: Evidence from Swiss Economy. Teoksessa *The Economic Impact of ICT – Measurement, Evidence and Implications*. OECD.
- Autor, D. H., Levy, F. ja Murnane, R. J. (2002). Upstairs, Downstairs: Computers and Skills on Two Floors of a Large Bank. *Industrial & Labor Relations Review*, 55(3), 432–447.
- Baldwin, J. R. ja Diverty, B. (1995). *Advanced Technology Use in Canadian Manufacturing Establishments*. Statistics Canada, Working Paper no. 85, Microeconomics Analysis Division.
- Baldwin, J. R., Sabourin, D. ja Smith, D. (2004). Firm Performance in the Canadian Food Processing Sector: the Interaction between ICT Advanced Technology Use and Human Resource Competencies. Teoksessa *The Economic Impact of ICT – Measurement, Evidence and Implications*. OECD.
- Barker, J. R. (1993). Tightening the Iron Cage: Concertive Control in Self-Managing Teams. *Administrative Science Quarterly*, 38(3), 408–437.
- Bartel, A. P., Ichniowski, C. ja Shaw, K. L. (2005). *How Does Information Technology Really Affect Productivity? Plant-Level Comparisons of Product Innovation, Process Improvement and Worker Skills*. NBER, Working Paper No. 11773.
- Beamish, A., Levy, F. ja Murnane, R. J. (1999). *Computerization and Skills: Examples from a Car Dealership*. Working Paper, Department of Urban Studies and Planning, MIT.
- Black, S. E. ja Lynch, L. M. (2001). How to Compete: The Impact of Workplace Practices and Information Technology on Productivity. *Review of Economics and Statistics*, 83(3), 434–445.
- Bresnahan, T. F., Brynjolfsson, E. ja Hitt, L. M. (2002). Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence. *Quarterly Journal of Economics*, 117(1), 339–376.
- Brynjolfsson, E. ja Hitt, L. M. (2000). Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance. *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 23–48.
- Brynjolfsson, E., Hitt, L. ja Yang, S. (2002). Intangible Assets: How the Interaction of Computers and Organizational Structure Affects Stock Market Valuations. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2002(1).
- Brynjolfsson, E., Renshaw, A. A. ja van Alstyne, M. (1997). The Matrix of Change. *Sloan Management Review*, 38(2), 125–126.
- Daveri, F. ja Maliranta, M. (2007). Age, Seniority and Labour Costs: Lessons from Finnish IT revolution. *Economic Policy*, 22(49), 117–175.
- Entorf, H. ja Kramarz, F. (1998). The Impact of New Technologies on Wages: Lessons from Matching Panels on Employees and on Their Firms. *Economics of Innovation & New Technology*, 5(2–4), 165.
- Gera, S. ja Gu, W. (2004). The Effect of Organizational Innovation and Information and Communications Technology on Firm Performance. *International Productivity Monitor*(9), 37–51.
- Graham, L. (1993). Inside a Japanese transplant: A Critical View. *Work and Occupations*, 20, 147–173.
- Greenan, N. ja Guellec, D. (1998). Firm Organization, Technology and Performance: An Empirical Study. *Economics of Innovation & New Technology*, 6(4), 313.
- Gretton, P., Gali, J. ja Parham, D. (2004). The Effects of ICTs and Complementary Innovations on Australian Productivity Growth. Teoksessa *The Economic Impact of ICT – Measurement, Evidence and Implications*. OECD.
- Handel, M. J. ja Levine, D. I. (2004). Editors' Introduction: The Effects of New Work Practices on Workers. *Industrial Relations*, 43(1), 1–43.
- Ichniowski, C. (1990). Human Resource Management Systems and the Performance of U.S. Manufacturing Businesses: National Bureau of Economic Research, Inc, NBER Working Papers: 3449.
- Ichniowski, C., Shaw, K. ja Prennushi, G. (1995). The Effects of Human Resource Management Practices on Productivity: National Bureau of Economic Research, Inc, NBER Working Papers: 5333.
- Johnston, H. R. ja Vitale, M. A. (1988). Creating Competitive Advantage With Interorganizational Information Systems. *MIS Quarterly*, 12(2), 152.

- Kelley, M. R. (1994). Productivity and Information Technology: The Elusive Connection. *Management Science*, 40(11), 1406–1425.
- Luque, A. ja Miranda, J. (2000). Technology Use and Worker Outcomes: Direct Evidence from Linked Employee-Employer Data: Center for Economic Studies, U.S. Census Bureau, Working Papers.
- Maliranta, M. ja Rouvinen, P. (2004). ICT and Business Productivity: Finnish Micro-Level Evidence. Teoksessa *The Economic Impact of ICT; Measurement, Evidence and Implications* (s. 213–240). Paris: OECD.
- Malone, T. W. ja Rockart, J. F. (1991). Computers, Networks and the corporation. *Scientific American*, 265(3), 128.
- Milgrom, P. ja Roberts, J. (1990). The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization. *American Economic Review*, 80(3), 511–528.
- Murnane, R. J., Levy, F. ja Autor, D. (1999). *Technological Change, Computers and Skill Demands: Evidence from the Bank Office Operations of a Large Bank*. mimeo, NBER Economic Research Labor Workshop, June.
- Mäkinen, M. ja Kalmi, P. (2006). *Henkilöstöjohtaminen, henkilöstön osallistuminen ja organisaatiomuutokset teollisuusyrityksissä*. ETLA Keskusteluaiheita 1027. Helsinki.
- OECD. (2002). *Organisational Change and Firm Performance*. DSTI/DOC. Paris.
- OECD. (2004). *The Economic Impact of ICT – Measurement, Evidence and Implications*.
- Pil, F. K. ja Macduffie, J. P. (1996). The adoption of high-involvement work practices. *Industrial Relations*, 35(3), 423.
- Pilat, D. (2004). The ICT Productivity Paradox: Insights From Micro Data. *OECD Economic Studies*, 38(1), 37–65.
- Vallas, S. P. (2003). Why Teamwork Fails: Obstacles to Workplace Change in Four Manufacturing Plants. *American Sociological Review*, 68, 223–250.

VIITTEET

- ¹ Luvun esimerkit perustuvat julkaisuun Brynjolfsson ja Hitt (2000).
- ² Esimerkiksi GM:n liiketoiminta- ja tuotantoprosessien koordinoinnit toteutettiin yhtiön sisäisissä kokouksissa, usein ilman muodollisia sopimuksia esimerkiksi tuotteiden ja komponenttien tuotantomääristä.
- ³ Alaluku perustuu talouslehti Business Weekin ja konsulttiyritys Boston Consulting Groupin selvitykseen, kts. Business Week, April 24, 2006.
- ⁴ Organisaatioinnovaatioiden luokittelu perustuu julkaisuun Gera ja Gu (2004).
- ⁵ Luku perustuu julkaisuihin Brynjolfsson ja Hitt (2000), Brynjolfsson, Hitt ja Yang (2002), Autor, Levy ja Murnane (2002), Gera ja Gu (2004) ja OECD (2004).
- ⁶ Daveri ja Maliranta (2007) tarjoavat näyttöä siitä, että toimipaikalla tapahtuva kokemuksen kertyminen on ollut merkittävä tuottavuuden vahvistaja Suomen metsäteollisuudessa. Sen sijaan elektroniikkateollisuudessa he havaitsevat kokemuksen kertymisen vaikutuksen kääntyvän negatiiviseksi jo sangen varhaisessa vaiheessa. Nämä tulokset tukevat näkemystä, jonka mukaan tietotekniikkaan pohjautuvassa tuotannossa moderni organisaationrakenne on suhteellisesti tärkeämpi kuin pitkä kokemus.

9 T&K-PANOSTUSTEN TUOTTA- VUUSVAIKUTUKSET JA KANSAN- TALOUEDELLISET VAIKUTUKSET

Olavi Rantala*

Tuotekehityksen ja innovaatioiden vaikutuksia talouden ja tuottavuuden kasvuun välittää tuotannon laadun paraneminen, uusien tuotteiden kehittäminen ja tuotannon jalostusasteen nousu. Uuden teknologian diffuusio investointitavaroita tuottavilta toimialoilta investointihyödykkeitä käyttäville toimialoille on keskeinen t&k-panostusten tuottavuusvaikutusten leviämiskanava kansantaloudessa. Tuotantoteknologian hitaan uusiutumisen takia investointitavaroiden tuotekehitys ja laadun paraneminen johtaa pitkäaikaiseen tuottavuuden kasvuun. Palkanmuodostus ja kilpailukyöyn kehitys ovat keskeisiä tuottavuuden kansantaloudellisten vaikutusten kanavia. Tuottavuuden kasvu parantaa teollisuuden viennin kilpailukykyä ja lisää reaaliipalkkojen nousun kautta kotimaista kysyntää. Tuottavuutta parantamalla voidaan siis samanaikaisesti kasvattaa vientiä, tuotantoa ja työllisyyttä. Paljolti t&k-panostuksiin perustuneella tuottavuuden parantamisella Suomi onnistui 1990-luvulla siirtymään aiempaa vahvemmalle ja tasapainoisemmalle talouden kasvu-uralle, jolla vaihtotase on saatu ylijäämäiseksi ja työttömyysaste laskusuuntaan.

9.1 TUOTANNON JA TUOTANTOPANOSTEN LAATU JA TUOTTAVUUS

Bruttokansantuotteen ajatellaan tavallisesti kuvaavan kansantaloudessa tuotettujen tavaroiden ja palveluiden määrää. Kansantalouden tilinpidossa tuotannon volyymin kasvuun sisältyy tuotannon määrän lisäyksen ohella kuitenkin myös tuotannon laadun paranemisen vaikutus. Bruttokansantuotteen kasvu syntyy siis sekä tuotannon määrän lisäyksestä että tuotannon laadun paranemisesta ja jalostusasteen noususta. Tuotannon laadun paraneminen on juuri se tekijä, joka välittää tuotekehityksen vaikutuksia talouskasvuun.

T&k-panostuksilla aikaansaatu tuotannon laadun paraneminen heijastuu myös kokonaistuottavuuden kasvuun sen takia, että kansantalouden tilinpidossa tuotannon laadun muutokset kirjataan tuotannon volyymin muutoksiksi. Toisaalta tuotantoon ja tuottavuuteen voidaan vaikuttaa myös tuotantopanosten laatua parantamalla. Seuraavan tarkastelun olennainen ero

* VTT, tutkimusjohtaja, ETLa.

vanhempiin kasvumalleihin on kokonaistuottavuuden endogeenisuus suhteessa tuotannon laadun ja tuotantoteknologian kehitykseen (ks. Rantala, 2004, 2006). Kasvutilinpidossakin on jo pitkään eritelty tuotantopanosten laatu- ja määräkomponentit, mutta tätä ei ole tehty kokonaistuottavuuden kasvun selittämiseksi, vaan kokonaistuottavuutta määrittävä teknologian taso on oletettu eksogeeniseksi ja pääomakannan laadusta riippumattomaksi (esim. Jorgenson, Gollop ja Fraumeni, 1987).

Keskeinen lähtökohta seuraavassa on, että kunkin toimialan tuotannon volyyymi voidaan kansantalouden tilinpidon laskentaperiaatteiden nojalla määritellä toimialan tuotannon laadun ja tuotannon määrän tuloksi. Vastaava volyymin jako laatuun ja määrään voidaan tehdä tuotantopanoksille, eli pääomakannalle ja työpanokselle. Seuraavan tarkastelun lähtökohtana ovat tuotantoa, tuotantopanoksia ja tuottavuutta koskevat määritelmät ja riippuvuudet:

- (1) *tuotannon volyyymi* = *tuotannon arvo* / *tuotannon hinta*
 = *tuotannon laatu* * *tuotannon määrä*
 = *kokonaistuottavuus* * *tuotantopanosten volyymin vaikutus*,
- (2) *kokonaistuottavuus* = *tuotannon laatu* * *tuotantopanosten laadun vaikutus*,
- (3) *pääomakannan volyyymi* = *pääomakannan laatu* * *pääomakannan määrä*
 = *investointien laatu* * *investointien määrä*
 + *edellisperiodin pääomakannan volyyymi*
 - *edellisperiodin pääomakannan poistuma*,
- (4) *työpanoksen volyyymi* = *työpanoksen laatu* * *työpanoksen määrä*.

Investointitavaroita tuottavien toimialojen tuotannon laadun paranemisella on oma erityinen merkityksensä kokonaistuottavuuden kasvuprosessissa. Investointihyödykkeitä valmistavien toimialojen t&k-panostusten lisäys johtaa investointien laadun paranemisen kautta välittyvään pitkäaikaiseen muiden toimialojen ja koko kansantalouden pääomakannan laadun paranemiseen ja kokonaistuottavuuden kasvuun. Tuotantoteknologia uusiutuu hitaasti investointien ja vanhan pääomakannan poistuman kautta siten, että pääomakannan laadun paranemisen vaikutus tuottavuuteen on voimakkaimmillaan vasta useiden vuosien kuluttua investointitavaroiden tuottajatoimialojen tuotekehityspanostusten lisäyksestä. Tuottavuuden kasvu riippuu lisäksi siitä, kuinka tehokkaasti pääomakannan laadun paranemista hyödynnetään tuotantoprosessien kehittämisessä.

9.2 T&K-TUTKIMUSTEN NÄKÖKULMIA

Julkisen t&k-rahoituksen ja yritysten t&k-toiminnan vaikutuksia on tutkittu ekonometrisesti yleensä yritys- ja toimialatason näkökulmasta. Runsaan mik-

rotaloudellisen tutkimuksen taustaa vasten tarkastellen tuntuu yllättävältä, että t&k-panostusten kansantaloudellisia vaikutuksia on tarkasteltu lähinnä vain talouden kasvuteorioissa tai ekonometrisesti t&k-perusteisen kasvutilinpidon pohjalta enimmäkseen pitkän ajan talouskasvun näkökulmasta.

Pitkän ajan kasvuvaikutusten ohella keskeisiä makrotaloudellisia kysymyksiä ovat myös t&k-panostuksista tuottavuuskehityksen kautta seuraavat dynaamiset vaikutukset kilpailukyvyn kehitykseen, tulonmuodostukseen, tuotannon kasvuun, talouden ulkoiseen tasapainoon, sisäiseen tasapainoon ja julkisen talouden tasapainoon. Nämä muuttujat ovat tyypillisesti esillä silloin, kun tarkastellaan erilaisten talouspoliittisten toimenpiteiden vaikutuksia kansantalouteen. Tässä suhteessa ei voida tehdä eroa julkisen t&k-rahoituksen ja muiden julkisen sektorin talouspolitiikkapäätösten makrotaloudellisten vaikutustarkastelujen välillä, joten mainitut tavoitemuuttujat ovat niitä, joihin myös julkisen t&k-rahoituksen kansantaloudellisia vaikutuksia on paikallaan peilata. Tämä on ollut keskeinen lähtökohta seuraavan tarkastelun taustalla olevassa tutkimuksessa (Rantala, 2006). Kysymys julkisen sektorin t&k-tukien kansantaloudellisista vaikutuksista on tärkeä sekä julkisen t&k-rahoituksen kokonaismoituksen ja toimiala-allokoinnin kannalta että myös siltä kannalta, millaisella viipeellä yrityksille myönnetty t&k-tuki palautuu julkiselle sektorille kasvaneina verotuloina.

Kokonaistaloudellinen näkökulma on t&k-panostusten vaikuttavuuden arvioinnissa monissa tapauksissa välttämätön. Esimerkiksi t&k-panostusten työllisyysvaikutukset määräytyvät toimialojen vuorovaikutuksen ja talouden erilaisten käyttäytymisriippuvuuksien kautta sillä tavoin, ettei niitä voida arvioida pelkästään yritystason aineistoon pohjautuvalla ekonometrisella tutkimuksella. T&k-panostusten vaikutukset kanavoituvat tuottavuuden ja kilpailukyvyn kautta vientiteollisuuden tuotantoon ja työllisyyteen ja toisaalta palkka- ja hintakehityksen sekä kotitalouksien reaalitylojen ja kulutuksen kautta kotimarkkina-alojen tuotantoon ja työllisyyteen. Näiden vaikutuskanavien sisällyttäminen t&k-panostusten työllisyysvaikutusten arviointiin edellyttää kokonaistaloudellista mallisimulointiin perustuvaa tutkimusta.

T&k-panostusten merkityksen korostamisen osalta seuraavalla tarkastelulla on yhtymäkohtia vanhaan t&k-pohjaiseen kasvutilinpitoon, jossa kokonaistuottavuuden kasvua on selitetty t&k-panostusten lisääntymisellä (mm. Griliches, 1980; Terleckyj, 1980). Sovelletavan mallin merkittäviä eroja perinteiseen lähestymistapaan ovat t&k-panostuksilla kehitetyn uuden teknologian diffuusio investointitavaroita tuottavilta toimialoilta investointitavaroita käyttävien toimialojen pääomakantaan sekä pääomakannan laadun paranemisesta seuraava pitkäaikainen dynaaminen vaikutus kokonaistuottavuuden kasvuun (Rantala, 2004, 2006).

T&k-panostusten vaikutuksia tuotannon laadun kehitykseen ja talouskasvuun on teoriatasolla mallinnettu endogeenisen kasvuteorian tutkimuksissa (esim. Grossman ja Helpman, 1991; Barro ja Sala-i-Martin, 1995; Aghion ja

Howitt, 1998). Näissä tutkimuksissa käsiteltyjä yritysten mikrotason optimaaliseen käyttäytymiseen liittyviä kysymyksiä ei tässä yhteydessä tarkastella. Sen sijaan seuraavan tarkastelun taustalla olevalla mallinnuksella on investointien ja pääomakannan laadun paranemisen tuottavuusvaikutusten osalta suora-
 naisempia liittymäkohtia makroteoreettiseen ”investointispesifisen kasvun” tutkimukseen, jossa on todettu, että investointien laadun paraneminen selittää jopa 60 prosenttia Yhdysvaltojen tuottavuuden kasvusta 1900-luvun jälkipuoliskolla (Greenwood, Hercowitz ja Krusell, 1997).

Tarkastelu lähtee jaksossa 9.3 liikkeelle kuvaamalla sitä, kuinka tuotannon laadun paraneminen ja jalostusasteen nousu tulee käytännössä esiin kansantalouden tilastoissa. Jaksossa 9.4 hahmotellaan t&k-panostusten keskeisiä vaikutuskanavia tuottavuuteen ja kansantalouden kehitykseen. Jaksossa 9.5 käsitellään tuotantoteknologian uusiutumisprosessia ja jaksossa 9.6 tuotannon laadun ja tuotantoteknologian paranemisen kautta välittyviä t&k-panostusten tuottavuusvaikutuksia. Jaksossa 9.7 arvioidaan t&k-panostusten lisäyksen kokonaistaloudellisia vaikutuksia bruttokansantuotteen, työllisyyden ja ulkomaankaupan kasvuun.

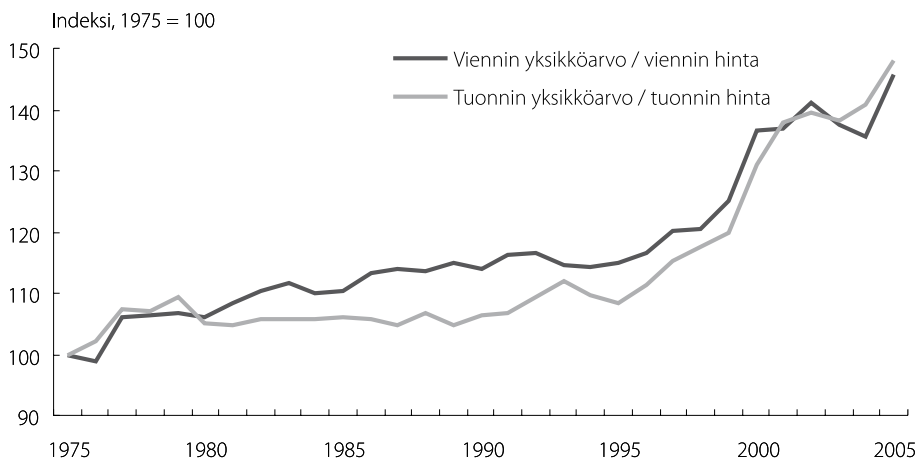
9.3 TUOTANNON LAADUN PARANEMINEN JA JALOSTUSASTEEN NOUSU

Paras tuotekehityksen taloudellisia vaikutuksia kuvaava mittari on tuotannon laatu. T&k-panostusten tuottavuusvaikutusten ja kansantaloudellisten vaikutusten tutkimista hankaloittaa se, ettei tuotannon laatua tilastoida kansantalouden tilinpidossa. Vaikka tuotannon volyymin jakoa laatuun ja määrään ei tilastoissa tehdä, se tuodaan esiin kansantalouden tilinpidon laskentaohjeissa toteamalla, että tuotannon laadun muutokset kirjataan tuotannon volyymin muutoksiksi (Eurostat, 1997).

Tuotannon laadun muutokset tulevat välillisesti esiin sellaisilla talouden osa-alueilla, kuten ulkomaankaupassa, josta lasketaan tuotteiden hintaindeksit ja yksikköarvoindeksit. Viennin laadun kehitystä voidaan kuvata suhteuttamalla viennin yksikköarvoindeksi viennin hintaindeksiin. Näin on sen takia, että hintaindeksi mittaa pelkästään tuotteiden hintojen muutosta, mutta yksikköarvoindeksin muutokset kuvaavat hintamuutosten ohella tuotteiden laadun kehitystä. Viennin yksikköarvoindeksiä laskettaessa viennin arvo jaetaan vietyjen tuotteiden paljousyksiköillä (kappalemäärä, massa, tilavuus, pinta-ala tms.), jolloin tuotteiden laadun muutos jää yksikköarvoindeksiin.

Kuvio 9.1 esittää Suomen ulkomaankauppatilastojen mukaista viennin ja tuonnin laadun kehitystä vuodesta 1975 lähtien. Kuvion esittämät indeksit tosin aliarvioinevat laadun kehitystä sen takia, että laadun paranemista ei suomalaisessa tilastoinnissa käytetyillä hintaindeksien laskentamenetelmillä saada puhdistettua kokonaan pois hintojen muutoksista.

Kuvio 9.1 Viennin ja tuonnin laatu



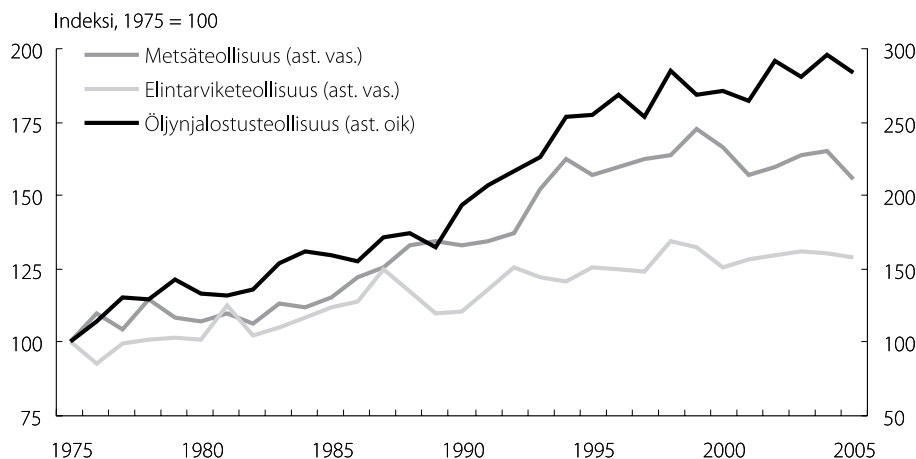
Lähteet: Tilastokeskus, Tullihallitus.

Tuotekehitys vaikuttaa tuotannon laadun paranemisen, uusien tuotteiden kehittämisen ja jalostusasteen nousun kautta tuotannon kasvuun ja sen toimialarakenteen muutoksiin. Käytännön esimerkkinä jalostusasteen nousun vaikutuksista tuotannon rakennemuutoksiin ovat jalostusalojen ja alkutuotantoalojen tuotannon kasvuerot. Pääsuuntia kansantalouden tuotantorakenteen muutoksissa on se, että jalostusalojen tuotannon volyymi kasvaa suhteessa alkutuotannon volyymiin. Tämä johtuu siitä, että tuotannon laadun parantumisessa ja jalostusasteen noustessa raaka-ainepanoksella aikaansaadaan entistä suurempi teollisuustuotannon volyymi.

Jalostusasteen nousu näkyy selkeinä panos-tuotosrakenteiden muutoksina sellaisilla teollisuusaloilla, jotka käyttävät paljon alkutuotantoaloilla kotimaassa tai ulkomailla tuotettuja raaka-aineita tuotantopanoksina. Tällaisia toimialoja ovat metsätalouteen perustuva metsäteollisuus, maatalouteen tukeutuva elintarviketeollisuus ja raakaöljyä käyttävä öljynjalostusteollisuus, joiden jalostusasteen kehitys on esitetty kuviossa 9.2¹.

Yhtä yksinkertaista kuvausta tuotannon laadun ja jalostusasteen noususta ei voida esittää esimerkiksi korkean teknologian elektroniikkateollisuudesta, koska se ei ole juuri lainkaan suoranaisesti riippuvainen raaka-aineita tuottavasta kotimaisesta tai ulkomaisesta alkutuotannosta. Useimpien teollisuustoimialojen tuotannossa käytetyt välituotteet ovat teollisissa prosesseissa valmistettuja tavaroita, joissa on mukana muiden teollisuustoimialojen jalostusvaikutusta.

Kuvio 9.2 Jalostusasteen kehitys eräillä teollisuustoimialoilla, tuotannon volyymi/raaka-ainekäytön volyymi



Lähteet: Tilastokeskus, Tullihallitus.

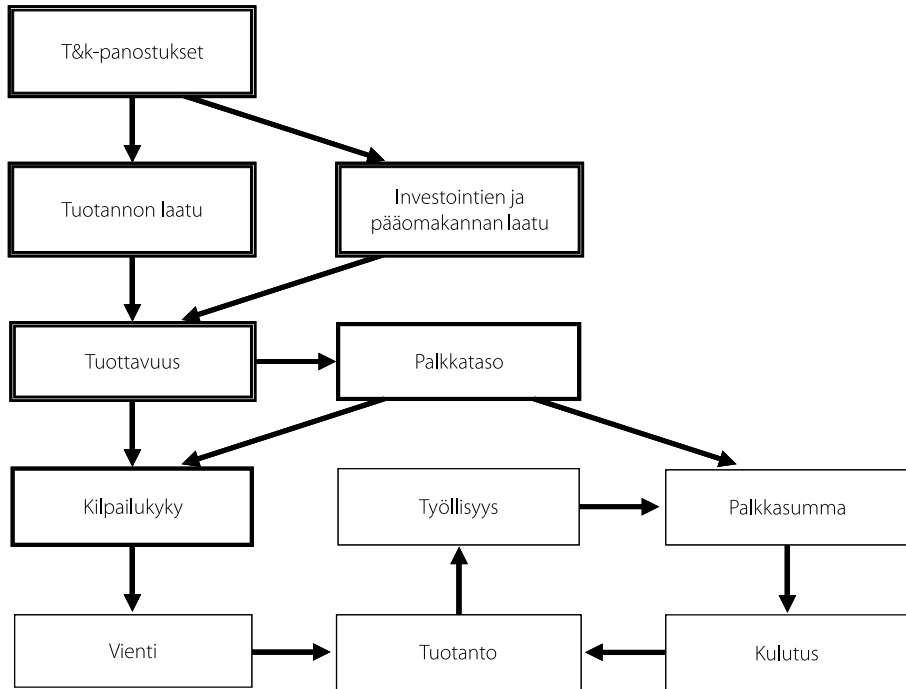
9.4 T&K-PANOSTUSTEN VAIKUTUSKANAVAT TUOTTAVUUTEEN JA KANSANTALOUTEEN

T&k-panostuksilla aikaansaatu tuotannon laadun paraneminen heijastuu kokonaistuottavuuden kasvuun sen takia, että tuotannon laadun muutokset sisältyvät tuotannon volyymiin muutoksiin. Investointitavaroita tuottavien toimialojen tuotannon laadun paranemisella on erityinen merkitys tuottavuuden kasvattamisessa. Investointihyödykkeitä valmistavien toimialojen t&k-panostusten lisäys johtaa investointien laadun paranemisen kautta välittyvään pitkäaikaiseen muiden toimialojen ja koko kansantalouden pääomakannan laadun paranemiseen ja tuottavuuden kasvuun.

Palkanmuodostus ja kilpailukyvyyn kehitys ovat keskeisiä t&k-panostusten ja tuottavuuden kansantalousvaikutusten kanavia (kuvio 9.3). Työmarkkinoiden sopimusjärjestelmä määrittää paljolti sitä, kuinka tuottavuuden kasvua jaetaan palkankorotuksina kotitalouksien ostovoimaksi. Tulopolitiikan perinteisen normin mukaan palkankorotusvaraa rajaa kansantalouden tuottavuuden kasvu. Toimialoittain eriytetyn palkanmuodostuksen tapauksessa toimialakohtaiseen palkankorotusvaraan vaikuttaa toimialan tuottavuuden kasvu ja tuotannon hintakehitys. Palkkojen ja työllisyyden perusteella määrytyvä palkkasumman kehitys välittää tuottavuuden kasvun vaikutuksia edelleen kulutuskysyntään ja tuotantoon.

Tuotannon yksikkötyökustannusten muutos riippuu palkkojen nousun ja tuottavuuden kasvun välisestä suhteesta. Viennin kustannuskilpailukyvyyn kehitys heijastuu edelleen viennin volyymikehitykseen ja teollisuustuotantoon. Tuotannon kasvu suhteessa työn tuottavuuden kasvuun määrittää työllisyyden kehitystä.

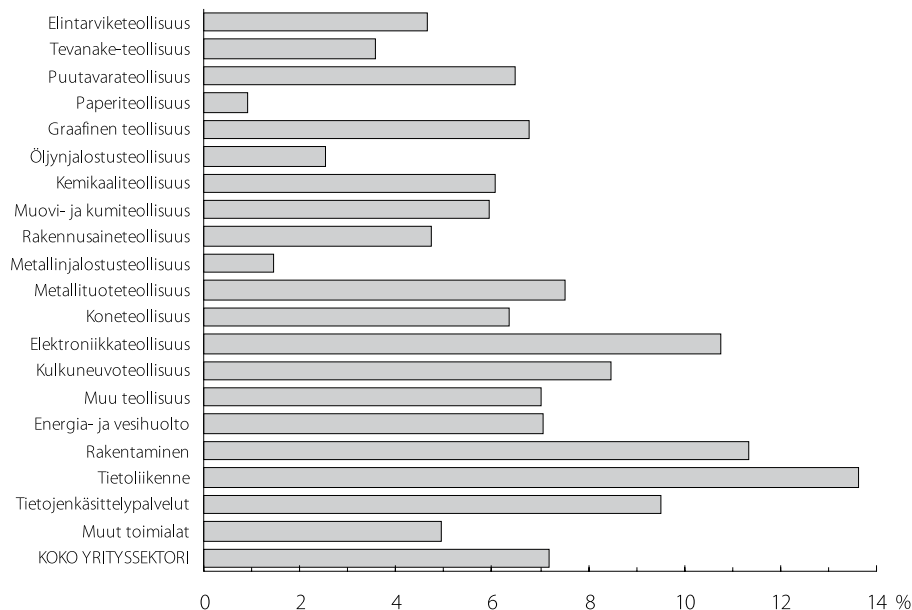
Kuvio 9.3 T&k-panostusten vaikutuskanavat tuottavuuteen ja kansantalouteen



T&k-panostusten tuottavuus- ja kasvuvaiikutusten tutkimuksissa lähde-tään yleensä siitä, että tuotekehitysosaamisen tasoa kuvataan reaalilla t&k-varannolla, joka kumuloituu yritysten reaalista t&k-menoista. T&k-varantoa vähentää poistuma, joka kuvaa t&k-osaamisen vuotoa yrityksistä ja toimialoilta muualle talouteen².

Reaalinen t&k-varanto on Suomessa kasvanut nopeasti etenkin ICT-klusterissa, eli elektroniikkateollisuuden, tietoliikenteen ja tietojenkäsittely-palveluiden toimialoilla (kuvio 9.4). Kasvunopeus on ollut huomattavan suuri myös muun muassa kulkuneuvoteollisuudessa, energia- ja vesihuollossa sekä rakentamisessa. Viimemainittujen toimialojen t&k-intensiteetti, eli t&k-meno-jen suhde tuotantoon ja liikevaihtoon on kuitenkin selvästi alhaisempi kuin korkean teknologian toimialojen t&k-intensiteetti. Paperiteollisuuden, öljynja-lostusteollisuuden ja metallinjalostusteollisuuden t&k-panostusten kasvu voi vaikuttaa yllättävän vähäiseltä, mutta nämä prosessiteollisuusalat käyttävät hyvin tehokkaasti kone- ja laitevalmistajien t&k-panostuksella kehitettyä uutta teknologiaa tuottavuuden parantamiseen.

Kuvio 9.4 Toimialojen reaalisen t&k-varannon keskimääräinen kasvu vuosina 1976–2004



Lähteet: Tilastokeskus, OECD.

9.5 TUOTANTOTEKNOLOGIAN UUSIUTUMISPROSESSI

Investointitavaroita tuottavien toimialojen tuotekehityksellä ja tuotannon laadun paranemisella on keskeinen merkitys kokonaistuottavuuden kasvuprosessissa. Investointihyödykkeiden kauppa on tärkein uuden teknologian diffuusio-kanava kansantaloudessa toimialojen välillä. Vastaavasti investointitavaroiden tuonti on pääväylä ulkomaisen teknologian leviämisessä Suomeen. Teknologian diffuusio johtaa siihen, että kotimaisten ja ulkomaisten investointitavaroiden valmistajien t&k-panostukset heijastuvat paranevana tuottavuuskehityksenä laajalti muualla kansantaloudessa.

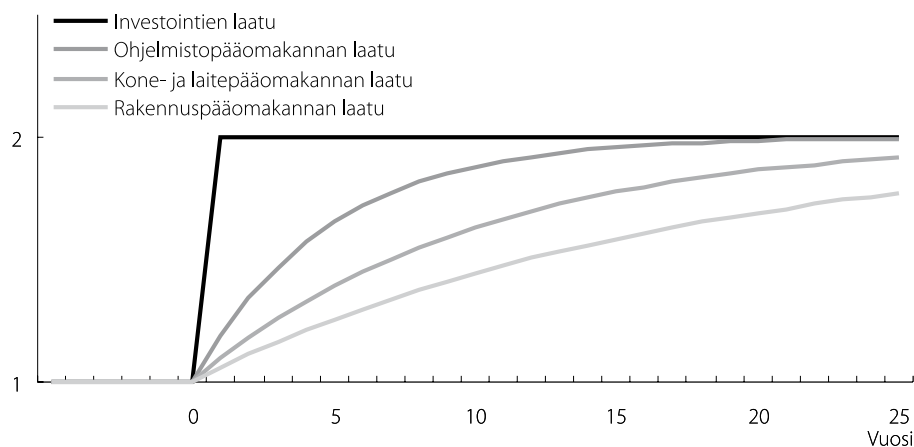
Tuotantoteknologian paranemisen tuottavuusvaikutuksia tarkasteltaessa investoinnit ja pääomakanta voidaan jakaa kolmeen keskeiseen pääomatavararyhmään, eli tietokoneohjelmistoihin, kone-, laite- ja kuljetusvälinepääomakantaan sekä rakennuspääomakantaan. Koneiden ja laitteiden merkittäviä valmistajatoimialoja ovat elektroniikkateollisuus, koneteollisuus ja kulkuneuvoteollisuus. Suunnilleen puolet tämän pääomatavararyhmän investoinneista Suomessa tehdään ulkomaille suuntautuvilla koneiden, laitteiden ja kuljetusvälineiden hankinnoilla. Sen sijaan tietokoneohjelmistot tuotetaan lähinnä kotimaisella liike-elämän palveluihin kuuluvalla tietojenkäsittelypalveluiden toimialalla. Rakennusinvestoinnit ovat jo lähtökohtaisesti kotimaista tuotantoa. Suurin osa rakennuksista on talonrakennustoimialan tuotantoa ja loppuosa lähinnä maa- ja vesirakentamisen sekä kiinteistötoiminnan tuotantoa.

Pääomakannan laadun paranemista ja tuotantoteknologian uusiutumisen vauhtia säätelee jaksossa 9.1 esitetyn kaavan (3) mukaisesti investointien laadun ja määrän kehitys sekä pääomakannan poistuma. Pääomakannalle voidaan laskea laatuindeksit investointihyödykkeiden laadun kehityksen perusteella soveltamalla mainittua kaavaa ja käyttämällä pääomakannan poistuman mittaimina kansantalouden tilinpidon mukaisia pääomakannan poistuma-asteita. Vuosina 1976–2004 tietokoneohjelmistojen poistuma oli noin 15 prosenttia, koneiden, laitteiden ja kuljetusvälineiden poistuma 5 prosenttia ja rakennuskannan poistuma yksi prosentti edellisvuoden bruttopääomakannan volyymista. Poistuma on sitä suurempi mitä lyhyempi on pääomahyödykkeen käyttöikä. Kansantalouden tilinpito lähtee siitä, että tietokoneohjelmistojen käyttöaika on 5 vuotta ja rakennusten elinikä on 20–50 vuotta. Koneiden, laitteiden ja kuljetusvälineiden käyttöiät vaihtelevat laitetyyppittäin ja toimialoittain 5 vuodesta lähes 30 vuoteen (Tilastokeskus, 2004).

Kuvio 9.5 esittää pääomakannan laadun kehitystä pelkistetyssä esimerkkitapauksessa, jossa investointihyödykkeitä valmistavat toimialat lisäävät tuotekehityspanostustaan siten, että kaikkien pääomatavararyhmien investointien laatu paranee kertaluonteisesti tasolta 1 tasolle 2 lähtötilanteessa vuonna 1. Tuotantoteknologian varanto uusiutuu sitä nopeammin mitä nopeammin pääomakannan laatu saavuttaa uusien investointien laatutason. Kuvioista havaitaan, että nopeimmin uusiutuu ohjelmistopääomakanta, toiseksi nopeimmin kone- ja laitepääomakanta ja hitaimmin rakennuspääomakanta. Tämä osoittaa, että tuotantoteknologian uusiutuminen on sitä nopeampaa, mitä suurempi on pääomakannan poistumavauhti.

Myös investointien voimakas kasvu nopeuttaa pääomakannan uusiutumista ja pääomakannan keskimääräisen laatutason paranemisvauhtia (Rantala, 2006). Esimerkkitapauksessa investointien määrän kasvuvauhdiksi on oletettu

Kuvio 9.5 Investointihyödykkeiden laatutason nousun vaikutus pääomakannan laadun paranemiseen



5 prosenttia vuodessa, mutta laskelman tulosten kannalta ei ole kovin suurta merkitystä sillä onko investointien kasvu nolla prosenttia tai vaikkapa 10 prosenttia vuodessa.

Edellisen tarkastelun tärkein sanoma on se, että pääomakannan hitaan poistuman takia tuotantoteknologia uusiutuu varsin hitaasti. Tätä kuvastaa se, että laadultaan nopeimmin paranevalta ohjelmistopääomakannaltakin vie kansantalouden tilinpidon oletaman 5 vuoden käyttöajan pohjalta laskettuna toistakymmentä vuotta aikaa ennen kuin koko ohjelmistokannan keskimääräinen laatu nousee lähelle uusien ohjelmistojen laatua. Kone- ja laitepääomakannan sekä rakennuskannan laadullinen uusiutuminen on vielä hitaampaa.

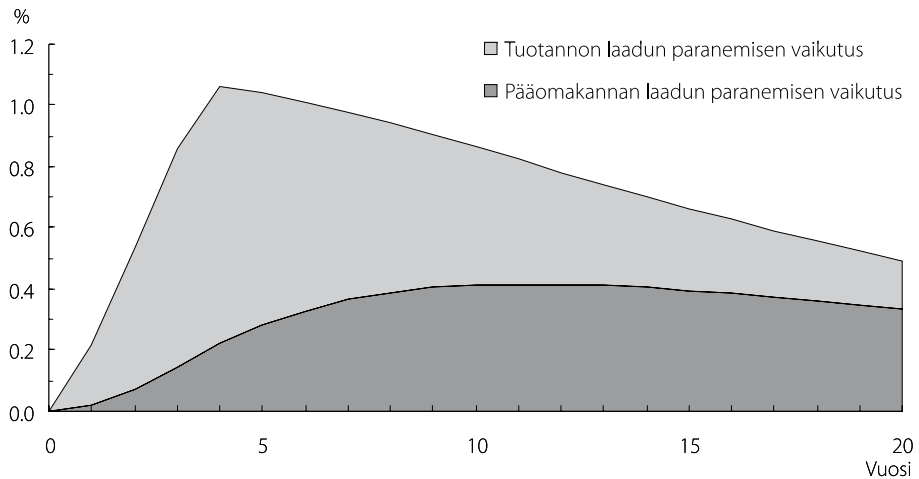
9.6 T&K-PANOSTUSTEN TUOTTAVUUSVAIKUTUKSET

Merkittävä seuraus edellä todetusta tuotantoteknologian uusiutumisprosessin hitaudesta on se, että investointihyödykkeitä valmistavien toimialojen t&k-panostukset johtavat pitkäaikaiseen pääomakannan laadun paranemisen kautta välittyvään tuottavuusvaikutukseen. Tuotantoteknologia uusiutuu hitaasti investointien ja vanhan pääomakannan poistuman kautta siten, että pääomakannan laadun paranemisen tuottavuusvaikutus on voimakkaimmillaan vasta useiden vuosien kuluttua investointitavaroiden tuottajatoimialojen tuotekehityspanostusten lisäyksestä. Tuottavuuden kasvu riippuu lisäksi siitä, kuinka tehokkaasti pääomakannan laadun paranemista hyödynnetään tuotantoprosessien kehittämisessä.

Yritysten t&k-panostusten lisäyksen vaikutusta kansantalouden kokonaistuottavuuteen voidaan havainnollistaa kuvion 9.6 esittämällä mallipohjaisella laskelmalla, jossa toimialojen t&k-panostukset määrittävät yleisesti toimialojen tuotannon laadun kehitystä ja investointihyödykkeitä valmistavien toimialojen t&k-panostukset erityisesti investointien ja pääomakannan laadun kehitystä (Rantala, 2004, 2006). Tuotekehityksen lisäyksen aikaansaama kokonaistuottavuuden kasvu jakaantuu kuvion 9.6 esittämällä tavalla kahteen osatekijään, eli tuotannon laadun paranemisen vaikutukseen sekä pääomakannan laadun ja tuotantoteknologian paranemisen vaikutukseen. T&k-varannon kertalisäyksen seurauksena tuotannon laadun paraneminen ja sen aikaansaama tuottavuusvaikutus on kuvion esittämällä tavalla suurimmillaan kohta t&k-panostusten lisäyksen jälkeen. Laskelmassa oletetaan, että t&k-varannon poistuma on 10 prosenttia vuodessa. Tämä poistuma johtaa kuviossa näkyvään tuotannon laadun tuottavuusvaikutuksen asteittaiseen pienenemiseen.

Tuotantoteknologian paranemisesta seuraava kokonaistuottavuuden kasvu poikkeaa aikauraltaan merkittävästi tuotannon laadun paranemisen tuottavuusvaikutuksesta. Pääomakannan laatu paranee tuotekehitysmenojen lisäyksen jälkeen alkuvuosina nopeutuvalla tahdilla, kun investointien laadun paraneminen on voimakkaimmillaan. Tuotantoteknologian paranemisen

Kuvio 9.6 Yrityssektorin t&k-varannon 10 prosentin kertalisäyksen vaikutus kansantalouden kokonaistuottavuuteen

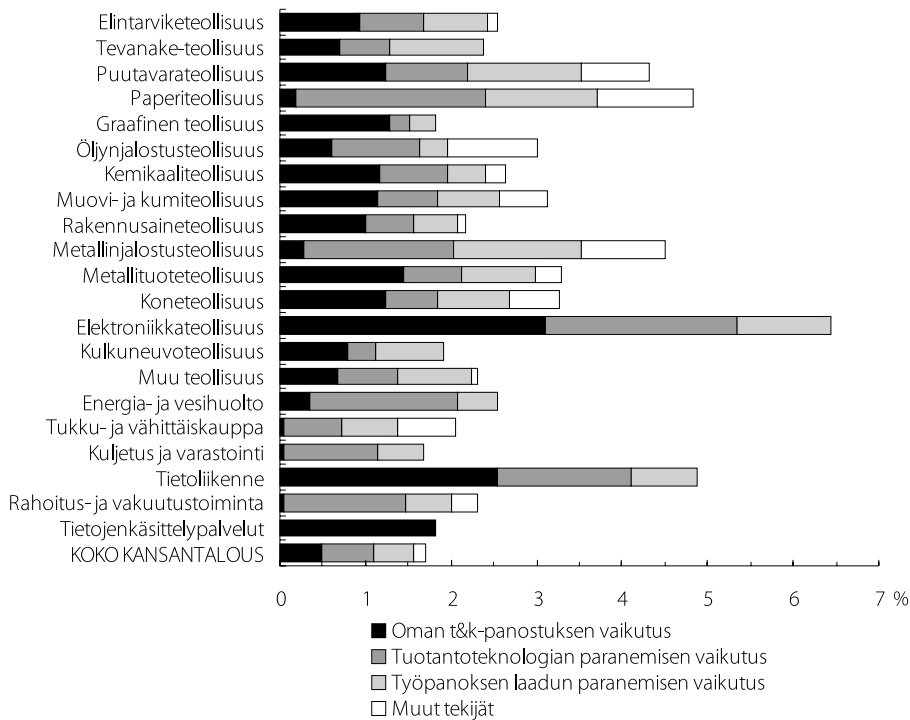


vaikutus kokonaistuottavuuteen on kuvion 9.6 esittämällä tavalla voimakkaimmillaan vasta kymmenentenä vuonna tuotekehitysmenojen tilapäisestä lisäyksestä vuonna 1.

Toimialojen kokonaistuottavuuden kasvu voidaan eritellä toimialan oman t&k-panostuksen lisäyksellä ja tuotannon laadun paranemisella aikaansaatuun kasvuvaikutukseen sekä tuotantopanosten laadun paranemisesta syntyneeseen kasvuvaikutukseen. Edellä jaksossa 9.4 todettiin, että t&k-panostukset ovat Suomessa kasvaneet nopeasti etenkin ICT-klusterissa, eli elektroniikkateollisuuden, tietoliikenteen ja tietojenkäsittelypalveluiden toimialoilla. Toimialan oman t&k-panostuksen lisäyksellä aikaansaadun tuotannon laadun paranemisen vaikutus näkyy selvästi muun muassa juuri elektroniikkateollisuuden ja tietoliikenteen toimialoilla toteutuneessa kokonaistuottavuuden kasvussa (kuvio 9.7).

Investointitavaroita tuottavien toimialojen t&k-panostus ja tuotannon laadun kehitys vaikuttaa merkittävästi investointihyödykkeitä käyttävien toimialojen kokonaistuottavuuden kasvuun. Tuotantoteknologian paraneminen on heijastunut vahvasti etenkin pääomavaltaisen prosessiteollisuuden tuottavuuden kehitykseen. Pääomakannan laadun paraneminen selittää noin puolet paperiteollisuuden, metallinjalostusteollisuuden ja kemianteollisuuden kokonaistuottavuuden kasvusta ja suurimman osan energia- ja vesihuollon toimialan kokonaistuottavuuden kasvusta vuosina 1976–2004 (kuvio 9.7). Prosessiteollisuuden tapauksessa tämä kasvukomponentti sisältää myös uusilla koneilla valmistettujen uusien tuotteiden ja tuotannon laadun paranemisen tuottavuusvaikutusta. Tuotantoteknologian kehitys on vaikuttanut selvästi myös elektroniikkateollisuuden ja joidenkin palvelualojen kokonaistuottavuuden kasvuun.

Kuvio 9.7 Teollisuustoimialojen, eräiden palvelualojen ja kansantalouden kokonaistuottavuuden keskimääräinen kasvu vuosina 1976–2004



Lähteet: Tilastokeskus, ETLA.

Tietojenkäsittelypalveluiden toimialan tuottamien tietokoneohjelmistojen laadun paraneminen on näkynyt selvästi ohjelmistoja tuotannossaan käyttävien toimialojen kokonaistuottavuuden kasvussa. ICT-teknologiaa tehokkaimmin hyödyntävä toimiala on ollut rahoitus- ja vakuutustoiminta, jonka pääomakanasta on kansantalouden tilinpidon mukaan tätä nykyä jo suunnilleen puolet tietokoneohjelmistoja. Atk-järjestelmien paraneminen on vaikuttanut merkittävästi rahoitus- ja vakuutustoiminnan kokonaistuottavuuden kasvuun etenkin viime vuosikymmeneltä alkaen. Tuottavuuskehityksen perusteella arvioiden Suomen pankkisektori on ollut 1990-luvulta alkaen kansainvälisestikin vertailun tehokkaimpia uuden ICT-teknologian hyödyntäjiä (Kaseva, Mankinen ja Rantala, 2005). ICT-teknologian kehitys on vaikuttanut muidenkin toimialojen kokonaistuottavuuden kasvuun. Koneisiin ja laitteisiin sisältyvän ICT-teknologian kehitys on heijastunut muun muassa monien teollisuustoimialojen sekä kaupan ja tietoliikenteen tuottavuuden kehitykseen.

Työpanoksen laadun paraneminen vaikuttaa kokonaistuottavuuden kasvuun suhteellisesti eniten työvaltaisilla toimialoilla. Julkisten palveluiden tuottavuuden mittauseroelmien takia työpanoksen laadun paranemisen tuottavuusvaikutus tulee kansantalouden tilinpidossa selvimmin esiin yksityisten palveluiden ja teollisuuden toimialoilla.

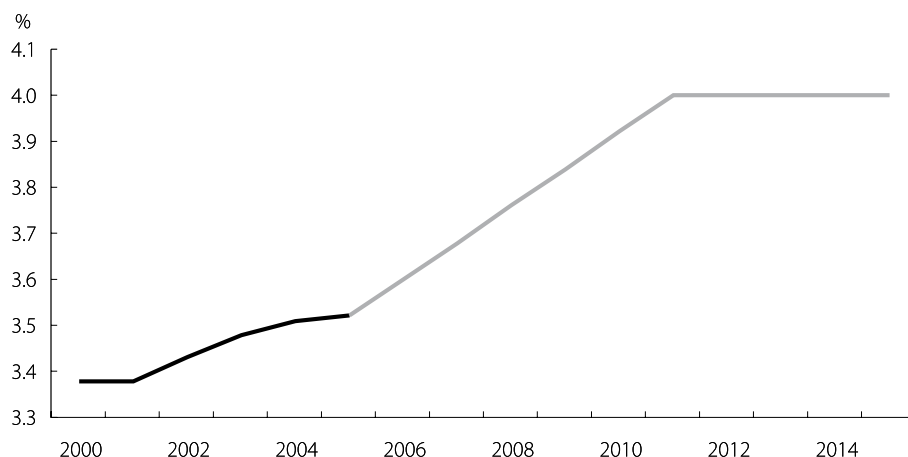
9.7 T&K-PANOSTUSTEN JA TUOTTAVUUDEN KASVUN VAIKUTUKSET KANSANTALOUESSA

Tutkimus- ja kehittämismenojen osuus bruttokansantuotteesta on Suomessa nykyisin noin 3.5 prosenttia. Millaisia kasvu-, työllisyys- ja ulkomaankaup-paikutuksia aikaansaataisiin sillä, että t&k-menojen osuutta bruttokansantuotteesta lisättäisiin nykytasolta 4 prosenttiin? Seuraavassa kuvataan tällaisen t&k-panostusten lisäyksen kokonaistaloudellisia vaikutuksia mallipohjaisella laskelmalla (Rantala, 2006).

Ei voida olettaa kansantalouden t&k-intensiteetin hyppäävän kerralla 3.5 prosentista 4 prosenttiin, koska tällainen kasvu vastaa yli 600 miljoonan euron lisäystä yritysten vuotuisissa t&k-menoissa ja yli 6 000 hengen lisäystä t&k-henkilöstöön. Näin suurta lisäystä t&k-henkilöstöön ei ole yhtäkkiä saatavissa mistään. Realistisempaa on olettaa, että t&k-panostusten lisäys tapahtuu vähitellen muutaman vuoden kuluessa. Mallilaskelma lähtee siitä, että kansantalouden t&k-intensiteetti nousee julkisen sektorin yrityksille antamien t&k-tukien ja yritysten omarahoitteisten t&k-panostusten asteittain lisääntyessä siten, että t&k-menojen bruttokansantuoteosuus saavuttaa kuvion 9.8 esittämällä tavalla 4 prosentin tason 2010-luvulla. Kuvio 9.9 esittää tällaisen t&k-intensiteetin nousun ja siitä seuraavan tuottavuuden kasvun vaikutuksia bruttokansantuotteen, työllisyyden ja nettoviennin kasvuun.

T&k-panostusten lisäyksen BKT-vaikutuksia määrittää tuottavuuden kasvun vaikutus vientiin ja kotimaiseen kysyntään. Vientiin vaikutukset kanavoituvat teollisuuden yksikkötyökustannusten vähenemisen ja kustannuskilpailukyvyyn paranemisen välityksellä. Kotimaiseen kysyntään vaikutukset kulkevat lähinnä työllisyyden, palkkatason ja yksityisen kulutuksen kasvun kautta.

Kuvio 9.8 T&k-menot suhteessa bruttokansantuotteeseen



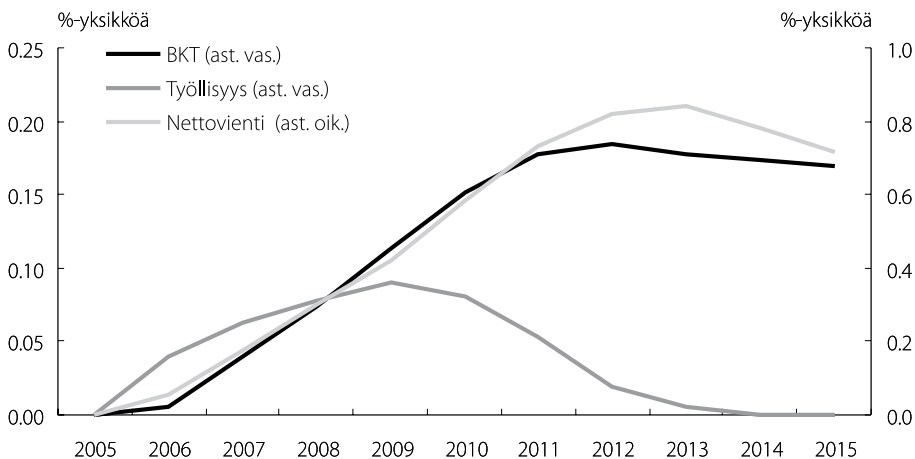
Lähteet: Tilastokeskus, ETLA.

T&k-panostusten ja tuottavuuden kasvu vaikuttaa vientiin teollisuuden kustannuskilpailukyvyyn paranemisen välityksellä. Tuontiin vaikutukset kana-voituvat lähinnä tulonmuodostuksen ja kulutuksen kasvun kautta sekä osin myös tuotannon kasvusta johtuvan investointitavaroiden sekä teollisuuden raaka-aineiden tuontitarpeen lisääntymisen välityksellä. T&k-panostusten lisäyksestä johtuva tuottavuuden kasvu vaikuttaa vahvemmin vientiin kuin tuontiin ja parantaa siten kauppatasetta.

Myös BKT-vaikutuksia hallitsee teollisuuden tuottavuuden, kilpailuky-
vyn ja viennin lisääntyminen, sillä t&k-panostusten lisäys johtaa suurimpaan tuottavuuden kasvuun teollisuudessa. Kuten edellä jaksossa 9.6 esitetystä toi-
mialojen kokonaistuottavuuden kasvutekijöiden erittelyssä todettiin, toimialan omilla t&k-panostuksilla on etenkin korkeamman teknologian teollisuustoi-
mialoilla merkittävä vaikutus tuotannon laadun paranemisen kautta toimialan kokonaistuottavuuden kasvuun. Lisäksi teollisuus hyödyntää muuta taloutta tehokkaammin investointitavaroiden tuotannossa kehitettyä tuotantotekno-
logiaa tuotantoprosessiensa ja tuottavuutensa parantamisessa. Työvaltaisem-
milla palvelualoilla tuotantoteknologian kehitystä on hyödynnetty lähinnä vain kaupan, kuljetuksen, tietoliikenteen sekä rahoitus- ja vakuutustoiminnan tuottavuuden parantamisessa.

Tuottavuuden kasvua jaetaan kuluttajille palkankorotuksina. Parantuva tulokehitys heijastuu edelleen yksityisen kulutuksen ja kotimaisen kysynnän kasvuun. Kansantalouden keskimääräiseen tuottavuuden kasvuun perustuvien palkankorotusten tapauksessa palkanmuodostuksen kautta kulkeva tulovaiku-
tus bruttokansantuotteen kasvuun jää kuitenkin selvästi teollisuudessa syntyvää kilpailukykyvaikutusta vähäisemmäksi (Rantala, 2006). Jos palkat sen sijaan määräytyisivät toimialakohtaisen tuottavuuden perusteella, palkankorotukset voisivat eliminoida kokonaan tuottavuuden paranemisen vaikutukset venti-

Kuvio 9.9 Kansantalouden t&k-intensiteetin 0.5 prosenttiyksikön nousun vaikutus tuotannon, työllisyyden ja nettoviennin kasvuun



toimialojen kustannuskilpailukykyyn. Tällöin positiivisia vientivaikutuksia ei syntyisi lainkaan, jolloin BKT:n lisäkasvu tulisi pelkästään tulovaikutuksesta ja jäisi edellä arvioitua vähäisemmäksi.

T&k-intensiteetin nousun työllisyysvaikutukset määräytyvät t&k-henkilöstön osalta suoraan t&k-menojen lisäyksen ja ansiotasokehityksen kautta ja muun työvoiman osalta tuottavuuden kasvun aikaansaaman tuotannon kasvun kautta. T&k-menojen lisäyksen kokonaistyöllisyysvaikutusta hallitsee niiden suora vaikutus t&k-henkilöstön määrään. Tämä selittää sen, että t&k-panostusten kasvu vaikuttaa kuvion 9.9 mukaan nopeammin työllisyyden kasvuun kuin tuotannon kasvuun.

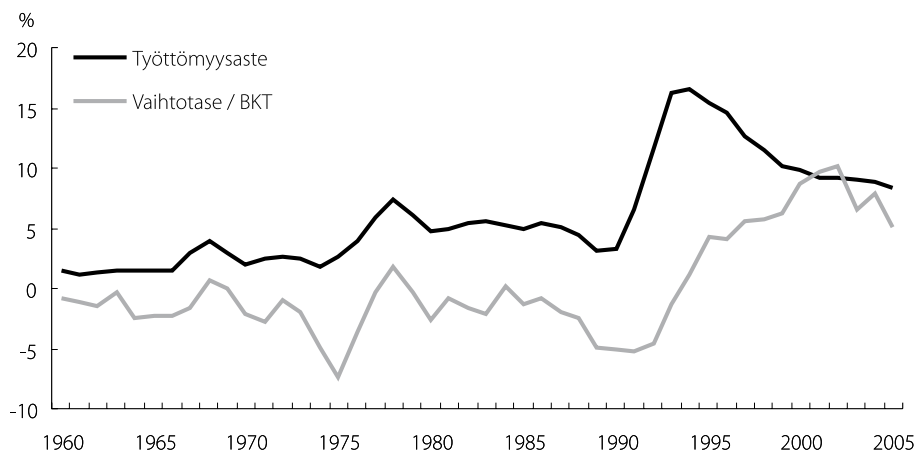
Oletettu t&k-intensiteetin nousu johtaa tarkasteluajakajänteellä lähes 7 000 hengen lisäykseen t&k-henkilöstön määrässä nykytasoon verrattuna. T&k-henkilöstön lisäyksellä on merkittävä vaikutus kokonaistyöllisyyden kehitykseen erityisesti t&k-intensiivisillä toimialoilla. T&k-henkilöstön osuus kokonaistyöllisyydestä oli vuonna 2004 elektroniikkateollisuudessa 28 prosenttia, kemianteollisuudessa 9 prosenttia, koneteollisuudessa 5 prosenttia ja tietojenkäsittelypalveluiden toimialalla 12 prosenttia.

Yleisemmin t&k-intensiteetin nousun työllisyysvaikutuksia määrittää se, että t&k-panostusten lisäys johtaa tuottavuuden kasvuun, mikä tarkoittaa työpanosta säästävän teknologian käyttöönottoa tuotantoprosesseissa ja tuoteyksikköä kohden tarvittavan työpanoksen vähenemistä. Tästä syystä tuottavuuden kasvu johtaa teollisuuden muun kuin t&k-henkilöstön työllisyydessä pidemmällä ajalla laskevaan suuntaan. Sen sijaan muilla toimialoilla talouden kasvun nopeutuminen johtaa työllisyyden paranemiseen. Tämä arvio tuottavuuden kasvun työllisyysvaikutuksista vastaa työllisyyskehityksessä toteutuneita pitkän ajan trendejä siinä mielessä, että teollisuuden työllisyys on ajan mittaan vähentynyt ja muualla kansantaloudessa työllisyys on ollut noususuunnassa.

Vaikka t&k-intensiteetin nousu aikaansaa keskimäärin positiivisia työllisyysvaikutuksia, vaikutus kokonaistyöllisyyden kasvuun jää kuvio 9.9 mukaan suhteellisen lyhytaikaiseksi. Tältä osin tulokset heijastavat sitä tosiasiaa, etteivät t&k-panostukset voi olla ensisijainen ratkaisu kansantalouden työttömyysongelmiin. Julkisen sektorin yrityksille antamien t&k-tukien mitoitusta ja toimialajakoa onkin arvioitava kansantaloudellisten vaikutusten näkökulmasta niin, että tuilla tavoitellaan ennen kaikkea tuottavuuden ja kilpailukyvyyn paranemista sekä talouden kasvua ja vältetään mahdollisia haittavaikutuksia työllisyyteen.

T&k-panostusten lisäyksestä johtuva tuottavuuden ja kilpailukyvyyn kasvu parantaa kauppa- ja vaihtotasetta. Edellä todettiin, että t&k-panostukset aikaansaavat myös pääosin positiivisia vaikutuksia työllisyyteen. Siten t&k-perustainen talouden kasvu voi samanaikaisesti parantaa kansantalouden ulkoista ja sisäistä tasapainoa ja osin selittää Suomen talouden tasapainottumista 1990-luvulla aiempiin vuosikymmeniin verrattuna (kuvio 9.10).

Kuvio 9.10 Talouden sisäinen ja ulkoinen tasapaino



Aiemman kulutus- ja investointivetoisen kasvun aikana aina 1980-luvun lopulle työttömyysaste oli näennäisen alhainen, kun työllisyyttä pönkitettiin ulkomaisella velkaantumisella ja suurella vaihtotasevajeella. 1990-luvulla siirryttiin uuteen t&k-osaamispohjaisen kasvuun vaiheeseen. Viime vuosikymmeneltä alkaen vaihtotase on ollut selvästi ylijäämäinen samaan aikaan kun työllisyys on parantunut ja työttömyysaste on laskenut.

Mitä edellä tarkastellussa mallisimuloinnissa kuvatulla t&k-intensiteetin kasvattamisella aikaansaavat myönteiset kansantaloudelliset vaikutukset merkitsevät julkisen sektorin rahoitusasapainolle? Julkisen sektorin antamien t&k-tukien lisääminen johtaa välittömästi julkisen sektorin rahoitusaseman heikkenemiseen. T&k-tuet eivät ole julkiselle sektorille kuitenkaan pelkästään rahoituksellinen rasite, koska t&k-toiminnan lisääntyminen parantaa vähitellen tuottavuutta ja talouden kasvua ja lisää siten aikaa myöten myös julkisen sektorin verotuloja.

Ennen pitkää verotulojen kasvu vastaa t&k-tukien tasokorotusta. Se kuinka nopeasti lisäverokertymä kasvaa julkisen t&k-tuen lisäystä vastaavaksi, riippuu talouden käyttäytymisestä, muun muassa yritysten insentiiveistä omien t&k-panostusten lisäämiseen. Edellä tarkastellussa mallisimuloinnissa julkisen sektorin verotulojen lisäkertymä kohoaa vuonna 2011 t&k-tukien lisäystä vastaavaksi ja niistä aiheutuva julkisen talouden kumulatiivinen rahoitusali jäämä saadaan katettua vuoteen 2013 mennessä (ks. Rantala, 2006). Sen jälkeen t&k-panostusten tasokorotus parantaa jatkuvasti julkisen talouden rahoitusasemaa. T&k-panostukset ovat siis pitkän päälle taloudellisesti kannattavia myös julkiselle sektorille.

KIRJALLISUUS

- Aghion, P. ja Howitt, P. (1998). *Endogenous Growth Theory*. Cambridge, M.A.: MIT Press.
- Barro, R. J. ja Sala-i-Martin, X. (1995). *Economic Growth*. New York: McGraw-Hill.
- Eurostat (1997). *Euroopan kansantalouden tilinpitojärjestelmä – EKT 1995*. Luxemburg.
- Greenwood, J., Hercowitz, Z. ja Krusell, P. (1997). Long-Run Implications of Investment-Specific Technological Change. *American Economic Review*, 87(3), 342–362.
- Griliches, Z. (1980). Returns to Research and Development Expenditures in the Private Sector. Teoksessa J. Kendrick ja B. Vaccara (toim.), *New Developments in Productivity Measurement and Analysis* (Vol. 44, s. 419–461). NBER, Studies in Income and Wealth: The University of Chicago Press.
- Grossman, G. M. ja Helpman, E. (1991). Quality Ladders in the Theory of Growth. *Review of Economic Studies*, 58, 43–61.
- Jorgenson, D. W., Gollop, F. M. ja Fraumeni, B. (1987). *Productivity and U.S. Economic Growth. Contributions to Economic Analysis*. North Holland, Elsevier Science Publishers B.V.
- Kaseva, H., Mankinen, R. ja Rantala, O. (2005). Palveluiden kasvu, tuottavuus ja kilpailu: katsaus palveluelinkeinojen nykytilaan Suomessa. Teoksessa P. Sinko ja V. Vihriälä (toim.), *Palveluolajen kehitys, tuottavuus ja kilpailu* (s. 47–106). Helsinki: Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja.
- Rantala, O. (2004). *Toimialojen t&k-panostusten ja tuottavuuden ennustejärjestelmä – Julkisen t&k-rahoituksen vaikuttavuus ja tuottavuuden pitkän ajan kasvu*. ETLA Keskusteluaiheita No. 948. Helsinki.
- Rantala, O. (2006). *T&k-panostusten kansantaloudelliset vaikutukset*. ETLA Keskusteluaiheita No. 1028. Helsinki.
- Terleckyj, N. E. (1980). Direct and Indirect Effects of Industrial Research and Development on the Productivity Growth of Industries. Teoksessa J. Kendrick ja B. Vaccara (toim.), *New Developments in Productivity Measurement and Analysis* (s. 359–377). Chicago: University of Chicago Press.
- Tilastokeskus (2004). *Kiinteä pääomakanta 1975–2002 – Aikasarjat*. Kansantalous 2004:1. Helsinki.

VIITTEET

¹ Metsäteollisuuden jalostusasteen kehitystä on kuvattu suhteuttamalla paperiteollisuuden ja puutavara-teollisuuden yhteenlaskettu tuotosvolyymi metsätalouden tuotoksen ja raakapuun tuonnin summaan. Öljynjalostusteollisuuden jalostusaste on laskettu suhteuttamalla toimialan tuotoksen volyymi raakaöljyn kulutuksen volyymiin. Elintarviketeollisuuden jalostusaste on laskettu suhteuttamalla toimialan tuotoksen volyymi maatalouden tuotoksen ja maataloustuotteiden tuonnin summaan.

² Toimialojen reaalisia t&k-menoja laskettaessa nimelliset t&k-menot on tässä yhteydessä deflatoitu kustannusindekseihin, jotka on laskettu toimialan työvoimakustannusten ja BKT:n deflaattorin keskiarvoina. T&k-varannon poistumaksi on oletettu 10 prosenttia vuodessa.

10 AVOIN INNOVAATIOTOIMINTA JA TUOTTAVUUS

Heli Koski*

Uusi tieto on enenevässä määrin digitalisoitavissa ja jaettavissa paikasta riippumatta globaaleille markkinoille. Tämä on tuottanut sekä uudenlaisia liiketoimintamalleja että uudenlaisia innovaatiotoimintamalleja. Monilla talouden sektoreilla on siirrytty kohti entistä avoimempaa innovaatiotoimintaa, joka pyrkii hyödyntämään laajamittaisesti yrityksen ulkopuolella tuotettua tietoa ja innovaatioita ja myös kaupallistamaan yrityksen omaa aineetonta omaisuutta. Tässä luvussa keskustellaan avoimen innovaatiotoiminnan erityispiirteistä ja siitä, kuinka yrityksen ulkoisesta tiedosta ja innovaatioista voidaan hyötyä tuottavuuden näkökulmasta. Case-esimerkkinä käytetään ohjelmistoyritysten avoimeen lähdekoodiin perustuvaa innovaatiotoimintaa.

10.1 JOHDANTO

Endogeenisen kasvuteorian mukaan t&k-toiminta lisää yritysten tuottavuutta sen tuottaman uuden tiedon kautta (ks. esim. Grossman ja Helpman, 1991). Uusi tieto ja innovaatiot merkitsevät teknologista kehitystä ja aiempaa tehokkaampia tuotantotapoja. Yhteiskunnan muuttuessa entistä tietokeskeisemmäksi tieto on enenevässä määrin digitalisoitavissa ja jaettavissa paikasta riippumatta globaaleille markkinoille. Tämä on tuottanut sekä uudenlaisia liiketoimintamalleja että innovaatiomalleja. Monilla talouden sektoreilla on siirrytty kohti entistä avoimempaa innovaatiotoimintaa, joka pyrkii hyödyntämään laajamittaisesti yrityksen ulkopuolella tuotettua tietoa ja innovaatioita ja myös kaupallistamaan yrityksen omaa aineetonta omaisuutta. Markkinoiden globalisoitumisen myötä myös innovaatioiden hyödyntämisessä ja uuden tiedon etsimisessä globaalinäkökulma on korostunut.

Tässä luvussa keskitytään pohtimaan yritysten mahdollisuutta kasvattaa tuottavuutta hyödyntämällä avointa innovaatiotoimintaa ja muiden tuottamaa tietoa. Tieto ei automaattisesti ”läiky” yrityksestä tai alueelta toiselle, vaan tiedon siirtyminen ja leviäminen riippuu keskeisesti yritysten strategisesta käyttäytymisestä tiedon hankkijoina ja käyttäjinä (ks. Laursen ja Salter, 2006). Tämä luku liittyy likeisesti ulkoisvaikutuksia käsittelevään lukuun 5 (Rouvinen) ja innovatiivisten organisatoristen ratkaisujen tuottavuusvaikutuksia pohtivaan

* KTT, tutkimuspäällikkö, ETLa.

lukuun 8 (Mäkinen) – avoin innovaatiotoiminta itsessään on innovatiivinen organisatorinen ratkaisu.

Tässä luvussa keskustellaan aluksi avoimen innovaatiotoiminnan erityispiirteistä – mitä avoin innovaatiotoiminta on ja onko se jotain uutta? – ja siitä, kuinka yrityksen ulkoisesta tiedosta ja innovaatioista voidaan hyötyä tuottavuuden näkökulmasta. Sen jälkeen pohditaan ohjelmistotuotannon case-esimerkin valossa avoimen lähdekoodin ja innovaatiotoiminnan tuottavuuden suhdetta sekä ohjelmistoyritysten että yhteiskunnan näkökulmasta.

10.2 AVOIN INNOVAATIOTOIMINTA – MITÄ SE ON?

Henry Chesbrough lanseerasi termin ”avoin innovaatio” (*open innovation*) suuren yleisön tietoon vuonna 2003 julkaisemassaan teoksessa ”*Open Innovation: The New Imperative For Creating and Profiting from Technology*”. Avoimella innovaatiolla tarkoitetaan sitä, että yritykset tunnistavat, hyödyntävät ja integroivat eri tahoilta (esim. asiakkailta, kilpailijoilta, yliopistoista ja tutkimuslaitoksista sekä muiden alojen yrityksistä) saamiaan ideoita, tietoa ja innovaatioita omaan sisäiseen t&k-toimintaansa ja antavat tai myyvät myös omaa aineetonta omaisuuttaan muiden talouden toimijoiden käyttöön. Avoin innovaatiotoiminta tarkoittaa siis sitä, että yrityksen innovaatio- ja yleisemmin koko liiketoiminnan kannalta relevanttia tietoa virtaa yli yrityksen rajojen molempiin suuntiin ja että yritykset pyrkivät kaupallistamaan sekä niiden omia että muiden kehittämiä innovaatioita.

Äärimmäisessä tapauksessa yritys luopuu immateriaali- eli aineettomista oikeuksistaan¹ innovaatioon ja antaa sen ilmaiseksi kaikkien käyttöön – toisin sanoen: yritys siirtää osan aineettomasta omaisuudestaan julkishyödykkeiksi.² Esimerkiksi avoimeen lähdekoodiin perustuvat ohjelmat ovat tällaisia hyödykkeitä. Tavanomaisempaa kuitenkin on, että yritys kaupallistaa aineetonta omaisuuttaan eli myy tai lisensoi tuottamiaan innovaatioita. Yritysten on arvioitu saavan teknologialisensseistä maailmanlaajuisesti noin 100 miljardia dollaria vuositasolla ja lisenssitulojen määrän kasvavan nopeasti.³

Perinteisesti yritysten innovaatiofilosofia on noudattanut ns. suljettua mallia (*closed innovation*), jossa yritykset ovat pyrkineet tuottamaan uudet ideat ja innovaatiot itse yrityksen sisällä niiden omaa tuotekehitystä, tuotantoa ja myyntiä varten. Johtoajatuksena on ollut se, että menestyksekkäs innovaatiotoiminta vaatii kontrollia, joka puolestaan voidaan saavuttaa pitämällä innovaatiotoiminta mahdollisimman pitkälle yrityksen sisäpuolella. Chesbrough’n mukaan suljettu innovaatiotoimintamalli on monilla toimialoilla tullut tiensä päähän kahdesta syystä. Ensinnäkin, tietotyöntekijöiden määrän kasvu ja liikkuvuus ovat lisääntyneet jatkuvasti tehden yrityksille vaikeaksi niissä kumuloituneiden ideoiden ja tieto-aidon kontrolloinnin. Toiseksi, rahoitusmarkkinoiden muutokset ja erityisesti venture capital -rahoituksen

saatavuuden paraneminen ovat auttaneet monia ison yrityksen tutkimus- ja kehityslaboratoriosta irtautuvien uusien yritysten perustajia kaupallistamaan ideansa. Avoin innovaatiomalli on osoittautunut muuttuneissa markkinaolosuhteissa toimivammaksi innovaatiomalliksi.

Chesbrough'n esittämä avoimen innovaation malli ei ole itse asiassa uusi vaan jatketta jo vuosikymmeniä aiemmin taloustieteilijöiden keskuudessa virinneelle keskustelulle yrityksen oman t&k-toiminnan ja sen ulkopuolisen tiedon hyödyntämisen suhteesta (ks. esim. Allen, 1977). Taloustieteilijät eivät ole käyttäneet termiä "avoin innovaatiotoiminta", mutta lukuisat jo 1960- ja 1970-luvuilla julkaistut tutkimukset ovat todenneet monien toimialojen keskeisten innovaatioiden syntyneen niitä hyödyntävien toimialojen ulkopuolella (Cohen ja Levinthal, 1989).⁴ Runsaasti kiinnostusta herättäneitä kysymyksiä ovat esimerkiksi ulkomaille sijoitetun t&k-toiminnan taloudelliset vaikutukset ja yrityksen absorptiokapasiteetin merkitys yrityksen ulkopuolella tuotetun tiedon hyödyntämisessä (ks. esim. Cohen ja Levinthal, 1990; Antonelli, Marchionatti ja Usai, 2000; Berry, 2006).

10.3 TUOTTAVUUTTA AVOIMEN INNOVAATIOTOIMINNAN AVULLA?

Keskeinen kysymys seuraavassa on voidaanko avoimen innovaatiotoiminnan avulla eli ulkoista tietoa strategisesti yrityksen omassa innovaatiotoiminnassa hyödyntämällä saavuttaa tuottavuusetuja ja jos kyllä niin miten? Näihin kysymyksiin pyritään vastaamaan aihealuetta sivuavan teoreettisen ja empiirisen kirjallisuuden avulla – tosin tutkimuskysymykseen suoraan vastaavia empiirisiä tutkimustuloksia on raportoitu kirjallisuudessa vasta suhteellisen vähän. Tutkijoiden näkökulmasta ongelmallista on se, että ideat ja tieto ovat aineettomia ja vaikeasti mitattavissa. Täten sekä yrityksen sisäisen että sen ulkopuolella tuotetun tiedon tuottavuusvaikutusten empiirinen tutkimus on vaikeaa ja parhaimmillaankin perustuu tietovarantojen karkeisiin proxy-mitareihin (esim. t&k-investointeihin ja patenttien lukumäärään).

Yritys voi luonnollisesti hyötyä ulkopuolisesta tiedosta innovaatiotoiminnassaan ja saada tätä kautta tuottavuusetua vain, jos se aktiivisesti etsii ja käyttää muualla tuotettua tietoa. Jos tietyn tiedon hankkiminen yrityksen ulkopuolelta ja käyttäminen panoksena yrityksen toiminnassa kuluttaa vähemmän sen resursseja kuin saman tiedon tai teknologian tuottaminen itse, tehostaa avoin innovaatiotoiminta yrityksen toimintaa ja kasvattaa sen tuottavuutta. Myös yhteiskunnallisesta näkökulmasta tehottomuus vähenee, kun turhia investointeja tutkimus- ja kehitystoimintaan jo tuotetun tiedon tai innovaation kehittämiseksi vältetään.

Yrityksen innovaatiotoimintaa edistävän ulkopuolisen tiedon hyödynnettävyys vaihtelee suuresti sekä yrityksittäin että toimialoittain. Avoin

innovaatiotoimintamalli ei sovellu kaikille aloille. Esimerkiksi sähkön tuotanto ydinvoimalla tukeutuu pääasiassa sisäisiin innovaatioihin, kun taas esimerkiksi bioteknologian tutkimustoiminta on vilkasta sekä yliopistoissa että toimialan yrityksissä. Muualla tuotettujen innovaatioiden hyödynnettävyys yrityksen sisällä riippuu keskeisesti kahdesta seikasta: i) tiedon saatavuudesta ja ii) yrityksen kyvystä hyödyntää sen ulkopuolella tuotettua tietoa eli sen ns. absorptiokyvystä (Cohen ja Levinthal, 1989).

Tiedon saatavuus

Tiedon saatavuuteen vaikuttaa erityisesti *tiedon muoto* ja *sen siirrettävyys*. Digitaalisesti koodattavissa oleva tieto voidaan helposti tallentaa ja siirtää yksikköjen etäisyydestä riippumatta. Huolimatta yhteiskunnan laajamittaisesta digitalisoitumisesta kaikkea tietoa ei pystytä siirtämään digitaalisessa muodossa. Yrityksen hiljainen tieto (*tacit knowledge*) on työntekijöiden tieto-taitoon ja kokemukseen perustuvaa tietoa, joka on vaikeasti tai ei lainkaan koodattavissa ja siirrettävissä digitaalisessa muodossa. Hiljaisella tiedolla on keskeinen rooli uusien innovaatioiden kehittämisessä ja myös niiden käyttöönotossa. Mitä enemmän hiljaista tietoa innovaation ymmärtämiseen tarvitaan sitä vaikeampaa sen imitoiminen, hyödyntäminen ja jatkokehittäminen on.

Työntekijältä toiselle hiljainen tieto siirtyy parhaiten, kun osapuolet tapaavat kasvotusten. Tähän perustuu myös se, että *yrityksen sijainti* saattaa vaikuttaa tiedon saatavuuteen: *paikalliset ulkoisvaikutukset* (*local spill-overs*) ovat parhaiten hyödynnettävissä, jos yritys sijaitsee lähellä sille relevanttia tietoa tuottavia yliopistoja, tutkimuslaitoksia ja muita yrityksiä. Maantieteellinen läheisyys ja toimiminen samalla tai likeisellä alueella lisää kasvotusten tapahtuvia kontakteja ja täten hiljaisen tiedon siirtymistä. Tämän kirjan luvussa 5 keskustellaan tarkemmin ulkoisvaikutusten ja tuottavuuden välisestä yhteydestä.

Tiedon saatavuus riippuu myös yritysten strategisesta käyttäytymisestä ja erityisesti siitä, kuinka helppoa tiedon ja uusien innovaatioiden salassa pitäminen on ja kuinka vahvoja keinoja toimialalla on käytettävissä ja käytetään aineettoman omaisuuden suojaamiseksi. Vahva aineettoman omaisuuden suoja, kuten mahdollisuus patentoida keksintö, merkitsee yrityksille määräraikaista monopoliasemaa tuotetun innovaation suhteen ja suurempia odotettuja tuottoja t&k-investoinneista ja tarjoaa täten yrityksille kannustimen innovointiin. Tätä kautta voi syntyä uusia tuottavuutta lisääviä teknologioita enemmän kuin syntyisi, jos innovaatioille olisi heikko suoja ja ne olisivat helposti muiden käytettävissä ja hyödynnettävissä. On kuitenkin mahdollista, että vahvat immateriaalioikeudet estävät tai hidastavat innovaation laajaa käyttöönottoa ja täten positiivinen tuottavuusvaikutus rajoittuu vain harvoihin talouden toimijoihin.

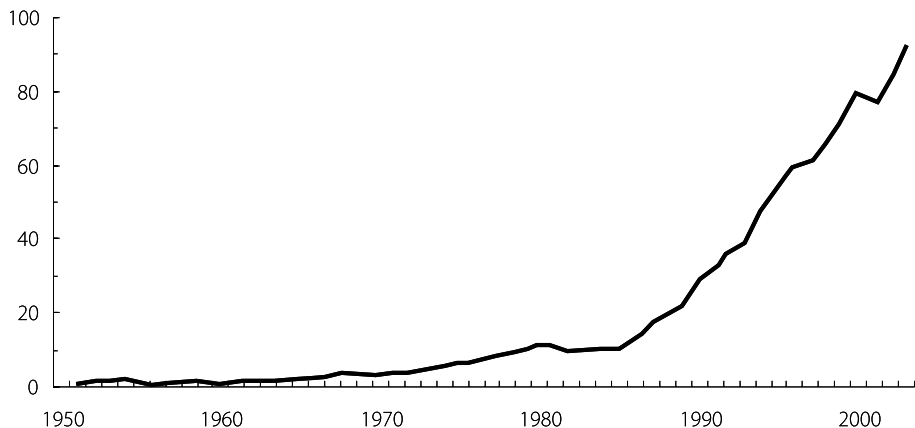
Erityisen ongelmallisia vahvat immateriaalioikeudet ovat aloilla, joilla kehitys on nopeaa ja kumulatiivista. Patentin suojatessa jotakin tai joitakin perustavaa laatua olevia keksintöjä – joille alan kehitys rakentuu – potentiaaliset innovoijat ennakoivat joutuvansa maksamaan aiempien innovaatioiden käytöstä niiden omistusoikeuksien haltijoille ja täten investoivat yhteiskunnallisesta näkökulmasta liian vähän (tai ei lainkaan) t&k-toimintaan kyseisellä alalla. Heikompi aineettoman omaisuuden suoja ja tähän liittyvä nopeampi innovaation leviäminen saattavat täten kasvattaa enemmän talouden kokonaistuottavuutta.

Innovaatioiden syntyminen, hyödynnettävyys ja tuottavuusvaikutukset ovat siis likeisesti linkitettyjä *immateriaalilainsäädäntöön*. Taloustieteen näkökulmasta immateriaalilainsäädännön keskeisenä tehtävänä on sekä tarjota riittävät kannustimet innovaatioiden kehittämiseen että mahdollistaa niiden mahdollisimman laaja leviäminen ja hyödyntäminen yhteiskunnassa. Mitään yleispätevää sääntöä sille, kuinka vahvoja immateriaalioikeuksien tulisi olla, ei kuitenkaan ole olemassa. Taloustieteellinen aihepiirin tutkimus on osoittanut, että esimerkiksi patentoinnilla voi joissakin olosuhteissa olla negatiivinen vaikutus innovointiin, kun taas toisissa olosuhteissa se edistää innovaatioiden leviämistä (OECD, 2004).

Yrityksen absorptiokyky

Yrityksen kyky hyödyntää sen ulkopuolista tietoa eli sen absorptiokyky riippuu keskeisesti sen *aineettomasta varallisuudesta*: yrityksen *inhimillisestä pääomasta* (*human capital*) ja muusta *aineettomasta pääomasta* (*intellectual capital*).⁵ Yritysten varallisuudesta kasvava osa koostuu aineettomasta varallisuudesta (kuvio 10.1).

Kuvio 10.1 Yritysten investoinnit aineettomaan varallisuuteen kasvavat



Lähde: "A market for ideas", The Economist, October 20, 2005.

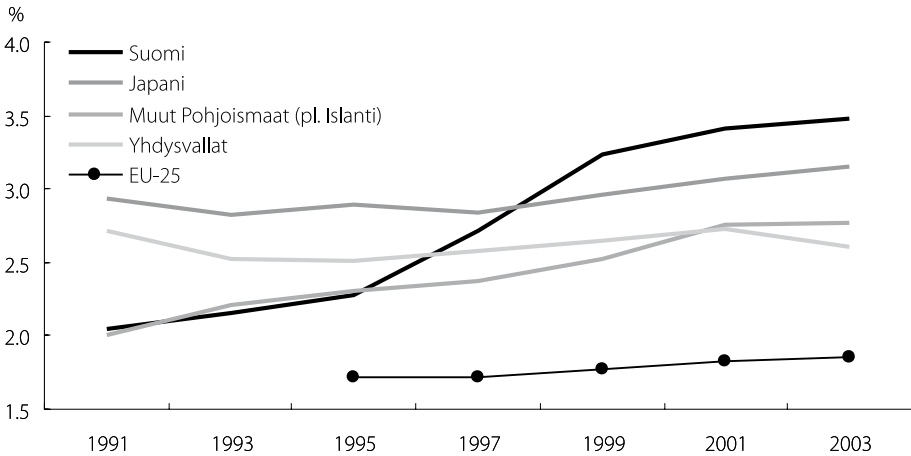
Yrityksen inhimillinen pääoma koostuu sen työntekijöiden tieto-taidosta, kyvyistä ja osaamisesta. Mitä enemmän yrityksellä on inhimillistä pääomaa työntekijöidensä kautta, sitä paremmin yrityksessä voidaan olettaa pystyttävän ymmärtämään sen ulkopuolella tuotettujen ideoiden ja innovaatioiden merkitystä ja hyödyntämään niitä omassa innovaatiotoiminnassaan. Koulutustaso on eräs inhimillisen pääoman mittari – korkeammin koulutettu henkilökunta merkitsee suurempaa inhimillistä pääomaa yritykselle – mutta monien uusien teknologioiden hyödyntämiseen tarvitaan myös erityisiä kykyjä kuten jonkin tietyn alan koulutustaustaa. Esimerkiksi avoimen lähdekoodin ohjelmistojen jatkokehitys vaatii työntekijältä ohjelmointikokemusta. Myös esimerkiksi kokemuksen kautta hankittu liiketoimintaosaaminen ja asiakkuus- ja yhteistyösuhteisiin liittyvä osaaminen ovat yritykselle tärkeää inhimillistä pääomaa. Avoimessa innovaatiotoiminnassa yrityksen ulkoisten suhteiden hallinnan merkitys korostuu.

Yrityksen muu aineeton pääoma tarkoittaa inhimillisen pääoman tuottamaa immateriaalista omaisuutta. Tähän kuuluvat muun muassa organisaation menettelytavat ja kulttuuri ja immateriaalioikeuksiin perustuva varallisuus. Esimerkiksi yrityksen omistamat patentit voivat antaa yritykselle yksinoikeuden tietyn teknologian käyttämiseen omassa innovaatiotoiminnassaan, minkä lisäksi ne voivat toimia maksuvälineenä yrityksen ostaessa sen ulkopuolista tietoa. Yritys voi käyttää ristiinlisensointia eli lisensoida omistamansa teknologian toiselle yritykselle korvauksena itse käyttöön saamastaan toisen yrityksen patentoimasta teknologiasta.

Yrityksen oman t&k-toiminnan laajuus ja kattavuus (tai erikoistuminen) määrittävät sen absorptiokykyä. Yrityksen oman tutkimus- ja kehitystoiminnan ansiosta tietylle teknologia-alueelle kasaantuu hiljaista tietoa, joka on usein edellytys uusien ideoiden hyödyntämiseen t&k-toiminnassa ja voi myös mahdollistaa yrityksen toiminnan laajentamisen uusille markkinoille.⁶ Pääosa yrityksen inhimillisestä pääomasta on hiljaista tietoa. Yrityksen oma t&k-toiminta ei siis pelkästään synnytä tuottavuutta kasvattavia innovaatioita, vaan tätä kautta syntynyt aineeton pääoma vaikuttaa keskeisesti myös siihen, kuinka hyvin yrityksessä pystytään ymmärtämään ja käyttämään sen ulkopuolella tuotettua tietoa innovaatioiden kehittämisessä.⁷ Mitä vähemmän yrityksen erityisiin tarpeisiin suunnattua tietoa on (esim. yliopistoissa tehdystä perustutkimuksesta syntynyt tieto), sitä suurempi merkitys yrityksen absorptiokyvyllä on. Absorptiokyvyn paraneminen voi tarjota yrityksille kannustimen t&k-investointeihin ja lisätä niiden innovaatiohalukkuutta myös markkinoilla, joilla t&k-toiminnan tulosten leviäminen kilpaileviin yrityksiin tapahtuu suhteellisen nopeasti ja helposti – suora suhteellinen tuottavuusetu innovaatioista pienenee täten varsin nopeasti.

Oman t&k-toiminnan merkitys yrityksen kykyyn hyödyntää muualla tuotettua tietoa innovaatiotoiminnassa voi olla hyvin erilainen eri teknologia-aloilla riippuen erityisesti siitä kuinka nopeaa ja kumulatiivista alan teknologia-

Kuvio 10.2 T&k-investoinnit ovat lisänneet suomalaisten yritysten ja tutkimuslaitosten absorptiokykyä, t&k-menot suhteessa bruttokansantuotteeseen



Lähde: OECD.

kehitys on (Cohen ja Levinthal, 1990). Mitä kumulatiivisempaa teknologiakehitys alalla on, eli mitä enemmän tieto perustuu aiempiin tutkimustuloksiin (jotka täytyy ensin ymmärtää), sitä enemmän kokemusta ja aiempaa t&k-toimintaa alueella tarvitaan tiedon hyödyntämiseksi. Teknologisen kehityksen nopeus tutkimusalalla puolestaan korostaa yrityksen oman t&k-toiminnan laajuuden merkitystä; nopeasti kehittyvillä aloilla tarvitaan enemmän työntekijöitä pysymään mukana kehityksessä. Tieto- ja viestintäsektori on esimerkki toimialasta, jolla teknologiat ovat kehittyneet kumulatiivisesti ja nopeasti.

Aineistoanalyysiin perustuvat tutkimukset tukevat ajatusta yrityksen oman innovaatiotoiminnan roolista sen tuottavuuden kasvattajana absorptiokyvyn paranemisen kautta. Esimerkiksi Jaffen (1986) tutkimus puoltaa oman t&k-toiminnan merkitystä yrityksen ulkopuolisen tiedon hyödyntämisessä: muiden yritysten t&k-toiminta kasvattaa yrityksen omaa patentointia ja voittoja enemmän niissä yrityksissä, joiden omat t&k-menot ovat suuremmat. Griffithin, Reddingin ja Van Reenenin (2003, 2004) raportoimat tutkimustulokset, jotka perustuvat 12 OECD-maan toimialatason aineistoon vuosilta 1974–1990, viittaavat inhimillisen pääoman ja oman t&k-toiminnan kasvattavan kokonaistuottavuutta teknologian siirron kautta suhteellisesti eniten niillä toimialoilla/maissa, jotka ovat suhteellisen kaukana teknologiakärjen kehityksestä. Toisin sanoen, suurin suhteellinen hyöty voidaan muiden tuottamista innovaatioista saada investoimalla t&k-toimintaan niillä alueilla, joilla oma innovaatiotoiminta on suhteellisen vähäistä ja heikosti kehittyntä. Suhteellisen edun teorian mukaan sen sijaan on järkevää erikoistua (maan) omiin vahvuusalueisiin ja ostaa ne tuotteet ja teknologiat, jotka muut pystyvät tuottamaan tehokkaammin (ks. tämän kirjan luku 11). Toisinaan yrityksen kannattaakin ulkoistaa innovaatioiden kehittäminen.

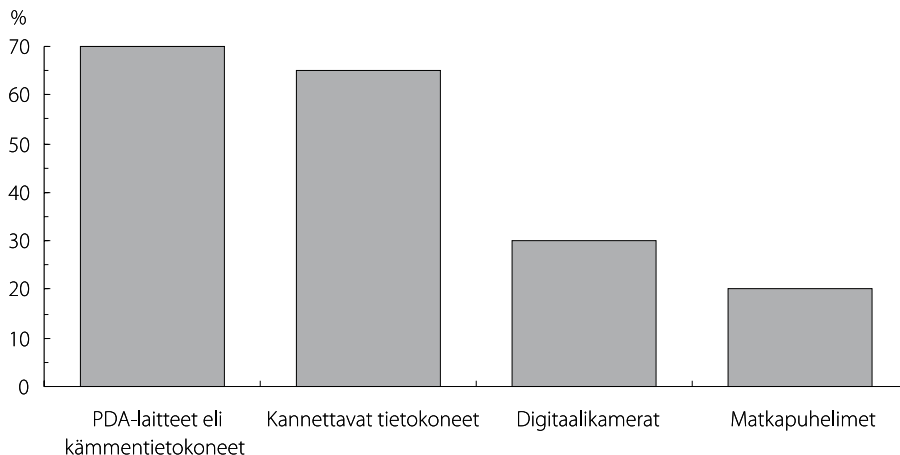
Innovaatiotoiminnan ulkoistaminen

Yrityksen näkökulmasta saattaa olla tehokkainta siirtää ainakin osa sen innovaatiotoiminnasta yrityksen ulkopuolelle, joko toiselle yritykselle tai suoraan loppukäyttäjälle. Monilla toimialoilla avoin innovaatiomalli onkin toteutunut entistä laajempaan t&k-toiminnan ulkoistamisena ja monet suuret yritykset ovat strategisesti siirtämässä tuotekehitystä yrityksen ulkopuolelle⁸. Myös tekniin innovaatioihin kiinteästi liittyviä muotoiluinnovaatiota ulkoistetaan, ja esimerkiksi ICT-alan yritykset ovat jättäneet etenkin kannettavien tietokoneiden ja PDA-laitteiden eli kämmentietokoneiden muotoilun yrityksen ulkopuolisille tahoille (kuvio 10.3).

Uusia tuotteita kehittäessään yritykset pyrkivät hankkimaan tietoa tuotteiden käyttäjien toiveista ja tarpeista ja suuntaamaan tuotekehitystään tämän perusteella. Toisinaan ja erityisesti silloin, kun asiakkaiden tarpeet ovat nopeasti muuttuvia sekä monimutkaisia ja heterogeenisiä, nopeampi ja tehokkaampi toimintamalli on antaa tuotteiden (loppuvaiheen) kehitys asiakkaalle itselleen (von Hippel, 1998; Thomke ja von Hippel, 2002).⁹ Yrityksen tehtäväksi jää tarjota työkalu (esimerkiksi tietokoneohjelma), jonka avulla loppukäyttäjä voi kehittää omia tarpeitaan vastaavan tuotteen.

Innovaatiotoiminnan ulkoistamisella yritys voi saada suoraa tuottavuushyötyä, jos uusi teknologia tai muotoiluinnovaatio pystytään tuottamaan edullisemmin yrityksen ulkopuolella. Tutkimus- ja kehitystoiminnan siirtäminen yrityksen ulkopuolelle voi kuitenkin murentaa sen kykyä ymmärtää ja hyödyntää muualla tuotettua tietoa ja innovaatioita, jolloin ulkoistamisen tuottavuusvaikutukset saattavatkin olla negatiiviset pitkällä tähtäyksellä.

Kuvio 10.3 Innovaatiotoiminnan ulkoistaminen: ICT-yritysten muotoilu



Lähde: Aineistolähteenä Business Week Online, March 21, 2005.

10.4 AVOIN INNOVAATIO OHJELMISTOYRITYKSISSÄ – CASE OPEN SOURCE

Tämän hetken ehkä tunnetuin ja laajimmalle levinnyt avoin innovaatiomalli on avoimeen lähdekoodiin perustuva ohjelmistotuotanto (*open source software*). Monet käyttävät tietämättäänkin avoimeen lähdekoodiin perustuvia ohjelmia päivittäin: on arvioitu, että yli 60 prosenttia Internet-sivustoista toimii avoimeen lähdekoodiin perustuvaa Apache www-palvelinta käyttäen¹⁰. Avoimeen lähdekoodiin perustuvien ohjelmien lähdekoodi on ilmaiseksi saatavilla Internetissä; se on kaikkien käytettävissä, muokattavissa ja uudelleen jaettavissa. Kaupallisilla lisensseillä tarjottavien ohjelmien lähdekoodi ei sen sijaan ole tuotteen lisensoijan nähtävissä, eikä sitä voi täten muokata ja kehittää edelleen omiin tarpeisiin tai käyttää sitä osana uutta ohjelmistoa.

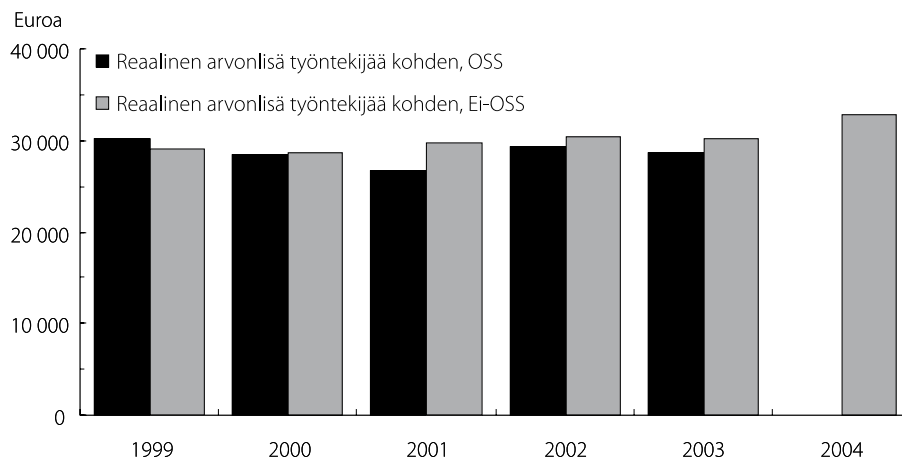
Avoimen lähdekoodin ohjelmistoja käyttävät ja tuottavat yksittäiset ohjelmoijat ja yritykset siis tuottavat innovaationsa toimintaympäristössä, jossa muiden kehittämät aiemmat innovaatiot (ohjelmakoodit) ovat vapaasti käytettävissä ja jossa uudet innovaatiot annetaan ilmaiseksi kaikkien muiden käytettäväksi. Avoimen lähdekoodin tuotanto on täten ääriesimerkki avoimen innovaatiotoimintamallin soveltamisesta.

Yhteiskunnallisesta näkökulmasta avoimen lähdekoodin ohjelmistotuotantomalli on ainakin periaatteessa tehokkaampi innovaatiomalli kuin kaupallisiin ohjelmalisensseihin perustuva. Aiemmin tuotetun koodin ollessa kaikkien nähtävillä ja käytettävissä, vältetään turhaa, moninkertaista saman tehtävän suorittamiseen tarvittavan koodin kehittämistyötä. Avoimen lähdekoodin tuotantomallin, jossa lukuisat ohjelmoijat toimivat koodin tarkistajina ja ohjelmavirheiden korjaajina, on myös arvioitu tuottavan laadullisesti parempia ohjelmia.¹¹

Ohjelmistoja pelkästään käyttävien yritysten näkökulmasta avoimen lähdekoodin ohjelmien taloudelliset hyödyt verrattuna kaupallisiin lisenssein myytäviin ohjelmistoihin eivät ole selviä. Avoimen lähdekoodin ohjelmat itsessään eivät maksa, mutta niiden kokonaiskäyttökustannukset – joihin kuuluvat lisenssimaksun lisäksi esimerkiksi koulutuksen, ylläpidon ja käyttötuen kustannukset – voivat olla suuremmat kuin vastaavien kaupallisilla lisensseillä tarjottavien ohjelmistojen (Gartner, 2003). Kirjallisuudessa on myös viitteitä siihen, että tietotekniikan käytön kokonaiskustannuksia pystytään pienentämään avoimen lähdekoodin ohjelmistojen käytöllä (Fitzgerald ja Kenny, 2003).

Yksittäisen ohjelmistoja valmistavan yrityksen näkökulmasta avoimen lähdekoodin käytön ja tarjonnan kautta voidaan myös kasvattaa yrityksen tuottavuutta. Yrityksen ei tarvitse lähteä kehittämään ohjelmakoodia alusta asti, vaan se voi muokata kehitettyä koodia omia tarpeitaan vastaavaksi. Tällöin valmis ohjelma saadaan aikaiseksi käyttäen vähemmän työtunteja ja ohjelmatuotannon tehokkuus kasvaa työn tuottavuuden kasvun myötä. Avoimen lähdekoodin kaupallinen hyödynnettävyys tuotannossa riippuu keskeisesti

Kuvio 10.4 Työn tuottavuus ohjelmistoyrityksissä



Lähde: Kirjoittajan keräämä aineisto.

ohjelman lisenssistä. Erityisen tärkeää ohjelmistoyritysten näkökulmasta on se, saako ohjelmakoodin avulla kehitettyä ohjelmaa tarjota kaupallisella lisenssillä vai onko kehitetty koodi tarjottava ilmaiseksi jollakin tietyllä open source -lisenssillä. Avoimen lähdekoodin tuotteiden avulla voidaan siis kehittää myös ohjelmistotuotteita, joita jaetaan kaupallisilla lisensseillä, jos käytetyn lähdekoodin lisenssi vain sen sallii.

Yritystasolla avoimen lähdekoodin käytön vaikutuksista ohjelmistoyritysten tuottavuuteen on vasta alustavia systemaattiseen aineistoanalyysiin perustuvia tuloksia. Suomalaisista ohjelmistoyrityksistä vuoden 2004 loppupuolella ja 2005 alkupuolella kerätty 170 yrityksen (tilinpäätösaineistoon yhdistetyn) kyselyaineiston valossa avointa lähdekoodia tarjoavat yritykset vaikuttavat tehottomammilta kuin kaupallisiin ohjelmistotuotteisiin keskittyneet yritykset (Koski, 2007).¹² Niiden keskimääräinen reaalin arvonnäkökulmasta työntekijää kohden vuosina 1999–2004 oli alle 29 000 euron, kun se oli vastaavasti yli 30 000 euroa työntekijää kohden kaupallisia palveluita tarjoavissa yrityksissä.¹³ Estimointitulokset osoittavat, että työn tuottavuus avoimen lähdekoodin ohjelmia tarjoavissa yrityksissä on tilastollisesti merkittävästi alhaisempi kuin muissa aineiston ohjelmistoyrityksissä.

Saadut tulokset eivät välttämättä merkitse sitä, että avoimen lähdekoodin tarjontaan perustuvat liiketoimintamallit johtavat tehottomampaan toimintaan. Avoimen lähdekoodin tarjoamiseen perustuva liiketoimintamalli on kohtalaisen tuore, ja sen tuottavuusvaikutukset konkretisoituvat mahdollisesti viipeellä ja ovat nähtävissä vasta uudemman aineiston analyysissä. On myös mahdollista, että avoimemman innovaatiomallin ovat valinneet kilpailukeinokseen muita tehottomammat yritykset, jolloin havaittu suhteellisesti muita alhaisempi työn tuottavuus ei ole seurausta innovaatiotoimintamallista. Tutkimus näistä kysymyksistä jatkuu.

10.5 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ INNOVAATIOPOLITIIKAN NÄKÖKULMASTA

Avoimen innovaation malli ei ole uusi, mutta sen merkitys on kasvanut markkinoiden muutosten ja erityisesti digitalisoitumiseen ja Internetin käytön kasvuun liittyvän globalisoitumisen seurauksena. Avointa innovaatiotoimintaa yritykset voivat parhaiten hyödyntää kehittämällä omaa absorptiokykyään (esimerkiksi investoimalla osaaviin työntekijöihin ja t&k-toimintaan), aktiivisella yrityksen ulkoisen tiedon hankinnalla ja oman aineettoman omaisuuden kaupallistamisella sekä ulkoistamalla tarpeen mukaan omaa tutkimus- ja kehitystoimintaansa. Investoinnit inhimilliseen pääomaan ja omaan innovaatiotoimintaan eivät tuota pelkästään suoria tuottavuushyötyjä vaan ne myös edesauttavat muualla tuotetun tiedon ymmärtämistä ja hyödyntämistä ja tätä kautta voivat kasvattaa epäsuorasti tuottavuutta.

Suomalaisten yritysten ja tutkimuslaitosten kyvyn hyödyntää niiden ulkopuolista tietoa voidaan olettaa olevan verrattain korkea suomalaisen yleisen korkean koulutustason ja viime vuosina jatkuvasti kasvaneiden t&k-investointien ansiosta. Investoinnit tutkimus- ja kehitystoimintaan ovat olleet mittavia erityisesti tieto- ja viestintäsektorilla. Suomen kaltaisessa pienessä maassa resurssit eivät riitä huippuosaamiseen kaikilla aloilla – valintoja täytyy tehdä. Koulutuksen merkitys korostuu, kun sekä tutkimuksessa että yritystoiminnassa väistämättä joudutaan keskittymään tietyille sektoreille. Jotta pystyttäisiin hyötymään maksimaalisesti globaalista kehityksestä myös suomalaisten erikoistumisalueiden ulkopuolella, tarvitaan koulutettuja työntekijöitä, jotka osaavat sekä hankkia tietoa toimiala- ja maarajojen ylitse että pystyvät joko käyttämään sitä itse tai tarjoamaan sitä niille, jotka näitä ulkopuolisia tietoja ja innovaatioita parhaiten pystyvät hyödyntämään.

Immateriaalioikeudet ja niihin liittyvä lainsäädäntö vaikuttavat keskeisesti yritysten mahdollisuuksiin sekä hyödyntää toisten tuottamaa tietoa että kaupallistaa omia innovaatioitaan. Immateriaalioikeuksiin liittyvän osaamisen merkitys kasvaa siirryttäessä entistä avoimempiin innovaatiotoimintamalleihin. Tämä asettaa haasteita sekä yrityksille aineettoman omaisuuden suojaamiskeinojen soveltamisessa että poliittisille päätöksentekijöille immateriaalioikeuksiin liittyvän lainsäädännön kehittämisessä.

KIRJALLISUUS

- Allen, T. J. (1977). *Managing the Flow of Technology*. Cambridge: MIT Press.
- Antonelli, C., Marchionatti, R. ja Usai, S. (2000). *Productivity and external knowledge: The Italian case*. Mimeo July 2000.
- Berry, H. (2006). Leaders, laggards, and the pursuit of foreign knowledge. *Strategic Management Journal*, 27(2), 151–168.
- Cohen, W. M. ja Levinthal, D. A. (1989). Innovation and Learning: The Two Faces of R&D. *Economic Journal*, 99, 569–596.
- Cohen, W. M. ja Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128–152.
- Fitzgerald, B. ja Kenny, T. (2003). Open Source Software in the Trenches: Lessons from a Large-Scale Implementation. *Tooksessa Proceedings of the Twenty-Fourth International Conference on Information Systems*. Seattle, December 2003.
- Gartner. (2003). *Examining Where Desktop Linux and Open-Source Office Products Make Sense*. Research No. G00129106.
- Griffith, R., Redding, S. ja Van Reenen, J. (2003). R&D and Absorptive Capacity: Theory and Empirical Evidence. *Scandinavian Journal of Economics*, 105(1), 99–118.
- Griffith, R., Redding, S. ja Van Reenen, J. (2004). Mapping the two faces of r&d: productivity growth in a panel of OECD industries. *Review of Economics & Statistics*, 86(4), 883–895.
- Grossman, G. M. ja Helpman, E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MA and London: MIT Press.
- Jaffe, A. B. (1986). Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value. *American Economic Review*, 76(5), 984–999.
- Koski, H. (2007). *Do open innovation models boost software firms' productivity?*, Julkaisematon työpäpaperi.
- Koski, H. ja Krestchmer, T. (2006). *Innovation and dominant design in mobile telephony*. ETLA Keskusteluiheita 1012. Helsinki.
- Kuan, J. (2001). *Open Source Software as Consumer Integration into Production*. Working paper, [Http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=259648](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=259648).
- Laursen, K. ja Salter, A. (2006). Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, 27(2), 131–150.
- OECD. (2004). *Report on patents and economic performance*. OECD 2004/01
- Thomke, S. ja von Hippel, E. (2002). Customers as Innovators: A New Way to Create Value. *Harvard Business Review*, 80(4), 74–81.
- von Hippel, E. (1998). Economics of product development by users: The impact of 'sticky' local information. *Management Science*, 44(5), 629.
- von Hippel, E. (2005). *Democratizing Innovation*. Cambridge: MIT Press.

VIITTEET

- ¹ Immateriaalioikeuksiin kuuluvat tekijänoikeudet ja teolliset oikeudet (esim. patentit ja tuotemerkit).
- ² Esimerkiksi IBM luovutti vuoden 2005 tammikuussa 500 omistamaansa patentoitua innovaatiota julkiseen, maksuttomaan käyttöön. IBM:n asettamana ehtona oli, että näitä innovaatioita saa käyttää vain avoimen lähdekoodin ohjelmistojen tuotantoon.
- ³ "A market for ideas", The Economist, October 20, 2005.
- ⁴ Esimerkiksi monet tietokoneiden valmistukseen tarvittavat innovaatiot – erityisesti puolijohteisiin liittyvä kehitystyö, jota on hyödynnetty laajalti tietokonevalmistuksessa – on kehitetty muilla toimialoilla.
- ⁵ Aineettoman varallisuuden merkitys yrityksissä on kasvanut suuresti. Aineettoman varallisuuden arvon mittaaminen on vaikeaa, mutta on arvioitu, että jopa kolme neljäsosaa amerikkalaisten julkisten osakeyhtiöiden arvosta koostuu aineettomasta pääomasta, kun se 1980-luvun alkupuolella muodosti noin 40 prosenttia yritysten arvosta. ("A market for ideas", The Economist, October 20, 2005.)
- ⁶ Usein yritykset laajentavat toimintaansa markkinoille, joilla ne voivat hyödyntää niihin kumuloitunutta osaamista ja tieto-taitoja (esim. tuotanto vaatii hyvin samantyyppistä teknologista perusosaamista). Esimerkiksi monet matkapuhelinvalmistajista ovat toimineet jo ennen matkapuhelinmarkkinoille tuloa tieto- ja viestintä-sektorin valmistajina. Taiwanilainen tietokonevalmistaja Arima ja kiinalainen televiestintäjättiläinen ZTE toivat ensimmäiset matkapuhelimensa markkinoille 2000-luvun alkupuolella (Koski ja Krestchmer, 2006).
- ⁷ Taloustieteellisissä tutkimuksissa on tarkasteltu yleisemmin yrityksen oman t&k-toiminnan suoria vaikutuksia sen tuottavuuteen (ks. tämän kirjan kappale 9) ja muiden yritysten t&k-toiminnasta saatavan tiedon leviämisen kautta eli ulkoisvaikutuksina (spill-overs) saatavia tuottavuushyötyjä (ks. tämän kirjan kappale 5). Ulkoisvaikutuksia on usein tarkasteltu toimialojen välisinä käsittelemättä eksplisiittisesti yritysten omaa tiedon hankintaan liittyvää strategista käyttäytymistä (kuten absorptiokyvyn lisääminen oman t&k-toiminnan avulla), joka vaikuttaa ulkoisvaikutusten sisäistämiseen yritystasolla.
- ⁸ Esimerkiksi Procter & Gamble Co. on ilmoittanut pyrkivänsä ulkoistamaan puolet tuoteideoistaan vuoteen 2010 mennessä. Vuonna 2005 sen tuoteideoista 20 prosenttia tuli yrityksen ulkopuolelta. (Lähde: Business Week Online, March 21, 2005.)
- ⁹ Monet tehdastuotantona massamarkkinoille tuotetut tuotteet ovat myös alun perin syntyneet käyttäjien innovaatioina. Esimerkiksi ensimmäiset maastopyörät olivat pyöräilyharrastajien tavallisista polkupyöristä erilaisiin maasto-olosuhteisiin muokkaamia. Maastopyörien kaupallinen tuotanto alkoi 1970-luvun puolivälissä joidenkin ensimmäisten maastopyörien käyttäjien alkaessa tuottaa pyöriä muiden käyttöön. Vuoteen 2000 mennessä maastopyörien markkinat kattoivat 65 prosenttia (noin 58 miljardia USD) polkupyörien vähittäismyynnistä. (von Hippel, 2005.)
- ¹⁰ Lähde: June 2006 Web Server Survey. (http://news.netcraft.com/archives/web_server_survey.html).
- ¹¹ Esimerkiksi Kuan (2001) totesi aineistoanalyysinsä perusteella, että avoimen lähdekoodin ohjelmien ohjelmavirheet korjataan nopeammin kuin kaupallisilla lisensseillä myytävien ja ne ovat täten ainakin tässä suhteessa laadultaan kuin kaupalliset ohjelmat.
- ¹² Kansainvälisessä mittakaavassa suomalaiset ohjelmistoyritykset ovat verrattain pieniä. Otoksen yrityksistä suurimmat tulot työntekijää kohden jäivät alle 230 000 euron, kun ohjelmistotalan jättiläinen Microsoft sai vuonna 2003 tuloja liki 600 000 dollaria työntekijäänsä kohden. Maailman 500 ohjelmistotalan kärkiyrityksen keskimääräiset tulot työntekijää kohden olivat kyseisenä vuonna noin 177 000 dollaria (<http://www.softwareremag.com/>).
- ¹³ Mielenkiintoinen tuottavuusmittari – joka tosin ei ota huomioon ohjelmistoyritysten palvelutuotantoa – olisi myös esimerkiksi tuotettujen ohjelmakoodirivien määrä henkilötyökuukautta kohden, mutta käytetty aineisto ei valitettavasti tarjoa näitä tietoja.

OSA IV

11	INTEGRAATIO, ERIKOISTUMINEN JA TUOTTAVUUS <i>Mika Widgrén</i>	189
12	OMISTUKSEN KANSAINVÄLISTYMISEN VAIKUTUS MIKROTASON DYNAMIIKAN KAUTTA TUOTTAVUUTEEN <i>Pekka Ilmakunnas ja Mika Maliranta</i>	201
13	POLITIIKKAPÄÄTELMÄ, YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ <i>Mika Maliranta ja Pekka Ylä-Anttila</i>	215

11 INTEGRAATIO, ERIKOISTUMINEN JA TUOTTAVUUS

Mika Widgrén*

Artikkelissa tarkastellaan suhteellisen edun sekä uuden talousmaantieteen kasautumisvoimien suhdetta tuottavuuteen, kun kaupan esteitä puretaan. Tarkastelussa todetaan, että molemmilla tekijöillä on merkittävä vaikutus. Suhteellinen etu kohentaa tuottavuutta niillä toimialoilla, joilla on suhteellinen etu, tietyin edellytyksin jopa itseään voimistaen. Tämä merkitsee myös sitä, että suhteellinen etu ei ole staattinen vaan ajassa muuttuva suure. Uuden talousmaantieteen kasautumisvoimat tarvitsevat tuottavuuden jatkuvaa kasvua toimiakseen hajautusvoimia voimakkaammin. Tällöin tuotannon kasautuminen merkitsee automaattisesti tuottavuuden kasvua. Jos tuotannontekijöiden (työvoiman) liike maiden välillä on vähäistä, suhteellinen etu toimii hajauttavana tekijänä, koska maat erikoituvat sen mukaisesti. Maiden sisällä agglomeraatiovoimat toimivat voimakkaammin, koska työvoima liikkuu tyypillisesti enemmän maiden sisällä kuin niiden välillä. Integraation tiivistyessä tämä ero kuitenkin madaltuu.

11.1 INTEGRAATION KAKSI VAIKUTUSKANAVAA

Integraatiolla ja yleisesti kaupan esteiden alentamisella on kahdenlaisia vaikutuksia riippuen siitä, kuinka liikkuvia tuotannontekijät ovat. Ääritapauksena voidaan ajatella tilannetta, jossa työvoima ei liiku lainkaan maasta tai alueelta toiseen. Tällöin kauppa ja tuotannontekijäliikkeet ovat substituoituvia ja niin sanotun klassisen kaupan teorian mukaan maat erikoistuvat suhteellisen etunsa mukaisesti, kun kaupan esteitä alennetaan. Jos työvoima liikkuu, kaupan esteiden alentamisella on hyvin erilaiset vaikutukset, koska tällöin niin sanotut kasautumisvoimat pyrkivät keskittämään taloudellista toimeliaisuutta. Tämän uuden talousmaantieteen mukaan kaupan esteiden alentaminen voi johtaa totaaliseen kasautumiseen, jolloin syntyy taloudellisesti toimeliaita alueita ja toisaalta autioituneita alueita. Toisena vaihtoehtona on, että tietyt tuotannonalat keskittyvät tietylle alueelle ja toiset tuotannonalat taas jollekin toiselle alueelle.¹

Suhteellisen edun hyödyntämisellä on positiivinen vaikutus tuottavuuteen, koska maat erikoistuvat niille toimialoille, joissa tuottavuus on suhteellisesti korkein. Myös uuden talousmaantieteen kasautumisvoimat ovat yhtey-

* VTT, professori, Turun kauppakorkeakoulu; tutkija, ETLA; Research Fellow, CEPR ja CESifo.

dessä tuottavuuteen. Kasautumisvoimia vastaan on olemassa niin sanottuja hajautusvoimia, jotka estävät keskittymistä, ellei kasautumisella ole riittävän suurta positiivista vaikutusta tuottavuuteen, mikä kumoaa hajautusvoimat.

11.2 SUHTEELLISEN EDUN NÄKÖKULMA ERIKOISTUMISEEN JA TUOTTAVUUTEEN

Kansainvälisen kaupan teorian mukaan ulkomaankaupan ja tuotannontekijäliikkeiden esteiden aleneminen (integraatio) ja globalisaatio edesauttavat kauppaa käyviä maita tehostamaan talouttaan. Tämä tapahtuu keskittämällä tuotantoa niille toimialoille, joissa kyseinen maa on suhteellisesti muita maita tehokkaampi, eli sillä on niin sanottu suhteellinen etu. Tämän mukaan taloudellisen integraation voi odottaa lisäävän erikoistumista.

Klassisessa ulkomaankauppateoriassa suhteellinen etu perustuu kahden tekijään: tuottavuuteen² ja tuotannontekijöiden suhteelliseen runsauteen.³ Edellisessä maiden suhteellinen tuottavuus ohjaa erikoistumista. Onkin syytä pitää mielessä, että vaikka jokin maa olisi absoluuttisesti tuottavin kaikilla teollisuuden aloilla, kaikki teollisuus ei siirtyisi tähän maahan, vaan erikoistuminen tapahtuisi niillä toimialoilla, jotka olisivat suhteellisesti kaikkein tuottavimpia. Jälkimmäisessä tapauksessa erikoistumista ohjaavat suhteelliset tuotannontekijävarannot ja jälleen niille toimialoille, joiden tuotannossa käytetään intensiivisesti sitä tuotannontekijää, jota maassa on runsaasti.⁴

Talouden integraation syventyessä suhteellisen edun pitäisi siis voimistaa erikoistumista. Tällöin maat erikoistuvat niille toimialoille, joissa niillä on ollut suhteellinen etu, kun kaupan esteet ovat olleet korkeammat. Perimmiltään tämä johtuu siitä, että huolimatta tiivistyvistä integraatiosta maiden välillä on edelleen kaupan esteitä. Ne eivät ole näkyviä esteitä, kuten tullit, vaan näkymättömiä. Tämä tarkoittaa sitä, että nykyisenkaltaisen sisämarkkinaintegraation ei pitäisi johtaa tilanteeseen, jossa esimerkiksi jokin EU-maa autioituu kokonaan, koska suhteellisen edun periaatteen mukaisesti kaikki maat pysyvät erikoistumaan johonkin.⁵ Tämän vuoksi suhteellista etua voidaan pitää myös tuotantoa hajauttavana tekijänä, joka toimii yleistä kasautumista vastaan (Forslid ja Wooton, 2003).

Suhteellisen edun hyödyntäminen vaikuttaa tuottavuuteen. Kun kaupan kustannukset alenevat, suhteellisen edun toimialojen yritysten tuottavuus paranee, mikä voimistaa edelleen suhteellista etua. Vaikka suhteellista etua on tyypillisesti käsitelty niin sanotuissa klassisissa ulkomaankauppamalleissa, jotka olettavat täydellisen kilpailun sekä tuonti- ja vientihyödykkeiden täydellisen substituoitavuuden, Bernard, Redding ja Schott (2007) tarkastelevat suhteellista etua osana monopolistisen kilpailun ulkomaankauppamallia, jossa oletetaan kasvavat skaalaedut. Heidän tulostensa mukaan yritysten reaktio kaupan esteiden alenemiseen saa aikaan ricardolaisia tuottavuusvaikutuksia,

jolloin suhteellisesta edusta tulee endogeeninen. Suhteellisen edun toimialojen vienti sekä yritysten koko ja lukumäärä kasvavat. Suhteellisesta edusta lähtöisin oleva tuottavuuden kasvu siis voimistaa edelleen suhteellista etua. Suhteellinen etu ei siis ole staattinen käsite.

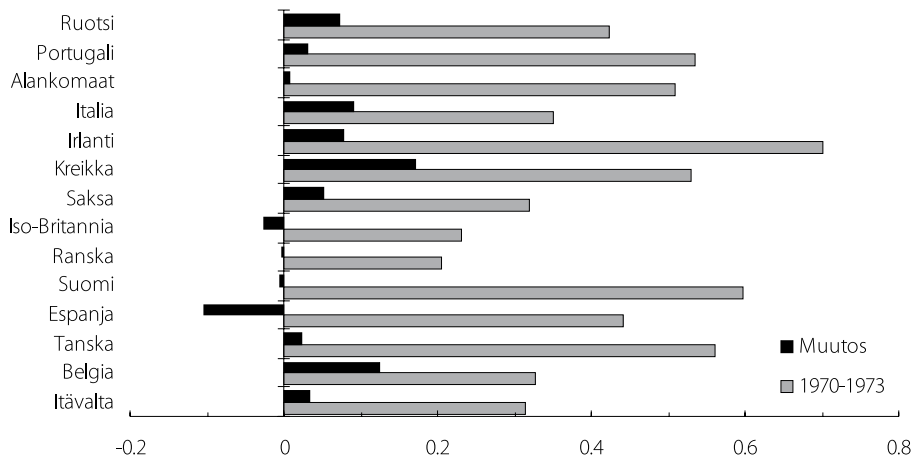
Erikoistumista mitataan usein niin sanotulla Krugman-indeksillä (Krugman, 1991a). Se voidaan määritellä seuraavasti:

$$e_i = \sum_{j=1}^n |s_{ji} - s_j^*| \quad (1)$$

jossa e_i on maan i Krugman-erikoistumisindeksi, s_{ji} toimialan j osuus maan i kokonaistuotannosta ja s_j^* toimialan j osuus referenssiryhmän (esimerkiksi EU) kokonaistuotannosta. Jos maan i ja referenssiryhmän tuotantorakenteet ovat identtiset, indeksi saa arvon nolla, koska kaikki itseisarvotermit ovat nollia. Mitä enemmän maan i tuotantorakenne eroaa referenssiryhmän tuotantorakenteesta, sitä suuremman arvon indeksi saa. Indeksillä vaihtelee välillä $[0,2]$.

Midelfart-Knarvik ja Overman (2002) käyttävät Krugman-indeksiä tarkastellessaan erikoistumisen kehitystä EU15-maissa 1970-luvun alusta 1990-luvun lopulle (ks. kuvio 11.1). He tulevat siihen johtopäätökseen, että erikoistuminen on lisääntynyt mainittuna ajankohtana jonkin verran, mikä tukee kansainvälisen kaupan perusnäkökulmaa. Tiivistyvä integraatio (kaupan esteiden aleneminen) johtaa lisääntyvään erikoistumiseen, mutta koska maiden suhteelliset tuotannontekijävarannot eroavat, kaikki maat erikoistuvat johonkin. Poikkeuksen muodostavat Suomi, Espanja ja Iso-Britannia. Suomen kohdalla tämä selittyy lähinnä sillä, että se oli 1970-luvun alussa maajoukon toiseksi erikoistunein maa.

Kuvio 11.1 EU-maiden Krugman-erikoistumisindeksit 1970–1973 ja muutos vuoteen 1997



Lähde: Krugman (1991).

Krugman-indeksin avulla voidaan myös laskea se rakennemuutos teollisuudessa, mikä tarvitaan, jotta maan tuotantorakenne vastaisi täysin referenssiryhmän (Euroopan unionin) teollista tuotantorakennetta. Jos indeksi jaetaan maksimiarvollaan kaksi saadaan se osuus teollisuudesta, jonka tulisi siirtyä muille toimialoille, jotta tavoite toteutuisi. Esimerkiksi Suomen kohdalla tämä olisi 30 prosenttia.

Mielenkiintoinen kysymys on myös erikoistumisen aikaura. Useissa EU-maissa erikoistuminen väheni 1970-luvulla (ks. esim. Amiti, 1999; Brühlhart, 2001; Midelfart-Knarvik ja Overman, 2002; Combes ja Overman, 2003), mutta voimistui uudelleen 1980- ja 1990-luvulla. Tämä kehitys voidaan liittää luontevasti Euroopan integraatioon. 1970-luvulla Euroopan integraatio oli suurissa vaikeuksissa, elettiin niin sanottua euroskleroosia. 1980- ja 1990-luvuilla integraatio puolestaan tiivistyi sisämarkkinaohjelman ja myöhemmin Euroopan talous- ja rahaliiton saattelemana.

11.3 UUDEN TALOUSMAANTIETEEN NÄKÖKULMA ERIKOISTUMISEEN JA TUOTTAVUUTEEN

Klassinen ulkomaankauppateoria olettaa, että tuotannontekijät eivät liiku. Jos niiden liikkuminen sallitaan yhtä aikaa kaupan esteiden alenemisen kanssa, tilanne muuttuu olennaisesti. Mitä liikkuvampia tuotannontekijät ovat, sitä suurempi ero on.

Uuden talousmaantieteen mukaan tuotannon sijoittuminen määräytyy niin sanotun markkinapotentiaalin mukaan. Yleisesti markkinapotentiaali voidaan ymmärtää tietyn sijainnin houkuttelevuutena. Se perustuu kysynnän ja kilpailun sijaintiin sekä eri tuotantovaiheen yritysten sijaintiin. Suuren markkinapotentiaalin alueilla yritykset ovat suurempia ja tuottavampia kuin alhaisen markkinapotentiaalin alueiden yritykset. Myös yritysten voitot ovat suuremmat korkean markkinapotentiaalin alueilla.

Uusi talousmaantiede rakentuu kolmen rakennuspalikan varaan. Toimipaikkatason skaalaedut ja kuljetuskustannukset vaikuttavat yritysten valintaan toisaalta toimintojen keskittämisen ja toisaalta toimintojen hajauttamisen välille. Skaalaetujen hyödyntäminen tukee keskittämistä, mutta läheisyys suhteessa asiakkaisiin ja esimerkiksi välituotteita tuottaviin yrityksiin puolestaan toimintojen mahdollista jakamista. Sijaintipäätöksellä on vaikutusta myös kilpailuolosuhteisiin. Ylipäätään yritysten sijaintipäätöksillä on paikallisia ulkoisvaikutuksia, jotka parantavat tietyn alueen yritysten tuottavuutta ja myös alueen yleistä elämänlaatua (Ottaviano ja Pinelli, 2004).

Agglomeraatiovoimien kannalta keskeinen tekijä on työvoiman liikkuvuus. Mitä liikkuvampaa työvoima on, sitä vahvemmin kasautumisvoimat toimivat. Koska käytännössä esimerkiksi EU:ssa työvoima liikkuu hyvin vähän EU-maasta toiseen, mutta liikkuu maiden sisällä, uuden talousmaantieteen kat-

sotaan soveltuvan parhaiten alueellisen kehityksen selittämiseen. Kiteytetysti usein todetaankin, että maittainen erikoistuminen on selitettävissä perinteisellä suhteellisella edulla, kun taas alueellinen erikoistuminen on selitettävissä uudella talousmaantieteellä (ks. esim. Ottaviano ja Pinelli, 2004; Baldwin ja Wyplosz, 2006).

Uuden talousmaantieteen näkökulma yhdistää skaalaedut, kaupan esteiden alenemisen ja tuotannontekijöiden liikkumisen taloudellisen toiminnan maantieteelliseen jakautumiseen. Esimerkiksi lopputuottajille on edullista sijoittaa lähelle välituottajia (ja päinvastoin) sekä lähelle kuluttajia (ja päinvastoin), mikä saa aikaan taloudellista aktiviteettia keskittävän kehän (kierteen). Toisaalta hajauttava vastavoima syntyy, jos jokin tuotannontekijä (esim. maa, työvoima) ei juuri liiku alueelta toiselle, jolloin se muodostuu niukaksi tuotannontekijäksi nostaen tuotanto- ym. kustannuksia kasvukeskuksissa. Myös kiristynyt kilpailu voidaan tulkita hajautusvoimaksi.

Yleisesti tuotantoa keskittäviä voimia (agglomeraatiovoimia) ovat:

- kysyntä- ja kustannuslinkit,
- markkinoiden koko (markkinapotentiaali) ja
- ulkoisvaikutukset, kuten esimerkiksi tiedon leviäminen tietyllä alueella.

Hajauttavia voimia ovat:

- tuotannontekijöiden (työvoiman) vähäinen liikkuvuus (suuri liikkuvuus edistää keskittymistä),
- maan hinnan epätasainen kehitys,
- liikenneyhteyksien paraneminen ja liikennekustannusten aleneminen,
- alueellinen ruuhkautuminen esim. liikenteessä.

(ks. Fujita, Krugman ja Venables, 1999, 346). Kysyntälinkeillä tarkoitetaan sitä, että tietyn alueen kysynnän kasvu luo tarjontaa ja samalla työvoiman tarvetta. Uusi työvoima lisää edelleen kysyntää, mikä luo tarjontaa. Kasautuminen edellyttää, että työvoiman tuottavuus ylittää jatkuvasti työvoimakustannusten nousun, jota työvoiman niukkuus ja vähäinen liikkuvuus edesauttavat. Kustannuslinkki syntyy, kun lopputuotteita valmistavien yritysten tuotanto sijoittuu lähelle välituotetarjontaa ja välituotteita valmistavat yritykset sijoittuvat lähelle kohtaamaansa kysyntää (lopputuotteita valmistavat yritykset). Tuottavuuden koheneminen on siis keskeisessä roolissa myös tuotannon sijoittumisen kannalta.

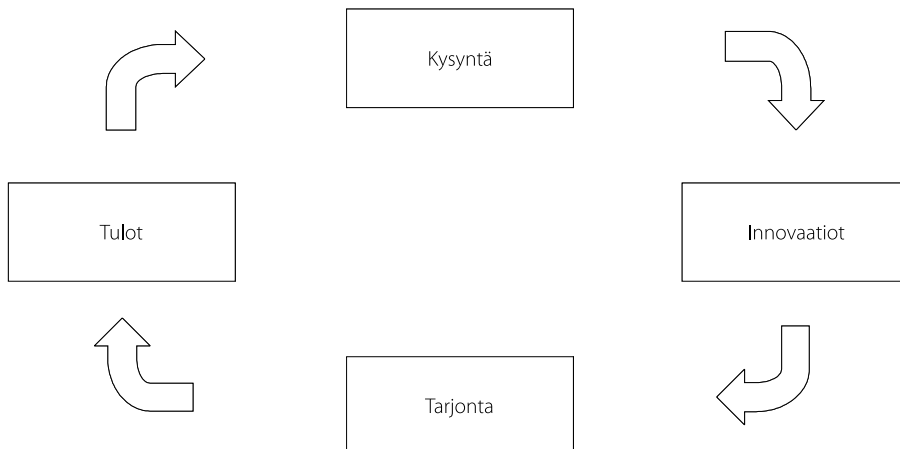
Tuotannon ja taloudellisen aktiviteetin alueellinen kasautuminen voi tapahtua kahdella tavalla. Yhtäältä keskittyminen voi olla täydellistä, jolloin tietyt alueet ylläpitävät vain hyvin vähäistä taloudellista toimeliaisuutta ja toisaalta

se voi olla sektorikohtaista, jolloin tietyn toimialan tuotanto keskittyy tietylle alueelle, mutta muiden toimialojen tuotanto keskittyy muille alueille.

Taloudellinen integraatio ja tuotannon sijoittuminen ovat keskenään epälineaarissa suhteessa. Kun kaupan esteet ovat kohtalaisen korkeat, kasautumisvoimat ovat voimakkaimmillaan. Kasautumista voidaan havainnollistaa yksinkertaisella asetelmalla, jossa on ainoastaan kaksi maata (kotimaata ja ulkomaa). Oletetaan, että maat ovat aluksi täysin identtisiä, mutta esimerkiksi integraatio saa aikaan kysyntäshokin, joka kasvattaa kotimaan kysyntää. Kun kaupan esteet ovat edelleen kohtalaisen korkeat, kotimarkkinoiden kysynnän kasvu luo yrityksille insentiivit sijoittua kotimarkkinoille, koska vienti on suhteellisesti kalliimpaa kuin kotimarkkinamyynä. Tämä puolestaan saa aikaan kuviossa 11.2 esitetyn kasautumiskehän, jossa innovointi, pääomanmuodostus ja tuottavuus ovat keskeisessä asemassa. Kysynnän kasvu lisää yritystoimintaa alueella nimenomaan innovaatioiden välityksellä, mikä lisää alueen tarjontaa ja tuloja. Tässä vaiheessa työvoiman liikkuminen nousee keskeiseen asemaan, koska muussa tapauksessa siitä tulee nopeasti niukka tuotannontekijä, mikä nostaa työvoimakustannuksia ja kumoaa kotimarkkinaefektin. Krugmanin (1991b) mallissa oletetaan, että osa työvoimasta on liikkumatonta, jolloin kotimarkkinaefekti kääntyy kaupan esteitten alentuessa riittävän mataliksi niin sanotuksi kustannusefektiksi, joka toimii myös tuotantoa hajauttavana voimana. Kun kaupan esteet alenevat nollaan, tuotannon sijainti menettää merkityksensä.

Kotimarkkinaefektin ja kustannusefektin yhdistelmä tunnetaan U-käyräefektin nimellä. Sen keskeinen sisältö on se, että taloudellisen integraation ja yritysten sijainnin välillä vallitsee epälineaarinen riippuvuussuhde. U-käyräefekti merkitsee puolestaan sitä, että kahden identtisen maan tapauksessa tuotanto (ja taloudellinen toimeliaisuus) jakautuu niiden välillä tasaisesti, kun

Kuvio 11.2 Innovaatiotoiminnan kasautumiskehä

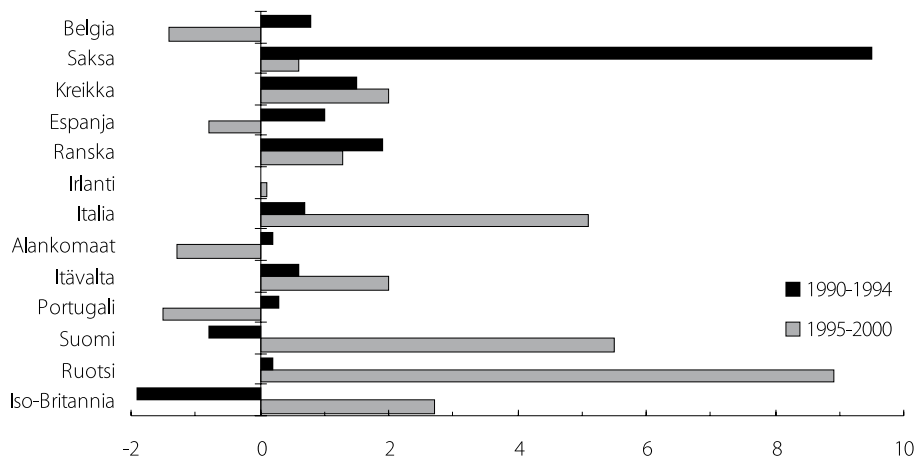


kauppa on estetty (autarkia) ja samoin kun kauppa on täysin kustannuksetonta.⁶ Molemmat tilanteet ovat kuitenkin lähinnä teoreettisia abstraktioita. Käytännössä joitain kaupan esteitä on, ja tällöin kasautumisvoimilla on keskeinen rooli. Koska työvoiman liikkuvuus on niin ikään keskeisessä asemassa, yleensä ajatellaan, että suhteellinen etu selittää maittaisen erikoistumisen ja uusi talousmaantiede maan sisäisen erikoistumisen ja tulonjaon. Aivan kuten suhteellisella edulla, myös kasautumisvoimilla on keskeinen rooli tuottavuuden kannalta. Tämä johtuu siitä, että heikentääkseen hajautusvoimien toimintaa kasautuminen edellyttää tuottavuuden jatkuvaa paranemista.

Empiirisessä kirjallisuudessa on havaittu, että tulotasot EU15-maiden välillä ovat konvergoituneet. Tämä johtuu siitä, että suhteellinen etu on saanut aikaan sen, että kaikki maat ovat kyenneet erikoistumaan johonkin. Alueelliset tuloerot ovat puolestaan kasvaneet, mikä tukee uuden talousmaantieteen näkemystä.⁷ Maittaisten tulotasojen keskihajonta on pienentynyt vakaasti EU15-maiden välillä (ks. Baldwin ja Wyplosz, 2006), mutta ei alueiden välillä, kuten kuvio 11.3 osoittaa. Kuviosta havaitaan, että alueelliset tuloerot ovat kasvaneet 1990-luvun loppupuoliskolla erityisesti Suomessa, Ruotsissa ja Irlannissa. Saksan alueiden välisten tuloerojen kasvu 1990-luvun alussa selittyy Saksojen yhdistymisellä, mutta tuloerot kasvoivat myös vanhan Länsi-Saksan alueella. Jos tarkastellaan koko 1990-lukua, alueelliset tuloerot ovat tasoittuneet hieman ainoastaan Italiassa ja Itävallassa.

Vaikka yleisesti ajatellaan, että suhteellinen etu määrää tuotannon sijoittumisen maiden välillä ja nostaa tuottavuutta kunkin maan suhteellisen edun toimialoilla ja toisaalta uusi talousmaantiede vastaavasti alueiden välillä, rajanveto ei ole täysin selvä. Kun talouden integraatio syvenee ja kaupan esteet maiden välillä alenevat, maiden ja alueiden välinen rajanveto hämärtyy. Tällöin ne alueet, joihin uuden talousmaantieteen kasautumisvoimat vaikuttavat,

Kuvio 11.3 Alueellisten tulotasojen keskihajonta EU-maissa 1990-luvulla



saattavat sijaita monen maan alueella. Tässä tapauksessa suhteellinen etu ja kasautumisvoimat toimivat vuorovaikutuksessa tuotannon sijoittumisessa maittain. Midelfart-Knarvik, Overman ja Venables (2000) tarkastelevat molempia sijoittumiseen vaikuttavia voimia yhdessä ja päätyvät johtopäätökseen, jonka mukaan tuotannontekijävarannoilla (suhteellisella edulla) on suuri merkitys erityisesti maille, joissa on runsaasti koulutettua työvoimaa. Samalla myös toimialojen ja yritysten välisillä kysyntä-tarjonta (välituote-lopputuote) -linkeillä on integraation tiivistyessä voimistuva merkitys.

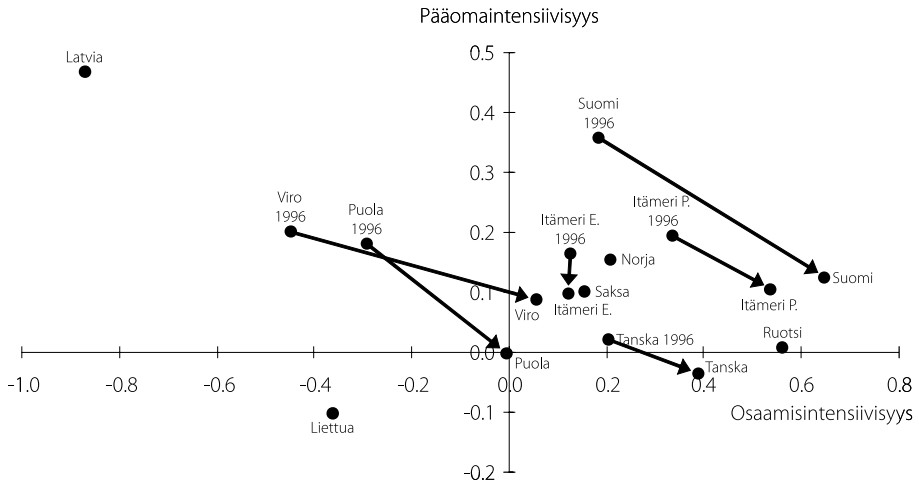
11.4 SUHTEELLINEN ETU JA UUSI TALOUSMAANTIEDE: TAPAUS SUOMI-VIRO

Edellä todettiin, että suhteellinen etu ei ole staattinen käsite, vaan ajassa muuttuva. Lisäksi suhteellinen etu saattaa voimistua tuottavuuden paranemisen välityksellä (Bernard, Redding ja Schott, 2007). Seuraavassa tarkastellaan esimerkinomaisesti suhteellisen edun ja uuden talousmaantieteen kasautumisvoimien merkitystä Itämeren alueella. Erityishuomio kiinnitetään Suomen ja Viron väliseen suhteeseen.

Pienestä koostaan huolimatta Viro kuuluu Suomen tärkeimpiin kaupapakumppaneihin. Kaupallinen sidos, läheinen sijainti ja molempien maiden EU-jäsenyys merkitsevät sitä, että Etelä-Suomea ja Pohjois-Viroa voidaan pitää mahdollisena alueena uuden talousmaantieteen näkökulmasta. Tätä tukee erityisen vahvasti se, että yli 30 prosenttia Suomen ja Viron kaupasta on ristikkäistä. Viro on Ruotsin ja Saksan jälkeen kolmantena, kun tarkastellaan ristikkäiskaupan osuutta kokonaiskaupasta. Suomen ja Viron välinen ristikkäiskauppa on käytännössä kokonaan vertikaalista eli perustuu viennin ja tuonnin yksikköarvojen eroon. Vertikaalisen ristikkäiskaupan korkea osuus kertoo oivasti siitä, että Suomen ja Viron välillä on olemassa lopputuote-välituote-linkkejä, jotka ovat keskeisiä uuden talousmaantieteen kasautumisvoimien kannalta (ks. myös Widgrén, 2000).

Kuviossa 11.4 on esitetty suhteellisen edun kehitys Itämeren alueella vuodesta 1996 vuoteen 2003 (ks. Widgrén, 2006). Suhteellista etua on siinä tarkasteltu panosintensiivisyyden näkökulmasta. Tarkastelussa on kolme tuotannontekijää: fyysinen pääoma, kouluttamaton ja koulutettu työvoima.⁸ Suhteellista etua on arvioitu niin sanotun paljastetun suhteellisen edun käsitteen avulla. Sitä mitataan niin kutsutulla Balassa-indeksillä, jonka mukaan maalla on paljastettu suhteellinen etu tietyllä toimialalla, jos ao. toimialan osuus maan viennistä on suurempi kuin valitussa verrokkiryhmässä. Kuvion 11.4 verrokkiryhmänä on EU. Tarkastelussa toimialat on jaettu viiteen kategoriaan niiden panosintensiivisyyden mukaan.⁹ Ensimmäinen kategoria edustaa korkean osaamisen ja korkean teknologian toimialoja. Sen on oletettu sijaitsevan kuvion koordinaatistossa pisteessä (2,0). Muut kategoriat on sijoitettu pisteisiin (1,-1),

Kuvio 11.4 Suhteellisen edun tuotannontekijäperusta Itämeren alueella



Lähde: Widgrén (2006).

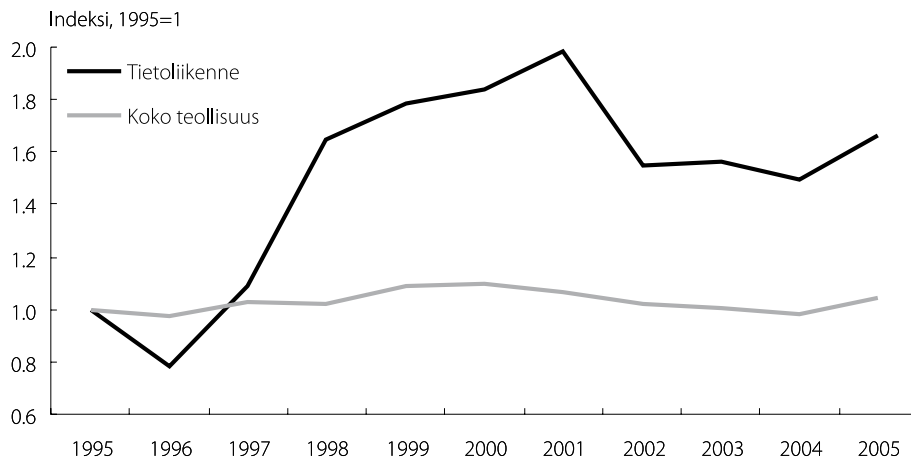
(1,1), (-1,-1) ja (-1,1) sen mukaan kuinka intensiivisesti niissä käytetään koulutettua/kouluttamatonta työvoimaa ja fyysistä pääomaa. Tarkastelussa on käytetty ulkomaankaupan HS4-luokitusta, joka sisältää noin 1 300 tavaranimikettä.

Kuvion 11.4 pisteet on laskettu painotettuina keskiarvoina kunkin maan paljastetusta suhteellisesta edusta. Painoina on käytetty kunkin kategorian osuutta maiden paljastetun suhteellisen edun viennistä.

Kuviosta 11.4 havaitaan, että suhteellisessa edussa on tapahtunut melko lyhyessä ajassa merkittäviä muutoksia erityisesti Suomessa ja Virossa. Molemissa maissa kehitys on ollut täsmälleen samansuuntaista. Suhteellinen etu on liukunut vähemmän fyysistä ja enemmän henkistä pääomaa intensiivisesti käyttävään teollisuuteen. Myös tuottavuuden kasvu on näillä aloilla ollut Suomessa kansainvälisesti vertaillen nopeaa (ks. tämän kirjan luku 3).

Kuviossa 11.5 on esitetty teollisuuden ja telekommunikaatiotoimialan työllisyys Suomessa vuosina 1995–2005. Vaikka teollisuuden työpaikkojen määrä on yleisesti pysynyt varsin vakaana, telekommunikaatioalalla on havaittavissa selvä kasvu. Kuviota voidaan tulkita ainakin kvalitatiivisesti niin, että se kertoo kasautumisvoimien toiminnasta ainakin yhdellä sektorilla. Perussyynä agglomeraatiovoimille voidaan tässä yhteydessä pitää välituote-lopputuote-linkkiä Suomen ja Viron välillä.

Kuvio 11.5 Telekommunikaatioalan työllisten määrä 1995–2005



11.5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Myös Ottaviano ja Pinelli (2004) päätyvät johtopäätökseen uuden talousmaantieteen kasautumisvoimien toiminnasta Suomessa. Heidän mukaansa alueiden välisen tuottavuuskehityksen konvergenssi on lakannut 1990-luvun alun laman jälkeen (ks. myös kuvio 11.3). Niin ikään heidän mukaansa tuottavuuden kasvua ohjaa Suomessa alueiden koulutustaso, markkinapotentiaali ja alueen yritysten kyky hyödyntää markkinoiden kysynnän ja vaatimusten muutokset. Sen sijaan työttömyys ja ikääntyminen vaikuttavat negatiivisesti alueen tuottavuuteen.

Mielenkiintoista Ottavianon ja Pinellin (2004) tuloksissa on se, että niin sanotut teknologiset ulkoisvaikutukset eivät vaikuta alueiden tuottavuuteen. Teknologisia ulkoisvaikutuksia on perinteisesti pidetty niin sanotussa ”vanhassa” talousmaantieteessä syynä yritysten sijoittumiseen samalle alueelle (esim. Silicon Valley). Ottavianon ja Pinellin (2004) selitys Suomen alueelliselle tuottavuuskehitykselle perustuukin näin puhtaasti uuden talousmaantieteen varaan.

KIRJALLISUUS

- Amiti, M. (1999). Specialization Patterns in Europe. *Weltwirtschaftliches Archiv* 135, 1–21.
- Baldwin, R. ja Wyplosz, C. (2006). *The economics of European integration*. McGraw-Hill.
- Bernard, A. B., Redding, S. J. ja Schott, P. K. (2007). Comparative Advantage and Heterogeneous Firms. *Review of Economic Studies*, 74(1), 31–66.
- Braunerhjelm, P., Faini, R., Norman, V., Ruane, F. ja Seabright, P. (2000). *Integration and the regions of Europe: How the right policies can prevent polarization*. Monitoring European Integration 10. London: Centre for Economic Policy Research.
- Brühlhart, M. (2001). Growing Alike or Growing Apart? Teoksessa C. Wyplosz (toim.), *The Impact of EMU on Europe and Developing Countries*. Oxford University Press.
- Combes, P.-P. ja Overman, H. (2003). *The Spatial Distribution of Economic Activities in the EU*. CEPR Discussion Papers: 3999.
- Forslid, R., Haaland, J. I. ja Midelfart Knarvik, K. H. (2002). A U-Shaped Europe? A Simulation Study of Industrial Location. *Journal of International Economics*, 57(2), 273–297.
- Forslid, R. ja Wooton, I. (2003). Comparative Advantage and the Location of Production. *Review of International Economics*, 11(4), 588–603.
- Fujita, M., Krugman, P. ja Venables, A. J. (1999). *The spatial economy: Cities, regions, and international trade*. Cambridge and London: MIT Press.
- Kaitila, V. (2001). *Accession Countries' Comparative Advantage in the Internal Market: A Trade and Factor Analysis*. BOFIT Discussion Papers 3/2001
- Kaitila, V. (2004). *The Factor Intensity of Accession and EU15 Countries' Comparative Advantage in the Internal Market*. ETLA Keskusteluaiheita, 926. Helsinki.
- Krugman, P. (1991a). *Geography and trade*. Gaston Eyskens Lecture Series: Cambridge, Mass. and London: MIT Press; Louvain, Belgium: Louvain University Press.
- Krugman, P. (1991b). Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99(3), 483–499.
- Midelfart-Knarvik, K.-H., Overman, H. ja Venables, A. (2000). *Comparative Advantage and Economic Geography*. CEPR Discussion Papers 2618.
- Midelfart-Knarvik, K. H. ja Overman, H. G. (2002). Delocation and European Integration: Is Structural Spending Justified? *Economic Policy: A European Forum*(35), 321–351.
- Neven, D. (1995). Trade Liberalization with Eastern Nations: How Sensitive? Teoksessa R. Faini ja R. Portes (toim.), *European Union trade with Eastern Europe: Adjustment and opportunities* (s. 19–60). London: Centre for Economic Policy Research.
- Ottaviano, G. I. P. ja Pinelli, D. (2004). *The challenge of globalization for Finland and its regions: The new economic geography perspective*. Prime Minister's Office: Publications No. 24/2004. Helsinki.
- Widgrén, M. (2000). Comparative Advantage, Intra-Industry Trade and Location in the Northern Dimension. Teoksessa K. E. O. Alho (toim.), *Economics of the Northern Dimension*. ETLA B 166. Helsinki: Taloustieto Oy.
- Widgrén, M. (2005). *Revealed Comparative Advantage in the Single Market*. ETLA Keskusteluaiheita, 989. Helsinki.
- Widgrén, M. (2006). *Trade Potential, Intra-Industry Trade and Factor Content of Revealed Comparative Advantage in the Baltic Sea Region*. ETLA Keskusteluaiheita, 1034. Helsinki.

VIITTEET

- ¹ EU:ta koskien, ks. esimerkiksi Braunerhjelm ym. (2000).
- ² Tätä ajatusta kutsutaan niin sanotuksi Ricardon malliksi.
- ³ Tätä ajatusta kutsutaan niin sanotuksi Heckscher-Ohlin -teoreemaksi.
- ⁴ Tarkkaan ottaen Heckscher-Ohlin -mallissa ei tapahdu täydellistä erikoistumista kuten Ricardon -mallissa.
- ⁵ Hyvä oppikirjakuvaus tästä logiikasta on Baldwin ja Wyplosz (2006).
- ⁶ U-käyräefektin simuloinnista Euroopan aineistolla, ks. Forslid ym. (2002).
- ⁷ Ks. esim. Braunerhjelm ym. (2000).
- ⁸ Vastaavaa menetelmää koskien koko EU:ta on käyttänyt Kaitila (2001, 2004) ja valikoituja maita myös EU:n ulkopuolelta Widgrén (2005). Menetelmän on kehittänyt Neven (1995).
- ⁹ Menetelmän kuvauksesta, ks. tarkemmin esimerkiksi Kaitila (2004) tai Widgrén (2006).

12 OMISTUKSEN KANSAINVÄLISTY- MISEN VAIKUTUS MIKROTASON DYNAMIIKAN KAUTTA TUOTTA- VUUTEEN

Pekka Ilmakunnas ja Mika Maliranta*

Tässä luvussa tarkastellaan omistuksen kansainvälistymisen vaikutuksia tuottavuusmekanismeihin. Tuoreen teoreettisen kirjallisuuden mukaan omistuksen kansainvälistyminen vaikuttaa tuottavuuteen monien mekanismien välityksellä ja eri tavoilla erilaisissa yrityksissä ja erilaisilla toimialoilla. Ulkomaalaisten yritysten markkinoille tulo vaikuttaa mm. yritysraken-teisiin tuottavuutta vahvistavalla tavalla sekä lisää yleensä ainakin joidenkin suomalaisyritysten innovointihalukkuutta. Lisäksi ulkomaa-laisomisteisten yritysten ilmaantuminen lähetyville aiheuttaa tuottavuutta parantavan tiedon leviämistä paikallisiin yrityksiin. Toisaalta suomalaisten yritysten kansainvälis-tyminen suorien sijoitusten kautta vaikuttaa niiden kotimaisen tuotannon rakenteeseen ja kotimaisen tuotannon tuottavuuteen ja kilpailukykyyn. Teorian tuottamia ennusteita arvioidaan erilaisten Suomea koskevien empiiristen tulosten valossa.

12.1 JOHDANTO

Vain pieni osa siitä teknologisesta tietämyksestä, jonka pohjalle Suomen tuot-tavuus viime kädessä rakentuu, on alun perin suomalaisten yritysten synnyt-tämää. Pääosa teknologiasta on kulkeutunut ajan kuluessa Suomeen erilaisia reittejä pitkin. Kansainvälinen kauppa on ollut yksi tärkeä välityskanava. Korkean teknologian tuotteiden ja tuotantovälineiden tuonti on suora kanava teknologian siirtymiselle, mutta myös suomalaisten yritysten oma vienti on pakottanut ne kehittämään itse teknologiaa¹.

Monikansalliset yritykset ovat olleet toinen keskeinen teknologisen tie-don levittäjä. Suomeen tulevat ulkomaiset yritykset ovat yleensä valikoitunut joukko, joka käyttää kansainvälistä eturintaman teknologiaa tehokkaasti.

Monikansallisten yritysten teoriassa lähtökohtana on ajatus, että monikansallisten yritysten tuottavuus on korkeampi kuin vain kotimaisilla markkinoilla toimivien yritysten (Helpman, 2006). Monikansallisten yritys-

* Pekka Ilmakunnas (PhD, professori, Helsingin kauppakorkeakoulu) ja Mika Maliranta (FT, tutkimuspäällikkö, ETLA).

ten etu perustuu mm. yritysspesifeihin tekijöihin, kuten osaamispääomaan, jota ne pystyvät joustavasti käyttämään sekä kotimaassaan että ulkomaisissa toimipisteissään. Osaamispääoma voi olla sekä teknologista tietämystä että liiketoimintaosaamista tai kehittyneitä hallintajärjestelmiä (*corporate governance*). Yrityskohtaiset tekijät voivat myös olla tuotannontekijöitä, jotka ovat yhteisiä kaikille toimipisteille, jolloin niiden kustannukset voidaan jakaa useille yksiköille näin hyödyntäen tuotannon skaalaetuja. Monikansalliset yritykset voivat myös päästä paremmin käsiksi uuteen teknologiaan kuin rajoitetuilla markkina-alueilla toimivat yritykset.²

Oleellista kuitenkin on, että monikansallisten yritysten tuottavuusetu ei liity ulkomaalaisomistukseen sinänsä, vaan siitä voivat nauttia myös kotimaisessa omistuksessa olevat, monikansallisesti toimivat yritykset (Bellak, 2004). Suurin osa alan tutkimuksesta keskittyy kuitenkin tarkastelemaan ulkomaalaisomisteisten yritysten tuottavuutta ja sitä miten tämä välittyy kotimaiseen tuottavuuteen monien eri mekanismien kautta.

12.2 ULKOMAALAISTEN YRITYSTEN SUORA VAIKUTUS KOTIMAAN TUOTTAVUUTEEN

Suoralla vaikutuksella tarkoitetaan sitä, että jos ulkomaalaisomisteisten yritysten tuottavuus on korkeampi kuin kotimaisessa omistuksessa olevien, ne kohottavat markkinaosuutensa mukaisella painolla tuottavuuden keskimääräistä tasoa. Tällöin on oleellista tarkastella sitä, miten ja miksi yritykset alkavat toimia ulkomaisilla markkinoilla.

Maailman yritykset ovat heterogeenisia. Vain pieni osa kaikkein vauraimpienkin maiden yrityksistä käyttää tehokkaasti eturintaman teknologiaa. Parhaimmisto kansainvälistyy osallistumalla kansainväliseen kauppaan ja kaikista parhaimmat tekemällä suoria sijoituksia muihin maihin (Helpman, Melitz ja Yeaple, 2004). Ulkomaisia yrityksiä tulee Suomeen yritysostojen kautta, jolloin Suomessa toimivia toimipaikkoja siirtyy ulkomaisten yritysten omistukseen. Ulkomainen yritys voi myös perustaa Suomeen uuden yrityksen ja rakentaa uusia toimipaikkoja. Kummassakin tapauksessa Suomen tuotantotoiminnan teknologinen taso kohenee, kun ulkomainen yritys ryhtyy käyttämään teknologiaansa Suomessa.³ Ulkomaalainen yritys voi joko ottaa Suomessa käyttöön uutta teknologiaa tai soveltaa parempaa liikkeenjohdollaista osaamistaan Suomessa jo olevaan teknologiaan. Parhaiten tämä onnistuu yleensä uusissa tai nuorissa toimipaikoissa, koska tällöin on usein helpointa ottaa käyttöön teknologian tuottavaa käyttöä parhaiten tukevat organisatoriset ja muut tuotantotoiminnan järjestelyt.⁴ Tällaisella markkinoille tulolla, jossa ulkomainen yritys perustaa uuden yrityksen ja rakentaa uudet toimipaikat (ns. *greenfield entry*), voidaan odottaa siis olevan kaikkein suurimmat suorat tuottavuusvaikutukset.

12.3 ULKOMAISTEN YRITYSTEN EPÄSUORA TUOTTAVUUS- VAIKUTUS

Epäsuoralla vaikutuksella tarkoitetaan sitä, että ulkomaalaisomisteisten yritysten läsnäolo vaikuttaa myös kotimaisessa omistuksessa olevien yritysten toimintaan. Tämä vaikutus voi tapahtua siten, että ulkomaalaisomisteisten yritysten korkeampi tuottavuus tavalla tai toisella johtaa tuottavuuden kasvuun myös kotimaisissa yrityksissä. Tätä vaikutustapaa kutsutaan ns. spillover-vaikutukseksi (esim. Blomström ja Kokko, 1998; Saggi, 2002; Görg ja Greenaway, 2004). Ulkomaalaisten yritysten markkinoille tulo voi vaikuttaa myös toimipaikkarakenteisiin toimialan tuottavuutta vahvistavalla tavalla. Tehokkaiden ulkomaisten kilpailijoiden markkinoille tuleminen kiristää kilpailua, mikä puolestaan johtaa erityisesti tehottomien yritysten pienenemiseen ja katoamiseen. Tämä on niin sanottu valikoitumisvaikutus (selection effect) (ks. Aghion ym., 2004; Aghion ja Schankerman, 2004).

12.3.1 TEKNOLOGISEN TIEDON LEVIÄMINEN KOTIMASEEN TUOTANTOTOIMINTAAN

Imitointi on yksi niistä mekanismeista, joiden kautta kotimaiset yritykset hyötyvät ulkomaalaisomisteisista yrityksistä. Kotimaiset yritykset ottavat käyttöönsä samanlaisia teknologioita, tuotteita, johtamismenetelmiä, markkinointia jne., kuin mitä ulkomaalaisessa omistuksessa olevat yritykset käyttävät. Imitoinnin vaikeus saattaa kuitenkin rajoittaa tämän vaikutuskanavan merkitystä. Mikäli monikansallisten yritysten osaamispääoma todella on parempaa, imitointi on parhaimmillaankin puutteellista. Imitointi voi kohdistua myös itse kansainvälistymiseen. Kotimaiset yritykset voivat itse ryhtyä viemään tai hankkimaan omia tytäryhtiöitä ulkomailla. Tämä voi perustua myös suoraan yhteistyöhön ulkomaalaisomisteisten yritysten kanssa.

Toinen vaikutustapa on se, että kotimaiset yritykset hankkivat ulkomaalaisomisteisista yrityksistä inhimillistä pääomaa. Tämä tapahtuu rekrytoimalla työntekijöitä näistä yrityksistä. Työskennellessään kansainvälisissä yrityksissä työntekijät ovat saaneet sellaista tietotaitoa, joka on siirrettävissä uuteen kotimaiseen työpaikkaan. Tämä tietotaito voi hyödyttää yritysten muita työntekijöitä työssään tai se voi olla teknologista tai liikkeenjohdollista tietämystä. Ulkomaalaisten yritysten työntekijät voivat myös perustaa omia uusia yrityksiä, joissa he hyödyntävät osaamistaan.

Kolmas epäsuora vaikutustapa liittyy tuotannon vertikaaliseen rakenteeseen. Jos ulkomaiset yritykset tuottavat koneita ja laitteita tai välituotteita, joita taas käytetään kotimaisissa yrityksissä, korkeampi teknologinen tietämys välittyy myös kotimaiseen tuotantoon "eteenpäin" menevän yhteyden kautta. Tällainen yhteys voi syntyä myös ulkomaisista yrityksistä "taaksepäin". Kun kotimainen yritys valmistaa välituotteita ulkomaalaisomisteiselle yritykselle,

se saa alihankkijana ulkomaalaiselta yritykseltä teknologista tietämystä. Vaa-
tiva asiakas saattaa myös pakottaa kotimaisen alihankkijan laadukkaaseen
tuotantoon. Molemmat tekijät parantavat kotimaisen yrityksen tuottavuuden
tasoa. Alihankkijoiden välisen kilpailun lisääntyminen kohottaa tuottavuutta
myös välillisesti.

12.3.2 TUOTTAVUUTTA VAHVISTAVA TOIMIPAIKKARAKENTEIDEN MUUTOS

Ulkomaalaisten yritysten lisääntynyt markkinoille tulo muuttaa toimialan
kilpailutilannetta, mikä vaikuttaa toimialan yritys- ja toimipaikkarakenteisiin
tuottavuutta vahvistavalla tavalla. Yli ajan tällainen markkinoille tulo kasvaa
kaupan ja ulkomaalaisomistuksen esteitä purettaessa. Tehokkaita ulkomaalaisia
yrityksiä tulee markkinoille ja tehottomat kotimaiset yritykset pienenevät tai
lopettavat toimintansa kokonaan, kun ne kiristyneen kilpailun seurauksena
muuttuvat liiketaloudellisesti kannattomiksi. On kuitenkin mahdollista, että
kilpailun kiristyminen johtaa kannattavuuden parantumiseen ja markkina-
osuuksien kasvuun tehokkaissa kotimaisissa yrityksissä (Boone, 2000, 2004)
– siis siitäkin huolimatta, että toimialalle on tullut uusia tehokkaita ulkoma-
alaisia yrityksiä. Näin voi käydä erityisesti silloin, kun kotimaisten yritysten
tehokkuudessa on suurta hajontaa. Tällaisessa tilanteessa myös markkinoille
tulon helpottamisella on todennäköisesti kaikkein myönteisimmät hyvinvoin-
tivaikutukset (Vickers, 1995).

12.3.3 TUOTTAVUUTTA VAHVISTAVA RAKENNEMUUTOS ULKOMAISTEN YRITYSTEN SISÄLLÄ

Ulkomainen yritys voi tulla markkinoille siis yritysoston tai uuden yrityksen pe-
rustamisen kautta. Teknologia- ja tuottavuusvaikutusten näkökulmasta jakolinja
voi olla jossain määrin keinotekoinen. Ulkomainen yritys voi ostaa kotimaisen
yrityksen ja perustaa sen jälkeen uusia tuotantoyksiköitä. Tällöin ulkomainen
yritys saa vanhan yrityksen valmiin hallinto-organisaation ja jakelukanavat.
Tuotantotoiminta uudistetaan perustamalla uusia toimipaikkoja.

Tällä voi olla merkittäviä tuottavuusvaikutuksia, jotka syntyvät yrityksen
sisällä tapahtuvan toimipaikkarakenteiden uudistumisen kautta (ks. luku 2).⁵

12.4 ULKOMAISTEN YRITYSTEN VAIKUTUS INNOVAATIO- TOIMINTAAN

Suoran ja epäsuoran vaikutuksen ohella kolmas mahdollinen vaikutuskanava
on se, että ulkomaalaisten yritysten läsnäolo ja siten kilpailun lisääntyminen
vaikuttaa innovaatiotoimintaan ja sitä kautta tuottavuuden nousuun.

12.4.1 SUORA VAIKUTUS INNOVOINTIIN

Ulkomaiset yritykset voivat tulla Suomeen nimenomaan innovoimaan, jos maassamme on kilpailukykyistä osaamista. Tällöin on kyseessä tutkimus- ja kehitystoiminnan ns. offshoring Suomeen. Mikäli innovaatiotoiminnan tuloksia käytetään kehittämään uusia tuotteita tai tuotantoprosesseja Suomessa tapahtuvalle tuotannolle, tällä on tuottavuutta nostava vaikutus. Samanaikaisesti toki tapahtuu innovaatiotoiminnan vientiä Suomesta ulkomaille, kun kansainvälistyneet suomalaisyritykset perustavat tutkimusyksiköitä ulkomaille (offshoring pois Suomesta). Tämän vaikutukset tuottavuuteen Suomessa riippuvat siitä, missä määrin ulkomailla tapahtuvan t&k-toiminnan tulokset hyödyttävät kotimaista tuotantotoimintaa.

12.4.2 ULKOMAISET YRITYKSET KOTIMAISEN INNOVOINNIN KIIHDYTTÄJÄNÄ

Uusien tehokkaiden yritysten markkinoille tulo muuttaa toimialan kilpailuympäristöä perusteellisesti (Vickers, 1995). Kilpailun kiristyminen johtaa paitsi edellä kuvattuun valikoitumis- ja rakennemuutosmekanismin vahvistumiseen, mutta useimmissa tilanteissa myös innovointitoiminnan kiihtymiseen säilyneissä yrityksissä. Erityisen voimakkaita vaikutusten voi odottaa olevan silloin, kun kilpailun kiristymisen lähteenä ovat toimialalle tulleet ulkomaiset yritykset (Aghion ym., 2004; Aghion ym., 2006).

Toinen ulkomaisten yritysten epäsuora vaikutus innovaatiotoimintaan tapahtuu työntekijöiden liikkuvuuden kautta. Kyseessä on samankaltainen mekanismi, jota edellä on kuvattu ns. spillover-vaikutusten yhteydessä. Innovaatiota ulkomaalaisomisteisessa yrityksessä tekevät työntekijät saattavat siirtyä kotimaisiin yrityksiin tekemään tutkimus- ja kehitystoimintaa.

12.5 SUOMALAISTA EVIDENSSIÄ ULKOMAISTEN YRITYSTEN TUOTTAVUUSVAIKUTUKSISTA

Toistaiseksi suomalaiset taloustieteilijät ovat tutkineet melko vähän ulkomaisten yritysten vaikutuksia, vaikka nämä yritykset ovatkin muutoin olleet talouspoliittisessa keskustelussa paljon esillä. Osassa tutkimuksia eivät tuottavuusvaikutukset ole olleet varsinaisen kiinnostuksen kohteena, vaan huomio on keskittynyt esimerkiksi palkkojen vertailuun ulkomaisissa ja suomalaisissa yrityksissä. Näiden tutkimusten tuloksista voidaan kuitenkin tehdä epäsuorasti tulkintoja myös tuottavuusvaikutuksista.

12.5.1 SUORAT TUOTTAVUUSVAIKUTUKSET

Ali-Yrkkö ja Ylä-Anttila (2003) ovat tutkineet ulkomaalaisomistuksen vaikutuksia suurimmissa suomalaisissa yrityksissä. Ulkomaalaisomisteisten yritysten kannattavuus, mitattuna mm. ns. taloudellisen lisäarvon mittarilla (EVA) ja pääoman tuotto prosentilla oli selvästi korkeampi kuin kotimaisissa yrityksissä. He tulkitsevat, että tämä johtuu ainakin osittain yritysten erilaisista tavoitteista. Ulkomaalaisomisteiset yritykset keskittyvät kotimaisia enemmän edistämään osakkeenomistajien ja asiakkaiden etua ja yrityksen kasvua.⁶

Tuomiario (2001) vertaili työpaikkojen syntymis- ja häviämistä koulutustasoltaan kotimaisissa ja ulkomaalaisomisteisissa kaupan ja tukkukaupan yrityksissä. Hän havaitsi, että 1990-luvulla korkeimmin koulutettujen määrä kasvoi ulkomaalaisomisteisissa yrityksissä nopeammin kuin kotimaisissa. Tämä johtui erityisesti siitä, että korkeimman koulutusasteen työpaikkojen häviämistä oli selvästi alhaisempi ulkomaisissa kuin kotimaisissa yrityksissä. Sen sijaan työpaikkojen syntymistä oli jopa hieman alhaisempi ulkomaalaisomisteisissa yrityksissä. Tuomiario havaitsi myös, että tuottavuus, kannattavuus ja palkkataso olivat useimmissa tapauksissa korkeampia ulkomaisissa yrityksissä. Tuloksien voidaan tulkita tukevan käsitystä ulkomaalaisessa omistuksessa olevien yritysten korkeammasta tietointensivisyydestä, joka saattaa näkyä korkeampana tuottavuutena.

Maliranta on useissa tuottavuustutkimuksissa käyttänyt ulkomaalaisomistuksen indikaattoria selittämään työn tuottavuutta tai kokonaistuottavuutta (esim. Maliranta, 2000). Ulkomaalaisomistuksella näyttäisi olevan positiivinen tuottavuusvaikutus, joskin tulokset vaihtelevat jonkin verran käytetyn tuottavuusmittarin ja mallispesifikaation mukaan.

Edellä kuvatut tutkimukset ovat vertailleet yritysten tunnuslukuja omistajuuden mukaan. Tuloksista on kuitenkin vaikea vetää voimakkaita johtopäätöksiä syy-seuraussuhteista (kausaalisuudesta). Selkeämmin ulkomaalaisomistuksen kausaalista vaikutusta voidaan tutkia tarkastelemalla sitä, mitä yrityksille tapahtuu omistajan vaihdoksen jälkeen.

Ilmakunnas ja Maliranta (2004) tutkivat ulkomaalaisomistuksen tuottavuusvaikutuksia. Ulkomaalaisomisteiseksi toimipaikoiksi määriteltiin sellaiset, joissa ulkomaalaisomistuksen osuus oli yli 50 prosenttia (ns. *ultimate beneficial owner* -käsite). He havaitsivat, että kotimaiset yritykset, jotka jossain vaiheessa joutuvat ulkomaalaiseen omistukseen olivat kokonaistuottavuudeltaan keskimäärin 4–5 prosenttia parempia kuin koko ajan kotimaisessa omistuksessa olevat toimipaikat. Joutuminen ulkomaalaisomistukseen nosti tuottavuutta vielä keskimäärin 10 prosenttia. Siten osa ulkomaalaisessa omistuksessa olevien toimipaikkojen tuottavuusedusta ei johdu niinkään tästä omistuksesta, vaan siitä että ulkomaiset yritykset valitsevat jo valmiiksi tuottavia yrityksiä oston kohteeksi.

Huttunen (2005) tarkasteli palkkoja ja työntekijöiden koulutusrakennetta toimipaikoilla, jotka vaihtoivat omistajaa kotimaisesta ulkomaiseen. Hänen mukaansa tällainen omistajanvaihdos johtaa keskipalkkojen nousuun 1–3 vuoden kuluessa, minkä voidaan ainakin osaksi tulkita johtuvan siitä, että ulkomaalaisomisteiset yritykset kouluttavat työntekijöitään enemmän. Tutkimuksessa ei tarkasteltu tuottavuusvaikutuksia, mutta korkeammat palkat ovat konsistentteja kohonneen tuottavuuden tason kanssa. Huttunen havaitsi myös, että muutaman vuoden viiveellä omistajanvaihdoksen jälkeen korkeimmin koulutettujen työntekijöiden osuus toimipaikoilla itse asiassa aleni. Jäljelle jääneiden palkat olivat kuitenkin selvästi korkeammat kuin samankaltaisten työntekijöiden kotimaisissa yrityksissä.

Lehto ja Böckerman (2006) tutkivat yrityskauppojen vaikutusta yritysten henkilökunnan määrään ja työn tuottavuuteen. Yrityskaupat luokiteltiin kotimaiseen (ostaja kotimainen yritys), kansainvälisiin (ostaja ulkomainen yritys) ja rakennejärjestelyihin (ostajana esim. yrityksen johto). Osassa kotimaisia yrityskauppoja ostaja voi olla ulkomaalaisessa omistuksessa oleva suomalainen yritys. Kaikilla yrityskaupoilla oli työvoiman määrää alentavia vaikutuksia. Teollisuudessa sekä henkilömäärä että sen kasvu alenivat kahtena kansainvälistä yrityskauppaa seuraavana vuonna. Kotimaisissa yrityskaupoissa vaikutukset olivat samansuuntaisia, mutta pienempiä. Muissa palveluissa ja rakentamisessa suurin työvoimaa alentava vaikutus oli kotimaisilla yrityskaupoilla, joissa ostaja oli ulkomaalaisessa omistuksessa. Hotelli- ja ravintolatoiminnassa suurimmat vaikutukset olivat kotimaisilla yrityskaupoilla ja rakennejärjestelyillä. Tulokset yrityskauppojen tuottavuusvaikutuksista eivät kuitenkaan olleet yhtä selviä. Palveluissa (pl. kauppa) ja rakentamisessa toimipaikkojen tuottavuus paranee tulosten mukaan silloin, kun ostaja on kotimaassa toimiva, mutta ulkomaalaisessa omistuksessa oleva yritys. Teollisuuden osalta Lehdon ja Böckermanin tulokset antavat jossain määrin erilaisen kuvan kuin pääosa aikaisemmasta kirjallisuudesta. Teollisuudessa suurimmat tuottavuusparannukset tapahtuvat kotimaisissa yrityskaupoissa. Sen sijaan ulkomaalaisella kaupalla ei ole Lehdon ja Böckermanin tulosten mukaan samanlaista myönteistä vaikutusta.

Nämä tulokset kertovat myös, että yrityskaupoilla on yrityksen lopettamisriskiä kasvattava vaikutus. Suurimmillaan tämä vaikutus on silloin, kun ostajayritys oli kotimainen, mutta ulkomaalaisessa omistuksessa. Kaiken kaikkiaan tulokset eivät siis anna täyttä tukea käsitykselle, että ulkomaalaisomisteiset yritykset kykenevät parempaan tehokkuuteen.

12.5.2 TIEDON LEVIÄMINEN

Pesola (2007) tutki tiedon leviämistä työntekijöiden liikkuvuuden välityksellä. Koska työntekijöiden tuottavuutta ei voi mitata suoraan, hän tutki, vaikuttaako työskentely ulkomaalaisomisteisessa yrityksessä palkkaan, kun henkilö siirtyy

kotimaisessa omistuksessa olevaan yritykseen. Pesola havaitsi, että ulkomaalaisomisteisessa yrityksessä kertynyt työkokemus nostaa palkkaa enemmän kuin kotimaisissa yrityksissä saatu työkokemus. Tuon lisäpalkan voidaan tulkita kertovan siitä, että ulkomaalaisessa yrityksessä työntekijälle kertyy enemmän inhimillistä pääomaa kuin kotimaisessa yrityksessä.

12.5.3 TOIMIPAIKKARAKENTEIDEN MUUTOS

Maliranta ja Nurmi (2004) tarkastelivat yhdistettyjen henkilö-yritys -aineistojen avulla sitä, kuinka ulkomaisessa omistuksessa olevien yritysten läsnäolo alueella vaikuttaa alueen kotimaisten yrittäjien jatkamisen todennäköisyyteen. Ulkomaisten yritysten alueellista vaikutusta mitattiin sillä, miten suuri osuus alueen työntekijöistä työskentelee ulkomaisissa yrityksissä. Alue oli määritelty tutkimuksessa siten, että se muodostuu tutkittavasta kunnasta ja sitä ympäröivistä lähikunnista. Tässä lähikunnilla tarkoitettiin niitä kuntia, joista käydään töissä kyseissä kunnassa. Ulkomaisten yritysten läsnäololla oli selvä paikallisten yrittäjien poistumista kasvattava vaikutus. Tämä vaikutus on kuitenkin sillä tavalla valikoiva, että tehottomien yritysten jatkamisen todennäköisyys pienenee selvästi, mutta kaikkein tehokkaimpien yritysten henkiinjäämisen todennäköisyys jopa kasvaa. Tulokset kertovat, että ulkomaiset yritykset lisäävät alueella kilpailua tavalla, joka saa aikaan alueen tehokkuutta vahvistavan rakennemuutoksen.

Maliranta (2005) tutki ulkomaalaisten yritysten vaikutusta toimialojen sisäiseen toimipaikkarakenteen muutokseen Suomen teollisuudessa. Uusien ulkomaalaisten toimipaikkojen markkinoille tulolla on ollut positiivinen vaikutus kokonaistuottavuuteen. Ulkomaiset yritykset ovat siten tuoneet Suomen toimialoille korkean tuotavuuden teknologiaa uusia toimipaikkoja perustamalla. Jatkavien toimipaikkojen joukossa ulkomaalaisomistuksen merkitys rakennemuutokselle on kasvanut sen jälkeen, kun ulkomaista omistusta vapautettiin 1990-luvun alussa. Toisaalta kun ulkomaalaisomisteisten yritysten kasvanut tuottavuuskontribuutio suhteutetaan niiden kasvaneeseen työllisyysosuuteen, merkitys näyttää pienemmältä. Tuloksia voidaan tulkita siten, että ulkomaiset yritykset ovat ottaneet suomalaisia yrityksiä tarkemmin huomioon toimipaikkojensa tehokkuuden päättäessään lisäinvestoinneista ja työvoiman kysynnästä.

12.5.4 VAIKUTUKSET INNOVAATIOTOIMINTAAN

Ebersberger, Lööf ja Oksanen (2005) käyttivät EU:n laajuisen innovaatiokyselyn Suomen aineistoa (Community Innovation Survey, CIS) tutkiessaan innovaatiotoimintaan vaikuttavia tekijöitä sekä innovaatiotoiminnan tuloksellisuutta. Koska innovaatiotoiminnasta on tietoja vain yrityksiltä, jotka innovoivat, he

käyttivät valikoitumismallia. Ensimmäisessä vaiheessa he selittivät todennäköisyyttä innovoida yrityksen ominaisuuksilla. Ulkomaalaisomistuksella ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Toisessa vaiheessa he selittivät innovaatiopanoksia tai innovaation tuotoksia. Erilaiset innovaatioaktiviteetit, kuten tutkimus- ja kehitysmenot työntekijää kohden sekä tutkimus- ja kehitysyhteistyö muiden yritysten kanssa olivat selvästi suurempia suomalaisissa monikansallisissa yrityksissä verrattuna kotimarkkinayrityksiin. Myös anglosaksisista maista ja EU-maista kotoisin olevilla monikansallisilla oli suurempi tutkimus- ja kehityspanostus kuin puhtaasti kotimaisilla yrityksillä. Sen sijaan pohjoismaisilla monikansallisilla yrityksillä tutkimus- ja kehitysmenot eivät eronneet kotimaisista yrityksistä, mutta yhteistyötä kehitystoiminnassa oli enemmän. Innovaatiotoiminnan tulokset mm. patenteilla ja uusilla tuotteilla mitattuna olivat suurimmat kotimaisilla monikansallisilla yrityksillä. Tässä suhteessa muut monikansalliset yritykset eivät poikenneet puhtaasti kotimaisista. Tuottavuuseroja erilaisten yritysten välillä ei kuitenkaan ollut; ainoastaan anglosaksisista maista tulevien monikansallisten yritysten tuottavuus oli korkeampi kuin muiden.

Tutkimus- ja kehitystoiminnan siirtäminen ulkomaisten yritysten toimipaikoille Suomessa tai suomalaisten yritysten toimipaikoille ulkomailla on toistaiseksi ollut suhteellisen vähäistä. Esimerkiksi suomalaisten yritysten ulkomaisissa toimipisteissä kehitettyjen patenttien osuus on pienempi kuin muiden maiden monikansallisten yritysten vastaavat luvut (Palmberg ja Pajarinen, 2006). Ali-Yrkön ja Palmbergin (2006) mukaan mm. hyvä teknologinen osaaminen ja alhaiset kustannukset ovat Suomen etuja tutkimus- ja kehitystoiminnan sijaintipaikkana, mutta ulkomaisen myynnin ja tuotannon kasvu tulee siitä huolimatta jatkossa lisäämään suomalaisten yritysten ulkomailla harjoittamaa t&k-toimintaa. Kyselyaineiston mukaan 6.6 prosenttia t&k-toimintaa harjoittavista suomalaisista yrityksistä on ulkoistanut tutkimustoimintaansa ulkomaille (Ali-Yrkkö, 2006). Pääasiallisina syinä tähän ovat olleet kustannussäästöt ja markkinoille pääsy sekä sijoittuminen lähemmäksi omia tuotantoyksiköitä ja tahoja, joiden kanssa harjoitetaan t&k-yhteistyötä. Koska Suomi on pieni markkina-alue, ei ilmeisesti ulkomaisten yritysten Suomessa harjoittama t&k-toimintakaan tule merkittävästi kasvamaan. Tutkimuksissa ei ole kuitenkaan tarkasteltu sitä, mikä rooli ulkomaisten tai suomalaisten monikansallisten yritysten innovaatiotoiminnan sijoituspäätöksillä on ollut tuottavuuden tasolle ja kasvulle Suomessa.

12.6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Monikansallisia yrityksiä käsittelevän kirjallisuuden perusteella tunnetaan omistuksen kansainvälistymisen monet vaikutuskanavat tuottavuuteen. Ulkomaisessa omistuksessa olevien yritysten, mutta myös kotimaisten monikansal-

listen yritysten tuottavuus on yleensä korkeampi kuin puhtaasti kotimaisten yritysten. Empiirinen evidenssi tuottavuusvaikutuksista on kuitenkin osittain ristiriitaista. Tämä johtuu osin tutkimusten erilaisista lähestymistavoista ja käytettyjen aineistojen eroista.

Suomessa on kirjoitettu paljon ulkomaalaisomistuksen vaikutuksista. Systemaattista tilastollista analyysia aihealueesta on kuitenkin suhteellisen vähän ja osaa kansainvälisessä kirjallisuudessa esitetyistä vaikutuskanavista ei ole lainkaan tutkittu suomalaisella aineistolla. Suurin osa tutkimuksesta on sitä paitsi keskittynyt siihen, millainen suora tuottavuusvaikutus ulkomaisten yritysten läsnäololla on Suomessa. Huomattavan pienelle huomiolle on jäänyt se, millainen vaikutus suomalaisten yritysten läsnäololla ulkomailla on tuottavuuteen kotimaassa. Osittain tämä johtuu sopivien aineistojen puuttumisesta, mutta toivon mukaan tilanne korjautuu jatkossa.

KIRJALLISUUS

- Aghion, P., Blundell, R., Griffith, R., Howitt, P. ja Prantl, S. (2004). Entry and Productivity Growth: Evidence From Microlevel Panel Data. *Journal of the European Economic Association* (Vol. 2, pp. 265–276): MIT Press.
- Aghion, P., Blundell, R., Griffith, R., Howitt, P. ja Prantl, S. (2006). *The Effects of Entry on Incumbent Innovation and Productivity*. NBER, Working Paper No. 12027.
- Aghion, P. ja Schankerman, M. (2004). On the welfare effects and political economy of competition-enhancing policies. *Economic Journal*, 114(498), 800–824.
- Ali-Yrkkö, J. (2006). *Ulkoistus ja toimintojen siirrot Suomesta ulkomaille – katsaus 2000-luvun alun tilanteeseen*. The Research Institute of the Finnish Economy, ETLA Discussion Papers No. 1059.
- Ali-Yrkkö, J. ja Palmberg, C. (2006). Locational Advantages in R&D – Insights from large Finnish firm. Teoksessa J. Ali-Yrkkö ja C. Palmberg (toim.), *Finland and the Globalisation of Innovation* (s. 59–82). ETLA B 218 Series. Helsinki: Taloustieto Oy.
- Ali-Yrkkö, J. ja Ylä-Anttila, P. (1997). *Yritykset kansainvälistyvät – Katoavatko työpaikat*. ETLA B 130. Helsinki: Taloustieto Oy.
- Ali-Yrkkö, J. ja Ylä-Anttila, P. (2003). Globalization of business in a small country – Does ownership matter? Teoksessa A. Hyytinen ja M. Pajarinen (toim.), *Financial systems and firm performance: Theoretical and empirical perspectives* (s. 249–267). ETLA B 200. Helsinki: Taloustieto Ltd.
- Barba Navaretti, G. ja Venables, A. J. (2004). *Multinational Firms in the World Economy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Bellak, C. (2004). How Domestic and Foreign Firms Differ and Why Does it Matter? *Journal of Economic Surveys*, 18(4), 483–514.
- Blomström, M. ja Kokko, A. (1998). Multinational Corporations and Spillovers. *Journal of Economic Surveys*, 12(3), 247–277.
- Boone, J. (2000). *Competition*. CEPR, Discussion Paper No. 2636.
- Boone, J. (2004). *A New Way to Measure Competition*. CentER, Tilburg University, Discussion Paper No. 2004–31.
- Caves, R. E. (1996). *Multinational Enterprise and Economic Analysis* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Disney, R., Haskel, J. ja Heden, Y. (2003). Restructuring and productivity growth in UK manufacturing. *Economic Journal*, 113(489), 666–694.
- Ebersberger, B., Lööf, H. ja Oksanen, J. (2005). *Does Foreign Ownership Matter for the Innovation Activities of Firms in Finland?*, VTT Working Papers No. 26.
- Görg, H. ja Greenaway, D. (2004). Much Ado about Nothing? Do Domestic Firms Really Benefit from Foreign Direct Investment? *World Bank Research Observer*, 19(2), 171–197.
- Helpman, E. (2006). Trade, FDI, and the Organization of Firms. *Journal of Economic Literature*, 44(3), 589–630.
- Helpman, E., Melitz, M. J. ja Yeaple, S. R. (2004). Export Versus FDI with Heterogeneous Firms. *American Economic Review*, 94(1), 300–316.
- Huttunen, K. (2005). *Empirical Studies on Labour Demand, Wages and Job Displacements*. Helsinki University, Helsinki.
- Ilmakunnas, P. ja Maliranta, M. (2004). Foreign medicine: A treatment effect analysis of the productivity effects of foreign ownership. *Applied Economics Quarterly*, 50(1), 41–59.
- Lehto, E. (2006). *Yrityskaupat Suomessa 1989–2003. Yrityskauppojen vaikutukset henkilöstön ja toimipaikkojen määrään sekä tuottavuuteen*. Labour Institute for Economic Research (PT), Tutkimuksia 100/2006.
- Lehto, E. ja Böckerman, P. (2006). *Enemy of Labour? Analysing the Employment Effects of Mergers and Acquisitions*. Labour Institute for Economic Research, Discussion Papers No. 221.
- Maliranta, M. (2000). Privately and publicly financed R&D as determinants of productivity – Evidence from Finnish enterprises. Teoksessa R. Asplund (toim.), *Public R&D funding, technological competitiveness, productivity, and job creation* (s. 49–85). The Research Institute of the Finnish Economy (ETLA), Series B 168. Helsinki.
- Maliranta, M. (2005). *Foreign-owned firms and productivity-enhancing restructuring in Finnish manufacturing industries*. The Research Institute of the Finnish Economy, ETLA Discussion Papers No. 965.

- Maliranta, M. ja Nurmi, S. (2004). *Analyzing entrepreneurship with the Finnish linked employer-employee data FLEED. Matching and qualitative properties of the data*. The Research Institute of the Finnish Economy, ETLA Discussion Papers No. 920. Helsinki.
- Maliranta, M. ja Rouvinen, P. (2004). ICT and Business Productivity: Finnish Micro-Level Evidence. Teoksessa *The Economic Impact of ICT; Measurement, Evidence and Implications* (s. 213–240). Paris: OECD.
- Markusen, J. R. (2002). *Multinational Firms and the Theory of International Trade*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Pajarinen, M. ja Ylä-Anttila, P. (1998). *Ulkomaiset yritykset Suomessa – Uhka vai mahdollisuus?* ETLA B 142. Helsinki: Taloustieto Oy.
- Palmberg, C. ja Pajarinen, M. (2006). The Global Dispersion of Innovative Activities – The Case of Finnish Multinational. Teoksessa J. Ali-Yrkkö ja C. Palmberg (toim.), *Finland, and the Globalisation of Innovation* (s. 31–58). Helsinki: Taloustieto Oy.
- Pesola, H. (2007). *FDI, Labour Mobility and Wages*. Helsinki School of Economics.
- Saggi, K. (2002). Trade, Foreign Direct Investment, And International Technology Transfer: A Survey. *World Bank Research Observer*, 17(2), 191–235.
- Tuomio, M. (2001). *Yritysten kansainvälistyminen ja työvoiman kysyntä*. ETLA The Research Institute of the Finnish Economy, B 175 Series. Helsinki: Taloustieto Oy.
- Vickers, J. (1995). Concepts of Competition. *Oxford Economic Papers*, 47(1), 1–23.
- Wagner, J. (2007). Exports and Productivity: A Survey of the Evidence from Firm-level Data. *The World Economy*, 30(1), 60–82.

VIITTEET

- ¹ Wagner (2007) esittää katsauksen viennin ja tuottavuuden yhteyksiin.
- ² Ks. esim. Caves (1996), Markusen (2002), Barba Navaretti ja Venables (2004).
- ³ Periaatteessa myös kotimaisen omistajan vaihdos voi parantaa tuottavuutta, jos uusi omistaja omaa paremman tuotantoteknologian tai osaa hyödyntää olemassa olevaa teknologiaa paremmin (ks. esim. Lehto, 2006).
- ⁴ Esimerkiksi Maliranta ja Rouvinen (2004) havaitsivat, että informaatioteknologian tuottavuusvaikutukset ovat nuorissa toimipaikoissa selvästi voimakkaammat kuin vanhoissa toimipaikoissa.
- ⁵ Disney, Haskel ja Heden (2003) raportoivat, että merkittävä osa tuottavuutta vahvistavasta toimipaikkarakenteiden muutoksesta tapahtuu yritysten sisällä.
- ⁶ Tuottavuutta tai kannattavuutta suomalaisissa ja ulkomaalaisomisteisissa yrityksissä on vertailtu muissakin tutkimuksissa (esim. Ali-Yrkkö ja Ylä-Anttila, 1997; Pajarinen ja Ylä-Anttila, 1998).

13 POLITIIKKAPÄÄTELMIÄ, YHTEENVETOA JA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Mika Maliranta ja Pekka Ylä-Anttila*

Yhteenveto keskittyy artikkeleiden perusteella tehtävissä oleviin politiikkapäätelmiin. Samalla se kokoaa uusimman tutkimustiedon pohjalta innovaatiotoiminnan tuottavuutta koskevan tietämyksen ja tunnistaa mahdollisia puutteita tietämyksessä, erityisesti innovaatiopolitiikan näkökulmasta.

13.1 POLITIIKKAPERUSTELUJA

13.1.1 TALOUSPOLITIikka TARVITSEE TUOTTAVUUSTUTKIMUSTA JA KANSAINVÄLISIÄ TUOTTAVUUSVERTAILUJA

Suuri osa suomalaisista talouspoliittisista päättäjistä on talouskasvun aktiivisia puolestapuhujia. Harvaa heistä tarvitsee vakuutella tutkimustiedolla siitä, että talouskasvu perustuu pääosin tuottavuuden kasvuun. Sen sijaan moni kaipaa luotettavaan tutkimustietoon tukeutuvia näkemyksiä siitä, kuinka tuottavuuden kasvua voidaan käytännön toimin edistää. Innovaatiotoiminnan ja politiikan keskeinen tavoite on tuottavuuden parantaminen, joten innovaatiotoiminnan tuloksellisuutta arvioidaan useimmiten sen tuottavuusvaikutusten perusteella. Rakenne- ja innovaatiopolitiikan näkökulmasta olennaista on usein toimialoittainen tuottavuuden *tason* kansainvälinen vertailu: millä aloilla olemme tuottavuuskärjessä ja siten kilpailukykyisiä, millä aloilla olemme jäljessä ja keiden kanssa kilpailemme? Näihin kysymyksiin vastaaminen edellyttää tuottavuuden mahdollisimman huolellista mittaamista. Käytännön talouspoliittikakeskustelussa esiintyy usein horjuvia tai jopa virheellisiä tulkintoja ja määritelmiä tuottavuudesta. Siksi näihin peruskysymyksiin – mitä tuottavuus on ja miten sitä tulisi mitata – paneudutaan melko perusteellisesti heti kirjan luvussa 2 (Maliranta).

Mekaaninen mittaaminen ei kuitenkaan yksin riitä. Poliitiikan tueksi tarvitaan tietoa ja ymmärrystä siitä, mitkä ovat tuottavuuskasvun lähteet ja millainen on tuottavuuden kasvunmekanismi. Näiden tekijöiden tunteminen auttaa ymmärtämään maiden, toimialojen ja yritysten välisten tuottavuuserojen syitä. Näihin syihin pureutuvalle analyysillä etsitään talouspolitiikan

* Mika Maliranta (FT, tutkimuspäällikkö, ETLA), Pekka Ylä-Anttila (KTL, toimitusjohtaja, Etlatieto Oy ja tutkimusjohtaja, ETLA).

kannalta ehkä kaikkein tärkeintä tutkimustietoa. Globalisaatio on vielä lisännyt tällaisen tiedon merkitystä; avoimessa maailmantaloudessa kilpailukyky perustuu kykyyn ylläpitää korkeaa tuottavuuden tasoa ja kasvattaa sitä kestäväällä tavalla.

Kun tuottavuuden tasoa ja kasvua koskeva tieto on talouspolitiikalle globaalitaloudessa niin tärkeää, on hämmentävää havaita, kuinka epävarmaa tämä tieto kuitenkin monelta osin on. Luvussa 3 (Mankinen) on tehty katsaus vertailuihin, jotka valottavat tämänhetkistä tietämystä. Olisi tärkeää pohtia, mihin tuottavuusmittauksella ja tutkimuksella kulloinkin pyritään. Jos haluamme selvittää teknologisen kehityksen ja rakennemuutoksen vaikutusta tuottavuuteen, yritys- ja toimipaikkakohtaisen aineiston käyttäminen on huomattavasti parempi vaihtoehto kuin kansantalouden tilinpidon tiedot. Kansantalouden tilinpitoluvut eivät näytä kaikissa tilanteissa soveltuvan kovinkaan hyvin myöskään toimialoittaisten tuottavuuden tasovertailujen tekemiseen. Viimeaikainen keskustelu ja ristiriitaiset mittaustulokset monien palvelualojen tuottavuuden tasosta ovat tästä oiva esimerkki.

Kansantalouden tilinpidon vaikea haaste on tarjota keskenään johdonmukaiset luvut monista eri asioista, ja tuottavuusluvut ovat vain yksi osa tilinpidon erittäin laajaa kokonaisuutta. Käytännön tilastotyössä joudutaan aina tekemään kompromisseja ja erilaisia käytännön ratkaisuja. Tehdyt ratkaisut eivät ole aina parhaita tuottavuuden mittauksen kannalta, vaikka ne olisivat tilinpidon kokonaisuuden kannalta perusteltuja. Ongelma on kansainvälinen. Suomen kansantalouden tilinpitoluvut ovat tarkkuudessaan varmasti kansainvälistä huippuluokkaa. Tämä ei kuitenkaan riitä, kun halutaan verrata tuottavuutta eri maiden välillä. Hyvään vertailuun tarvitaan tarkat tilastotiedot kaikista vertailtavista maista.

Sekä politiikka-analyysin että politiikan käytännön kannalta olisikin erittäin suotavaa, että tilastoaineistojen huolellista analyysiä lisättäisiin ja saataisiin muodostettua suhteellisen yhtenäinen kuva sekä tuottavuusmuutoksista että toimialojen kansainvälisistä tuottavuuseroista.

Tähän tarpeeseen tuottavuustutkimus onkin pyrkinyt vastaamaan, mutta tehtävää on vielä runsaasti. Yksi merkittävä virstanpylväs on keväällä 2007 julkaistu ns. EU KLEMS-tietokanta ja sen pohjalta tehty toimialoittaiset vertailut.¹ Nämä aineistot pohjautuvat maiden omiin tilinpitolukemiin. Aika näyttää, kuinka hyvin tiedot sopivat tuottavuustutkimuksen erilaisiin tarpeisiin. Joka tapauksessa tietokannassa on ainakin eräitä erittäin arvokkaita tietoja, joille on paljon käyttöä erilaisissa tuottavuus- ja kilpailukykyanalyysissä. Tietokannassa on tietoa muun muassa maiden välisistä hintaeroista toimialoittain. Nämä tiedot ovat aivan keskeinen osa huolellista tuottavuusanalyysiä. Hankkeessa on myös osio, jossa linkitetään mikroaineistoista laskettavia tunnuslukuja.² Mukana on mm. yritysten vaihtuvuutta kuvaavia indikaattoreita, jotka ovat arvokkaita tuottavuuskasvua analysoitaessa.

Tilinpitoaineistojen, ja näin ollen mahdollisesti myös KLEMS-tietokannan, ongelmat näyttävät olevan erityisen suuret palvelualojen tuottavuustasovertailuissa. Yritysaineistoihin pohjautuva Eurostatin harmonisoitu rakennetilasto (Structural Business Statistics)³ tarjoaa kuitenkin lupaavan toisen vaihtoehdon huolellisiin tuottavuusvertailuihin myös palvelualoilla. Eurostatin rakennetilastoaineisto on sangen yksityiskohtainen ja laaja, joten se näyttää tarjoavan hyödyllisen työvälineen maiden välisten tuottavuuserojen syiden tutkimiseen.

13.1.2 MILLAISTA POLITIIKKAA?

Suomi on sekä talouspolitiikan näkökulmasta yleensä että innovaatiopolitiikan kannalta erityisesti siirtynyt 1990-luvulla uudenlaiseen tilanteeseen (luvut 1 ja 3). Keskeiset syyt tähän ovat talouden avautuminen ja EU-integraatio sekä se, että Suomi on siirtynyt lähelle teknologista eturintamaa monilla aloilla. EU-integraatio on siirtänyt osan talouspolitiikan päätöksenteosta pois kansalliselta tasolta, teknologian eturintamaan siirtyminen puolestaan on muuttanut innovaatiopolitiikan perusteluja.

Esimerkiksi Bartelsman (2005) pyrkii osoittamaan, miten innovaatiopolitiikan tulisi muuttua, kun talouskasvu ei voi enää perustua teknologisen eturintaman kiinnikuromiseen. Hänen kuvaamassaan mallissa yritykset ovat omaksujia tai soveltajia ja kokeilijoita. Kokeilijat pyrkivät työntämään eturintamaa eteenpäin kiinnikuromisen sijasta. Eturintamassa oltaessa korostuvat nopeasti solmittavat ja purettavat vuorovaikutussuhteet, halu ja kyky kokeilla, yritysjohtajien ja yrittäjien valikoituminen, uudet ja nuoremmat yritykset, pienemmät aineelliset investoinnit sekä suuremmat aineettomat investoinnit. Kokeilu on kokonaisvaltaisempaa kuin perinteinen tutkimus- ja kehitystoiminta: vaaditaan markkinointi-investointeja ja loppukäyttäjien tuntemusta. Poliittikkaviesti tästä analyysistä on: tarvitaan erilaista politiikkaa kuin kiinnikuromisvaiheessa ja erilaista politiikkaa eri aloilla, koska kaikki toimialat eivät ole eturintamassa. Suomessa on uuden tilanteen edellyttämässä politiikkamuutoksissa edetty jo varsin pitkälle. Kuitenkin innovaatiojärjestelmässä on vielä heikkoja kohtia esimerkiksi uudenlaisen yrittäjyyden edistämisessä sekä eri toimialojen erilaisen kehitysvaiheen tunnistamisessa. Uudenlaisia innovaatiostrategioita tarkastellaan esimerkiksi luvuissa 8 (Mäkinen) ja 10 (Koski), joista edellisessä pohditaan teknologisia innovaatioita täydentävien organisaatioinnovaatioiden merkitystä ja jälkimmäisessä avoimen innovaatiostrategian mahdollisuuksia.

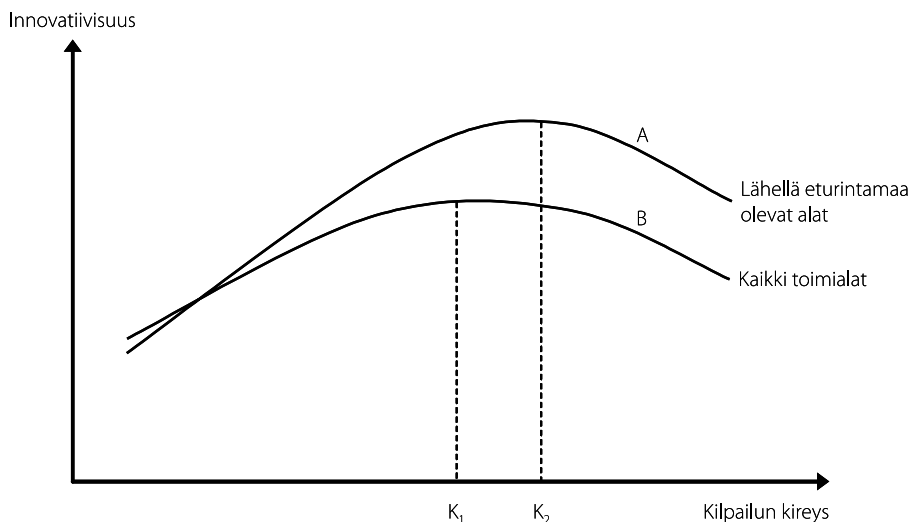
Innovaatiopolitiikan ohella toinen talouden uuden kehitysvaiheen politiikkahaaste liittyy kilpailupolitiikkaan, jolla on selkeästi erilainen rooli riippuen siitä, miten etäällä globaalista teknologiarintamasta ollaan. Uusin tutkimus osoittaa, että kilpailun asteen ja innovatiivisuuden välillä vallitsee käänteisen U-käyrän muotoinen riippuvuus: kilpailun vähäisyys vaikuttaa in-

novatiivisuutta heikentävästi, mutta myös äärimmäisen kova kilpailu vaikuttaa samoin. Riski ”liiallisen” kilpailun innovatiivisuutta vähentävästä vaikutuksista on kuitenkin sitä vähäisempi mitä lähempänä teknologista eturintamaa ollaan (kuvio 13.1). Kilpailu- ja innovaatiopolitiikan välillä on siis kuitenkin jännite ja yhteensovittamisen haaste. Eväitä tämän talouspolitiikkahaasteen vastaamiseen on syytä etsiä huolellisilla toimialoittaisilla tuottavuusanalyysillä.

Kilpailupolitiikka voi monilla aloilla olla parasta innovaatiopolitiikkaa. Kilpailua on vaikea synnyttää. Talouden avoimuus ja toiminnan kansainvälistyminen ovat kiistatta lisänneet kilpailupainetta ja sitä kautta parantaneet tuottavuutta sekä usein myös innovatiivisuutta Suomessa. Näin on mitä ilmeisimmin tapahtunut myös monilla palvelualoilla. Kansainvälistymisen, innovatiivisuuden ja tuottavuuden yhteyksiä on tarkasteltu luvuissa 11 (Widgrén) ja 12 (Ilmakunnas ja Maliranta).

Innovaatiopolitiikan tärkeä haaste on siis tunnistaa toimialojen erityispiirteitä. Jos innovaatiopolitiikka pelkistetään t&k-toiminnan tukemiseksi, vaikeutena on löytää keinot, joilla se voidaan tehdä kilpailua estämättä tai vääristämättä. Innovaatiotoiminnan tukemisella on oltava selkeät perusteet. Kun rahoitusmarkkinat ovat pitkälle kehittyneet, innovaatiopolitiikan perustelut eivät voi enää samalla tavoin kuin aiemmin perustua rahoitusmarkkinapuutteisiin. Puutteita on enää lähinnä vain siemen- ja alkuvaiheen rahoituksessa. Tärkeimmäksi perusteluksi ovat tulleet innovaatiotoiminnan ulkoisvaikutukset, joita käsitellään luvussa 5 (Rouvinen). On kysyttävä, liittyykö innovaatioketjun muihin osiin kuin tutkimus- ja kehitystoimintaan ulkoisvaikutuksia. Näitä on

Kuvio 13.1 Kilpailun asteen ja innovatiivisuuden yhteys teknologian eturintamassa olevilla toimialoilla ja muilla toimialoilla



Lähde: Aghion, Bloom, Blundell, Griffith ja Howitt (2005).

harvoin pystytty osoittamaan. Silti tukea on haluttu ulottaa sekä markkinointiin että toiminnan kansainvälistämiseen.

Ulkoisvaikutusten ohella toinen innovaatiotoiminnan tukemista puoltava perustelu nykyisissäkin oloissa voi olla ns. *infant industry* -argumentti eli kokonaan uusien alojen tukeminen, mikäli voidaan osoittaa komplementaarisuuksia muiden alojen kanssa tai toisaalta selviä markkinoillepääsyn esteitä. Innovaatiopolitiikkaan liittyviä kysymyksiä sivutaan luvuissa 5, 8 ja 10. Kansantalouden kilpailukykyä on parasta arvioida siltä kannalta, kuinka hyvän elintason se pystyy kansalaisilleen tarjoamaan. Maan elintaso puolestaan riippuu paljon yritysten keskimääräisestä työn tuottavuuden tasosta. On syytä muistaa, että niin sanotussa eturintamankin maassa pääosa tuotannontekijöistä on sellaisissa yrityksissä tai tuotantoyksiköissä, joiden tuottavuus on paljon alempi kuin eturintaman yrityksissä. Tästä syystä myös eturintamamaan kuuluvien yritysten tai toimialan tuottavuus on useita kymmeniä prosentteja teoreettista maksimia matalampi (ks. esim. Caves, 1992). Näissäkin tapauksissa yritys- ja toimipaikkarakenteiden muutos on tärkeä tuottavuuskasvun kanava. Merkittävä osa tuottavuuden kasvusta tulee sitä kautta, että tuotannontekijät siirtyvät kaikkein tehottomimmista yksiköistä tehokkuudeltaan keskinkertaisiin yksiköihin.

On toki tärkeää, ja luultavasti tärkeämpää kuin aikaisemmin, kiinnittää erityishuomiota huipputeknologioihin ja huippuyrityksiin sekä niiden innovaatioihin. On kuitenkin myös syytä muistaa, että eturintaman maassakin hyvinvoinnin kannalta olennaista muutosta tapahtuu siis myös sellaisissa yrityksissä, jotka ovat kaukana teknologisesta eturintamasta. Kansantalouden tai toimialan tuottavuuden kasvu koostuu lukemattomista pienistä innovaatioista, jotka eivät yleensä ole markkinoille uusia, mutta auttavat kuitenkin kyseistä yritystä parantamaan omaa ja toimialan tuottavuutta. Kun halutaan olympiamitaleja, on syytä keskittyä huippu-urheilijoiden harjoitteluolosuhteisiin, mutta kun halutaan pitää huolta kansanterveydestä, on syytä kiinnittää huomiota keskivertokansalaisen liikuntamahdollisuuksiin. Samasta syystä on tärkeää pitää huolta myös keskivertoyrityksen innovaatiomahdollisuuksista ja -kannustimista. Niihin pitäisi pystyä vaikuttamaan innovaatio- ja kilpailupolitiikan keinoin.

13.1.3 ONKO POLITIIKALLA MERKITYSTÄ?

On kiistatonta, että innovaatiot ovat tuottavuuskasvun keskeinen lähde. On myös selvää, että innovaatiotoiminnan edistämisessä julkisella sektorilla on tärkeä rooli: innovaatioketju ei toimi kansantalouden kannalta optimaalisesti ilman julkinen sektorin aktiivista toimintaa.

Innovaatiopolitiikan harjoittamisen ehdot ovat kuitenkin muuttuneet monin tavoin, kuten tämän kirjan eri luvuissa on osoitettu. Innovaatiotoiminta on väistämättä ymmärrettävä entistä laajemmin: sen ytimessä olevaan t&k-

toimintaan liittyy monia komplementaarisuuksia organisaatio-, markkinointi- ja johtamisinnovaatioiden kautta. Tuottavuuden eturintamaan siirtyminen merkitsee yhä enemmän kokeiluja omaksumisen ja perinteisen kehittämisen asemesta. Läpimurtojen todennäköisyys pienenee ja kustannukset saattavat nousta. Innovaatiopolitiikasta on tullut vaikeampaa.

Silti politiikalla on merkitystä. Sen suunnitteluun, toteutukseen ja ennen muuta vaikutusten arviointiin vain tarvitaan entistä enemmän tietoa. Innovaatiopolitiikasta on tullut elinkeinopolitiikan tärkein alue. Sillä on merkittäviä liittymäkohtia myös muihin politiikka-alueisiin. Yksi tulevaisuuden kannalta merkittävä alue on työmarkkinapolitiikka. Suomella on edessään työvoiman ikääntyminen, mikä tutkimusten mukaan saattaa hidastaa tuottavuuskehitystä. Viimeisten parin vuosikymmenen kehitys osoittaa, että tuottavuuskasvu perustuu väistämättä rakennemuutokseen ja luovaan tuhoon: jos haluamme ylläpitää nopeaa tuottavuuskasvua, on luotava edellytyksiä yritysten syntymiselle, mutta myös sille, että tehottomia yrityksiä – ja samalla työpaikkoja – poistuu markkinoilta. Tämä on suuri haaste työmarkkinoiden toiminnalle.

13.2 INNOVAATIOTOIMINTA, KILPAILU JA TUOTTAVUUS – YHTEENVETO KIRJAN LUVUISTA

Kirjan johdantona *Mika Maliranta ja Pekka Ylä-Anttila* (luku 1) esittelevät kirjan lähtökohdat ja tavoitteet. Luvussa esitellään myös kirjan taustalla oleva viitekehikko, jota voidaan kutsua schumpeteriläiseksi kasvuteoriaksi, uusimmaksi kasvuteoriaksi tai luovan tuhon teoriaksi.

Mika Maliranta (luku 2) käy läpi lyhyesti tuottavuuden mittauksen eräät perusasiat ja tärkeimmät tuottavuuden mitat – työn tuottavuuden ja kokonaistuottavuuden. Luvussa kerrotaan, millaisia aineistoja ja tietoja tarvitaan luotettavien tuottavuusvertailujen tekemiseen. Luvussa näytetään myös, miten tuottavuuden kasvua voidaan mitata niin, että samalla saadaan tietoa kasvumekanismien mikrotason luonteesta. Mittauksessa käytetään hajotelmamenetelmää, joka kytkee yritystason ja toimialatason tuottavuuskasvut yhteen. Menetelmä kvantifioi schumpeteriläisen kasvukirjallisuuden painottamat tärkeät tuottavuuskasvumekanismit. Tärkeimmät näistä ovat yritysten valikoituminen uusien yritysten markkinoille tulon ja yritysten poistumien välityksellä sekä markkinaosuussiirtymät jatkavien yritysten välillä. Tuottavuuden kasvuhajotelman komponenteista yksi on se, joka kertoo ”tyypillisen” yrityksen tuottavuuskasvun. Tämä komponentti on siis se, jonka usein ajatellaan olevan kansantalouden ainoa tuottavuuskasvumekanismi.

Reijo Mankinen (luku 3) esittää erilaisia maiden välisiä tuottavuusvertailuja. Vertailut tehdään käyttämällä tyypillisiä tuottavuusmittoja ja vertailuaineistoja. Tarkastelut paljastavat monia kiinnostavia piirteitä Suomen tuottavuuskehityksessä. Samalla nämä vertailut kuitenkin kertovat myös

sen, että tuottavuuden mittaukseen sisältyy vielä paikoin valitettavan suurta epävarmuutta. Tämä epävarmuus näyttää koskevan aloja, joista kaivattaisiin erityisen kipeästi luotettavaa tietoa, eli monia tärkeitä palvelualoja.

Mika Pajarinen, Petri Rouvinen ja Pekka Ylä-Anttila (luku 4) osoittavat luvussa, että palveluyritysten ja teollisuusyritysten innovaatiotoiminnan välillä on eroja, joskaan erot eivät ole – etenkin Suomessa – aivan niin suuria kuin usein esitetään. Palveluyritysten innovaatiotoiminta on epämuodollisempaa kuin teollisuudessa ja perustuu useiden tiedon lähteiden käyttöön sekä organisaatiossa olevan kollektiivisen osaamisen hyödyntämiseen. Suomessa systemaattisella t&k-toiminnalla on myös palvelusektorilla, samoin kuin teollisuudessa, kansainvälisesti vertaillen suuri merkitys innovaatiotoiminnalle. Pienet palveluyritykset ovat jopa t&k-intensiivisempiä kuin pienet teollisuusyritykset. Vaikka palveluyritysten saamat t&k-tuet ovat pienempiä kuin teollisuusyritysten, kansainväliset vertailut osoittavat, että Suomessa palveluyritysten saama julkinen t&k-rahoitus on suhteellisen suurta. Tilastoanalyysi osoittaa, että jos tiivistämme innovaatiopolitiikan julkiseksi t&k-rahoitukseksi, niin innovaatiopanostusten ja tuottavuuden tason välillä vallitsee kansainvälisen aineiston perusteella positiivinen yhteys.

Petri Rouvinen (luku 5) käsittelee innovaatiotoiminnan ulkoisvaikutuksia ja tuottavuutta. Ulkoisvaikutukset tarkoittavat, että yrityksen innovaatiotoiminnasta syntyy myös muille hyötyjä, joista yritys ei saa (täyttä) korvausta. Joskus ulkoisvaikutukset voivat olla myös negatiivisia: syntyy haittoja, joiden kustannuksia yritys ei kanna tai joita se ei toiminnassaan ota huomioon. Pääosin innovaatiotoiminnan ulkoisvaikutukset ovat positiivisia ja suuruudeltaan merkittäviä. Ulkoisvaikutusten vuoksi yrityksen innovaatiotoiminnan yhteiskunnallinen tuotto on sen yksityistä tuottoa korkeampi. Tutkimusten perusteella innovaatiotoiminnan yhteiskunnallinen tai kokonaistaloudellinen tuotto on noin kaksinkertainen yksityiseen tuottoon verrattuna. Tämä on keskeinen perustelu julkisen sektorin innovaatiopolitiikalle. Innovaatiopolitiikan tärkeimmiksi perusteluiksi onkin lähes kaikissa kehittyneissä maissa noussut innovaatiotoiminnan ulkoisvaikutuksiin liittyvä markkinapuute. Tämä johtuu sekä innovaatiotoiminnan kasvaneesta merkityksestä taloudessa että pääomamarkkinoiden kehittymisestä siten, että niillä markkinoiden toimintapuuotteita esiintyy enää vähän. Rouvinen korostaa, että ulkoisvaikutusten empiirisessä tutkimuksessa on monia vakavia ratkaisemattomia ongelmia, joiden vuoksi aiemmasta kirjallisuudesta tehtäviin päätelmiin on suhtauduttava varauksin. Ongelmat liittyvät ulkoisvaikutusten mittaamiseen, joka on useimmiten epäsuoraa, sekä ulkoisvaikutusten erottamiseen muista tuottavuuteen vaikuttavista tekijöistä.

Christopher Palmberg (luku 6) muistuttaa, että ns. yleiskäyttöisillä teknologioilla ja niihin perustuvilla innovaatioilla on merkittävä rooli pitkän aikavälin tuottavuuskasvussa. Tämän jälkeen Palmberg pohtii, voisiko nanoteknologia olla seuraava suuri läpimurtoteknologia, joka saisi samanlaisen

aseman talouskehityksessä kuin nykyisin on tieto- ja viestintäteknologialla. Nanoteknologiaanhan on kansainvälisesti investoitu julkisia tutkimusvaroja enemmän kuin mihinkään muuhun teknologiaan milloinkaan yhtä lyhyessä ajassa. Palmbergin johtopäätös on, että nanoteknologiaan liittyy suuria riskejä ja että se todennäköisesti tulee nivoutumaan osaksi muita teknologioita ja toimialoja pikemminkin kuin kehittyisi omaksi tuotannonalaksi. Suomen osalta ajallisesti lähimpänä tulevaisuudessa ovat sovellukset, jotka liittyvät perinteisiin vahvoihin aloihin kuten metsäteollisuuteen tai konepajateollisuuteen. Suomi on sijoittanut kansantalouden kokoon nähden suhteellisen paljon julkisia tutkimuspanoksia nanoteknologian kehittämiseen.

Aija Leiponen (luku 7) tarttuu hyvin ajankohtaiseen aiheeseen – tutkimustoiminnan hajauttamiseen. Hän päätyy suomalaista empiiristä aineistoa käyttävän tutkimuksensa perusteella siihen, että hajauttaminen lisää yrityksen tuoteinnovaatioiden todennäköisyyttä sekä näihin innovaatioihin perustuvan liikevaihdon kasvua. Hajauttamisella on kuitenkin rajansa. Innovaatiotoimintaan liittyy suuruuden etuja. Leiposen tulosten mukaan tiedeperustaiset yritykset organisoivat t&k-toimintansa eri tavalla kuin muut yritykset. Ne sijoittuvat usein suurempiin yksiköihin ja yliopistojen tai tutkimuslaitosten läheisyyteen. Niille ns. hiljaisen tiedon merkitys on suurempi kuin muille yrityksille. Tiedeperustaisilla yrityksillä innovaatiotoiminnan hajauttaminen vaikuttaa myös eri tavalla innovaatiotuotokseen kuin muilla yrityksillä. Tiedeperustaisilla yrityksillä hajauttaminen lisää uusien tuotteiden määrää myös markkinoille, ei ainoastaan yritykselle itselleen.

Mikko Mäkinen (luku 8) esittelee tutkimuksia ja havaintoja, jotka kertovat organisaatioinnovaatioiden merkityksestä. Parhaat tuottavuusvaikutukset saadaan silloin, kun teknologiainvestoinnit toteutetaan menestyksellisesti organisaatioinnovaatioiden kanssa.

Olavi Rantala (luku 9) tarkastelee sitä, kuinka t&k-toiminnan vaikutukset leviävät kansantalouden eri toimialoille investointitavaroihin sitoutuneena. Hän käsittelee myös talouden muiden vaikutuskanavien merkitystä. Näihin kuuluvat mm. työmarkkinoiden sopimusjärjestelmä sekä kansainvälinen kauppa.

Heli Koski (luku 10) pohtii viime vuosina nopeasti lisääntyneen avoimen innovaatiotoiminnan merkitystä. Avoin innovaatiotoiminta ei sinänsä ole uusi ilmiö. Monilla talouden sektoreilla on kuitenkin siirrytty kohti entistä avoimempaa innovaatiotoimintaa, joka pyrkii hyödyntämään laajamittaisesti yrityksen ulkopuolella tuotettua tietoa ja innovaatioita ja myös kaupallistamaan yrityksen omaa aineetonta omaisuutta. Suomelle pienenä maana tämä on erityisen tärkeää jo sen vuoksi, että tulevaisuudessa on pystyttävä hyödyntämään entistä tehokkaammin muualla tuotettua tietoa samalla kun keskitytään omille vahvuusalueille. On osoitettu, että globaalisti tuotetun tiedon tehokas hyödyntäminen on yksi Suomen innovaatiojärjestelmän heikkoja kohtia. Immatériaalioikeudet ja niihin liittyvä lainsäädäntö vaikuttavat keskeisesti yritysten mahdollisuuksiin sekä hyödyntää toisten tuottamaa tietoa että kaupallistaa

omia innovaatioitaan. Immateriaalioikeuksiin liittyvän osaamisen merkitys kasvaa siirryttäessä entistä avoimempiin innovaatiotoimintamalleihin. Tämä asettaa haasteita sekä yrityksille aineettoman omaisuuden suojaamiskeinojen soveltamisessa että poliittisille päätöksentekijöille immateriaalioikeuksiin liittyvän lainsäädännön kehittämisessä.

Mika Widgrén (luku 11) tarkastelee, mitä vaikutuksia kaupan esteiden purkamisella on tuottavuuden kasvuun uuden talousmaantieteen kirjallisuuden valossa. Kaupan esteiden poistaminen parantaa tuottavuutta varsinkin niillä aloilla, joilla on entuudestaan suhteellinen etu. Tästä seuraavalla erikoistumismekanismeilla on eräitä kiinnostavia seurauksia. Usein tähän liittyy myönteinen kierre; käyntiin lähtiessään kysynnän kasvu houkuttelee uusia yrityksiä, joka johtaa lisääntyneeseen innovointiin ja parempaan tuottavuuteen, joka edelleen kasvattaa tuloja ja kysyntää. Toisaalta tuottavuuden hajonta maan alueiden välillä saattaa kasvaa. Työvoiman uudelleen kohdentuminen maan sisällä eri alueiden välillä on keskeinen osa tätä mekanismia. Samalla tämä mekanismi kuitenkin ylläpitää koko kansatalouden tuottavuuskasvua. Työvoiman vähäinen liikkuvuus vaikuttaa osaltaan siihen, että maiden väliset tuottavuuserot eivät yleensä pääse kasvamaan.

Mika Maliranta ja Pekka Ilmakunnas (luku 12) esittelevät erilaisia mekanismeja, joiden kautta ulkomaalaiset yritykset voivat vaikuttaa talouden tuottavuuteen. Vaikutusmekanismit voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin. Kun ulkomaalainen yritys tulee markkinoille joko yritysoston kautta tai perustamalla kokonaan uuden tytäryhtiön, se voi parantaa suoraan maan tuottavuutta. Monikansalliset yritykset käyttävät yleensä kansainvälistä eturintaman teknologiaa, joten niiden tuottavuus on korkea. Ulkomaalaiset yritykset voivat lisäksi vaikuttaa tuottavuuteen myönteisesti erilaisten epäsuorien mekanismeiden välityksellä. Tehokkaiden ulkomaisten yritysten markkinoille tulo lisää kilpailua, joka useissa tilanteissa lisää markkinoilla toimivien yritysten innovatiivisuutta sekä saa aikaan yritys rakenteiden muutosta. Kuten modernissa kasvuteoriassa tähdennetään, kilpailu, innovaatiot ja rakennemuutos ovat juuri niitä tuottavuuskasvun keskeisiä aineksia. Epäsuoriin vaikutusmekanismeihin kuuluvat myös teknologian ulkoisvaikutukset, joita myös Rouvinen käsittelee luvussaan (luku 5). Monikansallisista yrityksistä saattaa levitä teknologioita ja innovatiivisuutta paikallisiin kotimaisiin yrityksiin työntekijävirtojen tai muiden mekanismeiden välityksellä.

13.3 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ KILPAILUSTA, INNOVAATIOISTA JA TUOTTAVUUDESTA

Talous- ja elinkeinopolitiikan suunnittelun tueksi tarvitaan modernia tuottavuustutkimusta – oli sitten kyse tutkimus- ja kehitysmenojen, innovoinnin, globalisaation, tieto- ja viestintäteknologian, työvoiman liikkuvuuden, koulu-

tuksen tai rakennemuutoksen tuottavuusvaikutuksista. Tällaisen tutkimuksen ainekset ovat seuraavat:

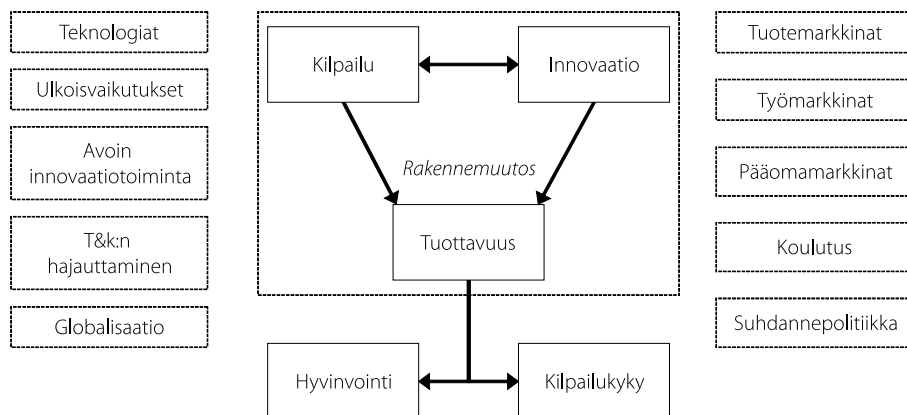
- aineistoina käytetään erilaisia, usein keskenään yhdistettyjä, yritys-, toimipaikka- ja henkilöaineistoja
- välineinä ovat mikroekonometriset menetelmät tai tuottavuuden hajoelmat
- teoriataustana on schumpeteriläinen kasvuteoria tai sitä läheisesti muistuttava muu teoria, jossa korostetaan yritysten heterogeenisuutta ja yritysten valikoitumista markkinoilla.

Kuviossa 13.2 on esitetty schumpeteriläisen kasvuteorian kolme keskeistä pilaria: **kilpailu**, **innovaatio** ja **tuottavuus**. Näiden keskiöissä on *rakennemuutos*. Se koskee olennaiselta osin *toimialojen sisäisiä yritys- ja toimipaikkarakenteita*.⁴ Rakennemuutokset eivät ole väliaikaisia episodeja, vaan kyse on *jatkuvasta* muutoksesta. Sen voimakkuus ja merkitys vain *vahvistuu*, kun talous tai toimiala siirtyy kansainväliseen eturintamaan. Rakennemuutoksen lähteinä ovat kilpailu ja innovaatiot ja seurauksena tuottavuuden kasvu. Rakennemuutoksen sujuvuudesta riippuu paljolti se, kuinka nopeasti ja tehokkaasti innovaatiotoiminnalla syntyvä uusi tuottavuuspotentiaali muuntuu talouden hyvinvointia ja kilpailukykyä vahvistavaksi tuottavuuden kasvuksi.

Schumpeteriläinen kasvuteoria on siis oiva viitekehikko talouskasvun analysointiin erityisesti kasvupolitiikan näkökulmasta. Tämän lisäksi se tarjoaa monia kiinnostavia näkökohtia moniin innovaatioita ja tuottavuutta koskeviin tutkimuskysymyksiin, joita tässäkin kirjassa on käsitelty.

Rakennemuutos on siis yksi keskeinen mekanismi, jonka kautta innovaatiot muuntuvat tuottavuuskasvuksi. Käytännössä tämä tarkoittaa usein sitä, että yrityksiä lopetetaan ja uusia tulee tilalle. Näin tapahtuu erityisesti silloin,

Kuvio 13.2 Schumpeteriläisen kasvuteorian kolme pilaria



kun kyseessä ovat radikaalit innovaatiot. Tärkeä osa tästä rakennemuutoksesta saattaa olla yritysten sisällä tapahtuvaa tuottavuutta vahvistavaa toimipaikkarakenteiden muutosta (ks. Disney, Haskel ja Heden, 2003).⁵

Yritysten heterogeenisuus teknologian ja tuottavuuden suhteen johtuu usein perustavanlaatuisesta epävarmuudesta. Varsinkin kun kyse on aivan uudenlaisista teknologioista, kukaan ei voi varmasti tietää, mikä teknologioista on lopulta tuottavaa ja millaisilla täydentävillä innovaatioilla tuottavuusvaikutukset saadaan parhaiten esiin. Markkinamekanismin yksi tehtävä on suorittaa tätä seulontaa. Markkinoilla tapahtuu kokeilua ja valikointia. Nanoteknologiaa yleiskäyttöisenä teknologiana koskeva pohdinta (luku 6) on hyvä esimerkki siitä, mistä kokeilussa ja valikoinnissa on kyse. Teknologista kehitystä on vaikea ennakoida, mutta tämän kirjan viitekehikon ja siihen tukeutuvan tutkimustiedon valossa näyttää varmalta, että jos nanoteknologiasta tulee tuottavuusveturi, vaikutukset tulevat viiveellä rakennemyllerrysten kautta. Muun muassa pääoma- ja työmarkkinainstituutiot joutuvat taas haasteen eteen.

Kirjallisuudessa on tarkasteltu kilpailun ja yritysten innovointihalukkuuden välisiä yhteyksiä erilaisissa tilanteissa. Jos yritykset käyttävät kovin erilaisia teknologioita ja ovat siksi tuottavuudeltaan hyvin erilaisia, heikoimmilla yrityksillä saattaa olla joka tapauksessa vähäiset innovointihalut, koska ne arvioivat häviävänsä innovaatiokamppailussa joka tapauksessa. Boone (2000) luonnehtii näitä yrityksiä voimattomiksi (*"fainted"*). Vastaavasti ylivertaiset yritykset (*"complacent"* a la Boone) saattavat arvioida innovoinnin tarpeettomaksi. Tällaisessa tilanteessa kilpailun kiristyminenkään ei lisää merkittävästi innovointihalukkuutta. Kilpailu tehoaa siis innovaatioihin parhaiten silloin, kun yritykset ovat toisiaan "teknologisesti" lähekkäin tai kun kellään ei ole teknologian saatavuuden suhteen ylivertaista lähtöasetelmaa (ks. luku 1). Kuvion 13.1 jyrkemmin ylös nouseva käyrä voi myös kuvata toimialaa, jossa yritykset ovat teknologisesti lähekkäin ja vaakasuoempi teknologisesti heterogeenisempaa toimialaa. Tämä schumpeteriläisen kasvukirjallisuuden näkökohta on kiinnostava esimerkiksi tulkittaessa Heli Kosken luvussa 10 tekemiä huomiota avoimesta innovaatiotoiminnasta. Koski esittää, että avoin innovaatiotoiminta on lisääntynyt monilla sektoreilla. Tämä voisi tarkoittaa sitä, että moni sektori on kuviossa 13.1 siirtynyt tai siirtymässä käyrästä B käyrään A, eli kilpailun kireydellä on aikaisempaa voimakkaampi vaikutus innovaatiohalukkuuteen. Sen lisäksi, että kilpailu vaikuttaa innovaatioihin, innovaatiotoiminnan luonteen muutos voi siis myös vaikuttaa kilpailun merkitykseen.

Julkisuudessa jatkuvasti esillä olevat irtisanomisuutiset globaalisti toimivissa yrityksissä ovat yksi osa sitä mekanismia, jonka kautta teoreettisen ja empiirisen kirjallisuuden mukaan globalisaation tuottavuusvaikutukset tulevat esiin sekä kehittyvissä että kehittyneissä kansantalouksissa (ks. lukuja 11 ja 12). Muu osa mekanismia on vähemmän esillä julkisessa keskustelussa, mutta on tullut selvästi esiin lukuisissa tuottavuustutkimuksissa. Kun keskeiset instituutiot toimivat tavalla, joka mahdollistaa tuotantotoiminnan jatkuvan

uudistumisen, globalisaatio samaan aikaan myös lisää innovaatioita, synnyttää uusia työpaikkoja ja parantaa toimialojen ja kansantalouden tuottavuutta.

Edellä esitetyt kirjan eri luvuista poimitut esimerkit kertovat, että schumpeteriläinen kasvuteoriakehikko on se väline, jonka avulla voidaan hedelmällisesti tarkastella tai tulkita monenlaisia kasvupolitiikan ja innovaatiotoiminnan ajankohtaisia kysymyksiä. Muut tarkastelukehikot ovat yleensä voimattomia näiden kysymysten edessä.

On kuitenkin syytä huomauttaa, että schumpeteriläinen kasvukehikko ja siihen liittyvä mikroaineistoihin tukeutuva tuottavuusanalyysi eivät täysin korvaa perinteistä kasvuteoriaa ja siihen kytkeytyvää ns. kasvulaskentaa. Kasvulaskenta tarjoaa kiinnostavaa kuvailevaa analyysiä. Se antaa kuitenkin hyvin vähän eväitä talouskasvun tulkintaan tai talouspolitiikan suosituksiin. Pahimmillaan se voi johtaa jopa harhaisiin käsityksiin (Pohjola, 1996, ks. sivu 78). Parhaimmillaan kasvulaskenta-analyysi on silloin, kun sen tulosten tulkinnassa ja johtopäätöksissä tukeudutaan yritys- ja toimipaikka-analyysin tuloksiin. Hyvä esimerkki tästä on van Arkin ja Inklaarin (2005) analyysi, jossa he tarkastelevat kasvulaskentamenetelmää käyttäen ICT:n vaikutusta talouskasvuun Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Johtopäätösluvussa he käyttävät paljon tilaa aikaisempien yritys- ja toimipaikka-analyysien tulosten esittelyyn. Heidän analyysinsä keskeiset johtopäätökset tukeutuvat siihen mikroaineistoanalyysissä usein saatuun tulokseen, että ”luova tuho” on tärkeä tuottavuuskasvun mekanismi mm. ICT:n kaltaisen merkittävän teknologisen murroksen aikana. Vasta tätä kautta päästään tärkeisiin tuote- ja työmarkkinainstituutioiden merkitystä koskeviin johtopäätöksiin.

Yksi tämän kirjan keskeinen sanoma on, että innovaatiopolitiikka on komplementaarinen – täydentävä – monien muiden politiikka-alueiden kanssa. Tältä kannalta tärkeitä kysymyksiä ovat: Miten työmarkkinainstituutioita tulisi kehittää niin, että ne entistä paremmin sopisivat yhteen uuden kasvuvaiheen vaatimusten kanssa? Voisiko julkinen valta tukea jotenkin pääomamarkkinoiden kehittämistä niin, että ”luovan tuhon” ”luova puoli” kukoistaisi mahdollisimman voimakkaasti? Millä keinoilla voitaisiin edistää erityisesti innovatiivista yrittäjyyttä?

Mutta myös rakennemuutoksen käänköpuoli vaatii tietysti julkisen vallan herkeämättömän huomion. Kun sosiaaliturva on mitoitettu ja järjestetty oikein, se tarjoaa kansalaisille heidän kaipaamaansa turvaa taloudellisen kehityksen epävarmuuksia vastaan. Mutta samaan aikaan sosiaaliturvan pitää tarjota työvoimalle myös sekä kannustimia että mahdollisuuksia: oli sitten kyse osaamisen kehittämisestä tai uuden sellaisen työpaikan etsimisestä, jossa työntekijän osaamista voidaan hyödyntää aikaisempaa tuottavammin.

KIRJALLISUUS

- Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R. ja Howitt, P. (2005). Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship. *Quarterly Journal of Economics*, 120(2), 701–728.
- Bartelsman, E. (2005). Poliittikkatoimenpiteitä teknologisen eturintaman saavuttamiseksi ja siellä pysymiseksi. Teoksessa A. Hyytinen ja P. Rouvinen (toim.), *Mistä talouskasvu syntyy?* (s. 297–318). Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos ETLA (Sarja B 214). Helsinki: Taloustieto Oy.
- Boone, J. (2000). Competitive pressure: the effects on investments in product and process innovation. *RAND Journal of Economics*, 31(3), 549.
- Caves, R. E. (toim.) (1992). *Industrial Efficiency in Six Nations*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Disney, R., Haskel, J. ja Heden, Y. (2003). Restructuring and productivity growth in UK manufacturing. *Economic Journal*, 113(489), 666–694.
- Jalava, J. (2007). *Essays on Finnish Economic Growth and Productivity*. Kerava.
- Maliranta, M. (2003). *Micro Level Dynamics of Productivity Growth. An Empirical Analysis of the Great Leap in Finnish Manufacturing Productivity in 1975–2000*. The Research Institute of the Finnish Economy (Etla), Series A 38 (available at http://www.etla.fi/files/1075_micro_level_dynamics.pdf). Helsinki.
- Nordhaus, W. D. (2002). *Alternative methods for measuring productivity growth including approaches when output is measured with chain indexes*. June 24.
- Pohjola, M. (1996). *Tehoton pääoma. Uusi näkökulma taloutemme ongelmiin*. Porvoo: WSOY.
- Pohjola, M. (2007). *Työn tuottavuuden kehitys ja siihen vaikuttavat tekijät*. Valtioneuvoston kanslia, Helsinki.
- van Ark, B. ja Inklaar, R. (2005). *Catching up or Getting Stuck? Europe's Trouble to Exploit ICT's Productivity Potential*. University of Groningen, Research Memorandum GD-79.

VIITTEET

¹ Ks. <http://www.euklems.net>.

² Ks. <http://www.euklems.net/workpackages.html>.

³ Ks. European Business, Facts and figures, 2006 edition, data 1995–2005.

⁴ Esimerkiksi van Ark ja Inklaar (2005), Pohjola (2007) ja Jalava (2007) tarkastelevat toimialarakenteiden muutoksen tuottavuusvaikutuksia. Toimialarakenteiden muutokset ovat kuitenkin vähemmän kiinnostavia kuin yritys- ja toimipaikkarakenteiden muutokset sekä talousteoreettisin (Nordhaus, 2002) että empiirisin perustein (Maliranta, 2003, s. 144). On tärkeää pitää ne selvästi erillään toisistaan.

⁵ Mikko Mäkinen (luku 8) kertoo kiinnostavan esimerkin, jossa eräs lääkeyritys onnistui ottamaan uuden toimintamallin tuottavasti käyttöön vasta perustettuaan kokonaan uuden tehtaan, jonne palkattiin uusia nuoria työntekijöitä ja rakennettiin uusi organisaatio. Uuden tehtaan tuottavuus oli huomattavasti parempi kuin sen vanhoissa tehtaissa tai kilpailijoiden tehtaissa.