

Tuotantofunktioiden estimoinnista

Nelli Valmari

Yritysten väliset tuottavuuserot kapeastikin rajattujen toimialojen sisällä ovat tyypillisesti suuria ja pitkäkestoisia. Esimerkiksi amerikkalaisilla teollisuustoimialoilla tuottavimmat yritykset ovat keskimäärin kaksi kertaa niin tuottavia kuin vähiten tuottavimmat yritykset (Doms ja Bartelsman 2000; Syverson 2011). Tämä tarkoittaa sitä, että tuottavimmat yritykset tuottavat samoilla tuotantoresursseilla kaksi kertaa niin paljon kuin vähiten tuottavimmat yritykset.

Yritysten tuottavuutta mitataan ja selitetään tuotantofunktioiden avulla. Tuotantofunktio kuvaa miten eri tuotannontekijät, kuten materiaalit, työntekijöiden lukumäärä ja käyttöpääoma, kasvattavat tuotantoa. Nämä tutkijoiden tyypillisesti havaitsemat tuotannontekijät eivät selitä yritysten tuotantoa kokonaan vaan myös muut, tutkijoilta havaitsemattomat tekijät vaikuttavat tuotannon määrään. Havaitsemattomat tekijät sisältyvät tuotantofunktion virhetermiin, jonka katsotaan olevan yhtä kuin yrityksen tuottavuus.

Suuriin tuottavuuseroihin voi olla useita syitä. Yksi selitys on epävarmuus, joka liittyy tuotantoteknologia- ja tuoteinnovaatioinvestointien onnistumiseen (Doraszelski ja Jaumandreu 2013). Toinen syy suuriin tuottavuuseroihin voi olla yritysten välinen kilpailun puute. Kun yritysten välinen kilpailu on vähäistä, alhaisenkin tuottavuuden yritysten on kannattavaa jatkaa toimintaansa (Berger ja Hannan 1998; Syverson 2004). Toistaiseksi tuottavuuserot ovat kuitenkin suurelta osin selittämättömiä. Edellä mainittujen syiden lisäksi onkin aiheellista pohtia tuottavuusarvioiden oikeellisuutta, sillä tuottavuusarviot tehdään käyttäen epätäydellisiä aineistoja ja menetelmiä. Mikäli tuotantofunktiot ovat virheellisesti estimoituja, ovat todennäköisesti myös niihin pohjautuvat tuottavuusarviot harhaisia.

Väitöskirjani koostuu kolmesta tutkimusartikkelista, jotka käsittelevät tuotantofunktioiden estimointia. Ensimmäiset kaksi esseetä koskevat monituoteyritysten tuotantofunktioiden estimointia. Suuri osa yrityksistä valmistaa

Kirjoitus perustuu Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulussa 8. joulukuuta 2014 tarkastettuun väitöskirjaan ”Essays on Estimating Production Functions”. Väitöstilaisuudessa vastaväittäjänä toimi professori Frédéric Warzynski (Aarhus University) ja kustoksena toimi professori Matti Pohjola (Aalto-yliopisto). KTT Nelli Valmari (nelly.valmari@etla.fi) työskentelee tutkijana Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksessa.

useita eri tuotteita, ja vielä suurempi osa eri toimialojen tuotannosta on monituoteyritysten valmistamaa. Tästä huolimatta tuotantofunktio- ja tuottavuusestimaatit pohjautuvat oletukseen, että kukin yritys tuottaa vain yhdenlaisia tuotteita ja käyttää vain yhtä tuotantoteknologiaa (poikkeuksia ovat De Loecker, Goldberg, Khandelwal ja Pavcnik 2012; Dhyne, Petrin ja Warzynski 2012). Syy tähän oletukseen on aineistolähtöinen. Tutkijoiden käytössä olevat rekisteriaineistot eivät kerro, miten yritykset jakavat tuotannon tekijät eri tuotantolinjoille, minkä vuoksi tuotekohtaisia tuotantofunktioita ei ole voitu estimoida. Yritysten valitsemat tuotekohtaiset tuotannon tekijämäärät taas riippuvat tuotekohtaisista tuotantoteknologioista eli tuotantofunktioiden estimoitavista parametreista sekä havaitsemattomista tuottavuustasoista.

Väitöskirjan ensimmäisessä tutkimusartikkelissa esittelen rakenteellisen mallin ja estimointimenetelmän, jolla sekä havaitsemattomat tuotekohtaiset tuotannon tekijämäärät että tuotantofunktiot voidaan estimoida tavanomaista rekisteriaineistoa käyttäen. Empiirisen mallin identifikaatio perustuu kahteen oivalukseen. Ensinnäkin, yritysten päätökset tuotekohtaisista tuotannon tekijämääristä eivät pohjaudu ainoastaan tuotantoon liittyviin tekijöihin, vaan tuotantopäätöksiin vaikuttaa myös tuotteiden kysyntä. Mitä suurempi kysyntä yrityksen tuotteelle on, sitä enemmän yritys kyseistä tuotetta valmistaa. Tuotteen suurempi tuotantomäärä edellyttää yritykseltä suurempia tuotannon tekijämääriä ja/tai korkeampaa tuottavuutta kyseisellä tuotantolinjalla. Toiseksi, havaitsemattoman tuottavuustason vaikutus tuotekohtaisiin tuotannon tekijämääriin voidaan huomioida tuotantofunktion muodon avulla, jolloin tuotannon tekijämäärät identifi-

oituvat tuotteen kysyntäestimaattien avulla. Demonstroin empiiristä mallia ja menetelmää estimoimalla tuotekohtaiset tuotantofunktiot Suomen sahatavara- ja puutuoteteollisuudessa. Tuotantofunktioestimaatit eroavat merkittävästi tuotteiden välillä, mikä osoittaa tuotekohtaisen tuotantofunktioiden estimoinnin olevan tarpeellista.

Väitöskirjan toisessa tutkimusartikkelista tarkastelen estimointiharjoja, jotka syntyvät kun tuotantofunktioiden estimoinnissa ei huomioida tuotekohtaisia tuotantoteknologioita, vaan yrityksen oletetaan tuottavan kaikki tuotteensa yhdellä niin sanotulla yritystasoisella teknologialla. Kuvailen estimointiharjoja generoidun aineiston avulla. Estimointiharhat osoittautuvat merkittäviksi, vaikka tuotekohtaiset teknologiat olisivatkin keskenään hyvin samankaltaisia. Estimointiharjojen suunnat ja suuruudet riippuvat tuotetason tuotantoteknologioista sekä yritysten tuotevalikoimien koosta, eli harhat vaihtelevat tapauksittain. Estimointiharjoista johtuen yritysten estimoidut tuottavuuskertoimet saattavat poiketa todellisista tuottavuustasoista huomattavasti. Lisäksi yritysten väliset tuottavuuserot saatetaan arvioida joko liian pieniksi tai liian suuriksi.

Väitöskirjan kolmannessa esseessä tarkastelen informaatioteknologian eli IT:n tuottavuusvaikutuksia suomalaisissa teollisuusyrityksissä. Informaatioteknologiaa on kuvattu ehkä tärkeimmäksi yleisteknologiaksi 1800-luvun lopulla kehitetyn sähköntuotannon ja -jakelun jälkeen (Biagi 2013). Niin sanotulle yleisteknologialle on ominaista, että mittavat hyödyt realisoituvat vasta täydentävien teknologioiden käyttöönoton ja toimintatapojen muutosten myötä, usein vasta vuosien päästä.

IT:n tuottavuusvaikutuksia on tyypillisesti arvioitu muodostamalla IT-investoinneista pää-

omakanta, jolle estimoidaan tuotantojousto. Tällainen keskimääräisen tuotantojousto ei kuitenkaan ota huomioon edellä mainittuja yleisteknologian ominaispiirteitä eli tuottavuusvaikutusten riippuvuutta komplementaarista investoinneista. Keskimääräisen tuotantojouston sijaan estimoin IT:n tuottavuusvaikutukset huomioiden yhteisvaikutukset aiemmin tehtyjen IT-investointien ja aiemmin saavutetun tuottavuustason kanssa sekä viivästyneet tuottavuusvaikutukset. Niinpä IT:n tuottavuusvaikutukset voivat olla erilaisia eri yrityksissä ja eri vuosina.

Sovellan estimoinnissa Doraszelskin ja Jaumandreun (2013) endogeenisen tuottavuuden empiiristä mallia. Tulokset osoittavat, että IT:n tuottavuusvaikutukset voivat olla paitsi positiivisia myös negatiivisia. Esimerkiksi ensimmäisenä IT-investoinnin jälkeisenä vuotena IT-investoinnin vaikutus tuottavuuteen on useimmissa yrityksissä negatiivinen. Tämä saattaa johtua siitä, että uuden teknologian käyttöönotto hidastaa tuotantoprosessia. Toisena vuotena useimmat yritykset saavat IT-investoinnilleen positiivisen tuoton, kolmantena vuotena lähes kaikki yritykset. □

Kirjallisuus

- Berger, A. N. ja Hannan, T. H. (1998), "The Efficiency Cost of Market Power In The Banking Industry: A Test Of The "Quiet Life" And Related Hypotheses", *Review of Economics and Statistics* 80: 454-465.
- Biagi, F. (2013), "ICT and Productivity: A Review of the Literature", Digital Economy Working Paper 2013/19, Institute for Prospective Technological Studies, European Commission.
- De Loecker, J., Goldberg, P. K., Khandelwal, A. K. ja Pavcnik, N. (2012), "Prices, Markups, and Trade Reform", NBER Working Papers 17925.
- Dhyne, E., Petrin, A. ja Warzynski, F. (2012), "Prices, Markups and Quality at the Firm-Product Level", työpäpaperi.
- Doms, M. ja Bartelsman, E. J. (2000), "Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Microdata", *Journal of Economic Literature* 38: 569-594.
- Doraszelski, U. ja Jaumandreu, J. (2013), "R&D and productivity: Estimating endogenous productivity", *Review of Economic Studies* 80: 1338-1383.
- Syverson, C. (2004), "Market Structure and Productivity: A Concrete Example", *Journal of Political Economy* 112: 1181-1222
- Syverson, C. (2011), "What Determines Productivity?", *Journal of Economic Literature* 49: 326-365.