

KANSANTALouden TILINPIDON TUOTTAVUUSMITTARIT	2
Toimialojen kokonaistuotokseen perustuva kokonaistuottavuuden muutos	2
Toimialojen kokonaistuotokseen perustuvat työn tuottavuuden muutosasteet ja eri tekijöiden kontribuutiot niihin	3
Arvonlisäykseen perustuvat toimialojen kokonaistuottavuuden ja työn tuottavuuden muutosasteet.....	3
Kokonaistuottavuuden muutos koko kansantalouden tasolla	4
Työn tuottavuuden muutos koko kansantalouden tasolla.....	5
Aineistoon liittyvät ongelmat	5
Lähteet	6
Pääomapanoksen mittaaminen	6
Johdanto	6
Menetelmät	7
Pääomakantojen laskenta pääomatavaratyypeittäin	7
Pääomatavaratyyppien yli aggregointi	7
Lähteet	9
Työpanoksen rakennemuutoksen huomioiminen tuottavuuslaskennassa ..	9
Lähteet	10

Kansantalouden tilinpidon tuottavuusmittarit

Kansantalouden tilinpidon toimialoittaiset tuottavuusmittarit perustuvat ns. KLEMS-kasvulaskentamenetelmään, jonka keskeisin kehittäjä on ollut Harvardin yliopiston professori Dale Jorgenson yhteistyökumppaneineen (ks. esim. Jorgenson, Gollop ja Fraumeni, 1987 sekä Jorgenson, Ho ja Stiroh 2005). Tämän menetelmän käyttöä suosittelee OECD:n tuottavuuskäsikirja (OECD 2001) ja sitä käytetään myös kansainvälisessä EU KLEMS projektissa. KLEMS-menetelmässä tuottavuusmittaus tapahtuu kansantalouden tilinpidon kehikossa.¹ Siinä otetaan huomioon kaikki tuotannossa käytettävät panokset. Tästä menetelmä on saanut nimensäkin: K=pääoma (capital), L=työ (labour), E=energia (energy), M=materiaalit (materials) ja S=palvelut (services). Kaikkia panoksia käsitellään periaatteessa samalla tavalla. Erityisesti pääomapanoksen osalta tämä merkitsee, että sitä mitataan pääomapalveluilla eikä pääomakannalla (ks. esim. OECD 2001, ja Aulin-Ahmavaara ja Jalava 2003). Menetelmässä pyritään ottamaan huomioon myös panosten laatutekijät. Tätä varten kaikki panostyyppit pyritään jakamaan mahdollisimman homogeenisiin luokkiin.

Toimialojen kokonaistuotokseen perustuva kokonaistuottavuuden muutos

Toimialan tuottavuuden mittausta perustuu KLEMS –menetelmässä ajatukseen, että on olemassa tuotantofunktio, joka kertoo sen maksimituotoksen (Q) määrän, joka voidaan aikaansaada työ (L)-, pääoma (K)- ja väliuotepanoksilla (M). T on aika.

$$(1) \quad Q_j = f_j(K_j, L_j, M_j, T).$$

Lisäksi oletetaan, että tuottajat toimivat täydellisillä markkinoilla ja pyrkivät maksimoimaan voittoa tai minimoimaan kustannuksiaan.

Törnqvistin indeksiin perustuva toimialan kokonaistuottavuuden muutosaste lasketaan tuotoksen muutosasteen ja kahden perättäisen vuoden keskimääräisillä arvo-osuuksilla (\bar{s}) painotettujen panosten muutosasteiden erotuksena:

$$(2) \quad t_j = \Delta \log Q_j - \bar{s}_{M,j} \Delta \log M_j - \bar{s}_{K,j} \Delta \log K_j - \bar{s}_{L,j} \Delta \log L_j.$$

Toimialoittaisissa laskelmissa arvo-osuudet lasketaan panosten osuuksina tuotoksesta. Pääomapanokselle arvo-osuutta laskettaessa käytetään pääomakorvauksia ja työpanokselle arvo-osuutta laskettaessa käytetään työvoimakorvauksia. (PX-Web tauluna osoitteessa www.tilastokeskus.fi/til/ttut/tau.html). Tuotos arvotetaan, arvo-osuuksia laskettaessa, kansantalouden tilinpidon mukaiseen perushintaan (sisältää tuottajan saamat tuotetukipalkkiot, mutta ei tuotteesta maksettuja tuoteveroja eikä maksettuja kaupan ja kuljetuksen marginaaleja). Panokset on arvotettu sen mukaan mitä käyttäjä niistä maksaa. Väliuotekäytössä koko toimialan tasolla tämä vastaa ostajan hintaa.

Tuotoksen ja väliuotepanoksen muutosasteet lasketaan kiinteähintaisista arvoista (edellinen vuosi perusvuotena). Eri laatuja olevien tuotosten ja väliuotepanosten aggregoinnissa käytetään Tuottavuuskatsauksessa Laspeyresin indeksikaavaa. Pääoma- ja työpanosten ajatellaan koostuvan eri laatuja olevista homogeenisista panosluokista. Pääomapanoksen laskennan kuvaus on luvussa ”Pääomapanoksen mittaus”, jossa on selvitetty sekä pääomakannan muodostus, että painojen laskenta. Työpanoksen laatutekijöinä on huomioitu ikä, sukupuoli sekä koulutus. Eri laatuja olevat osapanosten muutosasteet on painotettu yhteen niiden kahden perättäisen

¹ Kansantalouden tilinpidon kehikossa tapahtuvaa tuottavuusmittausta tarkastelee yksityiskohtaisesti Aulin-Ahmavaara (2006).

vuoden keskimääräisillä osuuksilla \bar{w} ao. kategoriaan kuuluvan kokonaistalouden arvosta.

$$\Delta \log K_j = \sum_k (\bar{w}_{K,kj} \Delta \log K_{kj}), k = \text{pääoma tavaratyyppi};$$

$$\Delta \log L_j = \sum_l (\bar{w}_{L,lj} \Delta \log L_{lj}), l = \text{työpanosten laatutekijä}.$$

Laskelmat laaditaan 60 toimialalle ja ne on esitetty PX-Web tietokantatauluna osoitteessa (www.tilastokeskus.fi/til/ttut/tau.html). Tuottavuuskatsauksessa esitettävät luvut on aggregoitu 30 toimialan tarkkuudelle summaamalla tuotos-, välituotekäyttö-, pääoma- sekä työllisyystiedot disaggregoidusta aineistosta.

Toimialojen kokonaistuotokseen perustuvat työn tuottavuuden muutosasteet ja eri tekijöiden kontribuutiot niihin

Työn tuottavuuden tuntia kohden laskettu muutosaste lasketaan kokonaistuotoksen ja tehtyjen työtuntien (H) muutosasteiden erotuksena:

$$(3) \quad \Delta \log h_j = \Delta \log Q_j - \Delta \log H_j.$$

Jotta saataisiin esille eri tekijöiden kontribuution työ tuottavuuteen, vähennetään työtuntien muutosaste yhtälön (2) molemmilta puolilta. Pienten järjestelyjen jälkeen saadaan seuraava tulos:

$$\begin{aligned} & \Delta \log h_j \\ &= \bar{s}_{M,j} (\Delta \log M_j - \Delta \log H_j) \\ (4) \quad &+ \bar{s}_{K,j} (\Delta \log K_j - \Delta \log H_j) \\ &+ \bar{s}_{L,j} (\Delta \log L_j - \Delta \log H_j) \\ &+ t_j \end{aligned}$$

Toisin sanoen:

Työn tuottavuuden muutos = välituotepanosten intensiteetin muutoksen vaikutus + pääomaintensiteetin muutoksen vaikutus + työpanoksen rakennemuutoksen vaikutus + kokonaistuottavuuden muutos.

Välituotepanosten intensiteetillä tarkoitetaan välituotteiden volyymia työtuntia kohden ja pääomaintensiteetillä pääomapalvelujen volyymia työtuntia kohden.

Arvonlisäykseen perustuvat toimialojen kokonaistuottavuuden ja työn tuottavuuden muutosasteet

Arvonlisäykseen perustuvat toimialoittaiset tuottavuuslaskelmat on esitetty PX-Web tietokantatauluna osoitteessa (www.tilastokeskus.fi/til/ttut/tau.html).

Arvonlisäykseen perustuva kokonaistuottavuuden muutos voidaan johtaa ns. arvonlisäysfunktioista:

$$(5) \quad V_j = g_j(K_j, L_j, T)$$

Arvonlisäykseen perustuva kokonaistuottavuuden kasvuaste on tällöin

$$(6) t_j^{VA} = \Delta \log V_j - \bar{u}_{L,j} \Delta \log L_j - \bar{u}_{K,j} \Delta \log K_j$$

Kustannusosuudet u on nyt laskettu arvonlisäyksestä.

Arvonlisäykseen perustuvaksi työn tuottavuudenkasvuasteeksi saadaan:

$$(7) \Delta \log h_j^{VA} = \Delta \log V_j - \Delta \log H_j = \bar{u}_{K,j} (\Delta \log K_j - \Delta \log H_j) + \bar{u}_{L,j} (\Delta \log L_j - \Delta \log H_j) + t_j^{VA}$$

Jotta tälle voitaisiin antaa tulkinta jossakin teknologisessa mielessä, esimerkiksi niin, että työn tuottavuus riippuu pääomaintensiteetistä, työn rakennemuutoksesta ja kokonaistuottavuudesta, tulisi osoittaa arvonlisäysfunktion olemassaolo. Arvonlisäysfunktion olemassaolo edellyttää, että tuotantofunktio on niin sanotusti separoituva primääripanosten ja välituotepanosten suhteen ja voidaan näin ollen kirjoittaa seuraavaan muotoon:

$$(8) Y_j = f_j(X_j, g_j(K_j, L_j, T)).$$

Tällöin oletetaan, että primääripanosten rajasubstituutiosuhde on riippumaton käytetyistä välituotepanoksista. Toisin sanoen oletetaan, että tuottaja valitsee ensin sopivan yhdistelmän työtä ja pääomaa ja sitten kombinoi tämän yhdistetyn primääripanoksen välituotteisiin. Tätä pidetään erittäin rajoittavana olettamuksena, joka empiirisissä testeissä yleensä on jouduttu hylkäämään (ks. OECD 2001).

Kokonaistuottavuuden muutos koko kansantalouden tasolla

Kun koko kansantaloutta käsitellään yhtenä tuotantoyksikkönä, sen tuotos itse asiassa koostuu perushintaan arvotettujen kotimaisten tuotteiden toimituksista loppukysyntään. Jos talous olisi suljettu, tämä vastaisi koko kansantalouden bruttoarvonlisäystä perushintaan.

Tässä noudatamme Jorgesonilaiseen lähestymistapaan kuuluvaa käytäntöä, jossa koko kansantalouden arvonlisäys määritellään ns. tuotantomahdollisuuksien rintaman perusteella eri toimialojen arvonlisäysten Törnqvist indeksinä:

$$(9) \Delta \log V = \sum_j \bar{w}_j \Delta \log V_j,$$

jossa $\bar{w}_{j,t}$ on kahden peräkkäisen vuoden keskimääräiset toimialoittaiset arvonlisäyksen osuudet koko kansantalouden arvonlisäyksestä.

Kokonaistuottavuuden muutos saadaan samoin kuin edellä:

$$(10) t^{VA} = \Delta \log V - \bar{u}_L \Delta \log L - \bar{u}_K \Delta \log K.$$

Arvo-osuudet \bar{u} on nyt laskettu koko kansantalouden perushintaisesta arvonlisäyksestä.² Samoin kuin toimialoittaista tuottavuuden muutosta laskettaessa pääoma- ja työpanos koostuvat eri laatuja olevista osapanoksista:

² Koko kansantalouden tuottavuus lasketaan usein markkinahintaisesta bruttokansantuotteesta. Tällöin joudutaan laskelmissa sijoittamaan loppukäytöstä maksetut nettotuoteverot (tuoteverot – tuotetuet) arvonlisävero mukaan luettuna pääoman tulo-osuuteen. Tuottavuusmittauksessa kuitenkin yleisesti ajatellaan, että tuotoksen arvo tulisi määrittää tuottajan kannalta. Esimerkiksi Jorgenson ja Landefeld (2006) sekä Diewert (2005) katsovat, että tuottavuustarkastelussa tulee käyttää perushintaista bruttoarvonlisäystä eikä markkinahintaista bruttokansantuotetta.

$$\Delta \log K = \sum_k (\bar{w}_{K,k} \Delta \log K_k), k = \text{pääoma tavaratyyppi};$$

$$\Delta \log L = \sum_l (\bar{w}_{L,l} \Delta \log H_l), l = \text{työpanosten laatutekijä}.$$

Työn tuottavuuden muutos koko kansantalouden tasolla

Työn tuottavuuden muutos saadaan samoin kuin toimialatasollakin:

$$(11) \quad \begin{aligned} \Delta \log h^{VA} &= \Delta \log V - \Delta \log H \\ &= \bar{u}_K (\Delta \log K - \Delta \log H) + \bar{u}_L (\Delta \log L - \Delta \log H_j) + t^{VA}. \end{aligned}$$

Toisin sanoen:

Työn tuottavuuden muutos = pääomaintensiteetin muutoksen vaikutus + työpanoksen rakennemuutoksen vaikutus + kokonaistuottavuuden muutos.

Työpanoksen uudelleen kohdentumisen vaikutus koko talouden tuottavuuteen

Koko talouden tasolla voidaan tarkastella, miten työpanoksen siirtyminen toimialojen välillä vaikuttaa tuottavuuteen. Työpanosta mitataan tässä työtuntien määrällä. Arvo kertoo työvoiman liikkeistä korkean tuottavuuden toimialoilta matalan tuottavuuden toimialoille tai päinvastoin.

Aineistoon liittyvät ongelmat

KLEMS –menetelmä on erittäin vaativa aineiston suhteen. Se edellyttää mm. käypä- ja kiinteähintaisia tarjonta- ja käyttötaulukkoita. Vuodesta 2001 lähtien nämä taulukot on Suomessa laadittu osana kansantalouden vuositilinpitoa ja kansantalouden tilinpidon tasotarkistuksen yhteydessä uusilla tasoilla on tuotettu vuodet 2003–2006. Jaksoa 1970–2000 koskevat taulukot laadittiin Suomelle EU-KLEMS –projektin yhteydessä. Niiden pohjalta laskettiin kaksoisdeflatointiin perustuvat toimialoittaiset kiinteähintaiset arvonnäykset vastaavalle ajanjaksolle. Näin saadut sarjat poikkesivat jossain määrin kansantalouden tilinpidon vanhaan volyyminmenetelmään perustuvista arvonnäyssarjoista. EU KLEMS projektissa kuitenkin kalibroitiin kaikkien maiden osalta kiinteähintaiset välituotekäytöt sekä kiinteähintaiset arvonnäykset virallisiin toimialoittaisiin kansantalouden tilinpidon lukuihin. Näitä sarjoja käytetään myös Tuottavuuskatsauksessa. Näin ollen sekä EU KLEMS -tietokannassa että Tuottavuuskatsauksessa käytetyt Suomen toimialoittaiset arvonnäyssarjat vuosille 1970–2000 perustuvat pääosin yksikertaiseen deflatointiin. Vuodesta 2001 lähtien nämä sarjat perustuvat kaksoisdeflatointiin, eivätkä siten ole vertailukelpoisia aikaisempien sarjojen kanssa.³ Myös vuodesta 2001 alkavissa tarjonta- ja käyttötaulukkoissa esiintyy tuotekohtaisissa tiedoissa ongelmia, joista johtuen Tuottavuuskatsauksessa käytetään välituotekäytön aggregoinnissa Laspeyresin indeksikaavaa EU KLEMS tietokannassa käytetyn Törnqvist indeksin sijasta.

Sarjojen kalibroinnista johtuen kiinteähintaisen välituotekäytön ja kiinteähintaisen arvonnäyksen kasvuasteet noudattavat käytännössä useimmilla toimialoilla kiinteähintaisen tuotoksen kasvuasteita jaksolla 1970–2000. Tällöin ei sarjoista voi päätellä miten välituotekäytön volyymi suhteessa tuotoksen volyymiin tällä ajanjaksolla on tosiasiallisesti vaihdellut. Välituotekäytön kontribuutio ei kuitenkaan riipu pelkästään sen volyymin muutoksesta vaan myös sen kustannusosuudesta (vrt. yhtiö 2). Panoksen kustannusosuus kuvastaa, kasvulaskennan taustalla olevan tuo-

³ Ks. tarkemmin Kansantalous (2006).

tannon teorian mukaan, tuotoksen joustoa asianomaisen panoksen suhteen, ts. tuotoksen volyymin kasvuvasteen suhdetta panoksen volyymin kasvuasteeseen, kun muiden panosten volyymin oletetaan pysyvän muuttumattomana. Väliuotekäytön kustannusosuuden vaihtelu tulee huomioonotetuksi myös jaksolla 1970-2000. Ajanjakson kiinteähintaisia väliuotekäyttötietoja voidaan käyttää myös väliuotekäytön rakenteen tarkasteluun.

Aineistoon liittyvien ongelmien vuoksi voi tietysti kysyä, olisiko parempi tyytyä käyttämään arvonlisäykseen perustuvia tuottavuusmittareita. Aineistoon liittyviä ongelmia ei näin kuitenkaan voida välttää. Vanhan volyyminmenetelmän mukaiset arvonlisäyksen volyymin muutokset jaksolla 1970–2000 kuvaavat useimpien toimialojen osalta itse asiassa lähinnä tuotoksen volyymin muutoksia, eivätkä näin ollen ole vertailukelpoisia 2000-luvun kaksoisdeflatoitujen kiinteähintaisten arvonlisäyssarjojen kanssa. Arvonlisäykseen perustuvien tuottavuusmittareiden käyttö on ongelmallista myös tuottavuusmittauksen taustalla olevan tuotannon teorian kannalta, kuten edellä on selostettu.

Lähteet

Aulin-Ahmavaara, P. (2006): Kasvulaskennasta kansantalouden tilinpidon kehikossa, *Kansantaloudellinen Aikakauskirja*, 2/2006.

Aulin-Ahmavaara, P. ja J. Jalava (2003): Pääomapanos ja sen tuottavuus Suomessa vuosina 1975-2001. Keskustelualoitteita 294, Valtion Taloudellinen Tutkimuslaitos.

Diewert, W.E. (2006): Comment, teoksessa: D.W. Jorgenson, J.S. Landefeld and W.D Nordhaus (toim.): *A New Architecture for the U.S: National Accounts, Studies in Income and Wealth, Volume 66*. Chicago: The University of Chicago Press.

Jorgenson, D. W., F. Gollop ja B. M. Fraumeni (1987): *Productivity and U. S. Economic Growth*. Amsterdam-Oxford: North-Holland.

Jorgenson, D. W., M. S. Ho ja K. J. Stiroh (2005): *Productivity, Volume 3: Information Technology and the American Growth Resurgence*. MIT Press.

Jorgenson, D.W. and J. S. Landefeld (2006): Blueprint for expanded and integrated U.S. accounts, teoksessa: D.W. Jorgenson, J.S. Landefeld and W.D Nordhaus (toim.): *A New Architecture for the U.S: National Accounts, Studies in Income and Wealth, Volume 66*. Chicago: The University of Chicago Press.

Kansantalous 2006: *Kansantalouden tilinpito 1995-2004, Uudistetut aikasarjat*. Tilastokeskus.

OECD (2001): *OECD Productivity Manual: A Guide to the Measurement of Industry-level and Aggregate Productivity Growth*. **OECD**.

Pääomapanoksen mittaaminen

Johdanto

Tuottavuusanalyysissä on pääomapanosta usein mitattu joko brutto- tai nettopääomakannalla. Ne eivät kuitenkaan kuvaa pääoman tuotantokykyä. Pääomapanoksen mitta, joka vastaa tuotantofunktion muita tekijöitä, on pääomatavaroiden tuottamien palvelujen määrä.

Tuottavuuskatsauksessa pääomapanoksen mittaus perustuu Dale Jorgensonin ja kumppaneiden (Jorgenson (1963), Griliches ja Jorgenson (1966), Jorgenson ja Griliches (1967) ja Jorgenson, Gollop ja Fraumeni (1987)) kehittämään menetelmään, jossa pääomapanosta mitataan pääomapalvelujen virroilla. Samaa menetelmää käytetään myös EU KLEMS -tuottavuustietokannassa (Timmer ja kumppanit (2007)). EU KLEMS -tietokanta ja tuottavuuskatsaus poikkeavat kuitenkin toisistaan estimoidun pääomakannan ja hintojen osalta.

Menetelmät

Pääomapalvelujen mittaamiseen tarvitaan ns. tuottavan pääomakannan estimaatit pääomatavaratyypeittäin. Kunkin tavaratyyppin tuottamien pääomapalvelujen määrän oletetaan olevan suoraan verrannollinen ao. tavaratyyppiä olevan tuottavan pääoman määrään. Lisäksi tarvitaan eri tavaratyyppijä olevien pääomatavaroiden vuokrahinnat eri laatuja olevien pääomapalveluiden aggregoimiseksi toimialan pääomapanokseksi.

Pääomakantojen laskenta pääomatavaratyypeittäin

Yleisesti pääomakannan mittaamisessa käytetään ns. investointikertymämenetelmää (Perpetual Inventory Method, PIM), jossa pääomakanta (K) määritellään menneiden investointien painotettuna summana. Painoina käytetään pääomatuotteiden suhteellista tehokkuutta eri ajankohtina.

$$K_{k,t} = \sum_{\tau=0}^{\infty} \theta_{k,\tau} I_{k,t-\tau}, \quad (1)$$

jossa $K_{k,t}$ on pääomakanta tavaratyyppille k hetkellä t . $\theta_{k,\tau}$ on t vuotta vanhan pääomatuotteen tehokkuus verrattuna uuteen vastaavaan pääomatuotteeseen ja $I_{k,t-\tau}$ on investointi hetkellä $t - \tau$. Kaavan (1) implementointi vaatii ikä-tehokkuusprofiilin määrittelyä kullekin pääomatavaratyyppille. Tuottavuuskatsauksessa kaikille pääomatavaratyypeille käytetään geometristä profiilia, jossa investoinnit menettävät joka vuosi kiinteän osuuden tuotantokapasiteetistaan. Käyttäen kiinteää kulumisastetta δ , joka on eri kaikille pääomatavaroille $\theta_t = (1 - \delta)^t$, saadaan laskettua pääomakannat $K_{k,t}$ tavaratyypeittäin k hetkellä t

$$K_{k,t} = \sum_{\tau=0}^{\infty} (1 - \delta_k)^\tau I_{k,t-\tau} = (1 - \delta_k) K_{k,t-1} + I_{k,t}. \quad (2)$$

Pääomatavaroiden kulumisessa on käytetty EU KLEMS -projektin mukaisia kulumisasteita toimialoittain sekä pääomatavaroittain. Tuottavuuskatsauksessa käytetyt kulumisasteet on esitetty tilastokeskuksen internetsivuilla PX-Web tauluna (www.tilastokeskus.fi/til/ttut/tau.html).

Pääomatavaratyyppien yli aggregointi

Heterogeenisten pääomatavaratyyppien yli aggregoinnissa käytetään Törnqvist-indeksiä, jossa eri laatua olevat pääomatavaratyyppit painotetaan yhteen käyttäen pääoman vuokrahintoja (user cost of capital). Vuokrahintoja käyttämällä huomioidaan eri pääomatavaroiden tuotannolliset kontribuutiot ja näin ollen korvautuminen kohti korkeamman rajatuoton omaavia pääomatavaratyyppijä implikoi muutosta pääoman laadussa (Aulin-Ahmavaara ja Jalava, 2003).

Eri laatua olevien tavaratyypeittäisten tuottavien pääomakantojen aggregointi pääomapanoksen volyyymi-indeksiksi (pääomapalveluiksi) käyttäen vuokrahintoja tapahtuu seuraavasti:

$$\Delta \ln K_t = \sum_k \bar{v}_{k,t} \Delta \ln K_{k,t}, \quad (3)$$

missä painot lasketaan kahden peräkkäisen vuoden pääomapanoksen osuuden keskiarvona $\bar{v}_{k,t} = \frac{1}{2}[v_{k,t} + v_{k,t-1}]$ ja $v_{k,t} = (\sum_k p_{k,t}^K K_{k,t})^{-1} p_{k,t}^K K_{k,t}$, jossa $p_{k,t}^K$ on pääomapalveluiden vuokrahinta tavaratyypille k . Pääomapalveluiden vuokrahinnat voidaan estimoida yhtälön (4) mukaisesti

$$p_{k,t}^K = p_{k,t-1}^I i_t + \delta_k p_{k,t}^I - [p_{k,t}^I - p_{k,t-1}^I] \quad (4)$$

Yhtälö osoittaa, että vuokrahinnat voidaan laskea nettotuottoasteen, kulumisasteen ja hinnan muutoksen avulla. Tuottavuuskatsauksessa nettotuottoaste (internal rate of return, IRR) on laskettu residuaalina (ex-post menetelmä). Nettotuottoaste voidaan laskea residuaalina, kun tiedossa on pääomakorvausten arvo, hinnan muutokset ja kuluminen. Nettotuottoaste lasketaan seuraavasti:

$$i_{j,t} = \frac{p_{j,t}^K K_{j,t} + \sum_k [p_{k,j,t}^I - p_{k,j,t-1}^I] K_{k,j,t} - \sum_k p_{k,j,t}^I \delta_k K_{k,j,t}}{\sum_k p_{k,j,t-1}^I K_{k,j,t}}, \quad (5)$$

jossa $p_{j,t}^K K_{j,t}$ on toimialan j pääomakorvausten arvo, joka vastaa arvonlisäystä miinus työvoimakorvaukset. Työvoimakorvauksia laskettaessa on oletettu, että yrittäjien saamat korvaukset noudattavat palkansaajakorvauksien tasoa työtuntia kohden toimialoittain. Tuottavuuskatsauksessa käytetyt pääomakorvaukset ja työvoimakorvaukset, pääomakannan hinnan muutokset sekä käytetyt kulumisasteet on esitetty internet sivuilla PX-Web tauluna (www.tilastokeskus.fi/til/ttut/tau.html).

Tuottavuustutkimuksessa tarkastellut pääomatavaratyypit

Vuoden 2016 tuottavuustutkimuksen julkistukseen lisättiin pääomatavaratyypeittäin jaettu pääomaintensiteetin vaikutus arvonlisäyksestä laskettuun työn tuottavuuteen. Myös kokonaistuottavuuden laskennassa on huomioitu eri pääomatavaratyyppien vaikutukset. Jaottelun ansiosta pystytään tarkastelemaan viiden eri pääomatavaratyyppin kontribuutioita: ICT- ja T&K pääoman kontribuutiot, koneiden ja laitteiden, asuinrakennusten sekä muiden pääomavarojen kontribuutiot. Pääomapanoksen eri tavaratyyppien kontribuutioiden on summauduttava yhteen kokonaispääomapanoksen kontribuutioksi ($\Delta \ln K_{j,t}$).

Tuottavuustutkimuksissa lähdetään liikkeelle yksittäisten varojen tasolta, jotka sittemmin aggregoidaan ryhmän päätasolle. Esimerkiksi kukin ICT-ryhmän komponentti on ensin painotettu Törnqvistin indeksinä lasketulla pääoman korvausosuudella. Korvausosuudet on laskettu siten, että esimerkiksi kukin ICT-ryhmän varan korvausosuus on jaettu kunkin toimialan kyseisen varan kokonaispääomakorvauksella: [”ohjelmistot”-varan pääomakorvaus toimialalla j / ICT-ryhmän kokonaispääomakorvaus samalla toimialalla j]. Näin lasketut kontribuutiot summataan yhdeksi ”ICT- pääoman kontribuutio”-muuttujaksi. Pääomakorvauslaskennoissa on hyödynnetty pääomatavaroiden vuokrahintoja.

$$\Delta \ln K_{ICT,j,t} = \sum_{k \in ICT} \bar{u}_{ICT,k,j,t} \Delta \ln K_{ICT,k,j,t}, \quad (6)$$

jossa $\Delta \ln K_{ICT,j,t}$ on ICT pääoman kontribuutio toimialan j tuottavuuteen (riippuen tarkastelusta kokonaistuottavuuteen tai työn tuottavuuteen). $\bar{u}_{ICT,k,j,t}$ on kahden peräkkäisen vuoden ICT pääomakorvausten osuuksien keskiarvo. (O'Mahony and Timmer, 2009 and Jorgenson et al., 2008)

Kunkin pääomaryhmän (ICT, T&K, koneet ja laitteet, asuinrakennukset sekä muu pääoma) kontribuutiot toimialoittaiseen kehitykseen saadaan, kun ne painotetaan Törnqvistin indeksin avulla muodostetuilla painoilla. Nämä painot lasketaan kullekin ryhmälle siten, että kullekin ryhmälle muodostetaan ”(pääomakorvausten arvo/toimiala j :n arvonlisäys)”-painot. Siten voidaan tulkita, miten suuri vaikutus esimerkiksi ICT-pääomaintensiteetillä on ollut toimiala j :n työn tuottavuuden kehitykseen.

Lähteet

Aulin-Ahmavaara, P. ja Jalava, J. (2003): Pääomapanos ja sen tuottavuus Suomessa 1975-2001*. VATT -keskustelualoitteita, Helsinki.

Baldwin J.R. ja GU W. (2007): Multifactor productivity in Canada: An evaluation of alternative methods of estimating capital services.

Griliches, Z. ja Jorgenson, D.W. (1966): Sources of Measured Productivity Change: Capital Input. *American Economic Review*. 51, 1-2: 50–61.

Jorgenson, D.W. (1963): Capital Theory and Investment Behaviour. *American Economic Review*. 53, 2: 247–259.

Jorgenson, D.W. ja Griliches, Z. (1967): The Explanation of Productivity Change. *Review of Economic Studies*. 34, 3: 249–283.

Jorgenson, D.W., Gollop, F.M. ja Fraumeni, B.M. (1987): *Productivity and U.S. Economic Growth*. Cambridge: University of Cambridge Press.

Timmer, M., Moergastel, T., Stuivenwold E., Ympa G., O'Mahony M. ja Kangasniemi M. (2007): EU KLEMS Growth and productivity accounts version 1.0, Part 1 methodology.

Työpanoksen rakennemuutoksen huomioiminen tuottavuuslaskennassa

Työpanoksen muutosta mitattaessa käytetään usein työllisten määrän tai tehtyjen työtuntien muutosta. Kuten EU KLEMS -tietokannassa myös tuottavuuskatsauksessa työpanosta mitataan tehdyillä työtunneilla. Ongelmana yhteenlasketuissa määrissä on se, että työtuntia kohden maksetut palkansaaja- sekä yrittäjäkorvaukset vaihtelevat rakenneluokittain (koulutusluokitus: ei perusasteen jälkeistä koulutusta, keskiasteen koulutus ja korkea koulutus; ikäluokitus: 15-29, 30-49 ja 50+; sukupuoli). Jos oletetaan, että erot tuntikorvauksissa heijastavat eroja työtuntien rajatuottavuuksissa ei tällöin työpanosta mitata oikein.

Tuottavuuskatsauksessa on otettu käyttöön työpanoksen rakennemuutoksen huomioon ottava menetelmä sekä toimialoittaisissa että koko kansantalouden tuottavuuslaskelmissa. Tehdyt työtunnit sekä työkustannukset on luokiteltu kolmeen koulutus- ja ikäluokkaan sekä sukupuolen mukaan. Aineistona luokittelussa on käytetty Tilas-

tokeskuksen väestölaskentojen sekä työssäkäyntitilaston pitkittäistiedostoa. Työpanoksen rakennemuutoksen laskeminen on tässä esitetty tiivistetysti, laajempi kuvaus mm. aineiston valintaan johtaneista johtopäätöksistä sekä lisätietoja laskennasta löytyy pääosin EU:n grant -rahoituksella laaditusta raportista: Report on Finnish labour composition and improvements in SUT calculation⁴.

Kansantalouden tilinpidon toimialoittaiset palkansaajien ja yrittäjien tehdyt työtunnit on jaettu rakenneluokkiin käyttäen työssäkäyntitilaston työllisten palkansaajien ja vastaavasti työllisten yrittäjien henkilömäärien rakenneluokittaisia jakaumia. Palkansaajakorvauksien jakauma rakenneluokittain on oletettu samaksi kuin työssäkäyntitilaston palkansaajien työtulojen jakauma. Yrittäjien tuntikorvaukset toimialoittain oletetaan samoiksi kuin palkansaajien tuntikorvaukset toimialoittain kussakin rakenneluokassa. Lisäksi työkorvauksiin on tehty pieniä korjauksia rakentamisen sekä metsästyksen ja kalastukseen osalta.

Toimialan (j) eri rakenneluokkiin (l) kuuluville tehdyille työtunneille H_{lj} lasketaan vuosimuutokset ΔH_{lj} . Vuosimuutokset kuvaavat eri rakenneluokissa (koulutus, ikä, sukupuoli) tapahtuneita työtuntien kasvuja. Kun oletetaan, että rakenneluokan keskimääräinen palkkataso w_{lj} kuvaa työn rajatuottavuutta kyseisessä luokassa, voidaan toimialan työpanoksen muutos laskea painottamalla kunkin rakenneluokan työtuntien muutos vastaavalla rakenneluokan kahden vuoden keskimääräisellä työkustannusosuudella

$$\Delta \log L_j = \sum_l (\bar{w}_{L,lj} \Delta \log H_{lj}).$$

Työpanoksen rakennemuutoksen (LC, labour composition) kasvu saadaan vähentämällä työpanoksen kasvusta tehtyjen työtuntien kasvu

$$\Delta \log LC_j = \Delta \log L_j - \Delta \log H_j.$$

Rakennemuutos mittaa yhtä työtuntia kohden tuotettuja työvoimapalveluja. Esimerkiksi koulutustason nousu näkyy työpanoksen rakennemuutoksen kasvuna, jos korkeammin koulutettujen tekemän työn osuus kasvaa tai heidän suhteellinen palkansa nousee.

Lähteet

Aulin-Ahmavaara, P. (2009): *Mistä koko kansantalouden työn tuottavuuden kasvu on tehty?* Kansantaloudellinen aikakauskirja 105. 3/2009.

Jorgenson, D. W., M. S. Ho ja K. J. Stiroh (2005): *Productivity, Volume 3: Information Technology and the American Growth Resurgence*. MIT Press.

Pohjola, M. (2007): *Työn tuottavuuden kehitys ja siihen vaikuttavat tekijät*. Kansantaloudellinen aikakauskirja 103. 2/2007.

Ratinen, J (2008): *Työpanoksen laadun toteutunut ja ennustettu kasvu Suomessa*. BoF Online, No.10/2008.

Tilastokeskus (2009): *Report on Finnish labour composition and improvements in SUT calculation*. Eurostat Grants for 2008 - Theme: 02.

⁴ Report on Finnish labour composition and improvements in SUT calculation, Statistics Finland December 2009:
http://tilastokeskus.fi/tup/kantilinpito/klems_report.pdf

Timmer, M., Moergastel, T., Stuivenwold E., Ympa G., O'Mahony M. ja Kangasniemi M. (2007): EU KLEMS Growth and productivity accounts version 1.0, Part 1 methodology.