

# Kansantalouden tuottavuusmittareiden menetelmäkuvaus

29.6.2023

## Sisällys

Johdanto .....	2
1 Mitä on tuottavuus?.....	2
2 Tuottavuustutkimuksen laskentamenetelmä.....	3
2.1 Työn tuottavuuden uutos jaettuna osatekijöihinsä .....	3
2.2 Arvonlisäyksen muutos osatekijöihinsä jaettuna .....	5
2.3 Tuotoksesta lasketun työn tuottavuuden muutoksen osatekijät .....	5
2.4 Tuotoksen muutos osatekijöihinsä jaettuna .....	5
3 Työpanos ja pääomapanos .....	5
4 Työpanoksen ja sen osatekijöiden laskeminen .....	7
5 Pääomapanoksen ja sen osatekijöiden laskenta .....	13
5.1 Pääomapanos ja sen määrän muutos.....	13
5.2 Pääoman vuokrahinta .....	15
6 Työ- ja pääomapanosten kontribuutiot .....	16
7 Työpanoksen siirtyminen tuottavuudeltaan erilaisten toimialojen välillä.....	17
8 Laskennan haasteita ja huomioitavia asioita .....	18
Liite 1. Käsitteitä ja määritelmiä.....	18
Lähteet.....	21

29.6.2023

## Johdanto

Tässä menetelmäkuvauksessa esitellään Tilastokeskuksen tuottavuuslaskennan taustalla oleva menetelmä. Tarkoituksena on palvella käyttäjiä, jotka haluavat saada tarkempaa tietoa laskentamenetelmästä. Esitystapa on pyritty pitämään yksinkertaisena ja helposti lähestyttävänä, mutta esitettävän asian monimutkaisuus on asettanut tähän omat haasteensa.

Tuottavuustutkimuksen menetelmästä kerrotaan myös OECD:n tuottavuuskäsikirjassa *Measuring Productivity: OECD Manual*. Vaikka sen suosituksia noudatetaan tuottavuustutkimuksessa, on menetelmissä kuitenkin pieniä eroja. Lisäksi manuaalin esitystapa on osittain melko teoreettinen. Näistä syistä johtuen on hyvä kuvata Tilastokeskuksessa käytössä oleva menetelmä.

Tuottavuuden mittaaminen on olennaista talouskasvun syitä tutkittaessa. Tilastokeskus on julkaissut tuottavuustutkimukset-tilastoa vuodesta 2005. Aikasarja ulottuu vuoteen 1975. Tuottavuustilaston laskenta on kasvulaskentaa, joka tehdään ns. KLEMS-menetelmän avulla. Pääasiassa laskenta tapahtuu kansantalouden tilinpidon tietojen pohjalta. Työpanoksen laadun tarkastelemiseksi käytämme myös työssäkäyntitilaston ja työvoimatutkimuksen tietoja.

Tuottavuustutkimuksessa käytettyä KLEMS-menetelmää suosittelee OECD:n tuottavuuskäsikirja ja sitä on kehittänyt mm. Harvardin yliopiston professori Dale Jorgenson. KLEMS tulee sanoista pääoma(K), työ (L), energia (E), materiaalit (M) ja palvelut (S). Nämä ovat tuotantopanoksia, joiden vaikutuksia tuottavuuteen menetelmän avulla voitaisiin tarkastella. Tuottavuustutkimuksessa tarkastellaan kuitenkin vain pääoman ja työn vaikutuksia.

## 1 Mitä on tuottavuus?

Tuottavuudella tarkoitetaan tuotoksen ja panoksen suhdetta tuotantoprosessissa. Se siis kuvaa sitä tuotoksen määrää, joka saadaan tuotettua tietyllä määrällä panosta.

$$\text{Tuottavuus} = \frac{\text{tuotos}}{\text{panos}} \quad (1)$$

Yhtälöstä havaitaan, että kun tuotos kasvaa tai panos pienenee, niin tuottavuus kasvaa. Yleisin tuottavuuden mittari kansantalouden tilinpidon yhteydessä on bruttokansantuotteen määrä työtunnissa, jolloin tuotos on bruttokansantuote ja panos on työtunti.

$$\text{Työn tuottavuus} = \frac{\text{arvonlisäys}}{\text{työtunti}} \quad (2)$$

Tiedot arvonlisäyksestä ja työtunneista saadaan suoraan kansantalouden tilinpidosta. Työn tuottavuuden kasvaessa saadaan siis vähemmällä määrällä panoksia (eli työtunteja) aikaiseksi enemmän lopputuloksia (arvonlisäystä). Niinpä tuottavuus liittyy läheisesti sekä elintason että kilpailukykyyn.

Elintason se liittyy siten, että kun työn tuottavuus paranee, samassa työajassa saadaan aikaiseksi enemmän tuotosta. Tuotos on ihmisten käytössä tavaroina ja palveluina. Työaika voidaan siis vaikka lyhentää, ja silti saada saman verran tavaroita ja palveluita, eli elintaso pysyy samana. Toisaalta myös kilpailukyky paranee tuottavuuskasvun myötä, kun samoista panoksista saa enemmän tuotosta kuin kilpailija.

29.6.2023

Tuottavuutta halutaan siis parantaa ja tarkastella, miten sen muuttuu vuodesta toiseen ja pidemmällä aikavälillä, tai mitkä toimialat ovat tuottavuuskehitykseltään parempia kuin toiset.

Työn tuottavuus halutaan hajottaa osatekijöihinsä sen tutkimiseksi, mistä sen kasvu on tullut. Aloitetaan tarkastelemalla arvonlisäyksen kasvua ja siihen vaikuttaneita tekijöitä. Arvonlisäys syntyy työpanoksesta ja pääomapanoksesta sekä teknisestä kehityksestä eli tuottavuuslaskennan termein kokonaistuottavuudesta.

$$\begin{aligned} \text{Arvonlisäyksen muutos} &= (\text{työpanoksen osuus}) * \text{työpanoksen muutos} \\ &+ (\text{pääomapanoksen osuus}) * \text{pääomapanoksen muutos} \\ &+ \text{kokonaistuottavuuden muutos} \end{aligned} \quad (3)$$

On huomattava, että työpanoksen muutos sisältää tässä sekä työtuntien muutoksen, että työn laadun muutoksen. Panosten määrää ei voida loputtomasti kasvattaa. Näin ollen arvonlisäyksen kasvuun vaikuttavaksi merkittäväksi muuttujaksi jää kokonaistuottavuus.

Jaetaan arvonlisäyksen muutos työpanoksen muutoksella, jotta saadaan työn tuottavuuden muutos:

$$\begin{aligned} \frac{Arvl}{työpanos} &= (\text{työpanoksen osuus}) * \text{työn laadun muutos} \\ &+ \text{pääomapanoksen osuus} * \left( \frac{\text{pääomapanos}}{\text{työpanos}} \right) \\ &+ \text{kokonaistuottavuuden muutos} \end{aligned} \quad (4)$$

Kun tuottavuuden kasvusta poistetaan panosten kasvun vaikutukset, jäljelle jää vielä osuus, jota ei voi selittää pelkästään tuotantopanosten kautta. Tätä osuutta tuottavuustutkimuksen menetelmässä kutsutaan kokonaistuottavuudeksi (multifactor productivity). Sen voidaan tulkita olevan teknistä kehitystä: parempia tuotantotekniikoita, ideoita, parempaa johtamista jne. Tuottavuustutkimuksen yhtenä tavoitteena on juuri kokonaistuottavuuden muutoksen selvittäminen.

Kappaleessa 2 käydään läpi sama asia yhtälöiden avulla.

Tuottavuustutkimuksessa tarkastellaan myös työn tuottavuuden kehitystä niin, että tuotoksena onkin arvonlisäyksen sijasta kansantalouden tilinpidon tuotos, eli välituotekäyttö on myös mukana. Edelleen tarkastelut on tehty myös niin, että tuotoksen muutos hajotetaan osatekijöihinsä. Tällöin voidaan tarkastella myös välituotekäytön vaikutusta tuotoksen ja työn tuottavuuden muutokseen.

## 2 Tuottavuustutkimuksen laskentamenetelmä

### 2.1 Työn tuottavuuden uutos jaettuna osatekijöihinsä

Makrotalousteoriassa ajatellaan, että tuotoksen aikaansaamiseen käytetään panoksina työvoimaa ja pääomaa. Työvoiman määrää eli työpanosta mitataan tässä työtuntien määrällä. Toisaalta siihen vaikuttaa myös työntekijöiden

29.6.2023

henkinen pääoma eli työpanoksen laatu. Tätä voidaan havainnollistaa tuotantofunktion avulla.

$$Y = AK^{v_K}(hL)^{v_L} \quad (5)$$

Y on tuotoksen määrä, K pääomapanos, h työntekijöiden henkinen pääoma, L työpanos.  $v_K$  ja  $v_L$  ovat pääoma- ja työpanosten osuudet tuotannossa, ja siksi niiden summan täytyy olla 1. Käytännössä työpanoksen osuus on työkorvausten osuus arvonlisäyksestä. Kun arvonlisäyksestä on vähennetty työkorvaukset, jäljelle jää pääomakorvaukset. Pääomapanoksen osuus on pääomakorvausten osuus arvonlisäystä.

A esittää yhtälössä kokonaistuottavuutta. On siis jotain muutakin, joka vaikuttaa tuotoksen määrään, kuin vain perinteiset fyysiset panokset ja työvoiman henkinen pääoma.

Kun lasketaan työn tuottavuus eli Y/L päädytään seuraavanlaiseen yhtälöön:

$$\frac{Y}{L} = A\left(\frac{K}{L}\right)^{v_K} h^{v_L} \quad (6)$$

Otetaan nyt yhtälöstä logaritmit molemmin puolin. Logaritmit tekevät yhtälön käsittelystä helpompaa. Lisäksi logaritmisilla muutosasteilla on sellainen ominaisuus, että niitä voidaan laskea yhteen, mikä myös helpottaa laskentaa. Merkitään vielä muutoksia  $\Delta$ :lla. Nyt saamme:

$$\Delta \ln \frac{Y}{L} = \Delta \ln A + v_K \Delta \ln \frac{K}{L} + v_L \Delta \ln h \quad (7)$$

Tuottavuustutkimuksessa painot  $v_K$  ja  $v_L$  lasketaan kahden peräkkäisen vuoden keskiarvoina. Lisätään ko. muuttujiin yläpuolelle viivat sitä merkitsemään. Muut yhtälön osat kuvaavat muutoksia.

Lisätään yhtälöihin alaindeksit j, mikä viittaa yksittäiseen toimialaan.

$$\Delta \ln \frac{Y_j}{L_j} = \Delta \ln A_j + \bar{v}_{K,j} \Delta \ln \frac{K}{L} + \bar{v}_{L,j} \Delta \ln h_j \quad (8)$$

Tämä on yhtälö, jota tuottavuustutkimuksessa käytetään työn tuottavuutta tarkasteltaessa.

Kun kansantalouden tilinpidosta saadaan Y eli tuotoksen tai arvonlisäyksen määrä, L eli työtunnit ja K eli pääoma ja lisäksi muista lähteistä<sup>1</sup> saadaan tietoa inhimillisestä pääomasta h, jää selvitettäväksi enää A.

Tuottavuustutkimuksessa siis kaikki muut yhtälön termit saadaan tilastotiedoista, mutta kokonaistuottavuudesta A ei ole tietoa. Niinpä A ratkaistaan yhtälöstä 8 ja se lasketaan residuaalina. Kokonaistuottavuuden muutos siis saadaan, kun työn tuottavuuden muutoksesta vähennetään panosten muutokset.

Yhtälöstä 8 kannattaa myös huomata, että siinä pääoma K esiintyy jaettuna L:llä eli työpanoksella. Termi K/L kuvaa pääomaintensiteettiä eli pääoman suhdetta

<sup>1</sup> Työssäkäyntitilasto ja työvoimatutkimus

29.6.2023

työpanoksen (työtuntien) määrään. Laskemme siis pääomaintensiteetin kontribuution työn tuottavuuteen.

Työpanoksen osalta viimeiseen termiin jäljelle on jäänyt vain  $h_j$  eli työvoiman henkinen pääoma.

Laskennan lopputulokset löytyvät tuottavuustutkimukset-tilaston nettisivuilta tietokantataulukosta Työn tuottavuuden (arvonlisäys/työtunti) muutoksen osatekijät.

## 2.2 Arvonlisäyksen muutos osatekijöihinsä jaettuna

Samaa tuotantofunktiota (yhtälö 1) muokkaamalla voidaan myös tarkastella arvonlisäyksen muutoksen jakautumista osatekijöihinsä. Nyt ei kuitenkaan tarvitse jakaa yhtälöä työpanoksen määrällä, joten saadaan

$$\Delta \ln Y_j = \Delta \ln A_j + \bar{v}_{K,j} \Delta \ln K_j + \bar{v}_{L,j} \Delta \ln L_j \quad (9)$$

Seuraavissa kappaleissa kuvaillaan tarkemmin, miten tuottavuuden ja arvonlisäyksen muutokseen vaikuttavat työpanos ja pääomapanos lasketaan.

Laskennan lopputulokset löytyvät tuottavuustutkimukset-tilaston nettisivuilta tietokantataulukosta Arvonlisäyksen muutoksen osatekijät.

## 2.3 Tuotoksesta lasketun työn tuottavuuden muutoksen osatekijät

Työn tuottavuus voidaan laskea myös tuotoksen kautta. Silloin lasketaan työtuntia kohti jaetun tuotoksen muutos, ja tarkastellaan sen osatekijöitä. Yhtälö on tällöin

$$\Delta \ln \frac{Y_j}{L_j} = \Delta \ln A_j + \bar{v}_{K,j} \Delta \ln \frac{K}{L} + \bar{v}_{M,j} \Delta \ln \frac{M}{L} + \bar{v}_{L,j} \Delta \ln h_j \quad (10)$$

$M_j$  on välituotekäyttö. Sen painona on välituotekäytön osuus tuotoksesta.

Laskennan lopputulokset löytyvät tuottavuustutkimukset-tilaston nettisivuilta tietokantataulukosta Työn tuottavuuden (tuotos/työtunti) muutoksen osatekijät.

## 2.4 Tuotoksen muutos osatekijöihinsä jaettuna

Myös tuotoksen muutos voidaan jakaa osatekijöihin, ja tällöin voidaan tarkastella myös välituotekäytön muutoksen vaikutusta.

$$\Delta \ln Y_j = \Delta \ln A_j + \bar{v}_{K,j} \Delta \ln K_j + \bar{v}_{M,j} \Delta \ln M_j + \bar{v}_{L,j} \Delta \ln L_j \quad (11)$$

$M_j$  on välituotekäyttö. Sen painona on välituotekäytön osuus tuotoksesta.

Laskennan lopputulokset löytyvät tuottavuustutkimukset-tilaston nettisivuilta tietokantataulukosta Tuotoksen muutoksen osatekijät.

# 3 Työpanos ja pääomapanos

Aiemmin todettiin, että työpanoksen ja pääomapanoksen määrä saadaan kansantalouden tilinpidosta. Työpanoksen osalta tämä pitää paikkansa siinä mielessä, että työpanoksen määrää mitataan tuottavuustutkimuksessa työtuntien määrällä. Kuitenkin työpanoksen laadun eli inhimillisen pääoman mittaamiseen tarvitaan lisäksi muita tietoja. Työpanoksen ja sen laadun mittaamisesta kerrotaan tarkemmin kappaleessa 4.

29.6.2023

Pääomapanoksen osalta kansantalouden tilinpito kertoo taloudessa olevan pääoman määrän. Tietoa on myös hinnoista, sillä tiedämme investointien hinnat. Kuitenkin tuottavuuden tarkastelemiseksi ja pääomapanoksen kontribuution laskemiseksi joudumme tarkentamaan tilinpidon tietoja ja tekemään niiden pohjalta lisälaskelmia. Pääomapanoksen laskentaa kuvataan tarkemmin kappaleessa 3.5.

Taulukossa 1 kuvataan työpanoksen ja pääomapanoksen sisältöä ja verrataan niitä toisiinsa. Työpanos ja pääomapanos ovat erilaisia suureita ja niiden laskenta on erilaista. Tuottavuuden laskennassa ne kuitenkin tulisi saada yhteismitallisiksi, jotta molempien kontribuutiot tuotannossa voidaan laskea. Työpanosta mitataan, kuten todettua, työtuntien määrällä. Sen sijaan pääomapanoksen määrää mitataan pääomapalveluiden määrällä. Tällä tarkoitetaan, että pääomapanoksen kontribuutiota tuotantoon kuvaa paremmin esim. se kuljetuspalvelu, jota vaikkapa auto tuottaa, kuin itse autojen määrä. (tarkempi laskenta kuvataan kappaleessa 5).

Työpanoksen hintana on työvoiman työkorvaukset (hieman palkkaa laajempi käsite) per työtunti. Pääoman osalta teemme laskelman pääoman vuokrahinnasta, ja se on pääomapanoksen hinta.

Molemmat panostyyppit luokitellaan 2-numerotoimialoihin, mutta lisäksi työpanos luokitellaan laaturyhmiin (ikä, koulutustaso) ja pääomapanos luokitellaan varoihin (rakennukset, koneet ja laitteet jne.).

Työvoimakustannus (joka on samalla työvoiman tuloa) saadaan kokonaisuudessaan, kun työtuntien määrä kerrotaan työtunnin työkorvauksella. Vastaavasti pääomapanoksen kokonaiskustannus saadaan, kun pääomapalveluiden määrä kerrotaan vuokrahinnalla.

Ja lopuksi tarvitaan aggregointipainoja, jotta saadaan pääomapanoksen tai työpanoksen määrän muutos toimialoittain. Kun eri laatuisia työpanoksia painotetaan yhteen, käytetään aggregointipainoina toimialoittaisia ja laaturyhmittäisiä osuuksia kokonaiskorvauksesta. Vastaavasti kun eri varoja painotetaan toimialoittaisilla ja varoittaisilla osuuksilla koko talouden ja koko toimialan vuokrahinnoista, voidaan laskea koko pääomapanoksen muutos.

29.6.2023

Taulukko 1. Työpanos ja pääomapanos

	<b>Työpanos</b>	<b>Pääomapanos</b>
<b>Kantasuureet</b>	Inhimillinen pääoma	Kiinteä pääoma
<b>Panosten palvelut tuotannolle:</b>		
Määrä	Työtunnit	Pääomapalvelut
Hinnat	Työkorvaus per työtunti	Pääoman vuokrahintaa per pääomapalvelun yksikkö
Luokittelu	Toimiala, työnlaaturyhmät	Toimiala, vara
<b>Panosten hinta/panosten tulo</b>	Työkorvaus per työtunti * tunnit yhteensä	Vuokrahintaa * pääomapalvelut
<b>Aggregointipainot</b>	Toimialoittaiset ja laaturyhmittäiset osuudet työkorvausten summasta	Toimialoittaiset ja varoitteiset osuudet vuokrahinnoista

Lähde: *Measuring Productivity. OECD Manual. OECD 2001.*

#### 4 Työpanoksen ja sen osatekijöiden laskeminen

Työpanos on yksi kasvulaskennan termeistä ja se voidaan edelleen hajottaa kahteen eri osatekijään: työpanoksen laadun muutokseen<sup>2</sup> ja työtuntien määrän laatuvaikioituun muutokseen. Työpanoksen rooli on tärkeä, sillä kun arvonlisäyksestä vähennetään työ- ja pääomapanoksen vaikutukset, jäännöstermiksi jää kokonaistuottavuus. Työpanoksen tarkastelu itsessään on myös mielenkiintoista, sillä voimme erottaa kokonaistyöpanoksesta työpanoksen rakenteen muutoksen, joka kertoo esimerkiksi työvoiman osaamisesta tapahtuvista muutoksista.

Tuottavuustutkimuksessa työpanos mitataan tehdyillä työtunneilla, jotka ovat peräisin kansantalouden tilinpidosta.

Työpanoksen laskennassa on kuitenkin tärkeää huomioida myös työpanoksen laadun muutos, sillä ainoastaan työtuntien muutoksella mitattu työpanos ei kuvasta eroavaisuuksia työpanosryhmien tuottavuudessa. Jos työpanosta mitataan pelkästään työtuntien muutoksella, kaikki työntekijät kohdellaan samanlaisina. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi kokeneen kirurgin ja pikaruokaravintolassa osa-aikaistyössä olevan teini-ikäisen tekemä työtunti katsotaan samanarvoiseksi. Pohjimmiltaan siinä ei oteta huomioon sitä, kuka työskenteli ja millaisessa asemassa työntekijä oli. Havaitut palkat viittaavat kuitenkin siihen, että korkeasti koulutetun, kokeneen työntekijän työtunnin arvo eroaa nuoremman, vähemmän koulutetun omaavan työntekijän työtunnin arvosta. (Jorgenson ym., 2005). Tämä luo taloudellista heterogeenisyyttä tehtyjen tuntien käsittelyssä. Siksi työtunnit olisi eriteltävä yksittäisten työntekijäryhmien ominaisuuksien perusteella, jotta

<sup>2</sup> Työpanoksen laadun muutosta voi kutsua myös työpanoksen rakennemuutokseksi. Sen voidaan ajatella olevan työvoiman henkisen/inhimillisen pääoman muutosta.



29.6.2023

saadaan aikaan työvoiman laadun mitta, joka ottaa huomioon työtekijöiden erilaisuuden. (Jorgenson ym. 2005). Tilastokeskuksen tuottavuustutkimuksessa työvoiman heterogeenisyyttä kuvaava muuttuja on ”työpanoksen laadun muutos”. Seuraavaksi avataan tarkemmin, miten työpanoksen laadun muutosta mitataan.

Tuottavuustutkimuksissa laatukorjattu työpanos (QALI eli quality adjusted labor input) koostuu kahdesta osasta: painottamattomien työtuntien muutoksen sekä työpanoksen laadun muutoksen summasta. Painottamattomien työtuntien muutos on helppoa laskea toimialoittain tai koko talouden tasolla vertaamalla nykyisen vuoden tehtyjen työtuntien määrää edellisen vuoden määrään. Työpanoksen laatua ei sen sijaan pystytä suoraan havaitsemaan, joten se lasketaan jäännösterminä vähentämällä painotettujen työtuntien muutoksesta painottamattomien työtuntien muutos.

Laatukorjattu työpanos muodostetaan työntekijöiden tekemien työtuntien määrän sekä heidän työlleen maksettavien korvausten avulla. Jotta myöhemmin saadaan laskettua työpanoksen laadun muutos, ensin tehdyt työtunnit jaetaan niin sanottuihin rakenneryhmiin. Rakenneryhmä viittaa siihen, että tehdyt työtunnit jaetaan ominaisuuksiltaan erilaisiin ryhmiin. Työvoiman erilaiset ominaisuuden määrittellään esimerkiksi sen mukaan, mikä on henkilön koulutus, sukupuoli ja ikä. Tuottavuustutkimusten työpanoksen laskennassa on yhteensä 9 erilaista rakenneryhmää.

Taulukko 2. Työpanoksen rakenneryhmät (3\*3=9).

	Luokkien määrä	Luokkien määrittely
Ikä	3	1. < 30 vuotta, 15-29-vuotiaat 2. $30 \leq$ vuotta $\leq$ 49, 30-49-vuotiaat 3. > 49 vuotta, yli 50-vuotiaat
Koulutus	3	1. <b>HS, Korkea koulutusaste</b> Alin korkea-aste, alempi tai ylempi korkeakoulutusaste, tutkijakoulutus 2. <b>MS, keskiasteen koulutus</b> ylioppilastutkinto tai muu keskiaste 3. <b>LS, matala koulutusaste</b> ala-aste tai tuntematon

Rakenneryhmien muodostamisessa käytetään Työssäkäyntitilaston ja Työvoimatutkimuksen aineistoja. Työssäkäyntitilasto on vuositilasto, joka tuottaa alueittaista tietoa väestön taloudellisesta toiminnasta ja työssäkäynnistä. Työssäkäyntitilaston julkistus on kerran vuodessa ja valmistuu aina lokakuussa. Lopullinen tilasto valmistuu lähes kahden vuoden viiveellä. Näin ollen esimerkiksi vuoden 2019 lopulliset tiedot valmistuvat vuoden 2021 lokakuussa. Työvoimatutkimuksen tiedonkeruu perustuu Tilastokeskuksen väestötietokannasta kahdesti vuodessa satunnaisesti poimittuun otokseen.

29.6.2023

Tiedustelun perusteella laaditaan virallisia tilastoja muun muassa työllisyydestä ja työttömyydestä.

Molemmista tilastoista saadaan tiedot henkilöiden sosioekonomisesta asemasta, kuten työllisyydestä, koulutustasosta ja iästä. Molempien aineistojen tietojen pohjalta muodostetaan Taulukossa 2 mainitut rakenneryhmät sekä lasketaan rakenneryhmien osuudet (jakaumat) halutulla tasolla.

Kokonaistyöpanoksen muodostamisessa käytetään siis tilinpidon tunti- ja työkorvaustietoja, jotka jaetaan rakenneryhmiin Työssäkäyntitilaston tai Työvoimatutkimuksen jakaumien avulla. Uusklassisen teorian mukaisesti täydellisen kilpailun markkinoilla työntekijä saa marginaalituottavuuttaan vastaavan korvauksen. Näin ollen, tuottavuustutkimuksissa ajatellaan, että työntekijöiden saama korvaus kuvastaa marginaalituottavuutta. Seuraavaksi käydään esimerkin avulla, miten tilinpidon tiedot jaetaan rakenneryhmiin muiden lähdeaineistojen jakaumien perusteella.

Taulukko 3. Tilinpidon työtuntien ja työkorvausten jako rakenneryhmiin.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Toimi- ala	Luokka	Jakaumat tunnit	Jakaumat tulot	Tilinpit . tunnit	Tilinpit . Tulot	Tunnit luokittain	Tulot luokittain
vuosi2	j	1 HS	4 %	4 %			9	189
vuosi2	j	1 LS	4 %	2 %			9	111
vuosi2	j	1 MS	26 %	18 %			57	929
vuosi2	j	2 HS	15 %	20 %			33	1031
vuosi2	j	2 LS	4 %	4 %			10	229
vuosi2	j	2 MS	23 %	24 %			51	1265
vuosi2	j	3 HS	8 %	13 %			17	670
vuosi2	j	3 LS	4 %	4 %			10	217
vuosi2	j	3 MS	11 %	11 %			25	598
		Yhteensä	100 %	100 %	221	5238	221	5238

Taulukko 3 sarakkeet H ja I näyttävät lopputuloksen, kun vuoden t (vuosi2) tilinpidon tiedot on jaettu rakenneryhmiin.

Seuraava askel laatukorjatun työpanoksen muodostamisessa on laskea rakenneryhmäkohtaiset työtuntien muutokset sekä muodostaa kullekin ryhmälle työvoimakorvausten avulla laskettu paino. Työtuntien vuosimuutos lasketaan rakenneryhmittäin logaritmisena muutoksena (kts. Taulukko 4a). Korvauspaino muodostetaan laskemalla kunkin ryhmän työvoimakorvausten kahden vuoden keskimääräinen osuus korvausten kokonaistasosta (kts. Taulukko 4b).

29.6.2023

Taulukko 4a. Työtuntien muutoksen laskeminen rakenneryhmittäin

A	B	C	D	E
		Tunnit	Tunnit	
Toimiala	Luokka	vuosi1	vuosi2	muutos, %
j	1 HS	10	9	-2.42 %
j	1 LS	9	9	-0.72 %
j	1 MS	58	57	-0.92 %
j	2 HS	35	33	-4.25 %
j	2 LS	10	10	-5.25 %
j	2 MS	52	51	-1.82 %
j	3 HS	17	17	2.10 %
j	3 LS	10	10	-9.28 %
j	3 MS	25	25	0.10 %
		226	221	-1.98 %

Taulukko 4b. Työvoimakorvauksista muodostettu paino

A	B	C	C	D	D	E
		Tulot	Tulot	Tulojen osuudet	Tulojen osuudet	Työkorvausten paino
Toimiala	Luokka	vuosi1	vuosi2	vuosi1	vuosi2	vuosi2
j	1 HS	191	189	0,04	0,04	0,04
j	1 LS	117	111	0,02	0,02	0,02
j	1 MS	925	929	0,17	0,18	0,18
j	2 HS	1058	1031	0,2	0,2	0,2
j	2 LS	243	229	0,05	0,04	0,04
j	2 MS	1278	1265	0,24	0,24	0,24
j	3 HS	669	670	0,13	0,13	0,13
j	3 LS	236	217	0,04	0,04	0,04
j	3 MS	589	598	0,11	0,11	0,11
		5306	5238	1	1	1

29.6.2023

Taulukossa 4a, on laskettu rakenneryhmäkohtaiset työtuntien muutokset. Viimeinen rivi osoittaa työtuntien vuosimuutoksen toimialalla *j*. Huomioi, ettei rakenneryhmien vuosimuutokset summaudu kokonaistason muutokseen (Taulukko 4a, sarake E). Taulukossa 4b on laskettu kunkin rakenneryhmän työvoimakorvausten osuudet osoitetun vuoden kokonaistyövoimakorvauksista. Sarakkeella E muodostettu paino on kahden peräkkäisen vuoden osuuksien keskiarvo.

Taulukossa 5 painotetaan rakenneryhmäkohtaiset työtuntien muutokset (Taulukko 5, sarake D<sup>3</sup>) korvausten keskimääräisellä painolla (Taulukko 5, sarake E). Tämän jälkeen tiedot summataan rakenneryhmien yli. Näin saadaan **laatukorjatun työpanoksen** vuosimuutos. Tässä menetelmässä työtuntien muutokset painotetaan rakenneryhmää vastaavalla korvauspainolla. Tällä tavoin laskettu työpanos heijastaa työpanoksen laadussa tapahtuneita muutoksia.

Kuten aiemmin kerrottiin, laatukorjattu työpanos muodostuu painottomien työtuntien muutoksesta sekä työpanoksen rakennemuutoksesta. Esimerkissä yllä on vaiheittain käyty läpi, kuinka laatukorjattu työpanos muodostetaan (lopputuloksena Taulukossa 5, sarake F). Laatukorjatun eli **painotetun** työpanoksen muutos on vuonna 2 ollut -1.95 %. Taulukosta 5 käy myös ilmi, mikä on ollut kunkin rakenneryhmän vaikutus työpanoksen kehitykseen.

**Painottamattomien** työtuntien muutos vuodesta 1 vuoteen 2 oli -1.97 % ( $\ln(221/226)$ ). Tämä käy ilmi Taulukosta 4a. Painottomien työtuntien muutos on laskettu työtuntien vuosimuutoksena ilman että huomioon on otettu tuottavuustyypeiltään erilaiset rakenneryhmät. Tämän tyyppisessä menetelmässä jokainen tehty työtunti saa yhtä suuren painon, riippumatta työntekijän ominaisuuksista. Taulukon 5 kokonaistyöpanoksessa on puolestaan huomioitu ominaisuuksiltaan erilaiset työvoiman ryhmät.

Työpanoksen laadun muutosta (rakennemuutosta) ei pystytä suoraan mittaamaan, vaan se lasketaan jäännösterminä painotettujen ja painottamattomien työtuntien erotuksena. Tässä tapauksessa työpanoksen rakennemuutos esimerkkivuonna oli 0.02 %-yksikköä ( $[-1.95] - [-1.97]$ ). Yleisesti ottaen, työpanoksen rakennemuutos on positiivinen, kun kokonaistyöpanos (eli painotetut työtunnit) kasvavat nopeammin kuin painottamattomat työtunnit. Esimerkkivuosina painottamattomien työtuntien vuosimuutos (-1.97) on enemmän negatiivinen kuin painotettujen työtuntien (-1.95). Näin ollen, laatukorjattu työpanos on laskenut vähemmän kuin suoraan vuositaso muutoksella mitattu arvo antaisi ymmärtää. Työpanoksen laadussa on näiden vuosien välillä tapahtunut sellaisia (positiivisia) muutoksia, jotka hidastivat työtuntien supistumista.

<sup>3</sup> Taulukon 5 tiedot ovat peräisin Taulukosta 4a sarakkeesta E ja Taulukosta 4b sarakkeesta E.

29.6.2023

Taulukko 5. Laatukorjatun työpanoksen muodostus

A	B	D	E	F
		Työtuntien muutos	Työkorvausten paino	Kontribuutio
Toimiala	Luokka	vuosi2	vuosi2	vuosi2
j	1 HS	-2.42 %	0.04	-0.09 %
j	1 LS	-0.72 %	0.02	-0.02
j	1 MS	-0.92 %	0.18	-0.16 %
j	2 HS	-4.25 %	0.20	-0.84 %
j	2 LS	-6.42 %	0.04	-0.29 %
j	2 MS	-1.82 %	0.24	-0.44 %
j	3 HS	2.10 %	0.13	0.27 %
j	3 LS	-9,28 %	0.04	-0.40 %
j	3 MS	0.10 %	0.11	0.01 %
			Laatukorjattu työpanos	-1.95 %

Kaavojen muodossa laatukorjattu työpanos lasketaan seuraavasti:

$$\Delta \ln L_{j,t} = \sum_l \bar{v}_{l,j,t} \Delta \ln H_{l,j,t} \quad (12)$$

Kaavassa (12)  $\Delta \ln H_{l,j,t}$  viittaa rakenneryhmäkohtaisiin työtuntien muutoksiin (kuten Taulukko 4a, sarake E).  $\bar{v}_{l,j,t}$  on työvoimakorvausten osuuksista muodostettu kahden peräkkäisen vuoden keskiarvoinen paino. Osuudet kokonaistason työvoimakorvauksista on laskettu kullekin rakenneryhmälle (kts. Taulukko 4b). Summaus rakenneryhmien yli käy ilmi Taulukosta 5. Kaavan alaindeksi  $j$  viittaa haluttuun laskentatasoon. Laskentatasona voi olla jokin toimialataso tai koko talouden taso.

Työpanoksen rakennemuutoksen laskentakaava:

$$\Delta \ln LC_{j,t} = \Delta \ln L_{j,t} - \Delta \ln H_{j,t} \quad (13)$$

Kaavassa (13)  $\Delta \ln LC_{j,t}$  on työpanoksen rakennemuutos, joka kuvastaa työpanoksen laadullista muutosta. Se on laskettu jäännösterminä kokonaistyöpanoksen ja painottomien työtuntien erotuksena.  $\Delta \ln H_{j,t}$  on työtuntien muutos halutulla tasolla, riippuen miten alaindeksi  $j$  määritellään.

29.6.2023

## 5 Pääomapanoksen ja sen osatekijöiden laskenta

### 5.1 Pääomapanos ja sen määrän muutos

Kun tarkastellaan työpanoksen muutoksen vaikutusta työn tuottavuuteen tai arvonnäkökulmaan, tarvitaan tieto työpanoksen määrästä. Vastaavasti kun tarkastellaan pääomapanoksen vaikutusta, tarvitaan tietoa pääomapanoksen määrästä. Miten saadaan pääomapanoksen määrälle työpanostiedon kanssa vertailukelpoiset luvut?

Kansantalouden tilinpidossa pääoman määrää mitataan brutto- ja nettokantojen avulla. Nettokanta kertoo, kuinka paljon taloudessa on tuottavassa käytössä olevaa kiinteää eli ei-rahallista pääomaa. Nettokanta on menneiden vuosien investointien kertymä, josta on vähennetty kuluminen. Tuottavuusmittareiden laskennassa käytetään nettokantaa approksimaationa tuottavalle pääomakannalle.

Tuottava pääomakanta tuottaa pääomapalveluja tuotantoprosessille. Pääomapalvelut kuvaavat kertyneen pääomakannan vaikutusta tuotannon määrään. Tuottava pääomakanta on kertyneen pääomakannan määrä, mutta pääomapalvelut on virtasuure, joka kuvaa pääomakannan varojen tuottaman pääomapalvelun määrää. Esimerkiksi koneiden ja laitteiden tuottavan pääomakannan määrä kuvaa taloudessa käytössä olevien koneiden ja laitteiden määrää. Koneet ja laitteet tuottavat pääomapalvelua, kun ne tekevät tehtäviä, joita ei voitaisi tehdä ilman niitä. Rakennukset ja rakennelmat tuottavat myös palvelua eli suojaavat. Kuljetusvälineet tuottavat kuljetuspalveluita.

Pääomapanoksen mittaamisessa yhtenä hankaluutena on, että pääoman käyttäjä usein omistaa tuotantoprosessissa käytetyn pääoman. Tästä seuraa, että kun pääoma tuottaa pääomapalvelua omistajalleen, sen ostoa ja myyntiä markkinoilla ei voida havaita. Se eroaa siis työpanoksesta: työntekijät omistavat oman työpanoksensa, ja myyvät sen yrityksille työmarkkinoilla, jolloin sille muodostuu selkeä hinta (palkka). Pääomalla vastaavaa hintaa ei voida helposti havaita.

Pääomapalveluiden määrän lisäksi tarvitaan tietoa pääomapalveluiden hinnasta. Näitä kutsutaan pääoman vuokrahinnoiksi. Jos pääomapalveluille olisi markkinat, hinnat voitaisiin havaita siellä. Mutta näin ei ole, joten vuokrahinnat lasketaan investointien hintojen sekä kulumisasteiden ja ns. nettotuottoasteen avulla (internal rate of return).

29.6.2023

Taulukko 6. Tuottavuustutkimuksen ja kansantalouden tilinpidon varaluokitukset

<b>Tuottavuustutkimus</b>	<b>Tilinpito</b>
Asuinrakennukset	N111 Asuinrakennukset
Muut rakennukset ja rakennelmat	N112 Muut rakennukset ja rakennelmat
Koneet ja laitteet	N1131 Kuljetusvälineet, N1139 Muut koneet ja laitteet
ICT-pääoma	N11321 Tietokoneet ja oheislaitteet, N11322 Muut viestintätekniset laitteet, N1173 Tietokoneohjelmistot ja tietokannat
T&K-pääoma	N1171 Tutkimus ja kehittäminen
Muu pääoma	N114 Asejärjestelmät, N115 Kasvatettavat biologiset varat, N1174 taide ja viihde, N1179 mineraalien etsintä

Tuottava pääomakanta ja pääoman vuokrahinta lasketaan jokaiselle varalle vuosittain ja luokiteltuna toimialoittain. Tuottavalle pääomakannalle lasketaan vuosittaiset logaritmiset muutosasteet. Käytämme myös Törnqvistin indeksiä: jokaisen varan vuokrahinnan osuus koko toimialan varojen vuokrahinnasta lasketaan jokaiselle vuodelle, ja näistä otetaan aina kuluvan ja edellisen vuoden osuuksien keskiarvo.

Taulukossa 7 on numeerinen esimerkki.

29.6.2023

Taulukko 7. Pääomapalveluiden indeksin laskenta

Vara	Vuosi 1			Vuosi 2			v.hintojen osuuksien ka	t.kannan log-muutos	pääomapanoksen muutos
	tuottava kanta	vuokra hinta	v.hinnan osuus	tuottava kanta	vuokra hinta	v.hinnan osuus			
<b>T&amp;K-varat</b>	50	1	0,33	55	1	0,25	0,29	1,61	<b>0,47</b>
<b>IT-varat</b>	60	2	0,67	70	3	0,75	0,71	2,30	<b>1,63</b>
<b>vuokra hinta yht.</b>		3			4				

Eli kun yhdistetään tiedot pääoman määrästä eli tuottavasta pääomakannasta ja pääoman vuokrahinnasta, saadaan laskettua pääomapalvelut eli pääomapanoksen volyyymi-indeksi. Eli osa yhtälön 6 oikean puolen toisesta termistä:

$$\Delta \ln K_j = \sum_k \bar{v}_{j,k} \Delta \ln K_{j,k} \quad (14)$$

Eli toimialan  $j$  pääomapanoksen määrän muutos  $\Delta \ln K_j$  saadaan, kun varoittaisia tuottavan pääomakannan muutoksia  $\Delta \ln K_{j,k}$  painotetaan vuokrahintojen Törnqvist-indeksillä  $\bar{v}_{j,k}$ .

Käytännössä lasketaan logaritmiset muutokset tuottavalle pääomakannalle ja pääoman vuokrahinnalle jokaisen varan osuus kaikkien varojen vuokrahintojen summasta, ja kerrotaan nämä keskenään (ja sadalla). Jotta saadaan jokaisen varan kontribuutio arvonlisäyksen muutokseen, täytyy tämä muutos vielä painottaa varan vuokrahinnan osuudella arvonlisäyksestä. Samoin kun lasketaan kontribuutio työn tuottavuuteen, painotetaan varojen pääomapanosten muutoksia käyttökustannusten osuudella arvonlisäyksestä. Tähän palataan kappaleessa 6.

## 5.2 Pääoman vuokrahinta

Tarkastellaan vielä hieman pääoman vuokrahinnan laskentaa. Toisin kuin työpanoksessa, pääomapanoksessa ei erotella laadultaan erilaisia pääomavaroja, mutta tyypiltään erilaisia kyllä. Jokaisella toimialalla on erilaisia pääomavaroja, esimerkiksi rakennuksia, koneita ja T&K-pääomaa.

Kun tarkastellaan pääomapalveluiden eli eri varojen vaikutusta tuottavuuden kehitykseen, täytyy eri varat saada yhteismitallisiksi. Tämä tapahtuu hintojen avulla. Kuten edellä nähtiin, laskemme pääoman vuokrahinnat, ja painotamme eri varojen tuottavia pääomakantoja niiden avulla.

Pääomavaran vuokrahinta saadaan seuraan yhtälön avulla:

Varan vuokrahinta = nettotuottoaste + kulumisaste – investointien hinnan muutos tai

$$p_{k,j}^I = p_{k,t-1}^I i_t + \delta_k p_{k,t}^I - [p_{k,t}^I - p_{k,t-1}^I] \quad (15)$$



29.6.2023

Kulumisasteen  $\delta_k$  sisältyminen yhtälöön viittaa siihen, että nopeammin tuotantokykyään menettävät varat, kuten esim. tietokoneet, saavat pääomapalveluissa suuremman painon verrattuna esim. rakennuksiin, jotka kuluvat hitaammin. Nopeammin kuluviin varojen vaikutus pääomapalveluissa on siis suurempi kuin niiden osuus pääomakannassa. Eli ne ovat kalliimpia.

Investointien hinnan muutos  $p_{k,t}^I - p_{k,t-1}^I$  kuvaa varan hinnan muutosta vuoden aikana.

Nettotuottoastetta  $i_t$  sen sijaan ei suoraan tiedetä, vaan se joudutaan laskemaan omalla kaavallansa. Sitä voidaan kutsua myös (sisäiseksi) tuottoasteeksi. Termi kuvaa sitä vaihtoehtoiskustannusta, joka aiheutuu varan ollessa tuottavassa käytössä omistajallansa sen sijaan, että omistaja sijoittaisi vastaavan rahamäärän muuhun käyttöön.

Nettotuottoasteen laskentakaava on

$$i_t = \frac{p_t^K K_t + \sum_K [p_{k,j,t}^I - p_{k,t-1}^I] K_{k,t} - \sum_K p_{k,t}^I \delta_K K_{k,t}}{\sum_K p_{k,t-1}^I K_{k,t}} \quad (16)$$

Nettotuottoasteen laskennassa osoittajan ensimmäinen termi on pääomakorvausten määrä.

Käytännössä vuokrahintoja käytetään jakaumana, jonka avulla pääomakorvaukset jaetaan eri varoille. Pääomakorvaukset saadaan, kun arvonnisäyksestä vähennetään työkorvaukset. Tästä seuraa, että ne ovat laskettavissa vain toimialoittain, ei kaikille varoille erikseen. Ilman vuokrahintojen laskemista varoittain ei tiedetä, miten käyttökustannukset jakautuvat varojen kesken.

## 6 Työ- ja pääomapanosten kontribuutiot

Edellä on tarkasteltu työ- ja pääomapanoksen muutosten laskentaa. Vielä täytyy tarkastella, miten nämä muutokset ovat vaikuttaneet arvonnisäyksen ja työn tuottavuuden muutokseen eli laskea niin sanotut kontribuutiot.

Arvonnisäyksen ajatellaan jakautuvan työ- ja pääomakorvauksiin: tuotannossa aikaan saatu arvonnisä jaetaan sen aikaan saaneille panoksille. Kuten aiemmin todettiin, työvoimalle tämä työkorvaus on palkka ja muut etuudet, pääomavaroille taas vuokrahinta. Kun lasketaan näiden osuudet arvonnisäyksestä, voidaan osuuksia käyttää panosten muutosasteiden painoina ja siten laskea panosten kontribuutiot.

Pääomapanoksen osalta lasketaan siis vuokrahintojen osuudet arvonnisäyksestä kaikille varoille kaikilla toimialoilla. Taas käytetään Törnqvist-indeksiä eli lasketaan peräkkäisten vuosien osuudet, ja otetaan niistä keskiarvo. Esimerkki on taulukossa 8.

29.6.2023

Taulukko 8. Pääomapanoksen painon laskeminen

	Vuosi 1			Vuosi 2			
Vara	vuokra- hinta	toimialan arvl	vh/arvl	vuokra- hinta	toimialan arvl	vh/arvl	vh/arvl- törnqvist
<b>T&amp;K- varat</b>	20	100	0,2	30	120	0,25	0,23
<b>IT- varat</b>	30	100	0,3	40	120	0,33	0,32

Muutokset on nyt siis laskettu logaritmisina muutosasteina ja ne on painotettu käyttökustannus/arvl-painoilla. Lasketaan vielä toimialojen osuudet kaikkien toimialojen yhteenlasketusta arvonlisäyksestä. Kun muutoksia kerrotaan näillä painoilla, saadaan kunkin toimialan kontribuutio koko talouden vastaavaan muutokseen.

Työpanoksen painottaminen tapahtuu vastaavalla tavalla työkorvaus/arvonlisäys-painoilla. Tässä vaiheessa ei kuitenkaan erotella eri laatuista työpanoksia toisistaan, vaan lasketaan kahden peräkkäisen vuoden työkorvaus/arvl-osuudet ja otetaan niistä keskiarvo.

## 7 Työpanoksen siirtyminen tuottavuudeltaan erilaisten toimialojen välillä

Yllä kuvattujen tekijöiden lisäksi tuottavuustutkimuksissa on myös eritelty ns. labour reallocation -vaikutus. Tällä tarkoitetaan vaikutusta, joka koko talouden työn tuottavuuteen on sillä, että tiettyä vuonna työpanosta siirtyy vähemmän tuottavilta toimialoilta paremmin tuottaville toimialoille (tai joskus myös päinvastoin).

Vaikutusta voidaan kuvata kaavalla

$$\Delta \ln \frac{Y}{L} = \sum w_j \Delta \ln \frac{Y_j}{L_j} + R, \quad (17)$$

jossa työpanoksen uudelleen allokointuminen

$$R = \sum w_j \Delta \ln H_j - \Delta \ln H = \sum w_j \Delta \ln H_j - \sum s_j \Delta \ln H_j = \sum (w_j - s_j) \Delta \ln H_j \quad (18)$$

Lasketaan siis toimialoittaiset työn tuottavuuden muutokset, ja erikseen koko talouden tasolle summatuista luvuista koko talouden työn tuottavuus. Näiden erotus on työpanoksen uudelleenallokoitumista.

Laskennan lopputulokset löytyvät tuottavuustutkimukset-tilaston nettisivuilta tietokantataulukosta Työn tuottavuuden (arvonlisäys/työtunti) muutoksen osatekijät.

29.6.2023

## 8 Laskennan haasteita ja huomioitavia asioita

Pääoman määrän laskentaan liittyen on tietoa investoinneista, jotka kertovat pääoman määrän muuttumisesta taloudessa. Jotta pääoman määrä pystytään laskemaan, tarvitaan kuitenkin myös oletuksia pääoman eliniästä ja kulumisesta. Taustalla on myös oletus, että näin laskettu pääomakanta on kokonaan tuottavassa käytössä.

Pääomakantaan sisältyy näissä laskelmissa vain sellaista pääomaa, jota kansantalouden tilinpidossa mitataan. Lisäksi inhimillinen pääoma tulee huomioiduksi työnlaatulaskennan kautta.

Tuottavuusindikaattoreita ei välttämättä ole mielekästä tarkastella aivan tarkalla toimialatasolla tai katsoen vain kahden vuoden välillä tapahtuvia muutoksia. Laskelmat ovat luonteeltaan sellaisia, että ne kertovat enemmänkin pidemmän aikavälin suurista linjoista tuottavuuskehityksessä. Yksittäisten toimialojen arvonlisäykset saattavat erilaisista tuotannollisista syistä heilahdella vuodesta toiseen ilman, että se kertoo paljoakaan itse tuottavuudesta, vaikka suuri muutos arvonlisäyksessä näkyisikin väistämättä myös suurena muutoksena tuottavuudessa.

Kansainvälinen vertailtavuus ei toistaiseksi toteudu tuottavuusindikaattoreiden osalta kovinkaan hyvin. Mikäli aikoo vertailla eri maiden lukuja keskenään, kannattaa se tehdä EU Klemsin tai OECD:n lukujen pohjalta tai perehtyä kyseisten maiden tuottavuuslaskelmiin huolellisesti. Menetelmät saattavat poiketa toisistaan enemmän tai vähemmän, vaikka olisivatkin KLEMSiin perustuvia.

Tuottavuustutkimuksessa prosenttimuutokset ilmaistaan luonnollisen logaritmin avulla, jolloin ne voivat hieman erota tavallisista prosenttimuutoksista. Logaritmisten muutosasteiden käyttö mahdollistaa eri osatekijöiden vaikutusten summaamisen keskenään.

### Liite 1. Käsitteitä ja määritelmiä

**Bruttokannan** laskennassa huomioidaan vain investoinnit ja varojen keskimääräinen elinikä. Tietynä vuonna tehdään investointi. Investointi kasvattaa bruttokantaa. Investointi pysyy bruttokannassa niin monta vuotta kuin kyseisen varan keskimääräinen elinikä on. Tämän jälkeen se poistuu kannasta kokonaan. Tätä kutsutaan poistumaksi.

**Nettokannassa** huomioidaan, että vara myös kuluu eli menettää arvoaan käytössä. Tietty osuus varasta poistetaan sen muodostamasta nettokannasta vuosittain. Tätä poiston määrää sanotaan kulumiseksi. Kulumisprofiili määrittelee, minkä verran varan arvosta poistuu vuosittain. Kulumisprofiilia kutsutaan myös ikä-hinta-profiiliksi. Tämä viittaa nimenomaan siihen, että kun vara ikääntyy, sitä ei voi enää myydä yhtä korkealla hinnalla kuin aiemmin – se ei ole enää yhtä arvokas.

**Kokonaistuottavuus (engl. multi-factor productivity)** saadaan residuaalina, kun arvonlisäyksen muutoksesta on vähennetty työn ja pääoman muutosten vaikutukset. Kokonaistuottavuuden laskentaa sanotaan myös kasvulaskennaksi, koska siinä tuotoksen/arvonlisäyksen kasvu hajotetaan osatekijöihin.

Kokonaistuottavuuden mittaamiseksi täytyy tarkastella, miten työpanoksen laatu ja määrä muuttuvat. Työpanoksen määrää mitataan tehtyjen työtuntien määränä.

29.6.2023

Työpanoksen laatua mitataan työnlaatuindikaattorilla. Pääomapanosta mitataan pääomapalveluiden avulla.

**Työn tuottavuus** lasketaan jakamalla bruttokansantuote (eli arvonlisäys) tai tuotos sen aikaansaamiseksi käytettyjen työtuntien määrällä. Uusklassisen talousteorian mukaan talouskasvu syntyy työn tuottavuuden kasvusta.

**Kokonaistuottavuudella** tarkoitetaan sitä osaa arvonlisäyksen kasvusta, jota ei voida selittää tuotantopanosten (työ, pääoma) kasvulla. Tätä ei kuitenkaan pystytä suoraan mittaamaan, joten sen vaikutukset joudutaan arvioimaan residuaalina, kun muut arvonlisäyksen kasvuun vaikuttaneet tekijät on poistettu. Yleensä kokonaistuottavuuden ajatellaan tarkoittavan lähinnä teknistä kehitystä, mutta se voi sisältää muutakin. Termiä kutsutaan kokonaistuottavuudeksi, koska se kuvaa tuottavuutta kokonaispanosta kohden.

Menetelmäkuvaksessa kokonaistuottavuutta merkittiin A:lla. A voidaan ratkaista yhtälöstä 3, jolloin saadaan:

$$A = \frac{Y}{K^{\nu_K} (hL)^{\nu_L}} \quad (x)$$

Tämä on ns. kokonaistuottavuuden kaava. A on siis tuottavuus kaikkien tuotantopanosten eli kokonaispanoksen suhteen (nimittäjässä on kaikki tuotantopanokset, osoittajassa tuotos). Tästä siis tulee nimitys kokonaistuottavuus, joka usein aiheuttaa hämmennystä.

Kokonaistuottavuus voidaan laskea arvonlisäykseen tai tuotokseen perustuen. Se saadaan kun arvonlisäyksen (tai tuotoksen) muutoksesta vähennetään pääoman ja työvoiman kontribuutioiden vaikutukset. Jos laskenta perustuu tuotosmenetelmään, vähennetään myös välituotekäytön vaikutus.

**Arvonlisäykseen perustuva kokonaistuottavuus.** Arvonlisäys on määritelmällisesti tuotos miinus välituotekäyttö. Sovellettaessa arvonlisäyslaskentaa kokonaistuottavuuden arvioimiseksi arvonlisäyksen muutoksesta vähennetään pääoman ja työn kontribuutiot ts.

$$\begin{aligned} \text{kokonaistuottavuus}_{arvl} \\ = \text{arvonlisäyksen muutos} - (\text{pääoman} \\ + \text{työn kontribuutiot}) \end{aligned}$$

**Tuotokseen perustuva kokonaistuottavuus.** On perusteltua olettaa, että toimialojen välillä on välituotevaihdantaa. Esimerkiksi toimiala x voi toimittaa toimialalle y johtimia. Toimialan x johtimet ovat sen toimialan lopputuote, mutta eivät koko tuotantoketjun kannalta ole lopputuotteita. Toimiala y hyödyntää johtimia omien lopputuotteidensa, teknisten laitteiden, valmistuksessa. Käytettäessä pelkästään arvonlisäysmenetelmää välituoteintensiteetin kontribuutio tuottavuuden muutokseen jää huomiotta. Tuotokseen perustuva tuottavuuslaskenta ottaa sen huomioon.

Kokonaistuottavuuden laskentakaava muuttuu muotoon:

$$\text{kokonaistuottavuus}_{tuotos} = \text{tuotoksen muutos} - (\text{pääoman} + \text{työn} + \text{välituotekäytön kontribuutiot})$$

**Työpanoksen rakennemuutoksella** tarkoitetaan työpanoksessa tapahtuvia muutoksia. Tuottavuustutkimuksessa tehdyt työtunnit ja työkorvaukset on luokiteltu työntekijöiden iän, koulutustason ja sukupuolen mukaan. Näin

29.6.2023

pystytään havaitsemaan, mikä osa tuottavuuden kasvusta johtuu näissä tekijöissä tapahtuneista muutoksista.

Työpanoksen rakennemuutoksen kontribuutiota arvioitaessa on käytetty työssäkäyntitilaston aineistoa vuodesta 1975 alkaen. Aineisto jaetaan edellä mainittuihin luokkiin. Kullekin luokalle määrätty oma painonsa ko. luokan keskimääräisiä palkkoja hyödyntäen (oletuksena, että palkat kuvastavat työvoiman rajatuottavuutta). Yksi luokka koostuu esim. korkeasti koulutetuista 30–54-vuotiaista, jonka ikänsä ja koulutuksensa perusteella voidaan olettaa saavan korkeampaa tuloa kuin esimerkiksi alle 30-vuotias keskiasteen koulutuksen saanut. Jos esim. korkeasti koulutettujen suhteellinen osuus kokonaistyöpanoksen sisällä kasvaa tai jos korkeasti koulutettujen suhteellinen palkka nousee, näkyy tämä rakennemuutos-termin kasvuna.

**Kasvulaskennan** nimi tulee siitä, että vuosittaiset arvonlisän muutokset hajotetaan kasvukomponentteihin, jolloin pystytään tarkastelemaan, mistä tekijöistä kasvu on tullut. Oletetaan, että vuodesta  $t$  vuoteen  $t-1$  arvonlisä on kasvanut 5 % (logaritmiset % -muutokset). Tämä kasvu voidaan hajottaa osatekijöihin: osuuteen, joka johtuu pääoman määrän kasvusta; osuuteen, joka on seurausta työpanoksen kasvusta sekä osuuteen, joka johtuu kokonaistuottavuuden paranemisesta. Osatekijät summautuvat arvonlisän muutokseen eli jos yo. esimerkissä oletamme, että pääoman vaikutus on 0,7 ja työvoiman 1,3 prosenttia kokonaistuottavuuden vaikutukseksi jää kolme prosenttia.

Primääripanokset – pääoma ja työvoima- voidaan edelleen hajottaa alaeriin. Tuottavuustutkimuksessa pääomapanoksesta eritellään T&K (tutkimus ja kehitys)- ja ICT-pääoman vaikutukset (viestintäteknologian vaikutukset), koneiden ja laitteiden, asuinrakennuksille sekä muiden pääomavarojen kontribuutiot. Työpanoksesta erotellaan tehtyjen työtuntien sekä työpanoksen sisällä tapahtuneen rakennemuutoksen vaikutukset.

Tuottavuustutkimuksen laskennat tehdään tarkimmillaan 63 toimialalle. Jokaiselle toimialalle lasketaan arvonlisäys, työn tuottavuus, pääoman ja työvoiman vaikutus tuottavuuteen sekä kokonaistuottavuus. Tämän jälkeen toimialoittaiset tiedot aggregoidaan arvonlisäyspainoin karkeammille tasoille ja tämän jälkeen vielä koko talouden tasolle.

**Pääomaintensiteetin kontribuutio.** Pääomaintensiteetin (pääomapalveluiden volyyymi/työtunti) muutoksen vaikutus työn tuottavuuden muutokseen.

**Työvoimakorvaus** eli palkka on tuottajan näkökulmasta työpanoksen hinta. Tarkasteltaessa työvoiman laadun muutoksen vaikutusta tuottavuuden muutokseen koulutustasoiltaan erityyppisten työntekijöiden tekemät työtunnit painotetaan ko. työntekijäryhmän työvoimakorvausten osuudella kaikista työvoimakorvauksista.

Kun toimialan arvonlisäyksestä vähennetään työvoimakorvaukset, jäljelle jää pääomakorvaus. Tarkasteltaessa pääomapalveluiden vaikutusta tuottavuuteen pääomakorvausten määrää käytetään pääomatavaratyyppien painojen laskennassa toimialoittain (vrt. työvoimakorvaukset). Pääomakorvausten määrää käytetään myös nettotuottoasteen laskennassa.

**Tuottava pääomakanta.** Kansantalouden tilinpidossa pääomakannalla tarkoitetaan kansantaloudessa olevaa pääoman määrää. Tähän sisältyvät sekä fyysinen pääoma kuten koneet, laitteet ja rakennukset että myös henkiset omaisuus tuotteet kuten tutkimus- ja tuotekehitys.

29.6.2023

Tuottavuustutkimuksessa käytettävä tuottava pääomakanta eroaa kansantalouden tilinpidon pääomakannasta. Se mittaa pääomakannan tarjoamia pääomapalveluita. Pääomapalveluiden määrä kuvaa pääomakantaa paremmin pääoman tuotantokykyä sekä vastaa tuotantofunktion muita tekijöitä.

**Nettotuottoasteella** tarkoitetaan pääoman rahoituskustannusta eli ns. sisäistä korkoa. Se on osa pääomatavaran käyttökustannusta. Se voidaan laskea residuaalina, kun tiedossa on pääomakorvaukset, hinnan muutoksista johtuvat pääomavoitot/tappiot sekä pääoman kulumisaste.

**Kulumisaste** kertoo, kuinka suuri osuus pääomakannasta kuluu loppuun vuoden aikana. Kuluminen on seurausta normaalista kulumisesta sekä ennakoitavasta vanhenemisesta ja siihen sisältyvät myös sellaisista satunnaisista vahingoista aiheutuneet kiinteän pääoman menetykset, joiden varalle voidaan ottaa vakuutus. Tuottavuustutkimuksissa kulumisasteet ovat toimiala- ja varakohtaisia. (Kiinteän pääoman kuluminen poikkeaa liiketaloudellisista poistoista.)

**Pääoman vuokrahinta** on pääomapalveluiden hinta. Se kuvaa sitä rahamäärää, joka olisi tarvittu vuoden aikana kattamaan x euron arvosta pääomatavaran palveluiden käyttöä. Tähän sisältyvät pääoman rahoituskustannukset tai vaihtoehtoiskustannus siitä, että pääomaa ei nyt voida käyttää muualla tuotannossa sekä pääomatavaran hinnan muutoksista johtuvat voitot tai tappiot ja pääoman kuluminen käytössä.

## Lähteet

Pohjola, M. (2017): Suomen talouskasvu ja sen lähteet 1860–2015. Kansantaloudellinen aikakauskirja – 113. vsk. – 3/2017

Pohjola, M. (2017): Tuottavuus, rakennemuutos ja talouskasvu 1975–2015. Kansantaloudellinen aikakauskirja – 113. vsk. – 4/2017.

OECD (2009): Measuring Productivity. OECD Manual. Measurement of Aggregate and Industry-level Productivity Growth.

OECD (2009): Measuring Capital. OECD Manual.

Marcel P. Timmer & Robert Inklaar & Mary O'Mahony & Bart van Ark, 2011. "Productivity and Economic Growth in Europe: A Comparative Industry Perspective," International Productivity Monitor, Centre for the Study of Living Standards, vol. 21, pages 3-23, Spring.

Timmer, Marcel, O'Mahony, Mary and van Ark, Bart, (2007), EU KLEMS Growth and Productivity Accounts: An Overview, International Productivity Monitor, 14, issue , p. 71-85.