

VATT-KESKUSTELUALOITTEITA
VATT DISCUSSION PAPERS

401

JULKISTEN
INVESTOINTIEN
TUOTTAVUUS
Katsaus kirjallisuuteen ja Suomeen vuosina 1948-2003

Pellervo Hämäläinen *

Pellervo Hämäläinen, Turun yliopisto, taloustieteen laitos, peller-
vo.hamalainen@utu.fi.

ISBN 951-561-657-3 (nid.)
ISBN 951-561-658-1 (PDF)

ISSN 0788-5016 (nid.)
ISSN 1795-3359 (PDF)

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus

Government Institute for Economic Research

Arkadiankatu 7, 00100 Helsinki, Finland

Email: etunimi.sukunimi@vatt.fi

Oy Nord Print Ab

Helsinki, lokakuu 2006

HÄMÄLÄINEN, PELLERVO: JULKISTEN INVESTOINTIEN TUOTTA-
VUUS. KATSAUS KIRJALLISUUTEEN JA SUOMI VUOSINA 1948-2003.
Helsinki, VATT, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, Government Institute for
Economic Research, 2006, (C, ISSN 0788-5016 (nid.), ISSN 1795-3359 (PDF),
No 401). ISBN 951-561-657-3 (nid.), ISBN 951-561-658-1 (PDF).

Tiivistelmä: Tämä keskustelualoite on katsaus julkisten investointien tuottavuutta koskevaan kirjallisuuteen, jonka alkupiste on käytännössä Aschauerin vuoden 1989 artikkeli. Lisäksi tarkastellaan julkisten investointien ja investointiluntoisten menojen vaikutuksia yksityisen sektorin tuotantoon Suomessa vuosina 1948–2003. Tämä tarkastelu on tehty käyttäen sekä Cobb–Douglas- että CES-tuotantofunktioita, kuitenkin niin, että multikollinearisuuden vähentämiseksi tuotantofunktioon otettiin vain yksi pääomakanta kerrallaan. Lisäksi aiemmasta kirjallisuudesta poiketen julkisiin investointeihin huomioitiin myös investoinnit inhimilliseen pääomaan. Inhimillinen pääomakanta muodostettiin kustannusperusteisesti koulutus- ja terveydenhoitomenoista. Kirjallisuuden perusteella julkisten investointien positiivisesta vaikutuksesta yksityisen sektorin tuottavuuteen ollaan melko yksimielisiä. Vaikutuksen suurusluokasta ei kuitenkaan olla päästy yleisesti hyväksytyyn näkemykseen. Suomen kohdalla aikasarja-analyysin perusteella on vaikea tehdä perusteltuja johtopäätöksiä julkisten investointien vaikutuksista.

Asiasanat: Julkinen sektori, julkiset investoinnit, tuottavuus, inhimillinen pääoma

Abstract: This study is a review of literature on productivity of public investments. Most influential paper at this branch of research was Aschauer's article *Is Public Expenditure Productive?* in the year 1989. This study also introduces some empirical findings about productivity of public investments based on Finnish data from the period 1948–2003. Production function approach is being used. Human capital that has been financed by public sector is also taken into account in the empirical analyses. Human capital stock is generated using education and health expenditure. Based on literature positive productivity of public investments is widely accepted, but the size of this effect is still open to question. Despite this it's hard to make any well-founded conclusion about the Finnish data.

Key words: Public sector, public investments, productivity, human capital

JEL code: H54

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Näkökulmia julkisten investointien tuottavuuteen	3
2.1	Lähtökohdat	3
2.2	Aschauerin malli	4
2.3	Tuotantofunktiolähestymistavan tuloksia ja kritiikkiä	6
2.4	Muita lähestymistapoja	9
2.5	Inhimillisen pääoman mallintamisesta kirjallisuudessa	11
2.6	Yhteenveto kirjallisuudesta	14
3	Julkisten investointien tuottavuus Suomessa vuosina 1948–2003	15
3.1	Johdanto	15
3.2	Data	16
3.3	Tuottavuuden analyysi	19
3.4	Johtopäätökset	28
4	Lopuksi	29
	Lähteet	30
	LIITE 1 Aikasarjojen lähteet ja muodostus	36

1 Johdanto

Julkinen sektori on viime vuosikymmeninä ollut suosittu tieteellisen tutkimuksen kohde. Taloustieteessä on esimerkiksi tarkasteltu julkisen sektorin laajuuden vaikutuksia talouteen, julkisen sektorin tehokkuutta sekä hyvinvointiyhteiskunnan nykytilaa ja tulevaisuutta. Vaikka monia julkiseen sektoriin liittyviä aihepiirejä on tutkittu melko paljon, julkiset investoinnit ovat saaneet vähemmän huomiota. Aschauer keksi aiheen varsinaisesti vasta 1989, minkä jälkeen julkiset investoinnit tosin kiinnittivät hetkellisesti poikkeuksellisen paljon sekä taloustieteellistä että poliittista huomiota.

Aiheen tutkimus on saanut monia uusia haaroja, joista osassa keskitytään käytetyn mallin ja ekonometristen menetelmien kehittämiseen. Toisaalta joissakin tutkimuksissa pääpaino on julkisen pääoman käsitteen tarkastelussa. Alun perin liikkeelle lähdettiin tuotantofunktiolähestymistavasta, jonka jälkeen on tarjottu useita vaihtoehtoisia näkökulmia julkisten investointien tuottavuuden tarkasteluun. Aschauer ja useat muut aiheesta kirjoittaneet ovat keskittyneet lähinnä fyysisiin julkisiin investointeihin ja vieläpä pääsääntöisesti ainoastaan infrastruktuuriin. Tämä on selvä puute tarkastelussa, koska osa julkisista menoista käytetään myös inhimillisen pääoman¹ kartuttamiseen, kuten esimerkiksi koulutukseen, mikä voidaan myös hyvin ajatella investoinniksi. Myöhemmin tutkimuksissa huomioitiin myös inhimillinen pääoma, mutta usein se tyydyttiin määrittelemään esimerkiksi kouluvuosien määrän perusteella.

Tämä keskustelunaloite jakautuu kahteen osaan, joista ensimmäisessä teen katsauksen aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen keskittyen lähinnä tuotantofunktiolähestymistapaa käyttäviin tutkimuksiin. Jälkimmäisessä osassa esitän estimointituloksia julkisten investointien tuottavuudesta Suomessa vuosina 1948–2003. Näissä olen käyttänyt laajaa julkisen pääoman käsitettä, joka sisältää myös julkisesti rahoitetun inhimillisen pääoman, jota olen tässä tutkimuksessa mallintanut julkisten koulutus- ja terveydenhoitomenojen avulla. Tutkimusongelmana on selvittää, onko laajennetulla julkisella pääomalla ollut positiivinen vaikutus yksityisen sektorin tuottavuuteen Suomessa? Tarkemmin ideaa inhimillisen pääoman kuvaamisesta koulutus- ja terveydenhoitomenojen avulla ovat esitelleet Hjerpe, Klander ja Virén (2006). Edellinen tutkimus sisältää myös tämän tutkimuksen loppuosassa esitettäviä estimointituloksia vastaavat tulokset käyttäen paneelidataa mm. OECD-maista.

¹Inhimillisellä pääomalla tarkoitetaan yksilöiden henkilökohtaista tietotaitoa, joka vaikuttaa mm. työn tuottavuuteen ja sitä kautta myös taloudelliseen kasvuun.

Tavoitteena on siis ensinnäkin luoda katsaus aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta ja toiseksi tutkia julkisten investointien ja investointiluonteisten menojen vaikutuksia yksityisen sektorin tuottavuuteen Suomessa vuosina 1948–2003. Kirjallisuuden perusteella julkisten investointien positiivista vaikutusta yksityisen sektorin tuottavuuteen voidaan pitää melko yleisesti hyväksyttynä. Vaikutuksen suurusluokka on kuitenkin edelleen avoin kysymys. Suomea koskevista estimointituloksista on vaikea tehdä uskottavia päätelmiä julkisten investointien vaikutuksesta yksityisen sektorin tuottavuuteen.

2 Näkökulmia julkisten investointien tuottavuuteen

2.1 Lähtökohdat

Julkiset investoinnit päättyivät taloustieteellisen keskustelun polttopisteeseen Aschauerin vuoden 1989 tienoilla kirjoittamien artikkelien ansiosta. Vaikka julkisista investoinneista oli toki kirjoitettu jo ennen vuotta 1989, voidaan Aschauerin artikkeleja pitää varsinaisena keskustelunavauksena. Aschauer oli ensimmäinen, joka toi selvästi esille USA:ssa 1970-luvulla alkaneeseen tuottavuuden laskuun mahdollisesti liittyneen 1960-luvun loppupuolella alkaneen julkisten investointien vähenemisen. Aiemmin julkinen pääoma oli jäänyt vähemmälle huomiolle tuottavuuden laskun selittäjänä, vaikka esimerkiksi Eisner (1980) mainitseekin artikkelissaan julkisten investointien vähenemisen mahdolliset negatiiviset vaikutukset yksityisten investointien määrään.

Teoreettinen tausta julkisten investointien vaikutusten tutkimisesta tuotantofunktion avulla löytyy puolestaan Arrow'n ja Kurzin jo vuonna 1970 kirjoittamasta kirjasta *Public Investment, the Rate of Return, and Optimal Fiscal Policy*, jossa käsitellään mm. julkisten investointien mahdollisuuksia optimaalisen kasvun tavoittelussa. Kirjassa on ensimmäistä kertaa eksplisiittisesti esitetty tuotantofunktio, johon julkinen pääoma on lisätty panokseksi. Ratner (1983) puolestaan esittoi ensimmäisenä aggregoidun tuotantofunktion, jossa julkinen pääoma oli mukana. Hän päätyi tulokseen, jonka mukaan julkisilla investoinneilla on USA:ssa positiivinen vaikutus yksityisen sektorin tuottavuuteen.²

Kuitenkin vasta Aschauerin esittämät tulokset saivat vilkkaan nykyhetken asti jatkuneen keskustelun kunnolla käyntiin. Tunnetuin artikkelista on vuonna 1989 *Journal of Monetary Economics* lehdessä julkaistu artikkeli *Is Public Expenditure Productive?* Artikkelissaan Aschauer tarkastelee julkisten investointien taloudellisia vaikutuksia neoklassisessa kehikossa. Tarkastelun lähtökohtana on oletus siitä, että julkiset investoinnit kasvattavat yksityisten investointien tuottoasteita ja lisäävät myös yksityisten investointien määrää.³

²Ratner sai yksityisen tuotannon joustoksi julkisen pääoman suhteen 0,058, eli huomattavasti pienemmän joustoestimaatin kuin Aschauer kuusi vuotta myöhemmin. Kuitenkin Tatom (1991) esittoi Ratnerin käyttämän yhtälön alkuperäiseltä ajanjaksolta käyttämällä uudistettuja aikasarjoja ja sai joustoksi 0,277, mikä on jo melko lähellä Aschauerin saamia estimaatteja.

³Kyseisen oletuksen ovat aiemmin esittäneet mm. Ogura ja Yohe jo vuonna 1977 julkaistussa artikkelissaan.

2.2 Aschauerin malli

Perusidea Aschauerin (1989a) esittämä malli on yksinkertainen laajennus tuotantofunktiosta, johon julkinen pääoma lisätään yksityisen pääoman ja työvoiman ohella panokseksi. Yleisessä muodossa tuotantofunktio on

$$Y_t = A_t \cdot f(N_t, K_t, G_t), \quad (1)$$

missä Y_t on reaalin yksityisen sektorin kokonaistuotanto, N_t on yksityinen työllisyys, K_t on yksityinen ei asuinkäytössä oleva pääomakanta, A_t mittaa tuottavuutta ja G_t kuvaa julkisen sektorin pääomakantaa.⁴

Aschauer oletti tuotantofunktion olevan Cobb–Douglas muotoa. Tällöin päästään logaritmiseen eksplisiittiseen esitysmuotoon

$$y_t = a_t + e_N \cdot n_t + e_K \cdot k_t + e_G \cdot g_t, \quad (2)$$

missä pienet kirjaimet viittaavat muuttujien logaritmeihin ja e_i on tuotannon osittaisjousto panoksen i suhteen, missä $i = N, K, G$. Tuotantofunktiota voidaan tarkentaa määrittelemällä rajoituksia panosten skaalatuotoille. Usein pidetään järkevänä oletusta vakioskaalatuotoista yksityisen sektorin panosten suhteen. Aschauer pitikin mahdollisena, että julkisen pääoman mukaan ottaminen voisi johtaa kasvaviin skaalatuottoihin kaikkien panosten suhteen.⁵ Tuotantofunktio voidaan nyt esittää muodossa

$$y_t - k_t = a_t + e_N \cdot (n_t - k_t) + e_G \cdot g_t. \quad (3)$$

Vaihtoehtoisesti voidaan olettaa vakioskaalatuotot kaikkien panosten suhteen.⁶ Tällöin tuotantofunktio voidaan kirjoittaa seuraavasti

$$y_t - k_t = a_t + e_N \cdot (n_t - k_t) + e_G \cdot (g_t - k_t). \quad (4)$$

Tärkeimmät tulokset Seuraavassa käyn pääpiirteittäin läpi Aschauerin (1989a) artikkelissaan käyttämiä menetelmiä ja esittelen joitakin estimointituloksia. Tarkastelu painottuu tuloksiin, jotka ovat myöhemmin saaneet aikaan paljon keskustelua. Analyysissään Aschauer on käyttänyt USA:ta koskevaa dataa vuosilta

⁴Julkisen pääoman yksityiselle sektorille tuottamien palveluiden oletetaan olevan maksuttomia (ks. esim. Aschauer 1989, 180).

⁵Tällöin $e_N + e_K = 1$, mutta $e_N + e_K + e_G > 1$.

⁶ $e_N + e_K + e_G = 1$

1949–1985. Julkisesta ei-sotilaallisesta pääomakannasta hän on käyttänyt kaluston ja rakenteiden nettoarvoa, jossa kuluminen on otettu huomioon kestoian mukaan. Aschauerin estimoima tuotantofunktio on yleisessä muodossa

$$y_t - k_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot (n_t - k_t) + a_3 \cdot (g_t - k_t) + a_4 \cdot cu_t + u_t, \quad (5)$$

missä cu_t on kapasiteetin käyttöaste, jonka tarkoituksena on kontrolloida suhdannevaihteluita.⁷

Pienimmän neliösumman menetelmällä (PNS) yhtälöstä 5 estimoidut kerroinestimaatit ovat $\hat{a}_1 = 0,008$, $\hat{a}_2 = 0,35$, $\hat{a}_3 = 0,39$ ja $\hat{a}_4 = 0,43$.⁸ Eri rajoituksilla muunneltujen tuotantofunktioiden estimointitulosten perusteella Aschauer kuitenkin toteaa, ettei oletusta vakioskaalatuotoista kaikkien panosten suhteen voida hylätä 5 %:n merkitsevyystasolla. Julkisen pääoman osittaisjoustoestimaatit säilyvät korkeina ja tilastollisesti merkitsevinä, vaikka estimointiperiodia muutettaisiin, joten tältä osin tulokset ovat robusteja.

Aschauer estimoii myös yhtälöitä, joissa panokseksi otetaan sotilaallinen pääomakanta. Se saa etukäteisoletuksen mukaisesti tilastollisesti ei-merkitsevän hieman negatiivisen osittaisjoustoestimaatin. Myöskään julkisella kulutuksella ei Aschauerin mukaan ole tilastollisesti merkitsevää lisäselitysvoimaa yksityisen sektorin tuottavuuteen.

Jälkimmäisessä vuoden 1989 artikkeleistaan Aschauer (1989b) keskittyy tarkastelemaan yksityisiin investointeihin kohdistuvia syrjäytysvaikutuksia, jotka johtuvat mahdollisesti julkisista investoinneista. Julkisen pääoman kasvu vaikuttaa yksityiseen pääomaan kahdella vastakkaissuuntaisella tavalla. Ensinnäkin julkisen pääoman kasvu voi nostaa taloudessa olevan kokonaispääomakannan yksityisten toimijoiden asettaman optimaalisen tason yläpuolelle, jolloin yksityiset investoinnit vähenevät optimaalisen tason saavuttamiseksi. Tässä tapauksessa yksityiset ja julkiset investoinnit voidaan ajatella substituuteiksi. Toiseksi julkiset investoinnit voivat toimia komplementteina yksityisille investoinneille. Tällöin julkisen pääoman lisäys voi nostaa yksityisten investointien rajatuottavuutta ja saada näin aikaan niiden kasvun. Yhteenvetona tuloksistaan Aschauer toteaa, että jälkimmäi-

⁷Kapasiteetin käyttöasteen käyttämistä multiplikatiivisena terminä tuotantofunktiossa ovat kritisoineet esimerkiksi Duggal, Saltzman ja Klein (1999).

⁸Siis $\hat{e}_N = 0,35$, $\hat{e}_G = 0,39$ ja $\hat{e}_K = 0,26$. Työpanos saa talusteoriaan nähden silmiinpistävän alhaisen kerroinestimaatin, joten myös kahteen muuhun kerroinestimaattiin pitäisi mielestäni suhtautua varauksin. Aschauer huomioi artikkelissaan työvoiman alhaisen kerroinestimaatin muussa yhteydessä, mutta ei pidä sitä kuitenkaan ongelmallisena. Tulostensa tulkinnessa hän keskittyy lähinnä saamiinsa \hat{e}_G :n arvoihin, jotka vaihtelevat 0,36 ja 0,56 välillä regressioyhtälön spesifikaatiosta riippuen.

nen vaikutus on hieman voimakkaampi eli julkisten investointien lisäksi kasvattaa myös yksityisiä investointeja.⁹

2.3 Tuotantofunktiolähestymistavan tuloksia ja kritiikkiä

Aschauerin artikkelit kiinnittivät välittömästi sekä taloustieteilijöiden että poliitikkojen huomion julkisiin investointeihin ja niiden asemaan tuottavuuden kasvun selittäjänä. Seuraavassa käyn läpi julkisten investointien tuottavuudesta Aschauerin artikkelin jälkeen käytyä keskustelua. Keskityn pääosin tuotantofunktiolähestymistapaa käyttäviin tutkimuksiin, mutta tuon seuraavassa luvussa esille myös muita mahdollisia lähestymistapoja sekä tärkeimpiä niiden avulla saatuja tuloksia. Hyviä katsauksia aiheeseen ovat tehneet Gramlich (1994), Strum, Kuper ja de Haan (1996) sekä Romp ja de Haan (2005).

1990-luvun alun artikkeleissa on pääsääntöisesti yritetty selvittää oliko USA:ssa julkisten infrastruktuuri-investointien vajuus, joka olisi saattanut johtaa tuottavuuden laskuun 1970-luvulla. Asiaa on tarkasteltu useilla menetelmillä, mutta pääpaino ainakin määrällisesti on ollut ekonometrisissa tutkimuksissa, joihin myös tässä keskitytään.^{10 11}

Gramlich havainnollistaa Aschauerin saamien julkisen pääoman osittaisjoustoestimaattien suuruusluokkaa esittämällä artikkelissaan seuraavanlaisen kaavan julkisten investointien tuottoasteen laskemiseksi

$$c = F_G \cdot (G/Q), \quad (6)$$

missä c on tuotannon jousto julkisen pääoman suhteen, F_G on julkisen pääoman tuottoaste, G on julkinen pääoma ja Q on yksityinen tuotanto. Käyttämällä USA:n vuoden 1991 arvoja julkiselle pääomalle ja yksityiselle tuotannolle sekä Aschauerin saamia joustoestimaatteja saadaan vuotuiseksi tuottoasteeksi jopa yli 100 %. Jos aiemmin esitetyt joustoestimaatit eivät vielä tuntuneet käsittämättömän suurilta, vuotuista tuottoastetta ajatellen ne tuntuvat epätodennäköisiltä. Kuitenkin myös Holtz-Eakin ja Munnell ovat päässeet 1990-luvun molemmin puolin varsin korkeisiin tuottoasteisiin (Gramlich 1994, 1186).¹²

⁹Myös esimerkiksi Eberts (1990) pitää julkista ja yksityistä pääomaa komplementteina.

¹⁰Gramlich (1994) on artikkelissaan käsitellyt myös muita käytettyjä tutkimusmenetelmiä.

¹¹Tuotantofunktioon perustuvat tutkimustulokset ovat melko yksimielisiä julkisten investointien positiivisesta tuottavuusvaikutuksesta USA:ssa (ks. Strum & de Haan 1995, 62).

¹²Aschauerin estimoinvat yhtälöt on toistettu esimerkiksi Strumin ja de Haanin (1995) artik-

Aikasarjalähestymistavassa ensimmäisen ongelman Aaronin (1990) mukaan muodostaa julkisten investointien korkea tuottoasteen estimaatti, joka ylittää yksityisten investointien tuottoasteen. Jos näin todella olisi, yksityisten investoijien kannattaisi vaatia lisää verovaroin rahoitettuja investointeja. Näin he hyötyisivät korkeammasta tuotannosta, joka olisi kaiken lisäksi saavutettu pienemmillä kustannuksilla. Gramlich (1994) kuitenkin toteaa, ettei painetta julkisten investointien kasvattamiseen ole juurikaan ollut. Myös Barro (1992) on samoilla linjoilla toden, etteivät hankekohtaisten kustannus-hyötyanalyysien tulokset tue aggregoidusta datasta saatuja ylisuuria julkisen pääoman tuottoasteita. Toisen kritiikin aiheen ovat esittäneet Hulten ja Schwab (1993). He ovat korostaneet, ettei historian perusteella estimoituihin tuottoasteisiin välttämättä päästä tulevaisuudessa. Kritiikki vaikuttaakin aiheelliselta, koska esimerkiksi uuden valtatieverkoston rakentaminen voi olla hyvinkin tuottavaa, kun taas laajentamisen tuottoaste voi olla paljon pienempi.

Ekonometrisia menetelmiä koskevista ongelmista yksi on käytettävien muuttujien ei-stationaarisuus. Korkeiden joustoestimaattien on väitetty olevan seurausta vale-regressiosta, joka puolestaan johtuisi muuttujien arvojen trendinomaisesta kasvusta.¹³ Hulten ja Schwab (1993) sekä Tatom (1991) ovat differensoineet aikasarjat, jolloin julkisen pääoman estimoidut tuottoasteet ovat pienentyneet ja muuttuneet tilastollisesti ei-merkitseviksi. Myös Strum ja de Haan (1995) päätyvät tilastollisesti ei-merkitseviin tuloksiin differenssoinnin jälkeen. Munnell (1992) on kritisoinut differenssoinnin tuhoavan datasta pitkän aikavälin riippuvuudet ja ehdottanut differenssoinnin sijasta yhteisintegroituvuuden testausta.¹⁴ Hulten ja Schwab ovat vastanneet Munnellin esittämään kritiikkiin toteamalla, että matemaattisesti kerroinestimaatin tulisi olla sama estimoitiinpa malli tasoissa tai differensseissä, jos malli on vain oikein spesifioitu.¹⁵ Munnell on huomauttanut differenssoinnin johtavan myös yksityisen pääoman ja työllisyyden osalta epätyydyttäviin joustoestimaatteihin. Tämä on kuitenkin usein jätetty huomioimatta, vaikka samojen tulosten perusteella onkin tehty johtopäätös, ettei julkinen pääoma ole tuottavaa. Duggal, Saltzman ja Klein (1999) toteavat, että talousteorian vastaiset yksityisten panosten joustoestimaatit riittävät kyseenalaistamaan differenssimuodossa spesi-

kelissa. He saavat julkiselle pääomalle jopa hieman Aschauerin alkuperäistä tulosta suuremman joustoestimaatin, joten Aschauerin saamat tulokset eivät sinällään perustu esimerkiksi virheelliseen aineistoon. Strum ja de Haan (1995) kuitenkin toteavat, ettei tulosten perusteella voi tehdä hyvin perusteltuja johtopäätöksiä julkisten investointien tuottavuudesta lukuisten ekonometristen ongelmien vuoksi.

¹³Ks. esim. Tatom (1991).

¹⁴Tätä ovat käyttäneet esimerkiksi Nourzad (1998), Ligthart (2000) ja Pereira (2001).

¹⁵mm. Plosser, Schwert ja White (1982) ovat esittäneet differenssointia yhdeksi spesifikaatiotekniksi.

fioidun tuotantofunktion kyvyn pitkän aikavälin vaikutusten estimoinnissa.

Paljon huomioita saanut, Eisnerin (1991) alun perin esille tuoma ongelma liittyy kausaalisuuden suuntaan. Esimerkiksi Tatom (1993) toteaa ainoastaan linkin, joka kulkee tuotannon kasvusta julkisten investointien kasvuun olevan Granger-kausalisuus mielessä tilastollisesti merkitsevä. Munnell (1992) puolestaan toteaa, että kausaalisuus voi olla kaksisuuntaista, mutta hänen mukaansa kaksisuuntaisuus ei kuitenkaan tee julkisen pääoman kerroinestimaatista tilastollisesti ei-merkitsevää. Lisäksi ongelmaksi muodostuu simultaanisuusharha, koska investointien kasvu kasvattaa ainakin lyhyellä aikavälillä myös kokonaiskysyntää ja tuotantoa. Flores de Frutos ja Pereira pitävätkin korrektimpana julkisen pääoman käsittelemistä endogeenisena muuttujana. Endogeenisuuden lisäksi he ottavat huomioon muuttujien trendinomaisen kasvun, mutta päätyvät silti tilastollisesti merkitseviin korkeisiin julkisen pääoman tuottoasteisiin (Gramlich 1994, 1188).

Varsinkin alkuaikoina empiiristen tutkimusten pääpaino oli selvästi USA:n tarkastelussa. Kuitenkin myös muita maita koskevia estimointeja on tehty. Ensimmäisten joukossa maakohtaisia regressioita 11 OECD-maasta estimoivat Ford ja Poret (1991).¹⁶ He eivät kuitenkaan löytäneet riittävän robustia tukea Aschauerin esittämille tuloksille, vaikka joidenkin maiden osalta he saivatkin infrastruktuurille varsin korkeita joustoestimaatteja. Ford ja Poret tutkivat myös USA:n dataa pidemmältä ajanjaksolta todeten, ettei tuottavuuden ja infrastruktuurin välillä ole riippuvuutta lukuun ottamatta sodan jälkeistä periodia, johon Aschauerin tulokset perustuvat. Estimoinnissa he käyttivät tuotantofunktiota, johon tuli infrastruktuurin lisäksi vain yksi panos, joka kuvasi sekä yksityistä pääomaa että työllisyyttä. Muita maakohtaisia regressioita OECD-maista ovat estimoineet esimerkiksi Kamps (2004), Ligthart (2000) sekä Strum ja de Haan (1995). Näistä Kampsin ja Ligthartin johtopäätökset puoltavat julkisen pääoman positiivisia tuottavuusvaikutuksia, mutta esimerkiksi Kampsin julkisen pääoman joustoestimaatit ovat talousteorian kannalta kestävämmän suuria, eikä tuotannon joustoja yksityisen sektorin panosten suhteen ilmoiteta, joten mielestäni tulokset eivät tue näin selviä johtopäätöksiä. Strum ja de Haan saavat samankaltaisia tuloksia, mutta toteavat, ettei niiden perusteella voi tehdä uskottavia johtopäätöksiä.

Osa aggregoidun aikasarjadatan ongelmista voidaan välttää käyttämällä paneelidataa. Näin onkin tehty käyttämällä dataa mm. USA:n osavaltioista. Näissä tut-

¹⁶Pisin havaintoperiodi oli vuosilta 1957–1989, mutta joidenkin maiden kohdalla vain reilut kymmenen vuotta. Suomen osalta infrastruktuuripääoma sai tilastollisesti merkitsevän positiivisen kerroinestimaatin yhdessä neljästä estimoidusta regressiosta.

kimuksissa julkisten investointien tuottoaste-estimaatit vaihtelevat pääosin nollan ja yksityisten investointien tuottoasteen välillä (Gramlich 1994, 1189). Kuitenkin ensimmäisissä paneeliaineistoa käyttävissä tutkimuksissa ei käytetty kiinteitä vaikutuksia (fixed effects) virhetermiä mallinnettaessa, mikä johti väärään spesifikaatioon.¹⁷ Kun osavaltio- tai maakohtaiset erot huomioidaan kiinteiden vaikutusten avulla julkisen pääoman vaikutus yksityiseen tuotantoon ei muodostunut enää tilastollisesti merkitsevästi positiiviseksi. Itse asiassa Holtz-Eakin (1994) saa julkiselle pääomalle tilastollisesti merkitsevän negatiivisen estimaatin. Lähes samanlaiseen johtopäätökseen ovat päätyneet USA:n osavaltiodataa käyttäen myös Evans ja Karras (1994a). Joihinkin esitettyihin johtopäätöksiin on siis suhtauduttava varauksin ja kiinnitettävä huomiota käytettyihin menetelmiin.

Evans ja Karras (1994b) tarkastelivat julkisten investointien tuottavuutta myös seitsemän maata sisältävän paneelidatan avulla. He päätyivät toteamaan, etteivät estimointitulokset tue julkisten investointien positiivisia tuottavuusvaikutuksia, kun maakohtaiset erot huomioidaan. Useita maita sisältävistä paneeliaineistoista on saatu viime aikoina kuitenkin enimmäkseen tuloksia, jotka tukevat julkisten investointien positiivisia vaikutuksia yksityiselle sektorille (Katso esim. Dessus & Herrera 2000; Kamps 2004; Hjerpe ym. 2006).

Kuitenkin on muistettava mm. Munnellin (1992) esille tuoma huomautus siitä, että yksittäisten investointihankkeiden toteuttamista ei pitäisi perustella aggregoidusta aikasarja- tai paneelidatasta estimoitujen kerroinestimaattien perusteella, vaan jokaisen hankkeen osalta päätökset olisi tehtävä kustannus-hyötyanalyysin pohjalta.

2.4 Muita lähestymistapoja

Yksinkertaista yhden yhtälön tuotantofunktiolähestymistapaa on kritisoitu mm. siitä, ettei se huomioi panosten hintoja.¹⁸ Lisäksi kirjallisuudessa on tuotu esille niiden rajoitusten tiukkuus, joita tuotantofunktion spesifiointi yrityksen teknologialle ja käyttäytymiselle asettaa. Tuotantofunktiota paremmaksi vaihtoehdoksi onkin ehdotettu useita muita lähestymistapoja. 1990-luvun alkupuolella kustannusfunktioihin perustuvaa lähestymistapaa ehdotettiin usein tuotantofunktion

¹⁷Esimerkiksi Munnell (1990a) ja Aschauer (1990b) eivät huomioi kiinteitä vaikutuksia. Mm. Holtz-Eakin (1994) ja Baltagi ja Pinnoi (1995) esittelevät tarkemmin virhetermin spesifikaatiota julkisten investointien tuottavuusanalyysin yhteydessä.

¹⁸Ensimmäisenä tätä piti ongelmana Tatom (1991), joka lisäsi öljyn hinnan tuotantofunktioon. Häntä on kuitenkin myöhemmin kritisoitu tuotanto- ja kustannusfunktion yhdistämisestä (katso esim. Duggal ym. 1999).

vaihtoehdoksi. Tätä tapaa ovat käyttäneet mm. Morrison ja Schwartz (1996) päätyen johtopäätökseen infrastruktuuri-investointien tilastollisesti merkitsevästi positiivisesta vaikutuksesta tuottavuuden kasvuun.

Bougheas, Demetriades ja Mamuneas (2000) käsittelevät infrastruktuuria teknologiana, joka vähentää yksityisen sektorin välituotteiden tuotantokustannuksia ja parantaa näin erikoistumista. Heidän tulostensa mukaan kasvun ja infrastruktuuripääoman välinen yhteys on käännetyn U-käyrän muotoinen eli infrastruktuuri on tärkeää varsinkin köyhille maille. Heidän mukaansa suurin osa maista on käyrän nousuvalla osalla.

1990-luvun puolivälin jälkeen on tutkittu julkisen pääoman vaikutuksia myös epälineaarisilla malleilla. Esimerkiksi Duggal ym. (1999) käyttävät julkisia infrastruktuuri-investointeja teknologisenä rajoitteena ja olettavat teknologian kasvun riippuvan epälineaarisesti infrastruktuurista ja aikatrendistä. Heidän saamansa tulokset tukevat Aschauerin kymmenisen vuotta aiemmin saamia tuloksia. Myös Aschauer (2001) pitää julkisen pääoman ja taloudellisen kasvun suhdetta epälineaarisenä. Hän tarkastelee USA:n osavaltioita ja päätyy johtopäätökseen, jonka mukaan julkisella pääomalla on tilastollisesti merkitsevä positiivinen vaikutus taloudelliseen kasvuun. Lisäksi Aschauer toteaa, että kasvun kannalta optimaalinen julkisen pääomavarannon koko on 50–70 % yksityisen sektorin pääomavarannosta.

Nourzad (1998) puolestaan tarkastelee julkisten investointien tuottavuutta USA:ssa neljä yhtälöä käsittävän vektorimuotoisen virhekorjausmallin (VECM) avulla. Hän toteaa yksityisen sektorin tuottavuuden ja panosten sekä infrastruktuuripääoman olevan yhteisintegroituneita, joten näiden muuttujien välillä näyttäisi olevan vakaa pitkän aikavälin yhteys. Tulokset tukevat oletusta julkisen pääoman positiivisesta vaikutuksesta tuottavuuteen pitkällä aikavälillä. Usean yhtälön dynaamisen mallin käyttöä hän perustelee sillä, että julkinen pääoma on heikosti eksogeeninen muuttuja, mutta yksityinen pääoma ja työllisyys eivät ole. Impulssivaste-funktioiden ja vektorimuotoisen virhekorjausmallin avulla myös Pereira (2001) pitää julkista pääomaa tuottavana. Hänen tuloksensa perustuvat 12 OECD-maasta koostuvaan aineistoon. Näistä vain neljässä maassa muuttujat ovat yhteisintegroituneita.

Tuotantofunktiolle vaihtoehtoisista lähestymistavoista yleisimmät ovat siis kustannusfunktiot sekä VAR- ja VECM-mallit. VAR-mallit eivät pohjautu talousteoriantaan samoin kuin tuotantofunktiolähestymistapa, vaan ovat ennemminkin dataan perustuvia. Hyvänä puolena on mm. muuttujien samanaikainen määrääntyminen, jolloin kausaalisuuden suunta ei muodostu ongelmaksi. VAR-malleissa on

pääosin käytetty julkisen pääoman sijaan julkisia investointeja, mikä on Kampsin (2004) mielestä ongelmallista, koska tällöin oletetaan, ettei pääomakannan tasolla ole vaikutusta julkisten investointien tuottavuuteen. Demetriades ja Mamuneas (2000) esittävät kuitenkin tuloksia, joiden mukaan julkisen pääoman tuottoasteen ja julkisen pääomakannan BKT suhteen välillä on negatiivinen yhteys.

Edellä mainittuja lähestymistapoja kattavammin käsittelevät kustannusfunktioiden osalta esimerkiksi Strum ym. (1996) ja VAR/VECM-mallien osalta Romp ja de Haan (2005). Kustannusfunktioiden tai VAR-mallien avulla ei kuitenkaan ole päästy eroon kaikista ongelmista ja niinpä Romp ym. (2005) toteavatkin, että myös näiden tutkimusten tulokset ovat hienoinen pettymys. Heidän varovainen johtopäätöksensä näiden lähestymistapojen perusteella on kuitenkin, että julkiset investoinnit näyttäisivät vähentävän kustannuksia ja julkisen pääoman pitkän aikavälin vaikutus tuotantoon olisi positiivinen.

2.5 Inhimillisen pääoman mallintamisesta kirjallisuudessa

Julkisia investointiluonteisia menoja ei aluksi huomioitu ollenkaan julkisten investointien tuottavuutta tarkastelevassa kirjallisuudessa. Sittemmin myös inhimillinen pääoma on otettu mukaan tuottavuustarkasteluihin, mutta pääsääntöisesti sitä on mallinnettu koulutusta kuvaavan proksi- eli korvikemuuttujan avulla. Suomea koskevassa empiirisessä tarkastelussa julkisesti rahoitettu inhimillinen pääoma on kuitenkin otettu huomioon koulutus- ja terveydenhoitomenojen avulla. Perustelua sille, miksi koulutus- ja terveydenhoitomenoja voidaan pitää investointeina inhimilliseen pääomaan ovat esittäneet esimerkiksi Hjerpe ym. (2006). Seuraavassa keskitynkään vain lyhyesti tuomaan esille muutamia kirjallisuudessa käytettyjä tapoja mallintaa inhimillistä pääomaa.

Esimerkiksi Mankiw, Romer ja Weil (1992) laajentavat Solow'n kasvumallia lisäämällä siihen inhimillisen pääoman kolmanneksi panokseksi. Inhimillisestä pääomasta he käyttävät proksina tietyllä kouluasteella olevien osuutta työikäisestä väestöstä. He päätyvät johtopäätökseen, jonka mukaan inhimillisen pääoman lisääminen parantaa Solow'n mallin selitysvoimaa ja pienentää pääoman joustoestimaattia, joka oli ongelmallisen korkea estimoitaessa Solow'n malli ilman inhimillistä pääomaa.

Cullison (1993) pitää ongelmallisena tuotantofunktio-lähestymistapaa inhimilliseen pääomaan kohdistuvien investointien osalta mm. sen takia, että inhimillinen pääoma vaikuttaa tuotantomahdollisuuksiin huomattavasti monimutkaisem-

min kuin fyysinen pääoma. Hän tarkastelee julkisten kulutusmenojen vaikutuksia Granger-kausalisuustestien ja VAR-mallien avulla.¹⁹ Julkisista kulutusmenoista investointeina inhimilliseen pääomaan hän pitää koulutus-, terveys-, ja täydennyskoulutusmenoja sekä vähävaraisten asumistukia. Tulostensa perusteella hän toteaa, että koulutuksella ja työvoiman täydennyskoulutuksella on tilastollisesti merkitseviä positiivisia vaikutuksia yksityisen sektorin tuotannon kasvuun.

Benhabib ja Spiegel (1994) käyttävät artikkelissaan inhimilliselle pääomalle Kyriacoun aiemmin estimoimaa proksia, joka on generoitu eritasoisen koulutuksen historiallisten osallistumisasteiden avulla. Tuotantofunktiolähestymistapa tuottaa inhimilliselle pääomalle tilastollisesti ei-merkitsevän negatiivisen kerroinestimaatin, eli heidän tulostensa valossa inhimillisellä pääomalla ei ole vaikutusta taloudelliseen kasvuun. Toisaalta toisessa lähestymistavassa he antavat inhimillisen pääoman vaikuttaa kokonaistuottavuuteen, mikä johtaa vastakkaisiin tuloksiin, eli tässä mallissa inhimillisellä pääomalla on tilastollisesti merkitsevä positiivinen vaikutus kasvuun.

Myös Aschauer (2000) lisää inhimillisen pääoman panokseksi tuotantofunktioon. Hän estimoii mallin kolmeen kertaan lisäten regressioon yhden pääomapanoksen kerrallaan. Inhimillisestä pääomasta proksina käytetään pääoman efektiivisellä kulumisasteella deflatoitua toisen asteen koulutukseen osallistuvien osuutta kouluikäisestä väestöstä. Inhimillisen pääoman lisääminen parantaa regressioon selitysvoimaa, ja parhaaseen tulokseen päästään lisäämällä panoksiksi sekä inhimillinen että julkinen pääoma yksityisen pääoman ja työllisyyden lisäksi. Inhimillinen pääoma saa tilastollisesti merkitsevän kerroinestimaatin, jonka mukaan inhimillisellä pääomalla on huomattavan suuri positiivinen vaikutus tuotantoon.

Bassanini, Scarpetta ja Hemmings (2001) ovat puolestaan estimoineet kasvuyhtälöitä, joissa proksina inhimilliselle pääomalle on käytetty työikäisen väestön opiskeluun käytettyjen vuosien keskiarvoa. Heidän tulostensa mukaan vuoden kasvu opiskeluun käytettyjen vuosien keskiarvossa kasvattaisi henkilöä kohden laskettua tasapainotilan bruttokansantuotetta 4–7 %. Heidän mukaansa tulos selviää robustiustarkasteluista ja antaa inhimillisen pääoman tuottavuudesta aiempaa positiivisemmän kuvan, koska estimoinnissa käytetty inhimillisen pääoman proksimuuttuja kuvaa inhimillistä pääomaa aiempaa paremmin.

¹⁹Testaamista varten investoinneista ei tarvitse generoida varantosuuretta, vaan saatavilla oleva virtasuure riittää, mikä on Cullisonin mukaan yksi näiden testien eduista tuotantofunktiolähestymistapaan verrattuna. Kuten aiemmin jo mainitsin, Kamps (2004) pitää kuitenkin virtasuureen käyttämistä ongelmallisena.

Terveyspääoman huomioimisen tärkeyttä ovat korostaneet Knowles ja Owen (1995). Heidän mukaansa terveydellä on koulutusta selvempi yhteys asukasta kohden laskettuihin tuloihin. Analyysissään he käyttivät eliniänodotetta proksina terveyspääomalle.

Yleensä näissä tutkimuksissa inhimillistä pääoma on siis mallinnettu kouluvuosien lukumäärällä tai sitä läheisesti vastaavalla mittarilla.²⁰ Voidaan kuitenkin kysyä, ovatko esimerkiksi kaikki kouluvuodet samanarvoisia. Voisi myös kuvitella, että kouluvuosien laadussa on suuria maittaiseroja. Toinen epäkohta kouluvuosien käyttämisessä proksina inhimilliselle pääomalle liittyy terveydenhoitomenojen huomiotta jättämiseen. Työikäisen väestön opiskeluun käytettyjen vuosien keskiarvo ei todennäköisesti anna kovin tyydyttävää kuvaa terveydenhoitomenojen maittaisista eroista. Ainakin osaa terveydenhoitomenoista voidaan kuitenkin pitää yhtä hyvin investointeina inhimilliseen pääomaan. Vaikka Knowles ja Owens (1995) ovatkin mallintaneet myös terveyspääomaa, on inhimillisen pääomakannan muodostaminen käyttäen prokseina sekä kouluvuosia että eliniänodotetta hankalaa.

Suomea koskevassa julkisen pääoman tuottavuuden analyysissä laajennan julkisten investointien käsitettä ottamalla huomioon myös julkisin varoin rahoitetut investoinnit inhimilliseen pääomaan. Inhimillisen pääoman yhteydessä yritän ottaa huomioon myös terveydenhoitoon käytetyt voimavarat muodostamalla inhimilliselle pääomalle proksimuuttujan koulutus- ja terveydenhoitomenojen avulla.^{21 22} Inhimillisen pääomakannan muodostamista on kuvattu tarkemmin liitteessä yksi.

²⁰Edellä mainittujen lisäksi katso esim. Murthy ja Chien (1997) tai Dessus ja Herrera (2000). Edellisessä kouluunosallistumisasteita painotetaan koulutuksen tason mukaan. Vanhemmasta inhimillistä pääomaa koskevasta tutkimuksesta ks. esim. Arrow (1962).

²¹Barro ja Sala-i-Martin (1995, 433) toteavat, että koulutusmenojen käyttäminen toimii kouluvuosia paremmin proksina koulutuksen laadulle. Empiirisessä analyysissään he eivät kuitenkaan generoi koulutusmenoista pääomakantaa, vaan käyttävät niitä virtasuureena.

²²Mankiw ym. (1992, 418–419) osuvasti toteavat, että suuri osa koulutusinvestoinneista muodostuu opiskeluaikana menetetyistä ansioista, joiden mallintaminen on erittäin hankalaa, eli tähänkin lähestymistapaan liittyy omat ongelmansa.

2.6 Yhteenveto kirjallisuudesta

Pian Aschauerin artikkelien jälkeen useat kirjoittajat saivat tilastollisesti ei-merkittäviä tuloksia ja kiistivät näin julkisen pääoman positiivisen vaikutuksen tuottavuuteen. Toisaalta 1990-luvun alussa useassa tutkimuksessa päädyttiin myös yhtä suuriin joustoestimaatteihin Aschauerin saamien kanssa. Ensimmäisissä tutkimuksissa oli kuitenkin usein ongelmia mm. mallin täsmennyksessä sekä ekonometristen menetelmien käytössä, joten niissä esitettyihin tuloksiin tulee suhtautua varauksin. Vaikka kaikkia ongelmia ei ole edelleenkään ratkaistu, kymmenen viime vuoden aikana useimmat kirjoittajat ovat kaiken kaikkiaan todenneet, että julkisilla investoinneilla on positiivinen vaikutus yksityisen sektorin tuottavuuteen. Pääosa kirjoittajista ei kuitenkaan pidä Aschauerin saamien tulosten suuruusluokkaa uskottavana.

Yhteenvetona voisi siis todeta, että julkisten investointien positiivinen vaikutus yksityisen sektorin tuottavuuteen on melko yleisesti hyväksytty, mutta vaikutuksen suuruudesta keskustellaan edelleen.²³ Kuitenkin Aschauerin suuruusluokan vaikutukset kiistetään nykyisin lähes yksimielisesti. Samankaltaisiin päätelmiin ovat päätyneet myös Romp ja de Haan (2005). Strumin ym. (1996) johtopäätös julkisten investointien vaikutuksesta on varovaisen positiivinen.²⁴ Myös he toteavat vaikutuksen suuruuden olevan edelleen avoin kysymys massiivisesta aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta huolimatta. Gramlichin (1994) päätelmät ovat vieläkin varovaisempia, mutta Aschauerin artikkelin julkaisemisesta olikin kulunut vasta vajaat puolenkymmentä vuotta. Tutkimustulosten jonkinasteisen ristiriitaisuuden perusteella näyttäisi siltä, että käytetyllä datalla, muuttujilla ja tutkimusmenetelmillä on ilmeisen suuri vaikutus tuloksiin.

Inhimillinen pääoma näyttäisi tutkimusten perusteella olevan ainakin jossakin määrin tuottavaa yksityisen sektorin kannalta. Maakohtaisista eroista huolimatta suuri osa inhimillisestä pääomasta muodostuu julkisen sektorin rahoituksella, eli myös julkisesti rahoitetun inhimillisen pääoman osalta tulokset olisivat todennäköisesti hyvin samansuuntaisia.

²³Jo Aaron (1990, 61) totesi: "The issue is not the sign of the coefficient of that variable – on that everyone agrees. The issue is the size of the coefficient..."

²⁴"... public capital probably enhances economic growth, a conclusion that most economists intuitively would ascribe to" (Strum ym. 1996, 21).

3 Julkisten investointien tuottavuus Suomessa vuosina 1948–2003

3.1 Johdanto

Suomen osalta julkisten investointien tuottavuudesta löytyy jonkin verran empirisiä aggregaattisuureisiin perustuvia tuloksia. Kuten jo aiemmin mainitsin Ford ja Poret (1991) estimoivat tutkimuksessaan maakohtaisen regression myös Suomelle ajanjaksolta 1967–1988. He käyttivät differensseissä neljää erilaista spesifikaatiota, joista ainoastaan yhdessä julkinen pääoma saa tilastollisesti merkitsevän positiivisen estimaatin. Suomi kuuluu myös 12 OECD-maan joukkoon, joita Pereira (2001) käytti tutkimuksessaan. Hän puolestaan totesi infrastruktuurilla olevan positiivinen vaikutus yksityisen sektorin tuottavuuteen. Suomen osalta vaikutuksen suuruusluokka on kuitenkin pienempi kuin esimerkiksi Ruotsissa, Saksassa ja USA:ssa. Tulokset perustuvat Suomen osalta 29 vuosihavaintoon 1960-luvulta alkaen.

Myös Kamps (2004) on estimoinut maakohtaisia regressioita differensseissä 22 OECD-maalle käyttäen pääomakannoista omia estimaattejaan. Suomen kohdalla julkisen pääoman joustoestimaatti vuosilta 1960–2001 on 0,738. Muita joustoestimaatteja ei valitettavasti raportoida, mutta talusteorian kannalta Kampsin saama julkisen pääoman joustoestimaatti on kestävämmän suuri. Luoto (2006) on tarkastellut tuoreessa keskustelunaloitteessaan julkisen infrastruktuurin vaikutuksia talouskasvuun Suomessa ajanjaksolla 1860–2004. Hänen johtopäätöksensä on, että julkisella infrastruktuurilla on positiivinen vaikutus pitkän aikavälin talouskasvuun. Tulokset eivät kuitenkaan ole yhtä selviä, jos regressioon otetaan mukaan myös työllisyys. Paneeliaineistoissa Suomi on ollut mukana ainakin Evansin ja Karrasin (1994b) tutkimuksessa.

Seuraavassa tarkastelen julkisten investointien tuottavuutta tuotantofunktiolähestymistapaa käyttäen ottamalla huomioon myös julkisesti rahoitetun inhimillisen pääoman. En kuitenkaan käytä täysin samanlaista funktiomuotoa kuin Aschauer ja useat muut, vaan estimoin samalta periodilta kolme tuotantofunktiota, joissa kussakin on vain yksi pääomakanta kerrallaan. Tämä on yksinkertainen tapa yrittää vähentää multikollinearisuutta, joka on voimakasta yhtälöissä, joihin laitetaan kaksi tai kolme pääomakantaa yhtä aikaa.²⁵ Usein tällaiset yhtälöt tuottavat ta-

²⁵Vijverberg, Vijverberg ja Gamble (1997) toteavat, ettei tuotantofunktion perusteella voi tehdä johtopäätöksiä voimakkaan multikollinearisuuden vuoksi. Myös Strum ja de Haan (1995) pitävät

lousteorian kannalta epämielikkäitä estimaatteja.²⁶ Kirjallisuudessa on kuitenkin valitettavasti joiltakin osin vajottu suurimman julkisen pääoman joustoestimaatin metsästyksen tasolle, välittämättä estimoidun kokonaisuuden mielekkyydestä. Seuraavassa tarkastelussa multikollinearisuuden vähentämisen lisäksi myös käytettyjen aikasarjojen pituus on useampaan aiempaan tutkimukseen verrattuna huomattavasti pidempi.

Tuotantofunktion käyttämisestä on kritisoitu paljon. Strum ja de Haan (1995) toteavat jopa, ettei sen perusteella saatujen tulosten avulla voi tehdä minkäänlaisia johdopäätöksiä. Tuotantofunktio lähestymistapaan liittyy toki useita ongelmia, mutta usein unohdetaan tämän lähestymistavan hyvänä puolena sen pohjautuminen talousteoriaan.²⁷ Sitä vastoin esimerkiksi VAR-lähestymistavassa talousteoriolla on hyvin pieni rooli ja lähtökohtaisesti lopullinen malli määräytyy datan perusteella. Tuotantofunktion yhteydessä teoria antaa suuntaviivat järkevän suuruisista joustoestimaateista. Tätä voidaan mielestäni käyttää yhtenä robustisuustarkasteluna.

3.2 Data

Suomea koskeva aineisto on pääosin kerätty Tilastokeskuksen julkaisuista. Vuosien 1948–2003 aikana kansantalouden tilinpito on kokenut useita menetelmämuutoksia, joten aineiston vertailtavuus eri ajanjaksoilla ei ole itsestäänselvyys. Pääosin sarjat on ketjutettu vuosien 1975 ja 1960 kohdilta, joten estimoinnissa käytetyt sarjat kuvaavat tilannetta vuoden 2000 hinnoin ja määritelmin. Datat lähteitä, ongelmia ja käytettyjä menetelmiä on kuvattu tarkemmin liitteessä yksi.

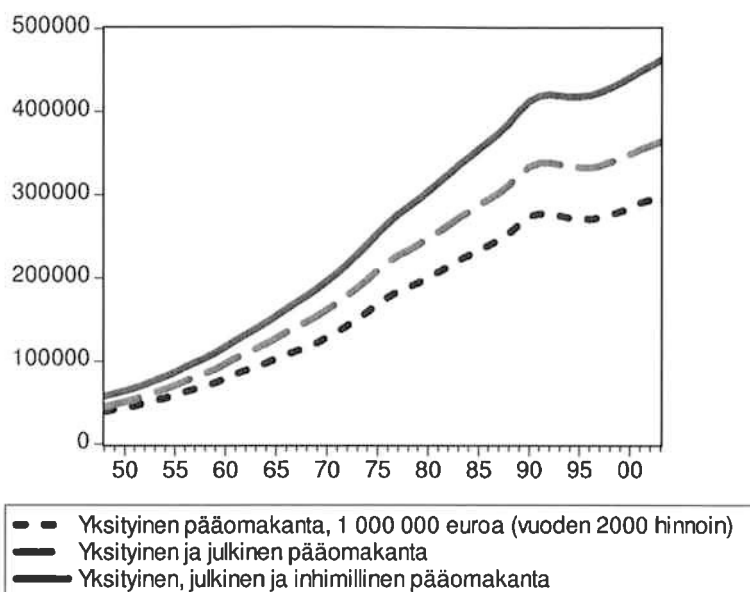
Kuviossa yksi on esitetty aikasarjat pääomakantojen ja pääomakertoimien kehityksestä Suomessa vuosina 1948–2003. Kuviosta nähdään, että yksityinen pääomakanta on huomattavasti julkista ja inhimillistä pääomakantaa suurempi. Julkinen ja inhimillinen pääomakanta ovat puolestaan hyvin samankaltaisia, mikä johtaisi korkeaan multikollinearisuuteen, jos aiemman kirjallisuuden esimerkkiä seuraten kaikki pääomakannat olisivat yhtä aikaa selittävinä muuttujina.

korkeaa multikollinearisuutta ongelmallisena.

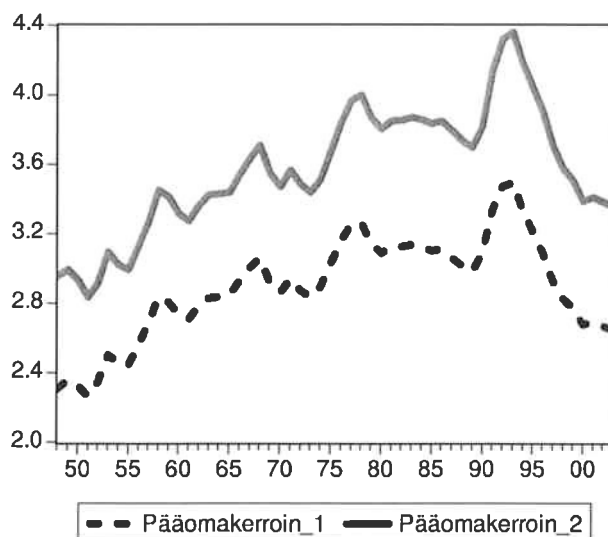
²⁶Usein aiheeseen liittyvissä tutkimuksissa raportoidaan ainoastaan julkisen pääoman kerroinestimaatti. Tämä on kuitenkin mielestäni epäilyttävää, koska myös työllisyyden ja yksityisen pääoman joustoestimaatit voivat olla pielessä.

²⁷Tosin julkisen pääoman lisääminen yksityisiä panoksia vastaavalla tavalla tuotantofunktioon johtaa joihinkin ristiriitaisuuksiin talousteorian kanssa. Ks esim. Duggal ym. (1999, 49).

Suomen pääomakannat 1948-2003

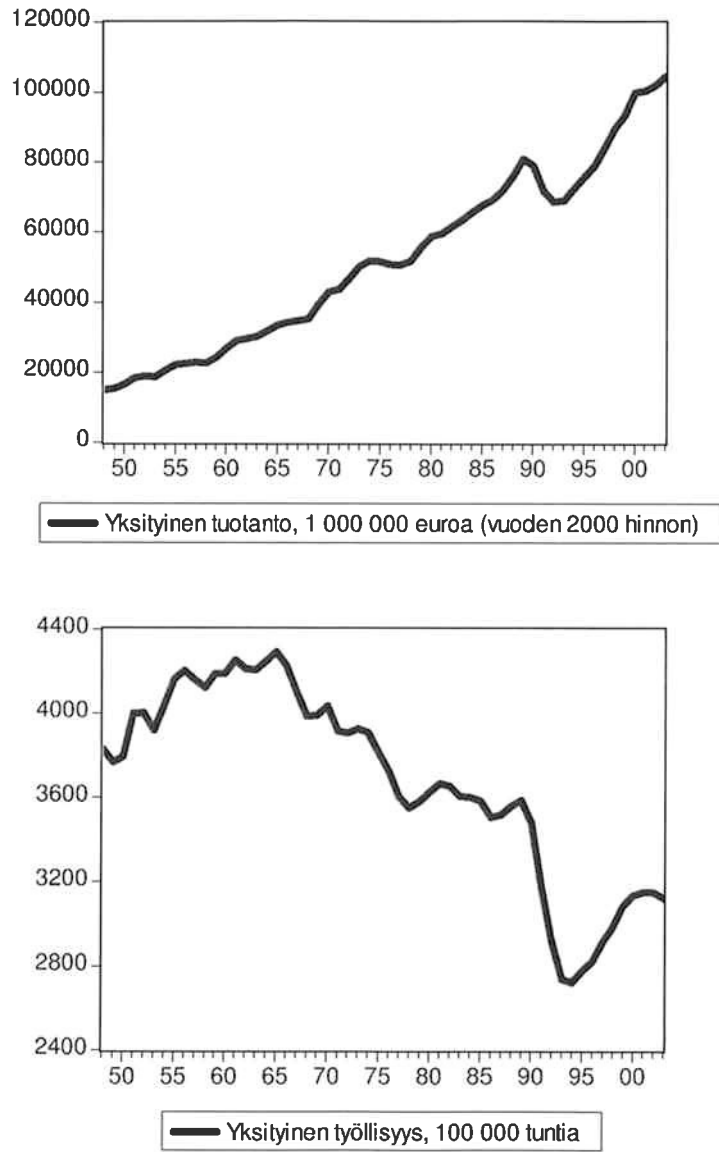


Suomen pääomakertoimet 1948-2003



KUVIO 1: Pääomakantojen- ja kertoimien kehitys Suomessa vuosina 1948–2003

Yksityinen tuotanto ja työllisyys 1948-2003



KUVIO 2: Yksityinen tuotanto ja työllisyys Suomessa vuosina 1948–2003

Alemmassa kuviossa on puolestaan kuvattu pääomakertoimien kehitystä. Pienempi pääomakerroin (pääomakerroin_1) kuvaa yksityisen ja julkisen pääoman suhdetta bruttokansantuotteeseen, kun taas suuremmassa (pääomakerroin_2) mukaan on huomioitu myös inhimillinen pääomakanta. OECD-maihin verrattaessa Suomen kaltainen pääomakertoimien selvä lasku on kuitenkin harvinaista, vaikka Ruotsin, Norjan ja Irlannin kohdalla onkin havaittavissa sama ilmiö. Pääomakertoimien absoluuttisia arvoja vertailtaessa Suomi sijoittuu vieläkin OECD-maiden kärkipäähän.²⁸

Kuviossa kaksi on esitetty sekä yksityisen tuotannon että työllisyyden aikasarjat. Työllisyys on mitattu tehdyissä työtunneissa, eikä työntekijöiden lukumääränä, kuten useissa tutkimuksissa on tehty. Tehtyjen työtuntien määrä on laskenut huomattavasti voimakkaammin kuin työntekijöiden määrä. Työvoimapanoksen mittaaminen on kuitenkin ongelmallista, koska otosperiodin alkupäässä tehty työtunti ei ole vertailukelpoinen 2000-luvulla tehtyyn työtuntiin. Työpanoksesta on kuitenkin käytettävissä dataa ainoastaan, joko työtunneissa tai työntekijöissä mitattuna. Kuten todettu, ajanjaksolla 1948–2003 molempien muuttujien osalta suunta on ollut laskeva, vaikka samanaikaisesti tuotanto on kasvanut. Tämä on toki loogisesti selitettävissä tuottavuuden kasvulla.

Estimointituloksissa esiintyvät seuraavat muuttujat:

- PP Yksityinen tuotanto
- EP Yksityinen työllisyys
- K1 Yksityinen pääomakanta
- K2 Laajennettu pääomakanta, joka sisältää yksityisen ja julkisen pääomakannan.
- K3 Laajennettu pääomakanta, joka sisältää yksityisen, julkisen ja inhimillisen pääomakannan.

3.3 Tuottavuuden analyysi

Menetelmät

Estimoin datasta Aschaueria (1989a) mukailleen varsin yksinkertaisen tuotantofunktion

$$\log(PP_t) = a_1 + \alpha \cdot \log(EP_t) + \beta_i \cdot \log(K_t) + a_2 \cdot t + u_t. \quad (7)$$

²⁸Pääomakantojen ja pääomakertoimien aikasarjakuvioita OECD-maista löytyy Hjerpen ym. (2006) keskustelunaloitteesta (ks. sivut 37–44).

Pääoman K_t kohdalla käytin vuorotellen kolmea erilaajuista pääomakantaa, joiden muodostamista on kuvattu tarkemmin liitteessä yksi.

Edellisessä yhtälössä panosten skaalatuotot saavat määräytyä vapaasti. Vakioskaalatuottorajoite muuttaa estimoitavan yhtälön seuraavaan muotoon

$$\log(PP_t/EP_t) = b_1 + \beta_i \cdot \log(K_t/EP_t) + b_2 \cdot t + w_t. \quad (8)$$

Estimoitavia panoskertoimia on nyt vain yksi eli pääoman panosjousto. Työvoiman vastaava saadaan kaavasta $1 - \beta_i$.

Estimointitulokset

Taulukossa yksi on esitetty estimointitulokset tasoissa sekä vapailla skaalalatuotoilla että vakioskaalatuotoilla.²⁹ Kerroinestimaatit ovat talousteorian mukaisia, eli pitkällä periodilla tuotantofunktio tuottaa Suomen osalta yllättävän järkevät panosjoustot. Kerroinestimaatit ovat myös tilastollisesti merkitseviä. Muuta huomioitavaa taulukosta 1 on korkea selitysaste ja alhainen Durbin–Watson-testisuu-re. Alhainen Durbin–Watson-testisuu-re kertoo positiivisesta 1. kertaluvun auto-korrelaatiosta, joka vääristää keskivirheitä alaspäin eli alentaa kerroinestimaattien havaittua merkitsevyystasoa. Olen kuitenkin käyttänyt kaikissa yhtälöissä Newey–West-menetelmää keskivirheiden korjaamiseksi. Tämän korjauksen jälkeen ilmoitettujen kerroinestimaattien merkitsevyyksien pitäisi olla luotettavia. Tämä ratkai-see kuitenkin vain yhden ongelman. Alhainen Durbin–Watson-testisuu-re voi ni-mittäin kertoa myös jostakin diagnostisesta ongelmasta, kuten esimerkiksi mallin vääristä spesifikaatiosta. Tällöin merkitsevyyksien korjaaminen ei ratkaise on-gelmaa, joka on huomattavasti vakavampi.

Pääomakantaa laajennettaessa pääoman joustoestimaatti ei juurikaan muutu. Jul-kisen pääoman lisäys saa aikaan jopa joustoestimaatin pienenemisen. Täytyy kui-tenkin muistaa, että tässä julkinen pääomakanta on varsin laaja. Useinhan julkises-ta pääomakannasta huomioidaan ainoastaan infrastruktuuri. Julkisen ja inhimilli-sen pääoman lisääminen tuottaa lähes saman joustoestimaatin kuin yksityisenkin pääoma, mutta yhtälön keskivirhe kuitenkin pienenee. Yhtälöissä 1–3 oletusta va-kioskaalatuotoista voidaan testata Waldin testillä ja kaikissa yhtälöissä oletus va-kioskaalatuotoista jää voimaan 5 %:n merkitsevyyksillä.

²⁹Estimoinnissa olen käyttänyt EViews 5.1-ekonometriaohjelmaa.

Vakioskaalatuottojen osalta päätelmät ovat hyvin samankaltaisia, mikä oli toki odotettavissa, koska rajoittamattomilla panosjoustoilla päädyttiin jo lähelle vakioskaalatuottojen mukaisia joustoestimaatteja.

Tuotantofunktion estimoimista tasoissa on kritisoitu useaan kertaan, koska muuttajat eivät selvästikään ole stationaarisia. Testasin muuttajien stationaarisuutta kahdella yksikköjuuritestillä.³⁰ Yksityinen tuotanto ja työllisyys ovat selvästi I(1)-sarjoja molempien testien perusteella. Pääomakantojen osalta testitulokset eroavat hieman, mutta näyttäisi siltä, että pääomakantasarjat olisivat I(2)-sarjoja. Yksityisen tuotannon ja työllisyyden suhde on I(1)-sarja molempien testien perusteella. Pääomakantojen ja yksityisen työllisyyden suhteet ovat ADF-testin mukaan I(1)-sarjoja, mutta KPSS-testi ei kuitenkaan tue sarjojen stationaarisuutta vielä ensimmäisissä differensseissäkään. Kuitenkin näiden osalta 5 %:n merkitsevyystaso alittuu vain hiukan.

Koska käytetyt muuttajat eivät joka tapauksessa stationaarisia, testasin myös yhteisintegroituvuutta. Sen osalta tulokset eivät ole yhtenäisiä. Englen ja Grangerin (1987) esittämä testi, jossa testataan estimoidun yhtälön residuaalin stationaarisuutta, piti muuttujia yhteisintegroituneina kaikissa taulukon yksi yhtälöissä. Toisin sanoen millään näiden yhtälöiden residuaaleista ei ollut yksikköjuurta kummankaan käytetyn testin perusteella. Toisaalta Johansenin menetelmä ei pitänyt minkään yhtälön muuttujia yhteisintegroituneina, jos päättelyssä käytetään standardi 5 %:n merkitsevyystasoa. Kuitenkin yhden yhteisintegraatiovektorin olemassaoloa ei voida enää hylätä 10 %:n merkitsevyystasolla taulukon yksi toisessa ja kolmannessa yhtälössä, eli myös Johansenin menetelmän osalta liikutaan hyvin lähellä yhden yhteisintegroituvuusvektorin hyväksymistä. Kuitenkin yhtälöiden yksi ja 4–6 osalta Johansenin menetelmä hylkää muuttajien yhteisintegroituvuuden selvästi.

Myös aiemmissa Suomea koskevista tutkimuksista mahdollista yhteisintegroituvuutta on testattu. Esimerkiksi Pereira (2001) ei pidä Suomen muuttujia yhteisintegroituneina. Myöskin Kamps (2004) toteaa Englen ja Grangerin testiin perustuen, etteivät muuttajat ole Suomen osalta yhteisintegroituneita.³¹ Käytetyt aikasarjat sekä varsinkin niiden pituus vaihtelee kuitenkin niin paljon, etteivät tulokset ole vertailukelpoisia

³⁰Tein testit sarjojen logaritmeille käyttäen ADF (Augmented Dickey-Fuller) ja KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin) testejä.

³¹22 OECD-maasta ainoastaan Belgiassa muuttajat ovat Kampsin mukaan yhteisintegroituneita.

TAULUKKO 1 Vapaat skaalatuotot 1–3 (selitettävä muuttuja: log(PP) ja vakioskaalatuotot 4–6 (selitettävä muuttuja: log(PP/EP))

	1		2		3		4		5		6	
Otosperiodi	1948-2003		1948-2003		1948-2003		1948-2003		1948-2003		1948-2003	
Havaintojen lkm	56		56		56		56		56		56	
Vakio	-0,54 (-0,57)		-0,07 (-0,07)		-0,61 (-0,63)		0,51 (3,76)**		0,50 (3,81)**		0,36 (2,37)*	
α	0,766 (6,13)**		0,736 (5,59)**		0,756 (6,15)**		0,633		0,659		0,632	
β_1	0,361 (7,21)**						0,367 (6,70)**					
β_2			0,335 (6,95)**						0,341 (6,85)**			
β_3					0,362 (7,39)**						0,368 (6,91)**	
trendi	0,025 (11,71)**		0,026 (12,16)**		0,025 (11,63)**		0,024 (10,56)**		0,025 (11,92)**		0,024 (10,37)**	
R^2_{Adj}	0,995		0,995		0,995		0,996		0,996		0,996	
Keskivirhe	0,039308		0,039921		0,038925		0,039977		0,039857		0,039467	
D-W -testisuure	0,417		0,413		0,428		0,441		0,433		0,455	

Huom. t-suhteet ovat suluisia. Estimoinnissa on käytetty PNS-menetelmää.

α = yksityisen tuotannon jousto yksityisen työllisyyden suhteen, β_1 = yksityisen tuotannon jousto pääoman suhteen, missä

1 = yksityinen pääomakanta, 2 = laajennettu pääomakanta, johon sisältyvät yksityinen ja julkinen pääomakanta ja

3 = laajennettu pääomakanta, johon sisältyvät yksityinen, julkinen ja inhimillinen pääomakanta.

* Merkitsevä 5 %:n tasolla. ** Merkitsevä 1 %:n tasolla.

Jos muuttujat eivät ole stationaarisia eivätkä yhteisintegroituneita, tasomuodon regressiota parempana vaihtoehtona pidetään differenssejä. Koska tulokset yhteisintegroituneisuudesta eivät ole täysin ristiriidattomia, estimoin vastaavat yhtälöt myös differensseissä (Taulukko 2). Mikään pääomakannan estimaatti ei ole enää tilastollisesti merkitsevä ja vakioskaalatuottorajoitteella estimoitu yhtälö tuottaa pääomakannalle jopa negatiivisen estimaatin. Kaiken lisäksi varsinkaan yksityisen työllisyyden kerroinestimaatti ei ole enää talousteorian kannalta mielekäs. Aiemmissä tutkimuksissa negatiivisen julkisen pääoman joustoestimaatin perusteella on usein tehty johtopäätös, jonka mukaan julkinen pääoma ei ole tuottavaa. Samalla periaatteella pitäisi kuitenkin myös todeta, ettei yksityinenkään pääoma ole tuottavaa. Differenssit eivät tuota järkeviä kerroinestimaatteja yksityisen sektorin panoksillekaan, joten niiden tarkasteleminen saatikka johtopäätösten tekeminen julkisen pääoman tuottavuudesta ei ole mielekästä.

Lisäksi on muistettava, että pääomakantojen logaritmit olivat I(2)-sarjoja, joten ensimmäinen differenssi ei vielä riitä tekemään niitä stationaarisiksi. Tämän vuoksi estimoin yhtälöt 1–3 myös toisissa differensseissä. Työllisyyden joustoestimaatit kasvoivat jopa yli 1,3, joten myöskään toinen differenssi ei tuota talousteorian kannalta mielekkäitä panosjoustoja. Täydellisiä tuloksia toisen differenssin osalta ei tässä esitetä.

Kaiken kaikkiaan hyvin perusteltujen johtopäätösten tekeminen on hyvin vaikeaa. Maakohtainen regressio ei siis tuota toivottuja tuloksia myöskään Suomen osalta, joten tilanne on hyvin samakaltainen useiden aiemmin esitettyjen maakohtaisten regressioiden kanssa.

Pääomakantojen painotus

Tarkastellaan kuitenkin vielä yksinkertaisen painorakenteen avulla, vaikuttaako julkisen ja inhimillisen pääoman painottaminen tuloksiin.

$$\log(PP_t) = a_1 + \alpha \cdot \log(EP_t) + \beta \cdot \log(K1_t + p_1 \cdot K2_t + p_2 \cdot K3_t) + a_2 \cdot t + u_t \quad (9)$$

Estimoin yhtälön 9 siten, että käytin pääomana erilaisella painorakenteella muodostettua pääomakantaa, missä p_1 ja p_2 ovat julkisen ja inhimillisen pääomakannan painot. Yksityinen pääomakanta kuului painotettuun pääomakantaan aina kokonaan ja sen lisäksi julkinen ja inhimillinen pääomakanta painoilla 1/3, 2/3 tai 1. Tulokset on esitetty taulukossa 3. Regression keskivirheen minimoi pääomakanta, jossa julkisen pääoman paino oli 1/3 ja inhimillisen pääoman 1 (yhtälö 8). Seuraavaksi pienimmän keskivirheen tuotti yhtälö 9, jossa painot olivat 2/3 ja 1.

TAULUKKO 2 (differenssit) Vapaat skaalatuotot 1–3 (selitettävä muuttuja: $\Delta \log(\text{PP})$) ja vakioskaalatuotot 4–6 (selitettävä muuttuja: $\Delta \log(\text{PP}/\text{EP})$)

	1	2	3	4	5	6
Otosperiodi	1949-2003	1949-2003	1949-2003	1949-2003	1949-2003	1949-2003
Havaintojen lkm	55	55	55	55	55	55
Vakio	0,03 (4,52)**	0,03 (4,87)**	0,03 (4,36)**	0,04 (7,06)**	0,04 (7,00)**	0,04 (6,82)**
α	1,127 (9,82)**	1,271 (9,81)**	1,300 (9,87)**	1,016	1,009	1,019
β_1	0,187 (0,94)			-0,016 (-0,13)		
β_2		0,178 (1,01)			-0,009 (-0,07)	-0,019 (-0,15)
β_3			0,202 (1,02)			
R^2_{Adj}	0,622	0,622	0,623	-0,018	-0,019	-0,018
Keskivirhe	0,023518	0,023515	0,023495	0,023973	0,023976	0,023971
D-W -testisuure	1,353	1,356	1,361	1,354	1,358	1,352

Huom. t-suhteet ovat suluisia. Estimoinnissa on käytetty PNS-menetelmää.

Δ = differenssi, α = yksityisen tuotannon jousto yksityisen työllisyyden suhteen, β_1 = yksityisen tuotannon jousto pääoman suhteen, missä

1 = yksityinen pääomakanta, 2 = laajennettu pääomakanta, johon sisältyvät yksityinen ja julkinen pääomakanta ja

3 = laajennettu pääomakanta, johon sisältyvät yksityinen, julkinen ja inhimillinen pääomakanta.

* Merkitsevä 5 %:n tasolla. ** Merkitsevä 1 %:n tasolla.

TAULUKKO 3 Yhtäöstä 9 erilaisilla painoilla estimoituja tuloksia

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Otosperiodi	1948-2003	1948-2003	1948-2003	1948-2003	1948-2003	1948-2003	1948-2003	1948-2003	1948-2003
Havaintojen lkm	56	56	56	56	56	56	56	56	56
Julkisen pääoman paino	0	1/3	2/3	1/3	2/3	1/3	2/3	1/3	2/3
Inhimillisen pääoman paino	0	0	0	1/3	1/3	2/3	2/3	1	1
Vakio	-0,54 (-0,57)	-0,36 (-0,37)	-0,20 (-0,20)	-0,57 (-0,59)	-0,41 (-0,41)	-0,76 (-0,80)	-0,59 (-0,61)	-0,93 (-0,99)	-0,76 (-0,80)
α	0,766 (6,13)**	0,756 (5,90)**	0,747 (5,73)**	0,762 (6,14)**	0,751 (5,94)**	0,769 (6,38)**	0,758 (6,15)**	0,776 (6,58)**	0,765 (6,34)**
β	0,361 (7,21)**	0,351 (7,12)**	0,342 (7,03)**	0,362 (7,30)**	0,353 (7,20)**	0,371 (7,45)**	0,362 (7,35)**	0,379 (7,58)**	0,370 (7,48)**
trendi	0,025 (11,71)**	0,026 (11,87)**	0,026 (12,02)**	0,025 (11,66)**	0,025 (11,81)**	0,025 (11,50)**	0,025 (11,64)**	0,025 (11,40)**	0,025 (11,50)**
R^2_{Adj}	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995
Keskivirhe	0,039308	0,039494	0,039704	0,039116	0,039324	0,038796	0,038999	0,038523	0,038719
D-W -testisuure	0,417	0,416	0,415	0,422	0,421	0,427	0,426	0,431	0,430

Huom. t-suhteet ovat suljussa. Estimoinnissa on käytetty PNS-menetelmää.

α = yksityisen tuotannon jousto yksityisen työllisyyden suhteen, β = yksityisen tuotannon jousto pääoman suhteen.

* Merkitsevä 5 %:n tasolla.

** Merkitsevä 1 %:n tasolla.

Verrattaessa näitä yhtälöihin 2 ja 3 havaitaan inhimillisen pääoman lisäämisen pienentävän keskivirhettä ja kasvattavan pääoman joustoestimaatin arvoa. Taulukon 3 yhtälöitä voidaan verrata myös taulukon 1 yhtälöön 2, jossa painot ovat siis 1 ja 0. Painotetuissa yhtälöissä keskivirhe on pienempi ja pääoman joustoestimaatti suurempi, kuin taulukon 1 yhtälössä 2, jossa inhimillistä pääomaa ei ole siis huomioita ollenkaan.

Inhimillisen pääoman lisääminen pienentää siis keskivirhettä. Lisäksi edellisen perusteella voidaan todeta, että julkisen pääomakannan optimaalinen paino on keskivirhemielessä pienempi kuin yksi. Tämä on varsin looginen tulos ottaen huomioon, mitä julkinen pääomakanta kokonaisuudessaan sisältää. Erot ovat kuitenkin varsin pieniä, joten myöskään tämän tarkastelun perusteella ei voida tehdä liian pitkälle meneviä johtopäätöksiä.

CES-tuotantofunktio

Edellä tuotantofunktion on oletettu olevan Cobb–Douglas muotoinen. Tietenkin myös muut tuotantofunktion spesifikaatiot ovat mahdollisia ja usein Cobb–Douglas-tuotantofunktiota pidetäänkin oletuksiltaan liian rajoittavana. Tämän vuoksi estimoin Suomelle joitakin yhtälöitä myös CES-tuotantofunktiota käyttäen. Estimoitava yhtälö on tällöin muotoa

$$PP_t = c_1 \cdot e^{c_2 \cdot t} \cdot [(c_3 \cdot (EP_t^{(-\rho)}) + (1 - c_3) \cdot (K_t^{(-\rho)}))]^{(-1/\rho)}. \quad (10)$$

Tekninen kehitys on tosin tässäkin yhtälössä otettu huomioon varsin yksinkertaisella tavalla. Substituutiojousto σ lasketaan parametrin ρ avulla seuraavasti $\sigma = 1/(1 + \rho)$.

CES-tuotantofunktion tuottamat tulokset on esitetty taulukossa neljä. Yhtälöissä 1–3 työvoiman ja pääoman panososuudet on kiinnitetty iteroinnin helpottamiseksi.³² Panososuuksien ollessa talusteorian mukaisiksi kiinnitettyjä substituutiojousto muodostuu hieman alle ykköseksi. Tämä on hyvin lähellä Cobb–Douglas-tuotantofunktion oletusta substituutiojouston arvosta.

³²Tässä pääoman panososuudeksi on oletettu 0,35 pääomakannan laajuudesta riippumatta, mikä on toki epärealistista.

TAULUKKO 4 CES-tuotantofunktion tuloksia (Osoperiodi: 1948–2003)

Pääomakanta	Yksityinen	Yksityinen ja julkinen	Yksityinen, julkinen ja inhimillinen
	1	2	3
Yhtälö			
ρ	0,1013 (1,19)	0,0914 (1,21)	0,0813 (1,11)
Substituutiojousto	0,908	0,916	0,925
Työvoiman panososuus (kiinnitetty)	0,65	0,65	0,65
Trendi	0,028	0,028	0,027
Vakio	(12,28)** 1,89	(13,11)** 1,76	(12,05)** 1,66
	(14,22)**	(13,71)**	(12,64)**
Yhtälö	4	5	6
ρ	0,7890 (2,15)*	0,6558 (1,87)	0,7120 (2,10)*
Substituutiojousto	0,559	0,604	0,564
Työvoiman panososuus	0,9099 (26,24)**	0,9058 (17,42)**	0,9314 (30,86)**
Trendi	0,029	0,029	0,029
Vakio	(15,86)** 9,29	(15,56)** 10,12	(15,25)** 9,61
	(3,25)**	(2,44)*	(2,94)**

Huom. t-suhteet ovat suluisia. Estimoinnissa on käytetty epälineaarista pienimmän neliosumman menetelmää (NLS).
Substituutiojousto lasketaan kaavasta $1/(1+\rho)$. Yhtälöitä 1–3 estimoituessa panososuudet on kiinnitetty 0,65 ja 0,35.
* Merkitsevä 5 %:n tasolla. ** Merkitsevä 1 %:n tasolla.

Yhtälöissä 4–6 myös panososuudet määräytyvät vapaasti. Tällöin substituutiojousto on hieman yli puoli, mikä ei enää tue Cobb–Douglas muotoisen tuotantofunktion käyttämistä. Huomattavaa on myös työvoiman ongelmallisen korkea panososuuden estimaatti, joka muodostuu suurimmaksi käytettäessä laajinta pääomakantaa.

Myöskin perusmuotoisen CES-tuotantofunktion perusteella on vaikea tehdä hyvin perusteltuja johtopäätöksiä julkisten investointien tuottavuudesta.

3.4 Johtopäätökset

Suomea koskevan tarkastelun perusteella on hyvin vaikea tehdä selviä päätelmiä julkisten investointien tuottavuudesta, mikä on sinällään pettymys. Toisaalta muista maista aiemmin tehtyjen maakohtaisten regressioiden perusteella tällainen tulos oli kuitenkin odotettavissa.

Joitakin varovaisia johtopäätöksiä voidaan kuitenkin mielestäni tehdä pitäen mielessä ongelmat, jotka maakohtaisiin tuotantofunktioregressioihin liittyvät. Estimointitulosten perusteella julkisella tai inhimillisellä pääomalla ei näyttäisi ainkaan olevan negatiivisia vaikutuksia yksityisen sektorin tuotantoon.

Julkista ja inhimillistä pääoma painottamalla päästään sekä pienempiin keskivirheisiin että pääoman suurempiin joustoestimaatteihin, eli tiettyyn rajaan saakka julkinen ja inhimillinen pääoma vaikuttaisivat myös tuottavilta. Näyttäisi myös siltä, että julkisesti rahoitetussa inhimillisessä pääomassa voisi olla enemmän potentiaalia yksityisen sektorin tuottavuuden selittämisessä kuin julkisessa fyysisessä pääomassa. Jo yksinkertaisen painotuksen perusteella voidaan siis todeta, ettei inhimillistä pääomaa pitäisi unohtaa tarkasteltaessa yksityisen sektorin tuottavuutta.

4 Lopuksi

Vaikka kirjallisuudessa julkisten investointien tarkastelu on ollut varsin massiivista viimeisen 15 vuoden aikana, niiden vaikutusten suuruudesta ei ole edelleenkään päästy yksimielisyyteen. Tosin julkisten investointien tuottavuusvaikutuksen positiivinen etumerkki yksityisen sektorin tuottavuutta ajatellen on melko yleisesti hyväksytty. Kuitenkaan mitään hyvin perusteltuja tuloksia Aschauerin esittämän suuruuselle julkisten investointien tuottavuusvaikutuksille ei ole saatu.

Vaikka tuotantofunktiolähestymistavan ongelmat havaittiin pian Aschauerin artikkelien jälkeen, on sitä kuitenkin käytetty paljon myös viime aikaisissa tutkimuksissa (esim. Kamps 2004; Ligthart 2002). Tuotantofunktion perusteella on joissakin tapauksissa esitetty selviä johtopäätöksiä, mutta niihin on kuitenkin suhtauduttava kriittisesti. Muista lähestymistavoista viime vuosina on paljon käytetty VAR/VECM-malleja ja hieman aiemmin myös kustannusfunktioita, mutta nämäkään eivät ole tuottaneet täysin toivottuja tuloksia.

Myöskään Suomen osalta tuotantofunktiolähestymistapa ei tuota kaikilta osin uskottavia tuloksia. Tasoissa panosjoustot ovat järkeviä, mutta differensseissä työpanos saa epämielikkään suuren joustoestimaatin. Myös tulokset muuttujien yhteisintegroituvuudesta ovat ristiriitaisia, joten tasoestimaatteihin tulee suhtautua varauksin. Julkisten investointien tuottavuusvaikutuksen suuruus on siis edelleen avoin kysymys. Voitaneen kuitenkin sanoa, ettei ratkaisua löydy ainakaan maa-kohtaisista regressioista.³³ Paneelidatan osalta tulokset ovat olleet hieman parempia. Lisäksi voidaan todeta, että massiivisesta julkisen fyysisen pääoman tarkastelusta tulisi siirtää painopistettä inhimillisen pääoman vaikutusten tarkastelemiseen. Inhimillisellä pääomalla voi olla merkittävä selityspotentiaali yksityisen sektorin tuottavuutta ajatellen. Tämä on kuitenkin jäänyt pimentoon infrastruktuurin vaikutusten ylikorostamisen takia.

³³Tämän on todennut myös Kamps (2005, 90).

Lähteet

- AARON, HENRY J. (1990): Discussion. Teoksessa Alicia Munnell (toim.) *Is There a Shortfall in Public Capital Investment?*, *Conference Series No. 34*, 51–63, Federal Reserve Bank of Boston.
- ARROW, KENNETH J. & KURZ, MORDECAI (1970): *Public Investment, the Rate of Return, and Optimal Fiscal Policy*. Baltimore: Johns Hopkins.
- ARROW, KENNETH J. (1962): The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economic Studies*, 29(3), 155–173.
- ASCHAUER, DAVID A. (1989a): Is Public Expenditure Productive? *Journal of Monetary Economics*, 23, 177–200.
- ASCHAUER, DAVID A. (1989b): Does Public Capital Crowd Out Private Capital? *Journal of Monetary Economics*, 24, 171–188.
- ASCHAUER, DAVID A. (1990a): Why is Infrastructure Important? Teoksessa Alicia Munnell (toim.) *Is There a Shortfall in Public Capital Investment?*, *Conference Series No. 34*, 21–50, Federal Reserve Bank of Boston.
- ASCHAUER, DAVID A. (1990b): Public Investment and Productivity Growth in the Group of Seven. *Economic Perspective*, 13, 17–25, Federal Reserve Bank of Chicago.
- ASCHAUER, DAVID A. (2000): Public Capital and Economic Growth: Issues of Quantity, Finance and Efficiency. *Economic Development and Cultural Change*, 48(2), 391–406.
- ASCHAUER, DAVID A. (2001): Output and Employment Effects of Public Capital. *Public Finance & Management*, 1(2), 135–160.
- BALTAGI, BADI H. & PINNOI, NAT (1995): Public Capital Stock and State Productivity Growth: Further Evidence from an Error Components Model. *Empirical Economics*, 20, 351–359.
- BARRO, ROBERT J. (1992): Keynes Is Still Dead. *The Wall Street Journal*, October 29, A14.
- BASSANINI, ANDREA, SCARPETTA, STEFANO & HEMMINGS, PHILIP (2001): Economic Growth: The Role of Policies and Institutions. Panel Data Evidence from OECD Countries. *Economics Department Working Papers, No 283*. Paris: OECD.

- BENHABIB, JESS & SPIEGEL, MARK M. (1994): The Role of Human Capital in Economic Development. Evidence from Aggregate Cross-Country Data. *Journal of Monetary Economics*, 34, 143–173.
- BOUGHEAS, SPIROS, DEMETRIADES, PANICOS, O. & MAMUNEAS, THEOFANIS, P. (2000): Infrastructure, Specialization, and Economic Growth. *The Canadian Journal of Economics*, 33(2), 506–522.
- CULLISON, WILLIAM E. (1993): Public Investment and Economic Growth. *Economic Quarterly*, 79(4), 19–33, Federal Reserve Bank of Richmond.
- DEMETRIADES, PANICOS, O. & MAMUNEAS, THEOFANIS, P. (2000): Intertemporal Output and Employment Effects of Public Infrastructure Capital: Evidence from 12 OECD Economies. *The Economic Journal*, 110(July), 687–712.
- DESSUS, SEBASTIEN & HERRERA, REMY (2000): Public Capital and Growth Revisited: A Panel Data Assessment. *Economic Development and Cultural Change*, 48(2), 407–418.
- DUGGAL, VIJAYA G., SALTZMAN CYNTHIA & KLEIN, LAWRENCE R. (1999): Infrastructure and Productivity: A Nonlinear Approach. *Journal of Econometrics*, 92, 47–74.
- EBERTS, RANDALL W. (1990): Public Infrastructure and Regional Economic Development. *Economic Review*, 26(1), Federal Reserve Bank of Cleveland, 15–27.
- EISNER, ROBERT (1980): Total Income, Total Investment, and Growth. *The American Economic Review*, 70(2), 225–231.
- EISNER, ROBERT (1991): Infrastructure and Regional Economic Performance: Comment. *New England Economic Review*, Federal Reserve Bank of Boston, Sept/Oct 1991, 47–58.
- ENGLE, ROBERT F. & GRANGER, C. W. J. (1987): Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55(2), 251–276.
- EUROSTAT (1997): *Euroopan kansantalouden tilinpitäjärjestelmä: EKT 1995*. Luxemburg: Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto.
- EUROSTAT (2005): General government expenditure by COFOG function and by type. Julkaistu 20.03.2005.
- EVANS, PAUL & KARRAS, GEORGIOS (1994a): Are Government Activities Productive? Evidence from a Panel of U.S. States. *The Review of Economics and Statistics*, 76(1), 1–11.

- EVANS, PAUL & KARRAS, GEORGIOS (1994b): Is Government Capital Productive? Evidence from a Panel of Seven Countries. *Journal of Macroeconomics*, 16(2), 271–279.
- FORD, ROBERT & PORET, PIERRE (1991): Infrastructure and Private-sector Productivity. *Economic Studies*, 17, 63–89, OECD.
- GRAMLICH, EDWARD M. (1994): Infrastructure Investment: A Review Essay. *Journal of Economic Literature*, XXXII, 1176–1196.
- HJERPPE, REINO, KIANDER, JAAKKO & VIRÈN, MATTI (2006): Are Government Expenditures Productive? Measuring the Effect on Private Sector Production. *VATT-keskustelunaloitteita*, 381.
- HOLTZ-EAKIN, DOUGLAS (1994): Public-Sector Capital and the Productivity Puzzle. *The Review of Economics and Statistics*, 76(1), 12–21.
- HUJANEN, TIMO, MIKKOLA, HENNAMARI, PEKURINEN, MARKKU, HÄKKINEN, UNTO & TEITTO, EIJA (2004): Terveysthuollon menot ikä- ja sukupuoliryhmittäin vuonna 2002. *Aiheita 24/2004*. Helsinki: Stakes.
- HULTEN, CHARLES R. & SCHWAB, ROBERT M. (1993): Infrastructure Spending: Where Do We Go from Here? *National Tax Journal*, 46(3), 261–273.
- LIGTHART, JENNY E. (2000): Public Capital and Output Growth in Portugal: An Empirical Analysis. *IMF Working Paper*, WP/00/11, January 2000.
- LUOTO, JANI (2006): Infrastructure Capital and Endogenous Growth: Evidence from Finnish Data. *Working Paper*, 306/2006, Jyväskylän yliopisto: Taloustieteiden tiedekunta.
- KAMPS, CHRISTOPHE (2004): New Estimates of Government Net Capital Stocks for 22 OECD Countries 1960–2001. *IMF Working Paper*, WP/04/67, April 2004.
- KAMPS, CHRISTOPHE (2005): Is There a Lack of Public Capital in the European Union? *EIB Papers*, Volume 10, No 1, 72–94, European Investment Bank.
- KNOWLES, STEPHEN & OWEN, DORIAN P. (1995): Health Capital and Cross-Country Variation in Income per capita in the Mankiw–Romer–Weil Model. *Economics Letters* 48, 99–106.
- MANKIW, GREGORY N., ROMER, DAVID & WEIL, DAVID N. (1992): A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407–437.

- MORRISON, CATHERINE J. & SCHWARTZ, AMY E. (1996): State Infrastructure and Productive Performance. *The American Economic Review*, 86(5), 1095–1111.
- MUNNELL, ALICIA H. (1990a): How Does Public Infrastructure Affect Regional Economic Performance? Teoksessa Alicia Munnell (toim.) Is There a Shortfall in Public Capital Investment?, *Conference Series No. 34*, 69–103, Federal Reserve Bank of Boston.
- MUNNELL, ALICIA H. (toim.) (1990b): Is There a Shortfall in Public Capital Investment? *Conference Series No. 34*, Federal Reserve Bank of Boston.
- MUNNELL, ALICIA H. (1992): Policy Watch: Infrastructure Investment and Economic Growth. *Journal of Economic Perspectives*, 6(4), 189–198.
- MURTHY, VASUDEVA N.R. & CHIEN, I.S. (1997): The Empirics of Economic Growth for OECD countries: Some New Findings. *Economics Letters*, 55, 425–429.
- NOURZAD, FARROKH (1998): Infrastructure Capital and Private Sector Productivity: A Dynamic Analysis. *Quarterly Journal of Business and Economics*, 37(1), 13–25.
- OGURA, SEIRITSU & YOHE, GARY (1977): The Complementarity of Public and Private Capital and the Optimal Rate of Return to Government Investment. *The Quarterly Journal of Economics*, 91(4), 651–662.
- OECD (1993): National Accounts, Volume II, Detailed Tables. Paris: OECD.
- OECD (1998): National Accounts, Volume II, Detailed Tables. Paris: OECD.
- OECD (2001): Measuring Capital – OCED Manual: Measurement of Capital Stocks, Consumption of Fixed Capital and Capital Services. Paris: OECD.
- PEREIRA, ALFREDO M. (2001): Public Investment and Private Sector Performance – International Evidence. *Public Finance & Management*, 1(2), 261–277.
- PLOSSER, CHARLES I., SCHWERT, WILLIAM G. & WHITE, HALBERT (1982): Differencing as a Test of Specification. *International Economic Review*, 23(3), 535–552.
- RATNER, JONATHAN B. (1983): Government Capital and the Production Function for U.S. Private Output. *Economics Letters*, 13, 213–217, North-Holland.

- ROMP, WARD & DE HAAN, JAKOB (2005): Public capital and economic growth: a critical survey. *EIB Papers, Volume 10, No 1*, 40–70, European Investment Bank.
- STRUM, JAN-EGBERT & DE HAAN, JAKOB (1995): Is Public Expenditure Really Productive? New Evidence for the USA and The Netherlands. *Economic Modelling*, 12(1), 60–72.
- STRUM, JAN-EGBERT, KUPER, GERARD H. & DE HAAN, JAKOB (1996): Modelling government investment and economic growth on a macro level: a review. *CCSO Working Paper Series No. 29*.
- TATOM, JOHN A. (1991): Public Capital and Private Sector Performance. *Review*, 73, Federal Reserve Bank of St. Louis, May/June 1991, 3–15.
- TATOM, JOHN A. (1993): Paved with Good Intentions: The Mythical National Infrastructure Crisis. *Policy Analysis no. 196*, Cato Institute.
- TEMPLE, JONATHAN (1999): The New Growth Evidence. *Journal of Economic Literature*, 37(1), 112–156.
- TILASTOKESKUS (1978): Kansantalouden tilinpito 1964–1977. *Tilastotiedotus KT 1978:7*.
- TILASTOKESKUS (1984): Kansantalouden tilinpito, aikasarjat vuosilta 1960–1981. *Tilastollisia tiedonantoja Nro 75*.
- TILASTOKESKUS (2004): Kansantalouden tilinpito 1975–2002, osa 1, uudistetut taulukot 1989–2002. *SVT Kansantalous 2004:2A*.
- TILASTOKESKUS (2004): Kansantalouden tilinpito 1975–2002, osa 2, uudistetut taulukot 1975–1988. *SVT Kansantalous 2004:2B*.
- TILASTOKESKUS (2004): Kiinteä pääomakanta 1975–2002, aikasarjat. *SVT Kansantalous 2004:1*.
- TILASTOKESKUS (2005): Kansantalouden tilinpito 1995–2003, taulukot. *SVT Kansantalous 2005:1*.
- TILASTOLLINEN PÄÄTOIMISTO (1968): Suomen kansantalouden tilinpito vuosina 1948–1964, taulut. *Tilastollisia tiedonantoja N:o 43*.
- TILASTOLLINEN PÄÄTOIMISTO (1960): Työllisyyden kehitys Suomessa vuosina 1938–1959. *Tilastokatsauksia N:o 12/1959*, 39–58.
- THE WORLD BANK (1994): *World Development Report 1994: Infrastructure for Development*, Oxford University Press.

VIJVERBERG, WIM P.M., VIJVERBERG, CHU-PING C. & GAMBLE, JANET L.
(1997): Public Capital and Private Productivity. *The Review of Economics and Statistics*, 79(2), 267–278.

LIITE 1 Aikasarjojen lähteet ja muodostus

Yleistä

Jos muuttujan kohdalla ei toisin mainita datan lähteet ovat seuraavat:

Vuosien 1995–2003 luvut ovat julkaisusta Kansantalous 2005:1

Vuosien 1989–1994 luvut ovat julkaisusta Kansantalous 2004:2A

Vuosien 1975–1988 luvut ovat julkaisusta Kansantalous 2004:2B

Vuosien 1960–1974 luvut ovat julkaisusta Tilastollisia tiedonantoja nro 75 (1984)

Vuosien 1948–1959 luvut ovat julkaisusta Tilastollisia tiedonantoja n:o 43 (1968)

Vuosien 1975–2003 luvut ovat suoraan vertailukelpoisia. Muilta osin yhtenäinen aikasarja on saatu ketjuttamalla aiemmat luvut vuosien 1975 ja 1960 kohdalta taaksepäin.

Kansantalouden tilinpidossa on kevään 2006 aikana saatu päätökseen kolmas ja viimeinen vaihe EKT95:n mukaisesta menetelmämuutoksesta.³⁴ Tässä käytetyt luvut ovat pääomakantoja lukuun ottamatta uudistuksen viimeistä vaihetta edeltäviä lukuja.

Yksityinen tuotanto

Vuosien 1960–2003 osalta BKT:sta on vähennetty julkiset menot ja julkinen kiinteän pääoman muodostus. Vuosien 1948–1959 osalta ei ole saatavilla aikasarjaa julkisesta kiinteän pääoman muodostuksesta, joten oletin julkisen sektorin osuudeksi 16% kokonaisinvestoinneista, mikä vastaa vuosien 1960–1970 keskiarvoa. Näin saatu yksityistä tuotantoa³⁵ kuvaava sarja on ketjutettu vuosien 1975 ja 1960 osalta.

³⁴Ks. esim. Tilastokeskuksen kansantalouden menetelmämuutoksesta koskeva tiedote 31.3.2006. Uudistuksen myötä kansantalouden tilinpidossa siirrytään käyttämään mm. kaksoisdeflatointia sekä vaihtuvaa perusvuotta.

³⁵Tuonti rasittaa edellä kuvatussa menettelyssä kokonaan yksityistä tuotantoa, vaikka myös osa julkisesta kulutuksesta kohdistuu tuontihyödykkeisiin.

Yksityinen työllisyys

Yksityisestä työllisyydestä olen käyttänyt muuttujaa, joka on mitattu tehdyissä työtunneissa, vaikka vuosilta 1948–1959 onkin käytettävissä tiedot vain työntekijöiden lukumäärästä. Tehtyjen työtuntien käyttäminen työntekijöiden määrän sijaan tuottavuustarkasteluissa on myös EKT95:n suositus (EKT 1995, 244). Vuosien 1948–1959 osalta oletin, että tehtyjen työtuntien määrä on muuttunut samassa suhteessa kuin työntekijöiden määrä.

Vuosien 1975–2003 osalta mukaan on laskettu seuraavat sektorit: yritykset ja kotitaloudet, asuntoyhteisöt, rahoitus- ja vakuutuslaitokset sekä voittoa tavoittelemattomat yhteisöt. Vuosien 1960–1974 osalta mukaan on laskettu seuraavat toimialat: yrittäjätoiminta, voittoa tavoittelematon toiminta ja kotitalouspalvelutoiminta.

Vuosien 1948–1959 osalta käytin hyväksi julkaisua Tilastokatsauksia 1959:12, jossa työllisyys on laskettu elinkeinoittain. Vähensin kokonaistyöllisyydestä julkisen toiminnan työlliset ja laskin näin saadun yksityisen työllisyyden osuuden kokonaistyöllisyydestä. Tämän jälkeen yksityisten työllisten määrän sain kertomalla em. osuuden kokonaistyöllisten määrällä, joka on ilmoitettu Tilastollisissa tiedonannoissa Nro:ssa 43.

Näin saatu sarja on ketjutettu vuosien 1975 ja 1960 osalta taaksepäin (Vuoden 1960 lukua ei ole saatavilla molemmissa sarjoissa, joten käytin toisen sarjan vuoden 1959 lukua). Ajanjaksojen 1975–2003 ja 1960–1974 osalta määritelmät eroavat sen verran, että ketjutus on myös tässä kohdin paikallaan, vaikka kummallakin ajanjaksolla työllisyys on mitattu tehdyissä työtunneissa.

Investoinnit

Yksityinen Vuosien 1960–2003 investoinnit saatu suoraan yllä mainituista lähteistä. Vuosien 1948–1960 osalta saatavilla on ainoastaan kokonaisinvestointeja kuvaava aikasarja. Käytin tältä osin jakoperusteena vuosien 1960–1970 sektoreittaisten investointien keskiarvo-osuuksia, jotka olivat n. 0,84 ja 0,16. (Laskettuna vuoden 1980 hinnoin ilmoitetuista aikasarjoista.) Tämän jälkeen sarjat on ketjutettu vuosien 1960 ja 1975 kohdilta.

Julkinen Aivan vastaavasti kuin yksityinen investointisarjakin.

Inhimillinen Julkisesti rahoitettujen koulutus- ja terveydenhoitomenojen osuuden julkisista kulutusmenoista laskin seuraavista lähteistä:

Vuosien 1948–1964 koulutus- ja terveydenhoitomenot on saatu Tilastokeskuksen julkaisusta Tilastollisia tiedonantoja Nro 43.

Vuosien 1965–1974 koulutus- ja terveydenhoitomenot on saatu Tilastokeskuksen julkaisusta Tilastotiedotus KT 1978:7.

Vuosien 1975–1980 koulutus- ja terveydenhoitomenot on saatu Tilastokeskuksen julkaisusta Tilastollisia tiedonantoja Nro 75.

Vuosien 1981–1991 koulutus- ja terveydenhoitomenot on saatu OECD:n julkaisusta National Accounts, vol II, Detailed Tables (1993).

Vuosien 1992–1996 koulutus- ja terveydenhoitomenot on saatu OECD:n julkaisusta National Accounts, vol II, Detailed Tables (1998).

Vuosien 1997–2003 koulutus- ja terveydenhoitomenot on saatu Eurostatin 20.03.2005 julkaisemasta tilastosta General government expenditure by COFOG function and type.

Julkisesti rahoitetuiksi investoinneiksi inhimilliseen pääomaan huomioin koulutusmenot ja osan terveydenhoitomenoista. Terveysmenojen osuudesta yksityisen tuotannon kannalta tuottavaksi voidaan ajatella lapsiin ja työikäisiin käytettävät terveydenhoitomenot. Tämä ei tietenkään tarkoita, että yli 65-vuotiaisiin kohdistuvat terveydenhoitomenot olisivat haaskausta tai ettei niistä olisi mitään hyötyä. Näillä menoilla ei kuitenkaan ole suoraa vaikutusta yksityisen sektorin tuottavuuteen, mikä on tämän tutkimuksen empiirisen osan kiinnostuksen kohteena. Vuonna 2002 Suomessa käytettiin 36 % terveydenhoitomenoista yli 65-vuotiaisiin, eli tämän tutkimuksen kannalta tuottaviksi terveydenhoitomenoiksi oletin 60 % terveydenhoitomenoista (Hujanen, Mikkola, Pekurinen, Häkkinen & Teitto 2004, 20). Tämä kuitenkin todennäköisesti aliarvio aiempina vuosina lapsiin ja työikäisiin käytettyjen menojen määrän, joten porrastin investoinneiksi laskettavien terveydenhoitomenojen osuuden varsin karkealla tavalla seuraavasti:

Vuodet	Osuus terveydenhoitomenoista
1948–1959	100%
1960–1969	90 %
1970–1979	80 %
1980–1989	70 %
1990–2003	60 %

Luvut olivat saatavilla muutamalta päällekkäiseltä vuodelta kahdesta eri lähteestä. Lähteiden väliset erot olivat korkeintaan 0,5 prosenttiyksikön luokkaa paitsi vuosina 1975 ja 1997. Vuonna 1975 ero oli 3,6 prosenttiyksikköä ja vuonna 1997 2 prosenttiyksikköä. Vuosien 1974 ja 1975 ero johtuneen määritelmien muuttumisesta, koska vuodesta 1975 alkaen tehtäväluokkia on kuuden sijasta kymmenen. Myös vuosien 1996 ja 1997 välinen ero johtuneen määritelmien poikkeavuuksista. Tämän vuoksi vähensin vuotta 1975 edeltävistä arvoista 3,6 prosenttiyksikköä ja vuoden 1996 jälkeisiin arvoihin lisäsin 2 prosenttiyksikköä. Tämän jälkeen investointien osuutta julkisista kulutusmenoista kuvaava sarja on kerrottu ketjutetulla julkisten kulutusmenojen sarjalla. Lopputuloksena on julkisesti rahoitettuja inhimilliseen pääomaan kohdistuvia investointeja kuvaava aikasarja.

Pääomakannat

Yksityinen Vuosien 1960–2003 luvut on saatu suoraan Tilastokeskuksen pääomakantauudistuksen^{36 37} jälkeisestä aikasarjasta siten, että yksityiseen sektoriin on huomioitu seuraavat sektorit: yritykset, asuntoyhteisöt, rahoitus- ja vakuutuslaitokset, kotitaloudet sekä kotitalouksia palvelevat voittoa tavoittelemattomat yhteisöt.

Vuosien 1948–1959 luvut on saatu rekursiivisesti, kun kyseisen ajanjakson investointisarja on tiedossa ja kulumisprosentiksi arvioin 5,8, joka on vuosien 1960–1970 vuosittaisten kulumisprosenttien keskiarvo laskettuna Tilastokeskuksen kiinteähintaisista aikasarjoista.

Vuosien 1988–2000 osalta korjasin julkista pääomakantasarjaa huomattavien sektoreiden välisten siirtojen takia, joten vastaavasti myös yksityistä pääomakanta-

³⁶Tiedot pääomakannoista sekä kulumisesta sektoreittain vuosilta 1960–2004 toimitti ystävällisesti Päivi Väisänen Tilastokeskuksesta.

³⁷Uudistuksen myötä siirrytään käyttämään mm. uutta pääomakantamallia, jossa aiemmin käytössä ollut lineaarinen kulumismalli korvataan osittain geometrisella. Uudistuksen vaikutuksia kuvataan tarkemmin mm. Tilastokeskuksen kotisivuilla.

sarjaa oli korjattava. Julkinen pääomakantasarja pieneni korjauksen myötä, joten lisäksi yksityiseen pääomakantasarjaa korjatun ja alkuperäisen julkisen pääomakantasarjan erotuksen. Näin kokonaispääomakantasarja pysyy muuttumattomana koko ajanjakson.

Julkinen Vuosien 1960–2003 luvut on saatu suoraan Tilastokeskuksen pääomakantauudistuksen jälkeisestä aikasarjasta siten, että julkiseen sektoriin huomioin julkisyhteisöt. Vuosien 1948–1959 luvut on saatu rekursiivisesti, kun investointisarja on tiedossa ja kulumisprosentiksi arvioin 2,9, joka on vuosien 1960–1970 vuosittaisten kulumisprosenttien keskiarvo laskettuna Tilastokeskuksen kiinteähintaisista aikasarjoista.

Koska varsinkin vuosina 1989, 1990 ja 1999 pääomakannoissa on merkittäviä sektoreiden välisiä siirtoja, korjasin pääomakantasarjoja vuosien 1988–2000 osalta. Oletin vuoden 1988 arvon olevan oikein ja käytin investointikertymämenetelmää seuraavien vuosien arvojen laskemiseksi. Kulumisprosenttina käytin 4.91, jolloin pääomakannan arvo vuonna 2000 vastaa Tilastokeskuksen ilmoittamaa arvoa.

Inhimillinen Inhimillisen pääomakannan laskeminen on varsin haastava tehtävä, jossa joudutaan turvautumaan karkeisiin yksinkertaistuksiin. Kulumisesta tai alkuarvosta ei ole saatavilla yleisesti hyväksytyjä arvioita, joten alkuarvon joustuinkin asettamaan yhdenmukaiseksi kulumisprosentin kanssa. Alkuarvoksi oletin 10 kertaa alkuvuoden investoinnit ja vuotuiseksi kulumisprosentiksi 10. Käytetty kulumisprosentti voi tuntua esimerkiksi koulutuksen osalta melko suurelta. Yleisesti käytettävien arvioiden puuttuessa alkuarvon aliarvioimien ja kulumisprosentin yliarvioiminen tuntuvat kuitenkin mielekkäiltä valinnoilta.

Pääomakanta on tämän jälkeen muodostettu käyttäen investointikertymämenetelmää ja geometrista ikätehokkuuden laskua. Näillä oletuksilla inhimilliselle pääomakannalle saadaan generoitua tasaisesti kasvava aikasarja.

**VATT-KESKUSTELUALOITTEITA / DISCUSSION PAPERS ISSN 0788-5016
- SARJASSA ILMESTYNEITÄ**

345. Riihelä Marja – Sullström Risto: Välittömien verojen ja tulonsiirtojen vaikutus tulonsaajajärjestyksen ja tuloerojen muutoksiin Suomessa. Helsinki 2004.
346. Kyyrä Tomi – Wilke Ralf: Reduction in the Long-Term Unemployment of the Elderly. A Success Story from Finland. Helsinki 2004.
347. Kröger Outi: Kansainvälinen yhteistyö haitallisen verokilpailun estämiseksi. Helsinki 2004.
348. Honkatukia Juha: Sähköntuotannon voitot päästökaupan yhteydessä. Helsinki 2004.
349. Sinko Pekka: Progressive Taxation under Centralised Wage Setting. Helsinki 2004.
350. Pettersson-Lidbom Per: Does the Size of the Legislature Affect the Size of Government? Evidence from Two Natural Experiments. Helsinki 2004.
351. Perrels Adriaan – Sullström Risto: Finnish Household Consumption in Monetary and Physical Terms – Trends and Clarifications. Helsinki 2004.
352. Räisänen Heikki: What Kind of Job-broker is the Public Employment Service? Evidence from Finnish Job Vacancy Microdata in 2002-2003. Helsinki 2005.
353. Kari Seppo – Heikkilä Tuomo – Junka Teuvo – Kröger Outi – Mustonen Esko – Rauhanen Timo – Virtanen Sari – Östring Timo: Verotuet Suomessa vuosina 1985-2002. Helsinki 2004.
354. Aaltonen Juho – Järviö Maija-Liisa – Luoma Kalevi – Rätty Tarmo: Terveyskeskusten tuottavuuden ja tehokkuuserojen kehitys vuosina 1988-2002. Helsinki 2004.
355. Honkatukia Juha: Kivihiilen käytön rajoittamisen kansantaloudelliset vaikutukset päästökaupan yhteydessä. Helsinki 2004.
356. Sulamaa Pekka – Widgrén Mika: EU-Enlargement and Beyond: A Simulation Study on EU and Russia Integration. Helsinki 2004.
357. van Beers Cees – Berghäll Elina – Poot Tom: Foreign Direct Investment and Science and Technology Infrastructure in Small Countries: Evidence from Finland and the Netherlands. Helsinki 2004.
358. Kerkelä Leena – Huan-Niemi Ellen: Trade Preferences in the EU Sugar Sector: Winners and Losers. Helsinki 2005.
359. Pekkala Sari – Lucas Robert E.B.: On the Importance of Finishing School: Half a Century of Inter-generational Economic Mobility in Finland. Helsinki 2005.
360. Peltola Mikko: Työmarkkinasiirtymät Suomessa. Työllisyyden päättymisen jälkeinen työmarkkinasiirtymien dynamiikka vuosina 1995-1999. Helsinki 2005.
361. Lyytikäinen Teemu – Lönnqvist Henrik: Asumiskustannukset suurissa asutuskeskuksissa. Helsinki 2005.
362. Pekkala Sari: Economic Impacts of Immigration: A Survey. Helsinki 2005.
363. Honkatukia Juha – Parkkinen Pekka – Perrels Adriaan: Pitkän aikavälin talousskenaariot. Helsinki 2005.

364. Hjerppe Reino – Honkatukia Juha: Liikenteen kansantaloudellinen merkitys ja liikenneinfrastruktuuri toimintojen yhdistäjänä. Helsinki 2005.
365. Pekkala Sari – Intonen Nina – Järviö Maija-Liisa: Suomen koulutusmenojen kehitys 1900-luvulla ja tulevaisuudessa. Helsinki 2005.
366. Saarimaa Tuukka: Taxation and Debt Financing of Home Acquisition: Evidence from the Finnish 1993 Tax Reform. Helsinki 2005.
367. Kari Seppo – Ylä-Liedenpohja Jouko: Cost of Capital for Cross-border Investment: The Fallacy of Estonia as a Tax Haven. Helsinki 2005.
368. Honkatukia Juha – Törmä Hannu: Stora Enso Oyj:n Kemijärven sellutehtaan 40-vuotisen toiminnan alueellinen kokonaisvaikuttavuus. Helsinki 2005.
369. Honkatukia Juha – Törmä Hannu: Stora Enso Oyj:n Veitsiluodon paperiteollisuuden 50-vuotisen toiminnan alueellinen kokonaisvaikuttavuus. Helsinki 2005.
370. Räisänen Heikki with the contribution of Heinonen Elisabet: Comparative Analysis on the Job-Broking Market in Japan and Finland. Helsinki 2005.
371. Riihelä Marja – Sullström Risto – Tuomala Matti: Trends in Top Income Shares in Finland. Helsinki 2005.
372. Aaltonen, Juho – Rätty Tarmo – Järviö Maija-Liisa – Luoma Kalevi: Perusterveydenhuollon kustannukset ja tuotetut palvelut – tuottavuuden kehitys 1997–2003. Helsinki 2005.
373. Honkatukia Juha – Kemppe Heikki – Kerkelä Leena: Arvioita ilmasto- ja energiastrategian kansantaloudellisista vaikutuksista. Helsinki 2005.
374. Aaltonen Juho – Kirjavainen Tanja – Moisio Antti: Kuntien perusopetuksen tehokkuuserot ja tuottavuus 1998-2003. Helsinki 2005.
375. Kerkelä Leena – Lehtonen Heikki – Niemi Jyrki: The Impacts of WTO Export Subsidy Abolition on the Agri-food Industry in EU: A Preliminary Assessment. Helsinki 2005.
376. Hietala Harri – Kari Seppo: Formula Apportionment osana yritysverotuksen harmonisointia Euroopassa. Helsinki 2005.
377. Kiander Jaakko – Romppanen Antti (eds.): Finland's First 10 Years in the European Union – Economic Consequences. Helsinki 2005.
378. Kangasharju Aki: Do Wage-subsidies Increase Employment in Subsidised Firms? Helsinki 2005.
379. Jones Ronald W.: Aspects of Globalization. Helsinki 2005.
380. Virén Matti: Miten arvonlisävero vaikuttaa kuluttajahintoihin. Helsinki 2005.
381. Hjerppe Reino – Kiander Jaakko – Virén Matti: Are Government Expenditure Productive? Measuring the Effect on Private Sector Production. Helsinki 2006.
382. Riihelä Marja – Sullström Risto: Väestön ikääntyminen, kulutus, säästäminen ja eriarvoisuus. Helsinki 2006.
383. Hynninen Sanna-Mari – Kangasharju Aki – Pehkonen Jaakko: Regional Matching Frictions and Aggregate Unemployment. Helsinki 2006.

384. Ghatak Subrata – Sánchez-Fung José R.: Is Fiscal Policy Sustainable in Developing Economies? Helsinki 2006.
385. Lyytikäinen Teemu: Rent Control and Tenants' Welfare: the Effects of Deregulating Rental Markets in Finland. Helsinki 2006.
386. Riihelä Marja: Kotitalouksien kulutus ja säästäminen: Ikäprofiilien ja kohorttien kuvaus. Helsinki 2006.
387. Siivonen Erkki: Finanssisäännöt ja varallisuus oikeudet julkisten investointien analyysissa. Helsinki 2006.
388. Berghäll Elina: R&D and Productivity Growth in Finnish ICT Manufacturing. Helsinki 2006.
389. Berghäll Elina: Technical Efficiency in an R&D Intensive Industry: Finnish ICT Manufacturing. Helsinki 2006.
390. Berghäll Elina: Technical Change, Efficiency, Firm Size and Age in an R&D Intensive Sector. Helsinki 2006.
391. Ervasti Heikki Venetoklis Takis: Unemployment and Subjective Well-being: Does Money Make a Difference? Helsinki 2006.
392. Hietala Harri – Kari Seppo: Investment Incentives in Closely Held Corporations and Finland's 2005 Tax Reform. Helsinki 2006.
393. Räisänen Heikki: Kaksi näkökulmaa julkisen työnvälityksen tehokkuuteen. Helsinki 2006.
394. Honkatukia Juha – Moilanen Paavo – Törmä Hannu: Runkoverkkosuunnitelman aluetaloudelliset vaikutukset. Helsinki 2006.
395. Honkatukia Juha – Rajala Rami – Sulamaa Pekka: Julkisen sektorin tuottavuuden kasvu ja työikäisen väestön määrän muutos 2005–2020, Rakenteellinen pitkän aikavälin tarkastelu alueellisella tasapainomallilla. Helsinki 2006.
396. Kyyrä Tomi – Wilke Ralf A.: Reduction in the Long-Term Unemployment of the Elderly: A Success Story from Finland Revised. Helsinki 2006.
397. Martikainen Emmi – Virén Matti: Valmisteverojen välittyminen kuluttajahintoihin Suomessa 1997–2004. Helsinki 2006.
398. Mälkönen Ville: Eri hankintamuodot julkisissa investoinneissa. Helsinki 2006.
399. Haataja Anita – Mattila-Wirola Päivi: Impact of Alternative Benefit Levels and Parental Choices on the Parents' Income. Micro-simulation Approach on the Finnish Parental Leave. Helsinki 2006.
400. Kyyrä Tomi – Ollikainen Virve: To Search or Not to Search? The Effects of UI Benefit Extension for the Elderly Unemployment. Helsinki 2006.