

Keskusteluaiheita - Discussion papers

No. 451

Aija Leiponen

HENKINEN PÄÄOMA JA TALOUSKASVU
- SUOMI JA MUUT OECD-MAAT
EMPIIRISISSÄ VERTAILUISSA

Kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus -projektissa tutkitaan, millaista teollista toimintaa voidaan harjoittaa Suomessa menestyksekkäimmin. Siinä tutkitaan menestyneitä vientiyrityksiämme ja pohditaan, miten niiden toimintaympäristöä tulisi kehittää, jotta ne pystyisivät saavuttamaan kilpailuetuja kansainvälisiin kilpailijoihin verrattuna.

Projektin päärahoittajina ovat Suomen itsenäisyyden juhlarahasto (SITRA), Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos (ETLA), kauppaja teollisuusministeriö (KTM) sekä eri alojen tärkeimmät yritykset.

"The Competitive Advantage of Finland" research project evaluates the competitiveness of Finnish export industries and crucial elements behind their performance. The project focuses on what kind of industrial activities have the best possibilities for success in Finland.

The project is organised by Etlatieto Ltd and financed mainly by the Finnish national Fund for Research and Development (SITRA), The Research Institute of the Finnish Economy (ETLA), Ministry of Trade and Industry (KTM) as well as major companies in various fields.



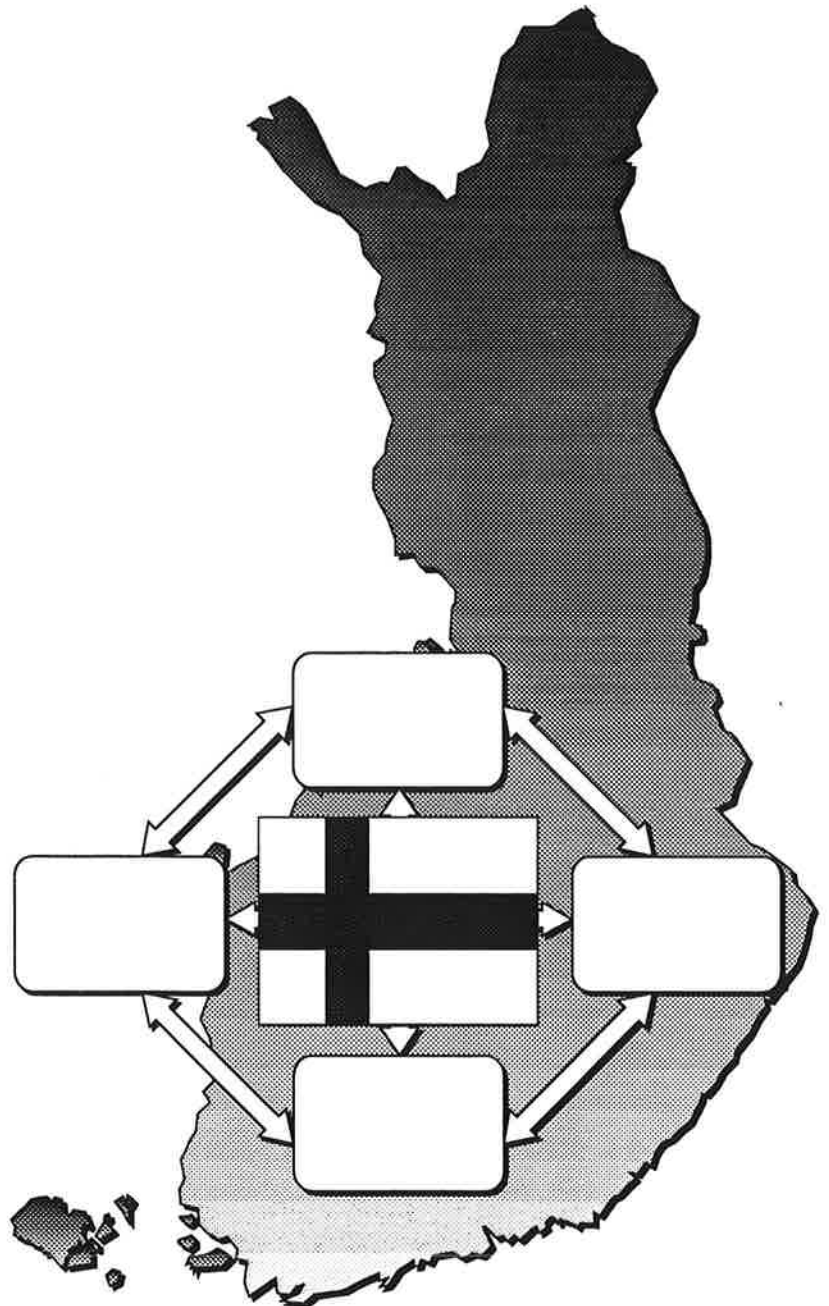
(ETLAn projektitutkimus- ja tietopalveluyksikkö)
Lönnrotinkatu 4 b 00120 Helsinki Finland
90 - 609 901 fax: 90 - 601 753

Aija Leiponen

Kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus

The Competitive Advantage of Finland

HENKINEN PÄÄOMA JA TALOUSKASVU - SUOMI JA MUUT OECD-MAAT EMPIIRISISSÄ VERTAILUISSA



Leiponen, Aija, HENKINEN PÄÄOMA JA TALOUSKASVU - SUOMI JA MUUT OECD-MAAT EMPIIRISISSÄ VERTAILUISSA, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 1993, 60 s. (Keskusteluaiheita, Discussion papers, ISSN 0781-6847; no. 451)

TIIVISTELMÄ: Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten henkinen pääoma vaikuttaa talouskasvuun OECD-maissa ja Suomessa. Aluksi tarkastellaan talouskasvumalleja ja inhimillisen pääoman teoriaa. Sen jälkeen tutkitaan empiirisesti OECD-maiden talouskasvuun vaikuttaneita tekijöitä ja erityisesti henkisen pääoman osuutta. Tutkimus liittyy Etlatieto Oy:n "Kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus" -tutkimusprojektiin.

Henkisellä pääomalla täydennetyllä neoklassisella mallilla voidaan selittää hyvin OECD:n talouksien kasvuerot. Ns. uusi kasvuteoria puolestaan tarjoaa selityksen neoklassisen teorian eksogeenisten tekijöiden kehitykselle, eli teorioiden voi katsoa täydentävän toisiaan. Henkinen pääoma mitattuna korkeakoulutuksella tai tutkijoiden määrällä selittää merkittävästi OECD-maiden kasvuerot. Suomen talouskasvu on henkisen ja fyysisen pääoman investointeihin nähden OECD:n keskitason alapuolella. OECD:ssä havaitaan myös selvä tulotasojen konvergoituminen, jota voidaan selittää joko neoklassisella tasapainotulotason lähestymisellä tai tietovuotojen ulkoisvaikutuksilla.

ASIASANAT: Henkinen pääoma, taloudellinen kasvu, kasvuteoria, OECD-maat

ABSTRACT: This discussion paper examines how human capital affects economic growth in the OECD-countries and especially in Finland. The models of economic growth and human capital are studied, and the factors influencing growth in the OECD-countries are examined empirically. The study is a part of The Competitive Advantage of Finland -research project.

The economic performance in the OECD-countries can be explained to a great extent with the factors of a neoclassical growth model, augmented with human capital. The theory of endogenous growth then provides an explanation for the development of these factors themselves. Human capital, measured with higher education enrollment rate or number of researchers per population, explains significantly the cross-country differences in growth rates. The growth performance in Finland has been below the OECD average when the rates of investment in physical and human capital are controlled for. Furthermore, there is a clear evidence of convergence in the standards of living among the OECD-countries. This can be explained either with the neoclassical convergence to a steady-state, or with the externalities related to knowledge and human capital.

KEY WORDS: Human capital, economic growth, growth theory, OECD-countries

YHTEENVETO¹

Työssä tutkitaan henkisen pääoman vaikutusta talouskasvuun. Teoreettisena viitekehyksenä empiiriselle analyysille käytetään henkisellä pääomalla täydennettyä neoklassista kasvuteoriaa, jota mm. Mankiw, Romer ja Weil (1992) ovat käsitelleet. Uudesta endogeenisen kasvun teoriasta selvitetään henkisen pääoman kannalta tärkeimpiä ominaisuuksia ja verrataan uutta teoriaa neoklassiseen. Uudesta kasvuteoriasta mielenkiintoisimpia henkisen pääoman kannalta ovat Romerin (1990) ja Lucasin (1988) mallit.

Henkinen pääoma käsitetään työssä laajasti aineettomaksi tiedoksi tai osaamiseksi, joka voi olla sitoutunut ihmisiin inhimilliseksi pääomaksi tai teknologiseksi tietämykseksi tuotepiirustuksiin tms. Tällöin mm. tietovuodot ihmisten, yritysten ja talouksien välillä ovat mahdollisia. Nämä henkisen pääoman ominaisuudet johtavat laajempaan käsitteeseen kuin klassisessa inhimillisen pääoman teoriassa, talouden tietovarantoon. Tietovarantoa voidaan kasvattaa koulutuksella ja harjoittelulla, jolloin inhimillinen pääoma kasvaa, sekä tutkimus- ja kehitystoiminnalla, joka vaikuttaa tieteelliseen osaamiseen ja teknologiaan. Nämä kaksi henkisen pääoman osa-aluetta ovat myös osittain päällekkäisiä, koska tutkimusta tehtäessä tutkijoiden inhimillinen pääoma kasvaa, ja toisaalta korkeakoulutuksessa talouden tietämys saattaa lisääntyä.

Koska talouden tietovarannon mittaaminen on ainakin toistaiseksi mahdotonta, täytyy henkisen pääoman tasoa arvioida tehtyjen investointien perusteella. Tämän työn empiirisessä osassa tutkitaan henkisen pääoman investointien vaikutusta talouden kasvuun, jolloin investointeja mitataan korkeakoulutuksen osallistumisasteella sekä tutkimus- ja kehitystoimintaan osallistuvien tutkijoiden määrällä. Tällä tavalla saadaan OECD-maista huomattavasti parempi kuva kuin keskiasteen koulutukseen investointia vertailemalla. Henkisen pääoman investointien lisäksi per capita tulotasoa ja sen kasvua selittävinä muuttujina ovat fyysiset investoinnit, väestönkasvu sekä alkuketken (vuoden 1960) tulotaso.

¹Tämä tutkimus on tehty alunperin Helsingin Kauppakorkeakoulun kansantaloustieteen laitoksella pro gradu -tutkielmaksi. Työn ohjaajana toimi prof. Matti Pohjola, jolle lausun kiitokset, samoin va. prof. Reija Liljalle hyödyllisistä kommentteista.

OECD-maiden talouskasvua 1960-88 selitettäessä juuri alkuhetken tulotasolla on varsin suuri merkitys. Tämän mukaan OECD-maiden tulotasot ovat konvergoineet, eli tulotasojen erot ovat pienentyneet. Rikkaampien maiden taloudet kasvavat hitaammin kuin köyhempien. Perinteisesti tämän seikan on katsottu tukevan neoklassista kasvuteoriaa, mutta jos otetaan huomioon tiedon ulkoisvaikutukset tietovuotojen seurauksena, voi konvergointi tarkoittaa myös tietovarantojen samanlaistumista ja eri maiden kehityksen samanlaistumista tämän seurauksena. Koko maailman maiden kesken näin vahvaa konvergoitumista ei ole eri tutkimuksissa havaittu, mitä voisi selittää sillä, että esimerkiksi kehitysmaat eivät kuulu teollisuusmaiden tietovuotoalueeseen, jolloin henkisen pääoman samanlaistumista ei tapahdu.

OECD-maiden investointeja tarkasteltaessa havaitaan, että erot maiden välillä ovat varsin suuria. Keskimääräinen investointiasite fyysiseen pääomaan on vaihdellut 17% ja 33% välillä. Vähiten ajanjakson aikana ovat investoineet Yhdysvallat, Iso-Britannia, Turkki ja Uusi-Seelanti, eniten taas Suomi, Norja ja Japani. Henkisen pääoman osalta erot ovat vieläkin selvempiä. Korkeakoulutuksen johtavia maita ovat Yhdysvallat ja Kanada, Suomi on hyvää keskitasoa, mutta Sveitsi on aivan häntäpäässä Välimeren maiden kanssa. Tutkimushenkilöstön määrässä johtajia taas ovat Japani, USA ja Sveitsi, perää pitävät jälleen Välimeren maat. Suomi on tutkimuspanoksen suhteen kärkipäässä, koska erityisesti 1980-luvulla investoinnit tutkimukseen ja kehitykseen lisääntyivät voimakkaasti. Tosin mittarien puutteellisuus täytyy ottaa huomioon, sillä korkeakoulutuksen taso vaihtelee eri maiden välillä, samoin tutkimukseen käytettävät aineelliset resurssit, joten vertailua voi pitää ainoastaan suuntaa antavana.

Suomen kasvumenestys käsiteltynä ajanjaksona (1960-88) on kahtalainen. Toisaalta voidaan todeta, että Suomen talous on kasvanut keskimääräistä nopeammin, eli Suomi on saavuttanut ryhmän rikkaampia maita. Jos kuitenkin otetaan huomioon investoinnit henkiseen ja fyysiseen pääomaan, mitkä ovat Suomessa olleet huomattavia, ei talouskasvu ole ollut erityisen nopeaa. Tämä havaitaan mm. osittaiskorrelaatioanalyysissä: Suomen talouskasvu on ollut muita OECD-maita hitaampaa jos investointien vaikutus kasvuun otetaan huomioon. Syitä Suomen fyysisen ja henkisen pääoman investointien heikokseen tuottavuuteen on syytä selvittää jatkossa.

SISÄLTÖLUETTELO

0	JOHDANTO	1
1	NEOKLASSINEN KASVUTEORIA	3
	1.1 Perusmalli	4
	1.2 Solow'n malli ja teknologinen kehitys	5
	1.3 Henkinen pääoma neoklassisessa teoriassa	7
2	UUSI KASVUTEORIA	10
	2.1 Henkisen pääoman ominaisuuksia	10
	2.2 Neoklassisen ja endogeenisten teorioiden välisiä eroja	12
	2.3 Koulutus ja talouskasvu	14
	2.4 Teknologinen kehitys	16
	2.5 Tuotannossa oppiminen	18
3	HENKINEN PÄÄOMA	20
	3.1 Inhimillisen pääoman teoria	20
	3.1.1 Koulutuksella hankitun henkisen pääoman ominaisuuksia	20
	3.1.2 Klassisen teorian kritiikki	22
	3.1.3 Henkisen pääoman mittaus	22
	3.1.4 Inhimillisen pääoman teoria ja kasvuteoria	23
	3.2 Henkisen pääoman allokoituminen	24
	3.3 Tutkimus ja kehitys:tietämyksen laajennus	26
4	EMPIIRINEN ANALYYSI HENKISEN PÄÄOMAN VAIKUTUKSESTA OECD-MAIDEN TALOUSKASVUUN 1960-1988	28
	4.1 Mankiw'n ym. empiirisiä tuloksia	29
	4.2 Neoklassinen malli laajennettuna henkisellä pääomalla: toisen asteen koulutus	30
	4.3 Kolmannen asteen koulutus	33
	4.4 Tutkimus- ja kehitystoiminta talouden tietämyksen ja taitojen mittarina	35
	4.5 "Tavallinen" regressio	37

II

5	SUOMEN VERTAILU MUIHIN OECD-MAIHIN	38
5.1	Investoinnit henkiseen ja fyysiseen pääomaan	38
5.2	Osittaiskorrelaatiot	42
6	OECD:N TALOUKSIEN KONVERGOITUMINEN	48
6.1	Tulotasojen konvergoituminen endogeenisessä kasvumallissa	49
6.2	Regressioanalyysin tulokset ja konvergenssi	50
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	53
7.1	Teoria	53
7.2	Regressioanalyysit	53
7.3	Suomi	55
	LÄHTEET	56

LIITE I: Listat maista ja muuttujista

LIITE II: Tilastollinen aineisto

KUVAT

Kuva 1: Toisen asteen koulutus OECD-maissa	39
Kuva 2: Korkeakoulutus OECD-maissa 1960-88	39
Kuva 3: Tutkimus- ja kehityshenkilöstö OECD-maissa	40
Kuva 4: Investoinnit OECD-maissa keskimäärin	41
Kuva 5: Toisen asteen koulutuksen ja tulotason osittaiskorrelaatio	43
Kuva 6: Tulotason ja korkeakoulutuksen osittaiskorrelaatio	44
Kuva 7: Tulotason ja T&K-henkilöstön osittaiskorrelaatio	44
Kuva 8: Toisen asteen koulutuksen ja kasvun osittaiskorrelaatio	45
Kuva 9: Kasvun ja korkeakoulutuksen osittaiskorrelaatio	46
Kuva 10: Talouskasvun ja T&K-henkilöstön osittaiskorrelaatio	46
Kuva 11: Investointien ja kasvun osittaiskorrelaatio	47

TAULUKOT

Taulukko I: Regressioanalyysien tulostukset -	
A) Neoklassinen analyysi	33b
Taulukko II: B) Tavallinen regressio	33b
Taulukko III: Suomen tulotason ja talouskasvun ennusteiden vertailu toteutuneeseen	42
Taulukko IV: Talouskasvultaan hitaiden ja nopeiden OECD-maiden vertailu	51

0 JOHDANTO

Tuottavuuden kasvu on tärkeimpiä pitkän ajan taloudellisen kehityksen aiheuttajia. Koska tuottavuuden kehitykseen vaikuttavat ihmisten osaaminen ja teknologinen tietämys, on näiden merkitys taloudelle suuri.

Osaamisella ja tietämyksellä rakennetaan pitkän aikavälin kilpailukykyä. Luonnonvaroilla ja raaka-aineilla voi pärjätä kansainvälisessä kilpailussa, jos niitä löytyy rajattomasti, mutta muussa tapauksessa täytyy osata tehdä jotain paremmin kuin muut. Lisäksi OECD:n tutkimusten mukaan jatkuvien innovaatioiden ansiosta tutkimusintensiivisillä eli tietoon perustuvilla aloilla, kuten esimerkiksi tietokoneet, lääkkeet ja elektroniikka, taloudellinen kasvu on ollut nopeinta. Kannattaisi siis pysyä mukana tällaisten alojen kehityksessä.

Suomen taloudellinen kehitys on suurelta osin perustunut fyysisiin investointeihin. Aikavälillä 1960-1988 Suomen kokonaisinvestoinnit olivat keskimäärin jopa OECD-maiden korkeimmat, edes Japani ei sijoittanut yhtä paljon fyysiseen pääomaan. Joka kolmas ansaittu markka käytettiin koneisiin, infrastruktuuriin, taloihin ym. Pitkien etäisyyksien ja ilmaston vuoksi tiet ja rakennukset ovat täällä kalliita, eikä näiden investointien tuotto ole välttämättä kovin korkea. Kuitenkin myös yrityssektorilla pääomien tuotto on ollut selvästi heikompi kuin esimerkiksi Saksassa ja Ranskassa : 1980-luvulla tuotto Suomessa oli 9 %, Ranskassa 11 % ja Saksassa 13%.²

Ilmeisesti Suomessa on investoinneissa korvattu laatua määrällä. Osaamisen avulla voitaisiin investoida ehkä vähemmän, mutta tuottavammin. Osaamista voidaan parantaa investoimalla henkiseen pääomaan, millä tarkoitetaan tässä työssä laajasti talouden konnaistietotasoa, eli sekä ns. inhimillistä pääomaa (ihmisten henkilökohtaista koulutuksella hankittua tietoa) että tieteellistä tietoa ja teknologiaa. Tällaista henkistä pääomaa voidaan lisätä koulutuksella, tutkimuksella ja tuotekehityksellä.

Tässä tutkimuksessa analysoidaan henkisen pääoman ja taloudellisen kehityksen yhteyksiä teoreettisesti ja empiirisesti. Miten henkinen pääoma vaikuttaa talouskasvuun, ja millaista henkistä

² Kauppalehti Optio 3.6.1993 s.35

pääomaa kannattaa talouteen hankkia? Näihin kysymyksiin etsitään vastausta neoklassisista ja ns. endogeenisistä kasvumalleista, henkisen pääoman teoriasta ja empiirisestä analyysistä.

Pääasiallisena kiinnostuksen kohteena ovat kehittyneet OECD-maat, joten ala- ja keskiasteen koulutuksen aiheuttamat erot henkisessä pääomassa eivät voi olla kovin merkittäviä. Tärkeämpää näiden maiden taloudellisen kehityksen kannalta on korkeampi tietämys, jota kasvatetaan korkeakoulutuksella sekä tutkimus- ja kehitystoiminnalla. Tietotaso sinänsä on tärkeä taloudellisessa kehityksessä, oleellista ei ole, onko tieto inhimillisen pääoman teorioiden mukaisesti sitoutunut ihmisiin vai onko se teknologiateorioiden mukaisesti ilmaistavissa paperilla tai tietokonelevykkeillä tieteellisinä ideoina ja tuotepiirustuksina.

Neoklassista kasvuteoriaa on kritisoitu puutteellisuuksien ja epärealistisuuksien vuoksi mm. konvergoitumisen, talouskasvun tekijöiden eksogeenisyyden ja markkinaoletuksien osalta ns. uuden kasvuteorian malleissa. Tämän keskustelun hahmottaminen, neoklassisen teorian puutteiden ja uuden kasvuteorian tuomien aspektien analysointi on myös yksi tutkimuksen tavoitteista.

Huomautettakoon, että muuttujat ovat teoriaosassa ajasta riippuvia, vaikka sitä ei aina ole merkitty näkyviin (merkitty ensimmäisellä esiintymiskerralla). Lisäksi muuttujan aikaderivaattaa merkitään pilkulla: esimerkiksi $dK/dt \equiv K'$.

1 NEOKLASSINEN KASVUTEORIA

Kansallisen vaurauden määrääviä tekijöitä ovat selvittäneet mm. Ramsey (1928), Harrod (1939), Domar (1946) ja Solow (1956). Juuri 1950-luvulta lähtien alkoi kehittyä ns. neoklassinen kasvuteoria. Siinä teknologinen kehitys ja väestönkasvu, jotka molemmat ovat eksogeenisiä muuttujia, määräävät talouden kasvuvauhdin. Henkisen pääoman ja teknologian kehittymiselle ei esimerkiksi Solow'n mallissa anneta selitystä.

Näiden klassikkojen jälkeen mm. Arrow (1962) ja Uzawa (1965) toivat teoriasta esiin uusia аспектеja, Arrow tuotannossa oppimisen ulkoisvaikutukset ja Uzawa koulutuksen taloudelliset vaikutukset. Kasvuteoreettisen ajattelun murros on tapahtunut kuitenkin vasta viimeisen vuosikymmenen aikana, kun teoreettinen tutkimus on saanut uutta vauhtia endogeenisen taloudellisen kehityksen malleista. Näissä malleissa kasvu perustuu talouden sisäisten resurssien kasautumiseen. Kriittinen resurssi voi olla henkinen pääoma, tietämys, teknologia tai fyysinen pääoma, ja sen rajaton kasautuminen mahdollistaa myös talouden rajattoman kasvun.

Solow'n ym. kehittämä neoklassinen teoria keskittyy siis pääasiassa fyysisen pääoman eksogeeniseen kasautumiseen tulotason määräävänä tekijänä. Koska tällä tavalla ei voida selittää kuin osa talouden kehityksestä, on selittämättä jäävä kasvu pistetty ulkosyntyisen teknologisen kehityksen tiliin. Teknologian tasoa (johon sisällytettiin lisäksi mm. kulttuurilliset ja ilmastolliset tekijät sekä luonnonvarat) puolestaan ei selitetty mitenkään, vaan katsottiin, että sen selitys ei kuulu talousteoriaan. Arrow'n learning-by-doing -malli (1962) selvitti ensimmäisenä joitakin teknologian ominaisuuksista, mutta siinäkin oletettiin teknologian kehitys pääoman kasautumisen oheisprosessiksi.

1.1 Perusmalli³

Standardissa kasvumallissa valmistetaan suljetussa taloudessa yhtä homogeenista hyödykettä. Kaikki tuotos kulutetaan tai investoidaan, eli

$$(1) \quad Y(t) = C(t) + I(t)$$

missä Y on tuotanto, C kulutus ja I investoinnit. Investoinnit, eli samalla säästäminen, on vakio-osuus tuotannosta, ja tätä eksogeenisesti määräytyvää säästämistä merkitään s :llä: $Y = C + sY$. Samalla kulutuksen osuus tuotannosta on vakio.

Fyysistä pääomaa eli tuotantokoneistoa poistuu käytöstä tahtia δ , jolloin bruttoinvestoinnit ovat

$$(2) \quad I(t) = K'(t) + \delta K(t)$$

Tuotantofunktio on yleisessä muodossaan $Y = F(K, L)$. Oletetaan, että se on kahdesti differentioituva. Lisäksi rajatuotoista oletetaan, että $F_K > 0$, $F_{KK} < 0$, $F_L > 0$ ja $F_{LL} < 0$, missä F_K tarkoittaa F :n osittaisderivaattaa K :n suhteen.

Vakioskaalatuottojen oletetaan vallitsevan tuotannossa: $F(\alpha K, \alpha L) = \alpha F(K, L) = \alpha Y$. Jos $\alpha = 1/L$, saadaan $Y/L = F(K/L, 1) = f(K/L)$. Kun käytetään pieniä kirjaimia määrästä työvoimaa kohden (siis $y = Y/L$, ja $k = K/L$), on $y = f(k)$. Tämän tuotantofunktion oletetaan olevan aidosti konkaavi. Lisäksi oletetaan, että ns. Inada-ehdot ovat voimassa, eli $f'(0) = \infty$, $f'(\infty) = 0$ ja $f(0) = 0$. Kun $c = C/L$ ja $i = I/L$, uusi tuloyhtälö on

$$(3) \quad y(t) = c(t) + i(t)$$

Investointiyhtälöstä (2) saadaan jakamalla L :llä

$$(4) \quad \begin{aligned} i &= K'/L + \delta k = k' + kL'/L + \delta k \\ &= k' + (\delta + L'/L)k = k' + (\delta + n)k \end{aligned}$$

kun työvoima kasvaa vauhtia n : $L'/L = n$.

³ Intriligator 1971: 398-405

Yhdistämällä (3) ja (4) saadaan neoklassisen kasvun perusdifferentiaaliyhtälö:

$$(5) \quad k'(t) = f[k(t)] - c(t) = (n+\delta)k(t)$$

eli tuotos jakautuu kulutuksen ja investointien kesken. Investoinnit puolestaan jakautuvat kasvaneen työvoiman koneistamiseen, poistuneen kannan korvaamiseen ja pääomakannan kasvatukseen.

Tasapaino on tila, jossa pääomakanta työntekijää kohden ei kasva eli k on vakio, jolloin $k' = 0$. Yhtälöstä (5) saadaan $k'(t) = sf[k(t)] - (n+\delta)k(t)$ kun $c = (1-s)f(k)$. Tasapainossa siis

$$\begin{aligned} f(k) &= (1-s)f(k) + (n+\delta)k \\ \Leftrightarrow f(k) &= (n+\delta)k/s \end{aligned}$$

jolloin talous kasvaa eksogeenisten tekijöiden n ja δ tahtia, kun s ja k ovat vakioita.

1.2 Solow'n malli ja teknologinen kehitys

Solow (1956) muotoili ensin edellä kuvatun standardimallin, mutta otti myöhemmin siihen mukaan teknologisen kehityksen, sillä kuten taloushistoriasta huomataan, tuotannon pääomaintensiivisyys eli k on kasvanut jatkuvasti teollisuusmaissa. Tämä voi johtua joko kasvavista skaalatuotoista tai teknologian kehittymisestä. Solow katsoi teknologian vaikutusten olevan merkittävämpiä, joten hän sisällytti ne malliin (Solow 1988: 33-38). Sittemmin 1980-luvulla palattiin kasvaviin skaalatuottoihin jälleen endogeenisen teorian yhteydessä.

Teknologinen kehitys lisää työn tuottavuutta, joten se voidaan sisällyttää tuotantoon mittaamalla työvoimaa tehokkuusyksiköissä laadullisesti eikä ainoastaan määrällisesti. Työvoima L kasvaa vauhtia n ja teknologia A vauhtia g :

$$\begin{aligned} L &= L_0 e^{nt} \\ A &= A_0 e^{gt} \Rightarrow AL = A_0 L_0 e^{(n+g)t} \end{aligned}$$

eli tehokas työvoima AL kasvaa vauhtia $n+g$. Alaindeksi viittaa tilanteeseen hetkellä 0. A_0 tarkoittaa paitsi teknologian tasoa alkuhetkellä, myös luonnonvaroja, ilmastoja, instituutioita ym., joten se on maakohtainen.

Oletetaan nyt Cobb-Douglas tuotantofunktio:

$$(6) \quad Y = F(K, L) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1$$

Nyt pienillä kirjaimilla merkitään määriä **tehokasta** työvoimaa kohden: $k=K/(AL)$ jne. Pääoman aikaura saadaan kuten (5):ssä edellä, kun teknologinen kehitys g otetaan mukaan ja eksogeeninen säästämisaste s on osuus tuotannosta, joka investoidaan:

$$\begin{aligned} y - c &= sy \\ y &= c + i = c + k' + (n+g+\delta)k \\ \Rightarrow k' &= sy - (n+g+\delta)k \end{aligned}$$

$$y = \frac{Y}{AL} = K^\alpha (AL)^{-\alpha} = k^\alpha$$

$$(7) \quad \Rightarrow k' = sk^\alpha - (n+g+\delta)k$$

Tasapainossa $k' = 0$, josta ratkaistaan steady state -pääomataso:

$$k^* = \left[\frac{s}{(n+g+\delta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

Sijoitetaan tämä tulos ja $A = A_0 e^{gt}$ tuotantofunktioon:

$$\frac{Y}{L} = A_0 e^{gt} \left[\frac{s}{(n+g+\delta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$$

Tasapainotulotaso määräytyy siis säästämisasteen sekä eksogeenisten väestönkasvun ja teknologian perusteella. Yhtälön (7) perusteella nähdään myös tasapainokasvuvauhti:

$$\begin{aligned} k' &= sy - (n+g+\delta)k = 0 \\ sy &= y - c = (n+g+\delta)k \\ y &= c + (n+g+\delta)k \text{ ja kun } c = (1-s)y \Rightarrow \\ (8) \quad y &= (n+g+\delta)k/s \end{aligned}$$

Tasapainossa tuotanto kasvaa siis jälleen eksogeenisten tekijöiden, väestönkasvun, teknologisen kehityksen ja poistojen tahtia. Teknologian kehityksellä ja väestönkasvulla on tasapainossa kasvuvaikutuksia, kun taas säästämisasteella on vain tulotasovaikutuksia. Näiden vaikutusten erittely oli yksi Solow'n tärkeistä tuloksista. Hänen 1956 artikkelinsa mukaan säästämisellä on vain tasovaikutuksia. Tämä on ollut ristiriidassa talouspoliittisen ajattelun kanssa, koska teorian mukaan esimerkiksi verohelpotuksin säästämisastetta nostamalla ei kiihdytettäisi kasvua. Solow'n teoria oli yleisesti hyväksytty kasvuteorian pääsuuntaus pitkään, mutta silti käytännössä ajateltiin säästämisen ja investointien kiihdyttävän kasvua.

1.3 Henkinen pääoma neoklassisessa teoriassa

Neoklassista teoriaa ei hyväksytty täydellisenä taloudellisen kehityksen kuvaajana, koska siinä kasvu määräytyy ainoastaan ulkoisten tekijöiden perusteella. Neoklassisella teorialla silti on edelleen arvoa mm. kasvututkimuksen empiriassa. Mankiw, Romer ja Weil (1992) testasivat teoriaa käytäntöön, ja totesivat, että säästämisellä ja väestönkasvulla voidaan selittää yli puolet vaihtelusta maailman maiden tulotasoissa.

Alkuperäinen Solow'n malli selittää empirian mukaisesti muuttujien vaikutussuunnat, mutta vaikutuksen suuruuden suhteen teoria ei vastaa käytäntöä. Siksi Mankiw ym. lisäsivät teoriaan henkisen pääoman kasautumisen. Laajennettu malli saikin empiirisessä testauksessa suunnilleen teorianmukaiset kertoimet, jolloin oletus, että tuotantofunktiossa pääomilla on vähenevät rajatuotot ($\alpha + \beta < 1$), voitiin hyväksyä.

Malli etenee seuraavasti: Tuotantofunktio on

$$(9) \quad Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta [A(t)L(t)]^{1-\alpha-\beta}$$

jossa muuttujat ovat kuten edellä (Y tuotanto, K fyysinen pääoma, A teknologinen taso, L työvoima, α ja β parametreja) ja H on henkinen pääoma. Kyseessä on Cobb-Douglas -funktio, jolla substituutiojousto on yksi. Parametreista oletetaan, että $\alpha + \beta < 1$, eli pääomille vallitsevat vähenevät tuotot. Kuitenkin **kaikkia** tuotannontekijöitä (K,H,L) kohden on vakioskaalatuotot, jolloin tuotos pysyy samana kokonaispanosta kohden. Jos $\alpha + \beta = 1$ tai $\alpha + \beta > 1$, mallissa ei esiintyisi konvergenssia, jolloin enemmän säästävät (investoivat) maat kasvaisivat loputtomasti nopeammin kuin muut, huolimatta samanlaisista preferensseistä ja teknologiasta. Vakioskaalatuottojen ollessa voimassa voidaan myös olettaa täydellinen kilpailu markkinoilla, jolloin yritykset ottavat tuotteen hinnan annettuna.

s_k on osuus tulosta, joka investoidaan fyysiseen pääomaan, ja s_h vastaavasti henkiseen pääomaan investoitava osuus. Talous kehittyy näiden mukaan seuraavasti:

$$(10) \quad \begin{aligned} k'(t) &= s_k Y(t) - (n+g+\delta)k(t) \\ h'(t) &= s_h Y(t) - (n+g+\delta)h(t) \end{aligned}$$

missä $y=Y/(AL)$ $k=K/(AL)$ ja $h=H/(AL)$ eli määrät tehokasta (teknologian tasolla skaalattua) työvoimaa kohden. Oletetaan, että

kulutus voidaan kustannuksetta muuntaa investointihyödykkeeksi tai henkiseksi hyödykkeeksi, eli pääomilla ja kulutustavaroilla on sama tuotantofunktio. Myös poistot ovat samansuuruiset henkisel-
selle ja fyysiselle pääomalle.

Tasapainossa $k' = h' = 0$ ja talous konvergoituu tilaan, jonka määrittelevät⁴

$$(11) \quad k^* = \left[\frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{(n+g+\delta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}$$

$$h^* = \left[\frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{(n+g+\delta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}$$

Kun nämä sijoitetaan tuotantofunktioon ja otetaan luonnollinen logaritmi, saadaan tasapainotulotasoksi:⁵

$$(12) \quad \ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha + \beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(n+g+\delta)$$

$$+ \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_h)$$

Yhtälöstä selviää, että tasapainotulotaso riippuu väestönkasvusta negatiivisesti ja pääomainvestoinneista positiivisesti.

Neoklassisen teorian mukaan tulotaso lähestyy maan pääomatasoista ja väestönkasvusta riippuvaa tasapainoarvoa. Tämä merkitsee myös, että maat konvergoituvat samaan tulotasoon, mikäli niiden tasapainon määrittelevät tekijät ovat samanlaiset. Mankiw et al. kutsuvat tätä ilmiötä ehdolliseksi konvergenssiksi.

⁴ Kun $k'=0$ ja $h'=0$, yhtälöistä (10) saadaan $s_k y - (n+g+\delta)k = 0 \Leftrightarrow y = (n+g+\delta)k/s_k = (n+g+\delta)h/s_h \Leftrightarrow h = ks_h/s_k$. Kun $y = Y/AL = K^\alpha H^\beta (AL)^{-\alpha-\beta} = (K/AL)^\alpha (H/AL)^\beta = k^\alpha h^\beta$ saadaan $k^\alpha h^\beta = (n+g+\delta)k/s_k$. Tähän sijoitetaan $h = ks_h/s_k$ ja saadaan $k^\alpha k^\beta s_h^\beta / s_k^\beta = (n+g+\delta)k/s_k$ josta ratkaistaan $k = \{(s_h^\beta s_k^{1-\beta}) / (n+g+\delta)\}^{1/(1-\alpha-\beta)}$. h voidaan ratkaista samoin.

⁵ $y = Y/(AL) = k^\alpha h^\beta = \{(s_k^{1-\beta} s_h^\beta) / (n+g+\delta)\}^{\alpha/(1-\alpha-\beta)} \{(s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}) / (n+g+\delta)\}^{\beta/(1-\alpha-\beta)}$ josta saadaan Y/L kertomalla A :lla. Kun tästä otetaan logaritmi ja sijoitetaan $A(t) = A(0)e^{gt}$ saadaan (12).

Konvergoitumista voidaan tarkastella seuraavaksi johdettavan yhtälön avulla. Oletetaan, että y^* on maan tasapainotulotaso työntekijää kohden, ja $y(t)$ on tulo hetkellä t . Approksimoidaan tasapainon ympärillä, jolloin saadaan

$$(13) \quad d \ln(y(t))/dt = \lambda[\ln(y^*) - \ln(y(t))]$$

jossa $\lambda = (n+g+\delta)(1-\alpha-\beta)$. Ratkaistaan differentiaaliyhtälö (13), mistä saadaan

$$\ln(y(t)) = \ln(y(0))e^{-\lambda t} - \ln(y^*)e^{-\lambda t} + \ln(y^*)$$

Vähennetään yhtälön molemmilta puolilta $\ln(y(0))$ ja sijoitetaan tasapainotulotaso $\ln[y^*] = \ln[Y/(AL)] = \ln(Y/L) - \ln[A(0)] - gt = \alpha/(1-\alpha-\beta)\ln(s_k) + \beta/(1-\alpha-\beta)\ln(s_h) - (\alpha+\beta)/(1-\alpha-\beta)\ln(n+g+\delta)$:⁶

$$(14) \quad \ln[y(t)] - \ln[y(0)] = (1 - e^{-\lambda t}) \left[\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} \ln(s_h) - \frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta} \ln(n+g+\delta) - \ln[y(0)] \right]$$

Yhtälöllä (14) voidaan empiirisesti tarkastella tasapainotulotason lähestymistä, kuten tutkielman empiirisessä osuudessa (luku 4) tullaan tekemään.

Henkisen pääoman ulkoisvaikutusten ja erityisominaisuuksien sivuuttaminen merkitsee tässä mallissa väheneviä rajatuottoja myös henkiselle pääomalle, jolloin tasapainokasvun saavuttaminen ja konvergoituminen ovat mahdollisia. Tällöin ainoat kasvutekijät ovat eksogeeniset väestönkasvu ja teknologinen kehitys. Teknologisen kehityksen ulkosyntyisyys ja oletus, että se on kaikille sama, ovatkin pitkän aikavälin kasvun kannalta neoklassisen teorian pahimpia puutteita. Teoria olettaa, että teknologisen tiedon leviäminen on täydellistä, mutta siihen ei kukaan erityisesti panosta vaan se syntyy fyysisten ja henkisten investointien sivutuotteena. Tiedon leviämisen täydellisyyteen perustuvalla konvergenssilla ei kovin paljon pystytä kuvaamaan maailman kehitystä. Pitkälle integroituneiden maiden kehitystä neoklassinen teoria kuvaa paremmin.

⁶ $A = A(0)e^{gt} \Rightarrow \ln(A) = \ln[A(0)] + gt$

2 UUSI KASVUTEORIA

Ns. uusi kasvuteoria syntyi neoklassisen teorian kritiikistä. Neoklassinen teoria selitti jatkuvan per capita tulon kasvun vain eksogeenisillä tekijöillä, koska oletettiin, että pääomille vallitsevat vähenevät tuotot. Kasvuvauhdin määrääville väestönkasvulle ja teknologiselle kehitykselle ei siis tarjottu mitään selitystä. Poliitiikan muodostamiseen teoria antoi hyvin vähän. Eksogeenisten tekijöiden määrätessä kasvuvauhdin ei teorian mukaan talouspolitiikalla ollut mitään väliä (Romer 1989: 51-52).

Jäännös, joka neoklassisessa teoriassa jää pääomainvestointien ja väestönkasvun jälkeen selittämättä tulotason kehityksessä, pyrittiin formuloimaan sisään uuteen teoriaan. Teknologisen kehityksen katsottiin olevan hyvin tärkeä osa-alue talouksien kehityksessä. Lisäksi henkisen pääoman tasolla ja muilla talouden sisäisillä tekijöillä alettiin selittää kasvua.

Jo Adam Smith Kansojen varallisuus -teoksessaan esittää kaksi talouden tulotasoon liittyvää periaatetta. Ensimmäisen mukaan kilpailu allokoii olemassaolevat tuotannontekijät optimaalisesti, jolloin varallisuus maksimoituu. Toisen mukaan tämä tuotannontekijävaranto kasvaa endogeenisen kasautumis- ja investointiprosessin seurauksena, jolloin myös varallisuus kasvaa. Jälkimmäinen ajatus unohdettiin neoklassisesta kasvuteoriasta, vaikka se on kaiken aikaa ollut lähellä politiikkasuosituksia. Endogeenisen kasautumisen formulointi Smithin ensimmäisen periaatteen mukaiseen kilpailutalouteen oli metodologisesti liian hankalaa. Vasta uusi kasvuteoria otti Smithin toisen ajatuksen jälleen käyttöön, jolloin pääasialliseksi ongelmaksi tuli rajattoman kasvutekijän identifiointi ja kasautumista tukevan markkinamekanismin määrittely. (Romer 1991: 83-91)

2.1 Henkisen pääoman ominaisuuksia

Taloudellisesti relevanttia henkistä pääomaa kasvatetaan tavallisella koulutuksella, tutkimus- ja kehitystyöllä sekä tuotannossa tapahtuvalla oppimisella ja aikuiskoulutuksella. Eri malleissa korostetaan eri aspekteja henkisestä pääomasta. Käytännössä myös eri tilanteissa oleville maille erilaiset pääomamu-

dot ovat merkityksellisiä. Kehitykselle koulutuksella hankittava yleinen tietotaso on todennäköisesti tarpeellisempaa talouskasvun kannalta kuin tietämyksen rajojen laajentaminen huippututkimuksella, koska kehitykselle on tietovuotojen ansiosta mahdollista paljon vähemmän resurssein kopioida muiden maiden uusia ideoita ja tuloksia.

Henkisen pääoman suhteen on tärkeää huomata erot eri pääomamuotojen ominaisuuksissa. Romerin mukaan (1990a) kaikkia hyödykkeitä, myös tietoa, määrittävät ominaisuudet jakamattomuus (rivalry tai nonshareability) ja omistettavuus (excludability). Jakamattomuus tarkoittaa tuotteen fyysisiä ominaisuuksia, eli voiko sitä käyttää useampi henkilö yhtä aikaa. Esimerkiksi auto on jakamaton tuote, sillä yhden henkilön sitä ajaessa ei toinen voi ajaa. Omistettavuus puolestaan tarkoittaa tuotteeseen liittyviä laillisia oikeuksia. Omistusoikeudella tavaran omistaja voi sulkea muut pois sen käytöstä, vaikka fyysisesti sitä voisikin käyttää useampi henkilö samanaikaisesti. Esimerkiksi taulua voi useampi katsella yhtä aikaa, mutta taulun omistaja voi rajoittaa katselijoiden määrää.

Tieto on jaettava tuote silloin kun se käsitetään teknologian tapaiseksi paperilla, levykkeellä tms. säilytettäväksi kaavaksi, koodiksi tai kirjoitukseksi. Tieto on kuitenkin tietovuotojen (spillover) aiheuttamien ulkoisvaikutusten vuoksi vain osittain omistettava tuote. Patenteilla ym. voidaan tietoa yrittää suojella. Yhteiskunnan kyky valvoa tiedon omistusoikeuksia onkin tärkeää, sillä valvontakyvyllä saattaa olla suuriakin vaikutuksia tuotekehittelyn ja tutkimuksen taloudellisiin kiihokkeisiin, ja sitä kautta talouskasvuun (esim. Grossman ja Helpman 1991). Sen sijaan henkilökohtaiset tiedot ja taidot ovat jakamattomia, koska ne ovat sidottuja yksilön fyysiseen olemukseen, jolloin muut eivät pysty hyödyntämään niitä.

Jos henkinen pääoma (HPO) voi kasvaa rajatta, kuten monissa uusissa kasvumalleissa oletetaan jatkuvan kasvun mahdollistamiseksi, se ei tarkoita pelkästään luvussa 4 käsiteltävää koulutusta ja työkokemusta vastaavaa jakamatonta inhimillistä pääomaa. Rajattomasti kasvavaa HPO:ta on voitava siirtää yksilöltä tai sukupolvelta toiselle, koska yksilöiden oppimiskyky on rajallinen. Tällöin HPO tarkoittaa myös ideoita ja tietämyksen tai teknologian tasoa, eli on olemassa yksilön ulkopuolella.

Henkisellä pääomalla voi olla jaettavuuden seurauksena ulkoisvaikutuksia. Taloudessa vallitseva yleinen henkisen pääoman taso vaikuttaa tuottavuuteen ja kasvuun, vaikka agentit eivät ota

sitä huomioon suunnitellessaan henkisen pääoman hankintaa. Esimerkiksi matemaattinen tulos tai muu uusi idea, joka välittyy kirjojen tai lehtien avulla ympäri maailmaa, on suurimmalle osalle maailman ihmisiä eksogeeninen ja ilmaiseksi käytettävissä, vaikka sen tuottamiseen on sijoitettu henkistä pääomaa. Samoin uutta teknologiaa kopioidaan varsin nopeasti patenteista huolimatta. Henkiseen pääomaan tai teknologiaan sijoittaja ei siis saa itselleen kaikkea koituvaa hyötyä. Ulkoisvaikutukset nopeuttavat tiedon leviämistä, ja vaikuttavat siten talouden kehitykseen. Näistä kasvuvaikutuksista on olemassa empiirisiäkin todisteita (esim. Caballero ja Lyons 1991).

2.2 Neoklassisen ja endogeenisten teorioiden välisiä eroja

Keskeinen ero klassisen ja uuden teorian välillä on oletus pääomien tuotoista. Endogeenisen kasvun teorioissa tuotannontekijöillä on kasvavat tuotot eli jos $F(A, X)$ on tuotantofunktio, niin positiivisella vakiolla $\Theta > 1$, $F(\Theta A, \Theta X) > \Theta F(A, X)$. Jos siis esim. kaksinkertaistetaan tavallisten panosten (vektori X) määrä **sekä** endogeeniseksi oletettu teknologia A , funktion arvo enemmän kuin kaksinkertaistuu, vaikka kyseessä onkin tavanomainen 1. asteen homogeeninen funktio X -panosten suhteen.

Jos kasvavien skaalatuottojen tapauksessa kaikille tuotannontekijöille maksettaisiin rajatuotteen arvo, yritys tuottaisi tappiota. Kasvavien tuottojen vuoksi siis täydellisen kilpailun ehdot eivät toteudu. Romerin mallissa (1990a) tutkimusta tekevät yritykset ovat monopolisteja, sillä niiden tuote on erilainen kuin muilla ja ne saavat voittoa kehittämästään konepiirustuksesta tai muusta uudesta ideasta, jotta voisivat kattaa tuotekehityskustannukset. Olettamalla, että kasvavista tuotoista saatava hyöty on ulkoista, eli kukaan ei investointipäättöksiä ym. tehdessään ota huomioon ulkoishyötyä, voidaan kuitenkin pysyä täydellisen kilpailun oletuksessa. Tämä nk. marshallilainen ulkoisvaikutus on ollut yleisempi tapa mallintaa, koska se on teknisesti helpompaa, mutta tässäkin tapauksessa ratkaisu ei ole optimaalinen.

Romer (1991: 106) luokittelee kasvumallit käytetyn metodologian perusteella seuraavasti:

1) Mallit, joissa ei ole teknologista kehitystä eikä kasvavia

- tuottoja. Kasvu on seurausta henkisen pääoman kasautumisesta.
- 2) Mallit, joissa on eksogeeninen teknologinen kehitys (neoklassiset mallit).
 - 3) Mallit, joissa ideat ovat jaettavia tuotannontekijöitä. Jaettavuus aiheuttaa epäkonveksisuutta tuotantomahdollisuuksien joukossa, mutta ongelma ratkaistaan marshallilaisen ulkoisvaikutuksen avulla, jolloin yritykset ottavat hinnan annettuna.
 - 4) Kuten edellisen ryhmän mallit, mutta epäkonveksisuusongelman vuoksi oletetaan, että monopolistinen kilpailu vallitsee.

Ensimmäisessä ryhmässä HPO on aineeton tavallinen hyödyke (jakamaton ja omistettava), mikä vastaa yksilön koulutuksella hankkimaa henkistä pääomaa. Muissa ryhmissä HPO on jaettava tuotannontekijä, jolloin kasvavat tuotot ovat mahdollisia.

Toisessa ja kolmannessa ryhmässä uusia ideoita ei voida omistaa, toisen ryhmän neoklassisissa malleissa ne tulevat sitä paitsi mallin ulkopuolelta.

Kolmannen ryhmän spillover-malleissa HPO syntyy muiden toimintojen sivutuotteena. Osittainkin omistettavuus aiheuttaisi hinnoittokilpailun mahdottomuuden, joten näissä malleissa ei voi olla tarkoituksellista ideoiden tuotantoa. Neljännen ryhmän mallit sen sijaan luopuvat kilpailuoletuksista, jolloin ideat voivat olla osittain tai kokonaan omistettavia. Tarkoituksellinen tutkimus- ja kehitystoiminta (T&K) ja patentit ovat mahdollisia. Tämän neljännen ryhmän mallien oletukset itse asiassa esiintyvät yleisesti mm. yrityksen ja toimialan taloustieteessä, sillä ekonomistit usein ajattelevat yksityisen T&K:n ja älyllisen omaisuuden suojan olevan tärkeitä tekijöitä pitkän ajan kasvupotentiaalille.

Esimerkkeinä näistä ryhmistä tässä työssä ovat Mankiw'n ym. neoklassinen malli (2. ryhmä, luvussa 1.3), Lucasin koulutusmalli (3. ryhmä, luvussa 2.3) sekä Romerin teknologiamalli (4. ryhmä, luvussa 2.4). Lucasin learning-by-doing -malli (luvussa 2.5) kuuluu myös ryhmään 3, mutta siinä henkinen pääoma on aivan erityyppistä kuin koulutusmallissa, ja siksi se on otettu tähän tarkasteluun mukaan.

2.3 Koulutus ja talouskasvu

Lucasin 1988 artikkelissa lisätään neoklassiseen malliin endogeenisesti kasautuva henkinen pääoma koulutuksen muodossa. Taivoite on kuvata yksilön päätöstä kasvattaa tiedon ja taidon tasoaan, sekä tämän vaikutusta tuottavuuteen. Formulointi pohjaa suurelta osin Uzawan malliin (1965), josta Lucasin malli poikkeaa ulkoisvaikutusten, K/H -suhteen kasvun eli eräänlaisen pääoman "syvenemisen" sekä henkisen pääoman palkan kasvun suhteen. Kehittyneemmässä maassa palkka on korkeampi, jolloin henkisellem pääomalle kasautuu muuttopaineita, koska ihmisten (eli henkisen pääoman) kansainvälinen muuttoliike ei ole vapaata.

Lucasin mallissa tieto on periaatteessa inhimillisen pääoman teorioiden mukaista. Yksilön henkinen pääoma (HPO) on hänen jakamaton yleinen tieto- ja taitotasonsa, mutta tiedon omistettavuus ei kuitenkaan ole täydellistä. HPO:lla on tuotantoon kahtalainen vaikutus. Ensinnäkin suora vaikutus: mitä tehokkaampi työvoima, sitä suurempi tuotanto. Toisaalta tiedon epätäydellisen omistettavuuden vuoksi syntyy ulkoisvaikutus, jonka seurauksena yhden työntekijän HPO:n kasvaminen nostaa kaikkien tehokkuutta.

Yksilön taidoilla on siis vaikutusta hänen oman tuottavuutensa lisäksi myös muiden tuottavuuteen. Esim. työryhmässä yksilön taidot kohottavat koko ryhmän tuottavuutta. Siksi keskimääräisellä taitotasolla on myös merkitystä. Tiedon ulkoisvaikutusta ei huomioida HPO:n hankintapäätöstä tehtäessä, joten HPO:n sosiaalinen hyöty on suurempi kuin siihen sijoittavan yksilön hyöty. Tämän seurauksena yksilöt sijoittavat HPO:aan sosiaalista optimia vähemmän. Koska skaalatuotot hyödyttävät koko taloutta eivätkä yksittäistä agenttia, voidaan olettaa, että täydellinen kilpailu toimii markkinoilla. Tuotanto on siis funktio fyysisestä pääomasta, tehokkaasta työvoimasta, keskimääräisestä HPO:sta ja teknologian tasosta, ja se käytetään kulutukseen ja pääomakannan kasvattamiseen.

Koulutuksella voidaan parantaa henkilön taitotasoa. Ihmiset voivat käyttää (työ)aikansa joko kouluttautumiseen tai tuotantoon. Koulutukseen osallistumalla henkinen pääoma kehittyy ja seurauksena henkilön palkka nousee, mutta koulutusajalta palkka menetetään kokonaan. Ihmiset maksimoivat tämän perusteella elinaikansa tulot.

Henkisen pääoman kasvu taloudessa on aidosti kasvava funktio koulutukseen käytetystä ajasta. Jotta henkinen pääoma olisi kasvun moottori, tällä funktiolla ei voi olla väheneviä tuottoja. Muuten jossain vaiheessa saavutettaisiin HPO:n vakioarvo, jolloin malli ei tarjoaisi mitään uutta jatkuvasta kasvusta. Lucas olettaa HPO:n kasvavan lineaarisesti, eli HPO:n tietty prosentuaalinen kasvu vaatii aina saman aikapanostuksen. HPO:n rajattomasta kasvusta seuraa jatkuva per capita tulon kasvu, muuta kasvun moottoria ei tarvita.

Lineaarisuusoletus on ristiriitainen sen havainnon kanssa, että henkisen pääoman hankkiminen näyttää vaikeutuvan mitä enemmän sitä on ennestään. Samalla työpanoksella hankittava henkisen pääoman suhteellinen lisäys pienenee ajan myötä, eli yhden yksilön HPO:n kasvu on rajoitettu. Jotta rajaton HPO:n kasvu olisi mahdollista, on tiedon siirryttävä seuraavalle sukupolvelle, jolloin sen on esiinnyttävä jossain muodossa myös ihmisten ulkopuolella, kirjoina, kuvina jne. Yhteisön uusi jäsen saa osan yhteiskunnan tietomäärästä heti syntymässään, eli hänen ei tarvitse keksiä kaikkea uudestaan. Henkisen pääoman kasautuminen on siis sosiaalinen toiminto. Ihmiset ovat tiedonsiirtoketjun jäseniä, jolloin perittävän tiedon määrä ja laatu, eli taloudessa vallitseva tietämys, ovat olennaisen tärkeitä. Tältä osin Lucas poikkeaa inhimillisen pääoman suppeasta määritelmästä.

HPO:n ulkoisvaikutuksen vuoksi optimaalinen kasvu-ura ei ole sama kuin kilpailullinen tasapainoura. Tasapainoksi Lucas määrittelee tilanteen, jossa HPO:n aikaura yhtyy eksogeenisen keskimääräisen HPO:n uraan. Ihmisten keskimääräisen taitotason aikaura on eksogeeninen, koska kukaan ei ota omissa pääoman hankkimispäätöksissään sitä huomioon. Tasapaino on silloin hyödyn maksimointiongelma pääomien kasautumisen ehdoilla ottaen keskimääräisen HPO:n ura annettuna. Tämä ratkaisu vastaa yksityisten agenttien päätöksistä johdettua suurinta hyötyä, kun tavallinen optimaaliura vastaa sosiaalista hyödyn maksimia, sillä keskimääräisen HPO:n kehitystä voidaan pitää endogeenisenä koko talouden tasolla. Jos ulkoisvaikutusta ole, nämä kaksi tasapainoa ovat identtisiä.

Mallin ratkaisun mukaan tasapainossa korkea aikapreferenssi hidastaa talouskasvua, kun ihmiset vaativat korkeaa korkoa tulevaisuuteen sijoittamalleen pääomalle. Tämä ominaisuus poikkeaa Solow'n mallin ennustuksista. Tehokas HPO:n kasautuminen kiihdyttää kasvua, riskinvälittäminen ja väestönkasvu taas hidastavat sitä. Jos ulkoisvaikutusta ei ole, kulutuksen kasvuvauhti on sama kuin henkisen pääoman. Malli ennustaa kuitenkin jatkuvaa kas-

vua ulkoisvaikutuksesta riippumatta. Lisäksi systeemin dynamiikan vuoksi talouden tasapainokasvu riippuu alkuehdoista, joten alunperin köyhät taloudet pysyvät köyhinä, vaikka kasvavatkin samaa vauhtia kuin rikkaat. Tulon ja varallisuuden jakautuminen maiden kesken pysyy stabiilina suljettujen talouksien maailmassa.

2.4 Teknologinen kehitys

Romerin mallissa (1990a) teknologinen kehitys on taloudellisen kehityksen ydin, mikä on helppo käsittää, kun ajattelee läntisen maailman taloushistoriaa sadan viimeisen vuoden aikana. Tuotekehittelyä ja tutkimusta kasvun lähteenä ovat mallintaneet muutkin, mm. Elhanan Helpman (esim. 1991).

Mallissa teknologinen kehittäelytyö tehdään yrityksissä, koska se on kannattavaa toimintaa. Tämä idea voidaan löytää jo Schumpeterin teoksesta *Capitalism, Socialism and Democracy* (1942: 110). Romer itse viittaa myös Alfred Marshalliin⁷ ja Allyn Youngiin⁸, jotka korostivat, että ainutlaatuisia **erikoistuneita** tuotteita myyvien erilaisten yritysten välinen kauppa aiheuttaa kasvavia tuottoja, jotka ovat yrityksille ulkoisia (Romer 1991: 87-88).

Romerin teknologia on jaettava hyödyke, millä on teorian kannalta tärkeitä seurauksia. Tällaista teknologiaa voidaan tuottaa rajatta, koska se ei ole riippuvaista mm. ihmisten rajallisesta oppimiskyvystä kuten jakamaton inhimillinen pääoma. Jaettavuus aiheuttaa epäkonveksisuuksia tuotantomahdollisuuksien joukossa. Uusiin ideoihin tai piirustuksiin liittyy vain kiinteä kustannus luomistyössä; kun piirustus on kerran luotu, sen rajaton käyttäminen ei maksa mitään. Tuotepiirustustuksen monistuksen kustannukset ovat häviävän pienet verrattuna kiinteisiin suunnittelukustannuksiin, eli idean monistamisen rajatuotot ovat kasvavat. Tuotantofunktio ei voi olla konkaavi, koska skaalatuotot ovat kasvavat. Kun teknologia on yksi tuotannontekijöistä ja sen kehityksellä ei ole rajoja, voi kasvavien skaalatuottojen talous kasvaa rajattomasti.

⁷Principles of Economics, London, Macmillan 1890

⁸Increasing Returns and Economic Progress, *Economic Journal* no. 38, 1928

Uudet tuotepiirustukset voidaan myydä, jolloin kehittelyyn uhratuista voimavaroista saadaan korvaus. Tuotepiirustus on siis omistettava hyödyke. Piirustuksen omistavalla välituoteyrityksellä on tähän tiettyyn piirustukseen tai ideaan monopolimarkkinat. Monopolivoiman vuoksi välituotemarkkinoille ei oleteta täydellistä kilpailua, joten yritykset eivät ota hintaa annettuna. Hinta on suurempi kuin rajakustannus, jotta tuotekehityskustannukset voidaan peittää. Toisin kuin Lucasin mallissa kasvavat skaalatuotot siis hyödyttävät yksityisiä agentteja. Koska alalle on vapaa pääsy, yritykset eivät kuitenkaan saa "ylimääräisiä" voittoja. Myöskään hintadiskriminaatio ei ole mahdollista.

Jos tuoteideaan liittyy myös yleinen tieteellinen tulos, voivat tutkijat ympäri maailmaa käyttää sitä hyväkseen omissa tutkimuksissaan. Yhden yrityksen tutkimustyön seurauksena koko talouden kokonaistietovaranto kasvaa, jolloin henkisen pääoman tuottavuus tutkimussektorilla lisääntyy. Omistusoikeus ei siis ole täydellinen, ja epätäydellisestä omistettavuudesta seuraa tiedon leviämisen aiheuttama ulkoisvaikutus.

Romerin mallissa korkotaso vaikuttaa hyvinvointiin. Tutkimusprojektien kustannukset maksetaan tänään, mutta hyöty saadaan vasta tulevaisuudessa, jolloin teknologiseen kehitykseen sijoittaminen riippuu korosta. Koron laskiessa tutkimus tulee kannattavammaksi ja kasvu kiihtyy.

Poliittisin keinoin kasvun kiihdyttäminen olisi mallin mukaan mahdollista tukemalla joko tutkimusta suoraan tai tavallisen henkisen pääoman kasautumista. Talous, jossa on enemmän henkistä pääomaa, kasvaa nopeammin, koska teknologian kehitys riippuu mallissa lineaarisesti tutkimukseen käytetyn henkisen pääoman määrästä. HPO:n määrä vaikuttaa tuottavuuteen ja kasvuun siis epäsuorasti. Käytännössä relevanttia henkistä pääomaa olisi soveltavan tieteen ja teknologian korkea- ja jatkokoulutus. Tätä pääomaa voidaan sitten käyttää teknologiaa kehittävään tutkimukseen.

HPO:n ja teknologian yhteydestä seuraa, että myös kansainvälisen yhteistyön ja kaupan merkitys on suuri. Integraation seurauksena käytettävissä oleva HPO-varanto kasvaa ja talouskasvu kiihtyy. Tällä seikalla voidaan selittää suljettujen kehitysmaiden heikkoa talouskehitystä. Toisaalta kasvavien skaalatuottojen vallitessa yritysten kannattaa laajentaa markkinoitaan, mikä johtaa myös kansainvälisen kaupan kasvuun. Integroituminen kaupan kautta saa aikaan hyvinvointivaikutuksia tutkimuksessa, sillä kaikissa maissa ei tarvitse uhrata varoja samojen ideoiden keksimi-

seen, vaan eri maissa voidaan tutkia eri asioita, jolloin tutkimuksen tuottavuus kasvaa.

Kansainvälisen kaupan kasvaminen lisää edelleen kiihokkeita tuotekehittelyyn ja tutkimukseen. Seurauksena investoinnit kiihtyvät ja talous kasvaa nopeammin, sillä pääoman rajatuote ei muutu jatkuvasti kehittyvän teknologian vuoksi. Jos investointien kasvu johtuu kuitenkin tukiaisista tai muusta syystä, joka ei vaikuta teknologian kehitykseen, pääoman rajatuottavuus laskee ja talouskasvu laantuu pitkällä ajalla.

Romerin mallissa on epätäydellistä kilpailua, minkä vuoksi analysoiminen on hankalampaa kuin täydellinen kilpailu, jossa on ulkoisvaikutuksia. Romerin mielestä ekonomistien politiikkasuositusten ja teoreettisen ajattelun välillä on vallinnut inkongruenssi, sillä intuitiivisesti on ajateltu, että säästäminen, tuotekehittely ja investoinnit kiihdyttävät kasvua, mutta neoklassisen teorian mukaan niillä ei ole pitkän ajan kasvulle merkitystä. Taloustieteilijät ovat siis teknisten formulointivaikeuksien vuoksi hyväksyneet vajavaisen teorian (Romer 1991:107).

2.5 Tuotannossa oppiminen

Lucasin (1988: 27-35) ja monien muiden ekonomistien mukaan learning-by-doing (LBD) eli oppiminen tuotantoprosessin yhteydessä ja työpaikka- tai aikuiskoulutus (on-the-job-training) on henkisen pääoman muodostuksessa ainakin yhtä tärkeä kuin koulutus.

Lucasin LBD-malli pohjaa suurelta osin Arrow'n malliin (1962). Lucasilla kaikki talouden pääomanmuodostus on tuotannossa oppimista. HPO kasautuu kun tietyn tuotteen osuus henkisestä pääomasta ja työvoimasta kasvaa. Mitä enemmän tuotetta tuotetaan, sitä enemmän opitaan, ja seurauksena tuotanto tehostuu. Tämä vastaa Arrow'n (1962) artikkelissa esitettyä oppimiskäyräideaa. Esimerkiksi Yhdysvaltojen ilmavoimissa huomattiin, että lentokoneen rungon valmistukseen tarvittavien työtuntien määrä on vähenevä funktio saman tyyppin koneiden kumulatiivisesta tuotannosta. N :nnen koneen valmistukseen tarvittava työvoima on suhteessa $N^{1/3}$:een. Tätä oppimiskäyrää käytetään hyväksi U.S. Air Forcen tuotanto- ja kustannussuunnittelussa.

Mallissa tietyn tuotteen tuotanto riippuu sen valmistukseen erikoistuneesta henkisestä pääomasta ja tuotetta valmistavan työvoiman suuruudesta. Tuotannossa ei oteta huomioon fyysistä pääomaa, tai se oletetaan vakioksi. Henkinen pääoma puolestaan kasvaa lineaarisesti kun työvoimaa allokoidaan tuotteen tuotantoon. Henkisellä pääomalla on vain ulkoisia vaikutuksia, koska se kasvaa tuotantoprosessissa sivutuotteena, eikä sitä oteta huomioon tuotannon suunnittelussa. Mitä suurempi oppimiskerroin tuotteella on, sitä nopeammin tuotteen tuotantoon liittyvä henkinen pääoma kasvaa, eli sitä "korkeamman" teknologian tuotteesta on kyse.

Uusia tuotteita syntyy jatkuvasti. Yhtä tiettyä tuotetta kohden oppimisessa vallitsevat vähenevät tuotot, mutta uusien tuotteiden jatkumoa kohden vakiotuotot, sillä HPO kasvaa lineaarisesti. HPO "periytyy" tällöin tuoteperheissä, uuden tuotteen suhteen ei tarvitse lähteä aivan nollassa kasvattamaan henkistä pääomaa, vaan jokin osuus tuottavuuteen vaikuttavasta tiedosta saadaan suoraan edelliseltä tuotesukupolvelta. Vastaava muotoilu oli Lucasin koulutusmallissa ihmisten HPO:n kasvun suhteen.

LBD-mallissa nopeammin kehittyvään tuotteeseen panostamalla saadaan tulevaisuudessa suuremmat tulot, kuin jakamalla resurssit tasaisesti sektorien kesken. Suljetussa taloudessa tuottavuuden paraneminen ja kasvu vaativat nykyisen hyödyn uhrausta: tämän hetken kulutus-hyödykkeiden valikoima supistuu, kun yhden tuotteen valmistukseen keskittyy suuri osuus työvoimasta, vaikka tätä yhtä tuotetta onkin sitten runsaasti tarjolla. Avotaloudessa taas erikoistumalla voidaan hyötyä suhteellisesta edusta kansainvälisessä kaupassa. Tästä seuraa myös, että poliittisesti on mahdollista kiihdyttää kasvua teollisuuspolitiikalla, joka tukee yrityksiä, joissa henkinen pääoma kasautuu nopeimmin.

Lucasin LBD-malli soveltuu erityisesti kansainvälisen kaupan kuvaamiseen. Vapaan kaupan vallitessa malli ennustaa, että tuotantomuodot määräytyvät suhteellisen edun perusteella. Maat erikoistuvat tuotteeseen, jonka tuotantoon maan henkinen pääomavaroitus soveltuu parhaiten. Taloudet konvergoivat endogeenisesti määräytyvään vakiokasvuvauhtiin, joka kuitenkin vaihtelee eri maissa, eli malli ennustaa tuloerojen ja alkuperäisen tuotantomuodon säilyvän.

3 HENKINEN PÄÄOMA

Tuottavuuden kehitys on ainoa keino nostaa talouden tulotasoa pitkällä aikavälillä, eli se määrittää suurelta osin yhteiskunnan aineellisen hyvinvoinnin. Tuotanto kasvaa, kun uuden innovaation seurauksena koneilla voidaan esimerkiksi korvata työn tehneitä ihmisiä jossain määrin, jolloin nämä ovat hakeutuneet uusiin tehtäviin. Tämän seurauksena jotkut ihmiset saattavat joutua työttömiksi koneiden korvatesa manuaalisia työvaiheita.

Vaikka työvoimaa tarvitaan vähemmän tuottamaan sama määrä tuotteita, ei henkistä pääomaa voi kuitenkaan korvata prosessissa. Henkinen ja fyysinen pääoma näyttävät olevan toisiaan täydentäviä tuotannontekijöitä, minkä seurauksena koneiden käyttämiseen tarvitaan aina koulutettua työvoimaa. Teknologian kehittyessä siis myös osaamisen on kehityttävä, jotta tekniikkaa voidaan hyödyntää. Ongelma onkin muuntaa perinteinen työvoima henkiseksi pääomaksi, koska koulutuksen ja teknologian kysyntä tulee kasvamaan jatkuvasti, mutta perinteisen työvoiman kysyntä vähenee. Tästä on merkkejä Suomessakin, kun suurtyöttömyyden aikaanakin tiettyä teknistä ammattitaitoa vaativilla aloilla on työvoimapulaa.

Henkiseen pääomaan liittyy myös sen saatavuuden ongelma. Miten siirretään korkealaatuista tietoa oikeille ihmisille nopeasti ja vaivattomasti? Informaatioteknologian kehittymisen seurauksena tämä prosessi helpottuu jatkuvasti, ja samalla ihmisten työskentelytavat muuttuvat radikaalisti. Tiedon saatavuuden tärkeyttä kuvannee tietotekniikkainvestointien suuri tuottavuus. Yhdysvalloissa tämä tuotto on ollut 50-70 %⁹, joten henkisen pääoman hyvään logistiikkaan kannattaisi panostaa.

3.1 Inhimillisen pääoman teoria

3.1.1 Koulutuksella hankitun henkisen pääoman ominaisuuksia

Henkisellä pääomalla tarkoitetaan ns. Human Capital -teoriassa ihmisten henkilökohtaisia taitoja, tietoja ja muita fyysisiä ja psyykkisiä kykyjä, jotka vaikuttavat heidän työnsä tuottavuuteen. Tässä työssä käytetään termiä inhimillinen pääoma kuva-

⁹ Erik Brynjolfsson ja Lorin Hitt/MIT, Business Week June 14, 1993 s.38

maan juuri tällaista ihmiseen sitoutunutta henkistä pääomaa, jota voidaan kasvattaa mm. koulutuksella, harjoittelulla ja terveydenhoidolla. Inhimillinen pääoma siis tarkoittaa henkisen pääoman jakamatonta ja omistettavaa alalajia.

Ihmiset tekevät inhimillisen pääoman investointipäätöksen valitessaan koulutukseen käyttämänsä ajan pituuden. Kouluttautumisaajan tulonmenetystä verrataan tällöin tulevaisuudessa ansaittaaviin suurempiin tuloihin.

Tietyissä tapauksissa koulutus voidaan kuitenkin käsittää myös kulutushyödykkeeksi, jos sillä ei pyritä henkilön työn tuottavuuden parantamiseen. Rikkaissa maissa on joitakin koulutuksen muotoja, jotka koituvat lähinnä opiskelijoiden huviksi, eivätkä vaikuta työpanokseen.

Kehittyneissä maissa työvoiman laadun merkitys tuotannossa kasvaa jatkuvasti, sillä talouksien tietointensiivisyys nousee, jolloin inhimilliset taidot tulevat yhä tärkeämmiksi (Asplund 1991: 7). Taitojen puute saattaa estää uuden teknologian käyttöönoton, joten teknologia ja inhimilliset taidot saattavat olla komplementteja tuotannossa eivätkä substituutteja, kuten on oletettu perinteisesti. Koulutetulla ja kouluttamattomalla työvoimalla on siis matala substituutiojousto. Lisäksi mitä enemmän yleistä koulutusta ihminen saa, sitä joustavammin hän oppii uusia asioita, liikkuu työmarkkinoilla ja vaihtaa työpaikkaa, millä kaikella on vaikutusta tuottavuuteen. Henkisen pääoman määrä taloudessa vaikuttaa siis tuottavuuteen ja lopulta talouskasvuun uuden teknologian vaatimusten kautta sekä työvoiman paremman sopeutumiskyvyn vuoksi.

Inhimillisen pääoman teorian kehittäminen käynnistyi 1960-luvulla, jolloin ongelma oli tuottavuuden kasvun "jäännöksen" selittäminen työvoiman laadulla, kun muiden panosten laadun paraneminen oli jo otettu huomioon. Lähtökohta oli oletus, että koulutus parantaa ihmisten kyvykkyyttä ja että samat inhimilliset resurssit omaaville henkilöille maksetaan sama palkka. Samapalkkaisuudesta seuraa, että ihmisten suhteellinen tuottavuusero näkyy palkkasuhteissa, eli palkka vastaa rajatuottavuutta. Tällöin oletetaan myös täydellisen kilpailun toimivan, kuten tuon ajan kasvumalleissa oletettiin. Lisäksi ihmisten tulojen optimointiongelma oli suhteellisen yksinkertainen, koska yksilöille oletettiin täydellinen informaatio heidän päättäessään mm. koulutuksen määrästä. Koulutus vaikutti teoriassa aina tuottavuutta nostavasti.

3.1.2 Klassisen teorian kritiikki

1970-luvulla tätä klassista teoriaa kritisoivat mm. Arrow¹⁰ ja Spence¹¹. Tämän screening- ja sorting -kritiikin mukaan lisäkoulutuksen vaikutus tuotantoon on pienempi, kuin palkkaero ilmoittaa, eli tuottavuushyöty on pienempi kuin palkan nousu. Syynä on taitojen signalointi työnantajalle koulutuksen avulla. Osa koulutuksen vuoksi korkeammassa palkassa saatavasta yksityishyödyttä ei vastaa sosiaalista tuottavuushyötyä.

Screening- tai filter -hypoteesi on jyrkempi näkemys signaloinnista. Sen mukaan koulutuksen ainoa tehtävä on tuottaa tietoa ihmisen synnynnäisistä kyvyistä suodattamalla lahjakkaat korkeammalle yhteiskunnassa koulutuksella ja palkitsemalla nämä lopulta tutkintotodistuksella, jolla henkilö voi ilmaista työnantajalle olevansa lahjakas. Työntekijöiden tuottavuudesta saatava informaatio on epäsymmetristä, koska henkilö itse tietää kykynsä ja taitonsa, mutta jotta työnantaja saisi tiedon, on henkilön hankittava "laatutodistus" koulutuksella. Tätä hypoteesiä on vastakritisoitu sillä perusteella, että koulutus on hyvin kallis tapa kerätä tietoa ihmisten tuottavuudesta, joten koulutuksella täytyy olla muitakin vaikutuksia (Asplund 1991 s.37-38).

Toinen kritiikki on ns. sorting-hypoteesi. Sen mukaan koulutuksen vaikutus palkkaukseen johtuu sekä tuottavuuden paranemisesta että signaloinnista. Tällöin ajatellaan, että henkilöllä ei itselläänkään ole täyttä tietoa omista kyvyistään, jolloin hän voi koulutuksella saada käsityksen kyvyistään ja samalla nostaa taitotasoaan. Koulutuksen myötä syntynyt käsitys omista kyvyistä signaloidaan tietysti työnantajalle (Asplund 1991 s.39-41).

3.1.3 Henkisen pääoman mittaus

Koska inhimillistä pääomaa ei voida suoraan mitata, on käytettävä epäsuoria indikaattoreita, esim. koulutusta tai palkkaa. Palkkaan perustuvia henkisen pääoman mittareita on kehitetty klassisen teorian pohjalta empiirisen tutkimuksen työkaluiksi.

¹⁰Arrow, K.J. (1973) "Higher Education, as a Filter", Journal of Public Economics Vol. 3, No. 2

¹¹Spence, M.A. (1974) "Market Signalling: Informational Transfer in Hiring and Related Screening Processes. Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Esimerkiksi Jorgenson ym.¹² konstruoivat Törnqvist-indeksien pohjalta työtunteihin, keskituntipalkkaan sekä demografisiin ja toimialakohtaisiin tekijöihin perustuvan työvoiman laadun mitauskeinoon. Palkkaan perustuvan henkisen pääoman määrän arvioinnin hyvä puoli on, että se sisältää sekä koulutuksen että kokemuksen vaikutukset pääomaan. Toisaalta se perustuu voimakkaisiin oletuksiin markkinoiden tehokkuudesta ja tasapainoisuudesta, sillä muuten samalle pääomatasolle ei välttämättä makseta samaa palkkaa. Tasapaino-oletukset kun eivät todellisuudessa ole koskaan täysin voimassa.

Empiirisissä henkisen pääoman teoriaan perustuvissa tutkimuksissa käytetään siis usein mittarina juuri työvoiman markkina-arvoa, eli esim. tuloja (Asplund 1991: 25). Kasvututkimus puolestaan yleensä käyttää ihmisten keskimääräiseen koulutustasoon, maan koulutusinvestointeihin ym. perustuvia epäsuoria mittareita enemmän kuin HPO:n markkina-arvoon perustuvia. Eräs suora HPO-mittari, jota on käytetty empiirisessä kehitysmaiden kasvuvvertailuissa, on lukutaito, mikä mittaa suoraan tiettyä taitotasoa maassa. Kehittyneelle maailmalle tällä indikaattorilla ei kuitenkaan ole paljon sanottavaa, kun lähes kaikki osaavat lukea. Muita suoria taitotason indikaattoreita ei juuri ole käytetty kasvututkimuksessa.

3.1.4 Inhimillisen pääoman teoria ja kasvuteoria

Inhimillisen pääoman teoriassa, kuten kasvuteorioissa, oletetaan yleensä, että koulutuksella voidaan henkilökohtaista tuottavuutta parantaa. Signaalointihypoteesin mukaan näin ei olisikaan. Signaaloinnin mukaan koulutukseen pääsevät ihmiset ovat jo valmiiksi kyvykkäämpiä, joten koulutetut henkilöt ovat joka tapauksessa tuottavampia. Tällöin koulutusinvestointien erot eivät kertoisi henkiseen pääomaan sijoittamisen kasvuvaikutuksista mitään. Jos kuitenkin oletetaan, että koulutus parantaa taitoja, on koulutuksen merkitys tuottavuudelle teknologian käyttöönottamisessa, uuden oppimisessa ja toiminnan joustavuudessa olennaisen tärkeä. Signaalointia vastaan todistavat myös monet kasvun empiiriset tutkimukset, joiden mukaan enemmän koulutukseen investoivat maat kasvavat keskimäärin nopeammin.

¹²Jorgenson, D. W.; Gollop, F.M. & Fraumeni, B. (1987): Productivity and U.S. Economic Growth. North-Holland. Jorgenson on tutkinut koulutuksen kasvuvaikutuksia 1970-luvulta lähtien eri kumppaneiden kanssa.

Kasvuteorioissa yleinen palkan ja rajatuottavuuden vastaavuus-oletus ei screening ja sorting -kritiikin mukaan päde signaaloinnista johtuen. Tämän huomioon ottaminen malleissa aiheuttaisi ainakin teknisiä vaikeuksia. Tämän tutkimuksen empiirisessä osuudessa (luku 4) käytettävät HPO-mittarit väistävät rajatuottavuusoletuksen, sillä ne perustuvat koulutustasoon, jolloin oletetaan koulutuksen nostavan inhimillisen ja samalla henkisen pääoman tasoa. Poikkeuksena on tutkimus- ja kehityspanostuksen mittaaminen tutkimushenkilöstön suhteellisella määrällä. Tämän käyttö perustuu oletukseen, että tutkimuksen seurauksena talouden tietovaranto kasvaa, mikä parantaa tuottavuutta.

3.2 Henkisen pääoman allokoituminen¹³

Kaikki koulutuksella hankittu tietämys ei välttämättä kasvata tuottavuutta. Romerin ja Helpmanin (ja neoklassikkojen) teorioiden mukaan vain teknologian kehittelyyn vaikuttava koulutus on tärkeää, koska teknologian kehitys kiihdyttää talouskasvua. Tämä tarkoittaa siis ennen kaikkea tekniikan ja luonnontieteiden koulutusta.

Lahjakkuuden allokointi tarkoittaa alan valinnan ongelmaa. Jollain erityisalalla, esim. urheilussa tai taiteissa, lahjakkaille ihmisille valinta on helppo. Suurella enemmistöllä ei kuitenkaan ole mitään erityisiä kykyjä, vaan he valitsevat ns. porvarillisen ammatin, jossa voivat käyttää yleistä lahjakkuuttaan, kuten älykkyyttään ja energisyyttään. Tällaisia yleisiä kykyjä omaavat ihmiset voivat päästä huipulle monellakin eri alalla. Kaikilla aloilla vallitsevat kykyyn nähden kasvavat tuotot, eli mitä kyvykkäämpi henkilö, sitä suurempi palkka. Oletetaan, että kaikkein kyvykkäimmät ihmiset valitsevat alan, jossa huippujen tulot ovat suurimmat, eli ammatinvalintaan vaikuttavat ennen kaikkea tulo-odotukset.

Alan tulotasoon vaikuttavat useat tekijät, kuten markkinoiden koko. Toiseksi tulo-odotukset ovat paremmat alalla, jolla vähenevät skaalatuotot ovat heikommät. Mitä nopeammin skaalatuotot vähenevät, sitä vähemmän ala houkuttelee lahjakkauksia. Esimerkiksi kirurgi voi leikata potilaita enintään 16 tuntia päivässä, eli hänen toimintansa laajentaminen ja samalla tulojen lisäys

¹³Murphy, Shleifer, Vishny 1991

tulee mahdottomaksi tietyn rajan jälkeen. Sen sijaan hyvän tuotteen valmistusoikeuksia voidaan myydä periaatteessa äärettömän monelle, eli skaalatuotot eivät vähene. Kolmanneksi alan tulotasoon vaikuttaa kompensaatiosopimus; kuinka suuren osan lahjakkuutensa ansaitsemista tuloista henkilö itse saa. Suuren keksinnön tekeminen ei kannata, jos ei ole olemassa patenttijärjestelmää, jolla keksijä voi turvata itselleen ideasta koituvat tulot.

Kun markkinat ovat riittävän suuret, ja ihmiset voivat helposti perustaa yrityksiä saaden syntyvät voitot itselleen, monet valitsevat yrittäjyyden. Historiasta voidaan havaita aikakausia, jolloin yrittäjyys on ollut erityisen suosittua: Iso-Britannia teollisen vallankumouksen aikoihin, Yhdysvallat tämän vuosisadan vaihteen paikkeilla ja eräät Itä-Aasian valtiot tällä hetkellä. Monissa muissa maissa lahjakkaimmat ihmiset eivät valitse yritysmaailmaa, vaan valtion byrokratian, armeijan tai kirkon, jolloin heistä tulee ns. maksunkerääjiä (rent-seekers), eli he elävät muiden tuotannosta keräämillään palkkioilla, maksuilla ja veroilla. Mandariini-Kiinassa, keskiajan Euroopassa ja monissa nykyisissä Afrikan maissa valtion byrokratia on tarjonnut korkeimmat palkat ja hyödyt. Useissa eteläamerikkalaisissa maissa ja myös joissakin Afrikan maissa lahjakkaat pääsevät armeijan palveluksessa helpoimmin nauttimaan maansa resursseista.

Lahjakkaimpien ihmisten uravalinta vaikuttaa maan resurssien allokaatioon ja siten maan taloudelliseen kehitykseen. Jos he valitsevat yritystoiminnan, he kehittävät teknologiaa omalla alallaan, minkä seurauksena tuottavuus ja tulot kasvavat. Sen sijaan, jos he valitsevat "maksunkeräyksen" (rent-seeking), he jakavat muiden varoja uudelleen (lähinnä itselleen) eivätkä itse luo varallisuutta. Kun lahjakkaat eivät kehitä teknologisia mahdollisuuksia, talous ei kehity niin nopeasti kuin olisi mahdollista.

Kun maan terävimmät ihmiset paneutuvat esimerkiksi valtionhallintoon, he saattavat vaikuttaa negatiivisesti talouteen. Julkinen sektori paisuu ja imee samalla runsaasti resursseja muiden käytöstä, jolloin tulotaso laskee. Tämä huomataan helposti monien kehitysmaiden byrokratian suunnattomana kokona. Kun veroilla kasvatetaan byrokratiaa, muilla (tuottavammilla) aloilla ei ole niin paljon resursseja käytettävissä oman toimintansa parantamiseen. Myöskään tuotantotoiminta ei ole kovin houkuttelevaa, koska valtio vie suuren osan voitoista veroina. Lisäksi, jos valtionhallinto on parhaiten palkattua, ja siksi kyvykkäimmät hankkiutuvat sinne töihin, yrittäjiksi ajautuvat vähän heikommilla lahjoilla varustetut henkilöt, ja seurauksena tuottavuus

ja teknologia kehittyvät hitaasti.

Taloushistorioitsija David Landesin mukaan lahjakkuuden allokoituminen selittää osittain, miksi Englannissa oli teollinen vallankumous 1700-luvulla, mutta Ranskassa ei. Sama selitys sopii Afrikan ja Etelä-Amerikan heikkoon talouskehitykseen, sekä Kaukoidän NIC-maiden (Newly Industrialized Countries) nykyiseen kasvupyrähdykseen.

Murphy et al. (1991) testasivat lahjakkuuden allokoitoteoriaa 55 maan otoksella, jossa maksunkeräystä edusti lakiopiskelijoiden osuus kaikista opiskelijoista ja yrittäjyyttä insinööriksi opiskelevien osuus. Tässä tutkimuksessa pystyttiin osoittamaan, että maissa, joissa on paljon lakimiehiä, talous kasvaa hitaammin, ja toisaalta maissa, joissa on suuri insinöörien osuus, talouskasvu on nopeampaa. Näyttää siis siltä, että yksityiset hyödyt lahjakkuuden allokoinnista eroavat sosiaalisista hyödyistä. Maksunkerääjien ja tuottavuutta lisäävien ammattien määrittäminen käytännössä on erittäin hankalaa, joten empiirisen analyysin tuloksiin on suhtauduttava varauksella. Tätä selitystä on kuitenkin käytetty pohdittaessa Yhdysvaltojen heikon tuottavuuskehityksen syitä.

3.3 Tutkimus ja kehitys: tietämyksen laajennus

Aktiivinen teknologian kehitys tapahtuu pääasiassa tutkimustoiminnan ja tuotekehityksen seurauksena. Tutkimusta tehdään yliopistoissa, yksityisissä ja julkisissa tutkimuslaitoksissa, yrityksissä sekä valtionhallinnon eri organisaatioissa kuten ministeriöissä ym. Näiden eri instituutioiden toiminta voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään: perustutkimukseen ja soveltavaan tutkimukseen, joiden tärkein ero talouden kannalta on uudesta ideasta saatavan taloudellisen hyödyn viive. Soveltavasta tutkimuksesta ja tuotekehityksestä saatetaan hyötyä taloudellisesti jo alle 5 vuoden kuluessa, mutta perustutkimuksen taloudellisen tuotannossa hyödyntämisen viive on 10-20 vuotta: Teollisuudenalojen välisten tutkimuksen tietovuotojen hyödyntäminen tuotannossa tapahtuu vieläkin pidemmällä viiveellä: jopa 30 vuotta perustutkimuksen jälkeen. Näin pitkien viiveiden vuoksi esimerkiksi toisen maailmansodan aiheuttama katko perustutkimuksessa saattoi näkyä 1960- ja 1970-lukujen heikkona tuottavuuskehityksenä (Adams 1990: 676-695).

Henkisen pääoman kannalta teknologian kehitys tarkoittaa tietämyksen rajojen laajentamista, uuden tiedon luomista. Henkinen pääoma ei ole silloin pelkästään keskimääräinen työvoiman tiedon taso eli inhimillinen pääoma, jolloin yksinkertaisimman ja kouluttamattomimman ihmisen ja esim. huipputiedemiehen tietämyksen kasvu nostaisi keskimääräistä tiedon tasoa saman verran. Huippu-tietämyksen laajentumisella on todennäköisesti paljon enemmän tuotannollisia ja taloudellisia kerrannaisvaikutuksia kuin vaikkapa yhden yksilön lukemaan oppimisella. Tutkimus on myös osittain päällekkäistä koulutuksen kanssa, sillä esimerkiksi tohtoritasoinen jatko-opiskelu on samalla tärkeä osa korkeakoulujen tutkimusta.

Tutkimus- ja kehitystoiminnalla (T&K) ja kasvulla on havaittu olevan selviä yhteyksiä. OECD:n tutkimuksien mukaan tuotoksen kasvu on nopeinta T&K-intensiivisillä aloilla kuten elektroniikka, tietokoneet, lääkkeet ja tieteelliset instrumentit, koska nämä alat ovat innovaatiocyklin ensimmäisessä vaiheessa. Ne pysyvät myös pysymään tässä vaiheessa jatkuvien tuoteinnovaatioiden ansiosta. Hitaasti kasvavilla aloilla on puolestaan kaikilla matala T&K-intensiteetti (OECD 1986: 65-66).

Monissa tutkimuksissa on osoitettu, että yksityissektorin T&K:lla on sekä yksityisesti että sosiaalisesti merkittäviä tuottoja. Sosiaaliset tuotot saattavat olla jopa kaksinkertaiset yksityisiin tuottoihin nähden, jolloin tietovuotojen ulkoisvaikutuksista nauttivat oman alan lisäksi muiden alojen yritykset. Tutkimusta rahoittava yritys ei siis saa itselleen kaikkea hyötyä T&K-toiminnasta, vaan lisäksi muut yritykset ja henkilöt nauttivat niistä. Siksi markkinaehtoisien T&K:n taso ei vastaa välttämättä sosiaalista optimaalia, vaan T&K:n tukeminen saattaa olla perusteltua (OECD 1990: 61).

4 EMPIIRINEN ANALYYSI HENKISEN PÄÄOMAN VAIKUTUKSESTA OECD-MAIDEN TALOUSKASVUUN 1960 - 1988

Tässä luvussa tutkitaan lineaarisen regressioanalyysin (OLS-estimointi) avulla miten erilaisilla henkisen pääoman mittareilla voidaan selittää OECD:n taloudellista kehitystä. Perusaineistona on käytetty hintakorjattua Penn World Table -tilastoa, jonka ovat koonneet Summers ja Heston (1991). Analyysin aikajakso on 1960-1988. Kaikkien henkisen pääoman mittareiden lähteenä ovat UNESCO:n vuosikirjat vuodesta 1968 lähtien. Kaikille maille ei löytynyt kaikille tarvituille vuosille arvoa, jolloin on käytetty lähimmän saatavilla olevan vuoden lukua. Regressioanalyysien aineisto löytyy liitteestä II.

OECD-maista mukana on 22 maata (ks. maalista LIITE I). Luxemburg ei ole mukana, koska se on kokonsa vuoksi poikkeus. Islannista ei ole tarkkoja tilastoja saatavilla, ja Jugoslavia oli sosialistinen talous, joka oli ainoastaan erityisen tarkkailijajäsenen statuksella OECD:ssä.

Henkisen pääoman (HPO) roolia taloudellisessa kehityksessä tutkitaan erilaisten HPO-tason indikaattoreiden avulla. Aikaisemmissa tutkimuksissa on henkistä pääomaa kuvaamaan käytetty ns. ensimmäisen asteen koulutusta (primary school) eli suomalaista ala-asteen koulua sekä toisen asteen koulua (secondary school) eli suomalaista yläastetta, lukiota ja ammattikoulua vastaavaa koulutusta (esim. Barro 1990). Näissä tutkimuksissa pääpaino on ollut kuvata koko maailman maiden talouskasvua ja konvergenssiä. Taloudellisesti kehittyneempien OECD-maiden ollessa kyseessä voisivat talouden kehitykselle merkityksellistä henkistä pääomaa kuvata panostus ns. kolmannen asteen koulutukseen, eli opistojen, korkeakoulujen ja yliopistojen tarjoamaan koulutukseen, sekä tutkimus- ja kehitystoimintaan.

Idea käyttää koulutus- ja tutkimusinvestointeja taloudellisesti merkityksellisen HPO:n indikaattorina juontuu mm. Romerin ja Lucasin endogeenisen kasvun teorioista¹⁴. Koulutuksella nostetaan yleistä tietämyksen tasoa eli inhimillistä pääomaa taloudessa, tutkimuksella ja kehityksellä (yritysten, korkeakoulujen, valtion ja muiden organisaatioiden tutkimus- ja kehitystoiminta) laajennetaan tietämyksen rajoja ja toisaalta kehitetään parempia

¹⁴Ks lähdeluettelo: Romer, Paul ja Lucas, Robert

tuotteita. Tarkoitus on tässä luvussa vertailla eri maiden tietämystasoa ja niiden vaikutusta talouskasvuun riippumatta tiedon sitoutumismuodosta.

Estimointiin käytetään neoklassista henkisellä pääomalla laajennettua teoriakehikkoa, ja vertailupohjana tutkimukselle on ryhmän Mankiw, Romer ja Weil (1992) artikkeli Solowin kasvuteoriasta ja sen empiirisestä testauksesta. Kun koulutus- sekä tutkimus- ja kehityspanostuksella (T&K) mitataan henkisen pääoman kehitystä maan omin voimin, tuotantofunktion eksogeenisen teknologian (g) voi ajatella tarkoittavan tietovuotoa ulkomailta, eli henkisen pääoman ulkoisvaikutusta. Ulkoisvaikutuksen seurauksena tiiviissä yhteistyössä toimivat maat, kuten OECD-ryhmä, voivat konvergoida tulotasoissaan.

4.1 Mankiw'n ym. empiirisiä tuloksia

Mankiw'n, Romerin ja Weilin artikkelissa (1992) tutkitaan empiirisesti Solow'n neoklassista kasvumallia. Mankiw ym. täydentävät Solow'n mallia henkisellä pääomalla, koska vaikka alkuperäisessä mallissa säästämisen ja väestönkasvun kerrointen suunta vastaa empiriaa, niiden suuruus ei täsmää. Henkisen pääoman indikaattori on korreloitunut säästämisen ja väestönkasvun kanssa, joten ilman HPO:a kertoimet tulevat liian suuriksi. HPO:lla laajennettun mallin havaitaan selittävän yli 80 % maiden tulotasojen variaatiosta, eli erittäin paljon. Lisäksi havaittiin ns. ehdollinen konvergoituminen, eli saman teknologisen tason ja henkisen sekä fyysisen pääoman omaavat maat lähestyvät samaa tulotasoa, jolloin köyhempi maa ottaa varakkaampaa kiinni. Mankiw'n ym. mielestä Solow'n malli vastaa oikein kysymyksiin, joihin se on tarkoitettu vastaamaan.

Käytännössä Mankiw et al. estimoivat yhtälöitä (12) ja (14) (ks. s. 9) Summersin ja Hestonin Penn World Table (1988) -aineistolla. Estimointi tapahtuu OLS-menetelmällä kolmelle eri maaryhmälle. Oletetaan, että teknologinen kehitys on noin 2 % ja poistot noin 3 %. HPO:aa kuvaa toisen asteen koulutukseen osallistuvien osuus työvoimasta.

Regressioanalyysin tuloksena saadut kertoimet vastaavat suuruudeltaan ja suunnaltaan teoriaa. Selityksaste on hyvä, tulotaso-

yhtälölle (12) lähes 80 % 98 ja 75 maan otoksissa¹⁵, mutta 22 OECD-maan ryhmässä selityksaste on vain 24 %. Tämä saattaa johtua siitä, että käytetyllä toisen asteen koulutuksella ei saada riittävästi eroja esiin OECD-maiden HPO-tasoeroista. Henkisen pääoman kerroin on positiivinen ja merkitsevä kaikissa otoksissa.

Mankiw ym. testaavat yhtälöä myös rajoitettuna oletuksella, että kertoimien summa on yksi. Tätä oletusta ei tarvitse hylätä, eikä sillä ole kovin paljon vaikutusta kertoimien suuruuteen. Tämän estimoinnin mukaan tuotantofunktion parametri α olisi 0,38-0,48 ja β puolestaan 0,23, eli oletus tuotantofunktion vakioskaalatuotoista ja pääomien vähenevistä tuotoista voidaan tämän perusteella hyväksyä.

Konvergoitumiseen perustuvasta kasvuyhtälöstä (14) malli selittää noin 45 % suuremmissa otoksissa, OECD-ryhmälle korjattu selityksaste on 65 %, mikä korostaa muissakin tutkimuksissa ilmitullutta käynnissä olevaa OECD-maiden konvergoitumista. Selitykseksi on tarjottu toisen maailmansodan suurta tasapainoa järkyttäneitä vaikutuksia, jonka vuoksi taloudet ovat edelleen poissa pitkän aikavälin tasapainostaan. Kaikille otoksille kuitenkin vuoden 1960 tulotason kerroin on negatiivinen ja merkitsevä, joten konvergoitumista tapahtuisi tämän perusteella muuallakin maailmassa.

Mankiw'n ym. mielestä Solow'n malli on konsistentti kansainvälisen aineiston kanssa, kun HPO otetaan huomioon fyysisen pääoman lisäksi, ja tarjoaa siksi parhaan kehikon taloudellisen kehityksen tutkimiseen. Teknologian kehityksen, väestönkasvun ja säästämisasteen selitykset kuuluvat muihin kuin talouskasvuteorioihin tämän lähestymistavan mukaan.

4.2 Neoklassinen malli laajennettuna henkiselä pääomalla: toisen asteen koulutus

Neoklassista mallia voidaan testata todellisella aineistolla log-linearisoituna joko tulotason tai tulotason muutoksen suhteen. Mankiw ym. käyttävät artikkelissaan henkisen pääoman mit-

¹⁵98 maata: maat, joista tiedot saatavilla, mutta eivät saa suurinta osaa tuloistaan öljystä. 75 maata: maat, joista luotettavia tietoja saatavilla. Lisäksi hyvin pienet maat (Andorra, Luxemburg jne.) eivät ole mukana.

tarina toisen asteen koulutukseen osallistuvien osuutta työväestöstä. Luku muodostuu toisen asteen koulutukseen osallistuvien 12-17 vuotiaiden osuudesta kerrottuna kouluikäisen työväestön osuudella (15-19-vuotiaat). Tämä mittari on epätäydellinen, mutta jos se on suhteessa siihen tulon osaan, joka investoidaan henkiseen pääomaan, se on pätevä mittari.

Tässä Mankiw ym:n tutkimuksen laajenuksessa käytetään uusia vuosilla 1986-88 täydennettyjä arvoja muille muuttujille paitsi koulutukselle. Koska periodin laajennus on vain kolme vuotta ja toisen asteen koulutus vaikuttaa talouteen ainakin muutaman vuoden viiveellä, ei tämä aiheuttane hankaluuksia. Väestönkasvun laskentaperuste on kuitenkin erilainen verrattuna Mankiw'n ym. käyttämään. Heidän väestönsä kuului ainoastaan työikäiset ihmiset, nyt käytettyyn väestöön kuuluvat kaikki ihmiset. Tämän muuttujan tiedot saatiin PWT-aineistosta, kun taas Mankiw ym. käyttivät Maailmanpankin World Tablesia sekä World Development Reportia. Samoin BKT oli Mankiw'n ym. artikkelissa laskettu työikäistä kohden, mutta tässä on käytetty PWT-aineiston per capita BKT:ta.

Tulotason estimoinnissa muuttujina ovat investointien osuus BKT:sta (INV), Mankiw'n ym. toisen asteen koulutus (KOULU), väestönkasvu (n), teknologinen kehitys (g) ja poistot (δ) summattuna, jolloin oletetaan teknologisen kehityksen ja poistojen osuuden olevan noin 5 %¹⁶, sekä selitettävänä vuoden 1988 tulotaso per capita (Y88). Tulotaso on reaalin BKT per capita vuoden 1985 kansainvälisillä hinnoilla ketjuindeksillä laskettuna.

Estimoitava yhtälö on neoklassinen tuotantofunktio, johon on lisätty henkinen pääoma tuotannontekijäksi (Ks. johtaminen s.9). Yhtälöksi saatiin pääomien tasapainoarvoilla:

$$(12) \quad \ln\left[\frac{Y(t)}{L(t)}\right] = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha + \beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(n + g + \delta) \\ + \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_h)$$

jossa s_k ja s_h ovat osuudet säästämisestä, jotka allokoituvat fyysisen ja henkisen pääoman kasvattamiseen eli investointeihin.

¹⁶kuten Mankiw jne:ssä, koska eräiden arvioiden mukaan $g \approx 0.02$ ja $\delta \approx 0.03$, ks. QJE, May 1992 s.413

Estimointitulokset löytyvät taulukosta I (sivulla 33b yhtälö 1). Alkuperäinen teknologiataso $\ln A(0)$ ja teknologian kehitys gt yhdistyvät regression vakioksi. Regression selitysaste on vain 24,6 %, jolloin kerrointen yhtäaikaisen merkittävyydestin (F-testin) mukaan kertoimet eivät riittävän suurella todennäköisyydellä poikkea nolasta. Vapausasteilla korjattu selityskerroin on vain 12,0 %. Yksittäisetkään kertoimet eivät ole kovin vakuuttavia, sillä ainoastaan $\ln KOULU$ n kerroin on tilastollisesti merkitsevä 10 % riskillä.

Koko maailman maiden vertailussa toisen asteen koulutus saattaa olla melko kelvollinen henkisen pääoman suhdeluku, mutta koska oman mielenkiintoni kohteena ovat OECD-maat, joissa suurin osa väestöstä jo saa toisen asteen koulutusta, ei k.o. tunnusluku kerro koko totuutta henkisen pääoman investointien eroista. Regressiosta käy kuitenkin ilmi koulutuksen positiivinen vaikutus tulotasoon ja kasvuun.

Neoklassinen teoria ennustaa nk. ehdollisen konvergenssin toteutumisen, eli että samat tasapainotilan määrävät tekijät omaavat maat lähestyvät samaa tulotasoa. Toisin sanoen jos kahdessa maassa säästäminen ja pääomatasot ovat yhtä suuret, niiden tulotasot yhdentyvät ja ne kasvavat tasapainossa samaa eksogeenistä tekijöistä (esim. teknologiavuodot, väestönkasvu) riippuvaa vauhtia.

Tulotason muutoksen ja konvergenssin arviointi tapahtuu estimoimalla seuraavaa yhtälöä (Ks. s.9):

$$(14) \quad \ln[y(t)] - \ln[y(0)] = (1 - e^{-\lambda t}) \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_k) \\ + (1 - e^{-\lambda t}) \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_h) - (1 - e^{-\lambda t}) \frac{\alpha + \beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(n + g + \delta) \\ - (1 - e^{-\lambda t}) \ln[y(0)]$$

jossa $y = Y/L$, $\lambda = (n + g + \delta)(1 - \alpha - \beta)$. Tulon kasvu on siis funktio tasapainon määräävistä tekijöistä (s_k , s_h , n , g) sekä alkuperäisestä tulotasosta ($y(0)$). Nyt oletetaan, että talous ei ole tasapainokasvun tilassa, vaan konvergoitumassa siihen jonkin tasapainoa heilauttaneen tapahtuman jälkeen. Selitettävänä muuttujana on $\ln Y_{88} - \ln Y_{60}$ (taulukossa: $\ln 88 \ln 60$) ja selittäjinä samat muuttujat kuin edellä, mutta lisäksi vuoden 1960 tulotaso.

Regression tulos on taulukossa I yhtälö 2). Tulotason muutoksen arvioiminen ottaen huomioon alkuperäinen tulotaso antaa mielekkäämmän tuloksen ainakin selityskyvyltään (korjattu R^2 56 %). \ln KOULU-muuttujan korrelaatio $\ln Y_{60}$:n kanssa on 0,39, joten tulotason estimaatiossa 1) $\ln Y_{60}$:n poissaolo näkyi \ln KOULUn suurempana kertoimena. $\ln Y_{60}$:n merkitsevyyden todennäköisyys on yli 95 %, investointien on 90 % ja muut muuttujat eivät ole kovin merkitseviä. Koulutuksen kerroin on positiivinen, samoin investointien, kuten teoria ennustaakin. Alkuperäisen tulon ja väestönkasvun kertoimet ovat teorian mukaisesti negatiivisia. Kaiken kaikkiaan kertoimet eivät radikaalisti muuttuneet alkuperäisestä estimoinnista Mankiw ym. artikkelissa lisättyäni vuodet 1986-1988 estimaatioon.

Suurimmat positiiviset ennustevirheet tämä jälkimmäinen estimointi antoi Japanille ja USA:lle, jotka kasvoivat nopeammin kuin selittävien muuttujien perusteella voisi päätellä. Odotettua hitaammin kasvoivat Irlanti ja Uusi-Seelanti.

4.3 Kolmannen asteen koulutus

OECD-maiden eroja henkisessä pääomassa selvitetään nyt käyttäen mittarina kolmannen asteen koulutusta, eli opistojen, yliopistojen ja korkeakoulujen tarjoamaa koulutusta. Luku muodostuu kolmannen asteen opiskelijoiden osuudesta ikäluokasta (enrollment rate). Vuosien 1960, 1965, 1970, 1975, 1980 ja 1985 osuuksista otettiin keskiarvot, joista muodostui muuttuja OPISK.

Koulutuspanostuksen käyttö HPO-indikaattorina ei ole täysin ongelmatonta. Tarkkoja tilastoja ei ole aina OECD-maistakaan, koulutuksen tehokkuus ja tutkintojen taso vaihtelee maittain, ja lisäksi kaikki koulutus ei lisää tuottavuutta, vaan esimerkiksi filosofian, uskonnon ja kirjallisuuden opiskelun voidaan toisinaan katsoa olevan kulutusta. Oletetaan kuitenkin, että koulutettu työvoima on tuottavampaa, nopeammin oppivaa sekä joustavammin uusiin tilanteisiin sopeutuvaa kuin kouluttamaton työvoima.

Testataan korkeakoulutuksen taloudellista vaikutusta kahdella tavalla edellisen luvun mukaisesti log-linearisoituna ensin vuoden 1988 tulotaso selitettävänä muuttujana ($\ln Y_{88}$), taulukossa I yhtälö 3), sitten tulotason muutos 1960-1988 selitettävänä ($\ln 88 \ln 60$), yhtälö 4). Henkisen pääoman indikaattorina on nyt kolmannen asteen opiskelijoiden osuus ikäluokasta (\ln OPISK).

REGRESSIOANALYYSIEN TULOSTUKSET

TAULUKKO I

A) NEOKLASSINEN REGRESSIO

	lnY88	lnY88 -lnY60	Vakio	lnINV	lnKOULU	lnOPISK	lnT&K	ln(n+g+δ)	lnY60	R ²	R ² (korjattu vap.asteilla)
1)	Y	-	7.378 (2.540)	0.175 (0.380)	0.619 (1.263)	-	-	-1.275 (-1.339)	-	0.25	0.12
2)	-	Y	2.743 (1.691)	0.453 (2.059)	0.131 (0.736)	-	-	-0.675 (-2.304)	-0.344 (-4.410)	0.64	0.56
3)	Y	-	5.401 (3.456)	0.468 (1.414)	-	0.775 (9.337)	-	-0.791 (-1.735)	-	0.70	0.65
4)	-	Y	3.049 (2.686)	0.508 (2.660)	-	0.319 (2.798)	-	-0.617 (-2.560)	-0.499 (-4.990)	0.75	0.69
5)	Y	-	6.171 (3.348)	-0.097 (-0.429)	-	-	0.390 (6.977)	-0.718 (-1.143)	-	0.75	0.71
6)	-	Y	3.440 (2.748)	0.274 (1.615)	-	-	0.151 (1.902)	-0.620 (-1.881)	-0.517 (-3.972)	0.71	0.65

(t-arvot suluissa regressiokertoimen alla. t-arvojen laskemiseen käytetty Whiten heteroskedastisuuskonsistentteja keskihajontoja.)

TAULUKKO II

B) TAVALLINEN REGRESSIO

	KASVU	VAKIO	INV	OPISK	T&K	KOULU	n	Y60	R ²	R ² (korjattu vap.asteilla)
7)	Y	0.021 (2.523)	0.080 (2.623)	0.053 (2.628)	-	-	-0.298 (-1.440)	-0.004 (-5.544)	0.72	0.66
8)	Y	0.038 (3.961)	0.027 (0.801)	-	0.049 (2.247)	-	-0.294 (-1.334)	-0.004 (-5.186)	0.72	0.66
9)	Y	0.030 (2.966)	0.050 (1.555)	0.038 (1.950)	0.035 (1.431)	-	-0.305 (-1.431)	-0.004 (-5.874)	0.78	0.71
10)	Y	0.029 (2.765)	0.061 (1.730)	-	-	0.009 (0.054)	-0.276 (-1.129)	-0.003 (-3.995)	0.60	0.50
11)	Y	0.028 (3.211)	0.102 (3.783)	0.095 (4.257)	-	-0.194 (-2.764)	-0.298 (-1.492)	-0.004 (-7.003)	0.81	0.75

(heteroskedastisuuskorjatut t-arvot suluissa kertoimen alla)

Tulotason estimaatiossa OPISK eli korkeakoulutus osoittautui tilastollisesti hyvin merkitseväksi selittäväksi muuttujaksi, lisäksi sen regressiokerroin oli melko suuri (ks. taulukko I, yhtälö 3)). Korkeakoulutus oli kuitenkin hyvin vahvasti korreloitunut vuoden 1988 tulon ($\ln Y_{88}$) kanssa (korrelaatio 0.78!), joten regressio ei välttämättä kerro syy-seuraus -suhteesta kovin paljon. Saattaahan olla, että koulutus ei vaikuta talouden kehitykseen vaan päinvastoin; niissä maissa opiskellaan, joissa on varaa. Tällöin opiskelu olisi kulutus- eikä investointihyödyke.

Regression selityskyky on silti hyvä verrattuna toisen asteen koulutukseen, korjattu R^2 oli 65 %, kolmannen asteen koulutus kertoo siis enemmän OECD-maiden talouskasvueroista. Tosin on otettava huomioon suuri korrelaatio alkuperäisen tulotason ($\ln Y_{60}$) ja OPISK-muuttujan välillä, mistä syystä tässä estimoinnissa OPISK:n suuri kerroin ja selitysaste kertoo myös Y_{60} :n vaikutuksesta.

Tässä yhteydessä ei testattu yhtälöä kertoimien summan rajoituksella (summan olisi teorian mukaan oltava nolla), kuten Mankiw ym. tekivät, mutta tämänkin estimaation mukaan investointien ja opiskelun kertoimien perusteella vakioskaalatuotot olisivat voimassa: $\alpha = 0,209$ ja $\beta = 0,346$ eli pääomien rajatuotot olisivat vähenevät.

Kasvuyhtälössä tulotason muutoksen selittäjänä on taas investointien, korkeakoulutuksen ja eksogeenisten muuttujien lisäksi alkuperäinen tulo eli $\ln Y_{60}$. Vuoden 1960 tulo korreloi voimakkaasti kolmannen asteen opiskelun kanssa, eli jossain määrin opiskelu näyttäisi olevan luonteeltaan kulutusta eikä investointia, vaikka sillä kuitenkin lienee suuri merkitys tulevaisuuden kehitykselle. Tulotason muutoksen $\ln 88 \ln 60$ kanssa opiskelu korreloi negatiivisesti.

Varsinaisessa regressiossa korkeakoulutuksen negatiivinen korrelaatio vaihtuu positiiviseksi ja merkitseväksi regressiokertoimeksi. OPISK:n kerroin pienenee, kun $\ln Y_{60}$ otetaan mukaan, mutta merkitsevyys on silti hyvä. $\ln Y_{60}$:n kerroin on negatiivinen, mikä puoltaa konvergenssia: mitä suurempi tulo vuonna 1960 sitä hitaampi talouskasvu. Kaikki kertoimet ovat neoklassisen teorian mukaisia, joten kun oletetaan teknologinen kehitys eksogeeniseksi ja henkisen pääoman vaikutus endogeeniseksi, voidaan hyvällä selitysasteella (korjattu $R^2=69$ %) kuvata talouskasvuprosessia. Kolmannen asteen koulutus näyttää antavan varsin hyvän kuvan OECD-maiden henkisestä pääomasta.

Suurimmat poikkeamat regression ennustuksista osuvat jälleen Japanille (positiivinen ennustevirhe), Irlannille ja Uudelle-Seelannille (negatiiviset virheet). Näillä mailla ilmeisesti talouteen vaikuttaa jokin muu tekijä käytettyjen muuttujien lisäksi. Yhteiskunnallinen tilanne, luonnonvarat ja kulttuuri saattavat olla näitä regressiosta puuttuvia muuttujia. Kuitenkin nämä ennustevirheet ovat pienempiä kuin toisen asteen koulutuksen tapauksessa, joten korkeakoulutuksella päästään lähemmäksi OECD-maiden todellisuutta.

4.4 Tutkimus- ja kehitystoiminta talouden tietämyksen ja taitojen mittarina

Oletetaan Romerin ja Helpmanin teorioiden mukaisesti, että tutkimustoiminta on yksi teknologisen kehityksen syistä ja että teknologinen kehitys on pitkän aikavälin talouskasvun tärkeimpiä tekijöitä. Tällöin voidaan tutkimus- ja kehitystoimintaa (T&K) käyttää osaamiseen liittyvän henkisen pääoman ja teknologian kehittymisen mittarina. Esimerkiksi D. Neven on arvioinut HPO-varantoa ja erikoistumista HPO-intensiiviseen tuotantoon empiirisesti juuri T&K-henkilöstön osuuden perusteella¹⁷.

Tutkimuksen kautta maille tulee uusia rooleja OECD-maiden ryhmässä. Voidaan havaita teknologiajohtajia ja seuraajia, johtajat luovat tietoa ja seuraajat kopioivat sitä, sillä T&K keskittyy suuriin maihin. Ns. G7-maat rahoittavat 91 % T&K:sta, vaikka niiden bruttokansantuotteet muodostavat vain 84 % OECD:n kokonaiskansantuotteesta (OECD 1989: 9). Pienet maat investoivat suhteessa enemmän traditionaalisiin investointeihin kuin tutkimukseen. Niillä teknologian ja samalla henkisen pääoman tuonti mahdollistaa muiden tutkimuksesta hyötymisen.

T&K-toimintaa voidaan arvioida kolmenlaisten indikaattorien avulla: panos-, tuotos- ja vaikutusindikaattorien. Panosmittarina voidaan käyttää rahallisia ja henkilöllisiä sijoituksia, tuotosta mitataan patenteilla ja teknologian maksutaseilla, vaikutusmittareita voisivat olla T&K-intensiivisten tuotteiden kauppa, talouden tuottavuuslaskelmat ym. (OECD 1986: 48)

Tutkimuksen tuottavuutta voidaan tutkia patenttien perusteella,

¹⁷Damien J. Neven 1990, "Gains and Losses from 1992", Economic Policy, no. 10

mutta patenttikäytäntö on erilainen eri maissa. Joissakin maissa patentoidaan pienimmätkin lisäykset olemassaolevaan teknologiaan, toisissa taas vain todella mullistavat keksinnöt markkina-tilanteesta riippuen. Teknologiataseella, eli kansantalouden taseella, jolla seurataan teknologian vientiä ja tuontia¹⁸, voidaan ajatella mitattavan maan suhteellista etua T&K:ssa ja teknologiaintensiivisillä aloilla ja siten tutkimuksen "onnistumista". Teknologiatase oli esim. vuonna 1983 positiivinen vain USA:lla, Ruotsilla, Iso-Britannialla ja Tanskalla. Vastoin odotuksia Japaninkin tase oli 80-luvulla useimmiten negatiivinen, eli Japani maineestaan huolimatta toi teknologiaa enemmän kuin vei, tosin alijäämä pieneni jatkuvasti. USA oli ainakin 80-luvulla edelleen teknologian leviämisen pääasiallinen keskus. Teknologiataseindikaattorin käytön ongelmana on silti heterogeeninen sisältö, minkä vuoksi kansainvälinen vertailu ei ole helppoa (OECD 1986: 53-55).

Tässä työssä mitattiin T&K-panostusta T&K-henkilöstöllä, eli niiden tiedemiesten ja insinöörien lukumäärällä, jotka työskentelevät tutkimuksessa, ja tämä luku suhteutettiin väestön kokoon. Näin vältettiin hintakorjausongelmat. Estimaatiossa käytetty muuttuja T&K on vuosien 1971, -80 ja -85 arvojen keskiarvo, kuitenkin niin, että vuoden 1971 arvo on painotettu kahdella. Tämä siksi, että loppuperiodin arvot eivät painottuisi suhteettomasti. Kattavia tilastoja ei ole 1960-luvulta olemassa, mutta oletetaan, että radikaaleja heilahteluja ei tutkimuspanostuksessa ole tapahtunut 60-luvulla, vaan maiden keskinäiset suhteet vastasivat suunnilleen vuoden 1971 tilannetta. Tähän viittaavat ne harvat tilastot, joita 1960-luvulta on saatavilla. Tutkijoiden lukumäärä, joka on panosindikaattori, ei kerro välttämättä tutkimuksen tasosta, mikä saattaa hämärtää vaikutusta kasvuun. Eri maissa tutkijoilla on myös erilaiset aineelliset resurssit käytössään, mikä vaikuttaa tutkimuksen tuottavuuteen. Lisäksi tutkimuksen arvostus ja palkkaus vaihtelevat, joten tutkimukseen hakeutuvien ihmisten kyvyt vaihtelevat.

Neoklassisen mallin mukainen tulotason T&K-regressio eli yhtälö 5) selitti 71 % vaihtelusta. Erikoista tässä oli investointien kertoimen kääntyminen negatiiviseksi. Regressio 6) estimoi taas tulotason muutoksen yhtälöä eli steady state -tilan lähestymistä. Tämä selitti 65 % vaihtelusta ja Y60:n sekä T&K:n kertoimet olivat merkitseviä 95 % tasolla. Verrattaessa yhtälöitä 5) ja 6)

¹⁸ Patenttien siirron, lisenssisopimusten, tieto-aidon siirron ja teknisen avustuksen aiheuttamat tulot ja menot

kolmannen asteen koulutuksen yhtälöihin 3) ja 4) huomataan, että tutkimuksella ja korkeakoulutuksella voitiin selittää T&K-mittarin puutteista huolimatta suunnilleen yhtä paljon eroista OECD-maiden tulotasojen kehityksessä ja selvästi enemmän kuin toisen asteen koulutuksella. Tutkimus- ja kehitystoiminnalla voidaan siis kuvata melko hyvin talouskasvua teknologian ja henkisen pääoman osalta OECD-maissa.

4.5 "Tavallinen" regressio

Vertailun vuoksi kokeiltiin tavallista regressioanalyysiä: Miten talouskasvua voidaan selittää fyysisellä ja henkisellä pääomalla, väestönkasvulla ja alkuperäisellä tulotasolla (kuten esim. Barro 1990). Tulokset ovat taulukossa II. Ensin HPO-mittarina oli korkeakoulutus: investoinneilla, alkuperäisellä tulotasolla, väestönkasvulla ja kolmannen asteen koulutuksella (INV, Y60, n ja OPISK) selitettiin muuttujaa KASVU, joka on keskimääräinen vuotuinen per capita bruttokansantuotteen prosentuaalinen kasvu 1960 ja 1988 välillä. Tulokseksi saatu yhtälö (yhtälö 7) selitti 66 % vaihtelusta. Kaikkien muuttujien paitsi väestönkasvun kertoimet ovat 5 % tasolla merkitseviä.

Toisen asteen koulutus selitti jälleen heikoimmin käytetyistä HPO-indikaattoreista, vain 50 % vaihtelusta yhtälössä 10). Toisen ja kolmannen asteen koulutuksen yhteinen selittävyys oli sen sijaan kaikkein paras, 75 % (yhtälö 11). KOULU sai yllättäen negatiivisen kertoimen. T&K-yhtälö 8) selitti 66 % vaihtelusta. Korkeakoulutuksen lisääminen tähän yhtälöön paransi jälleen selittävyyttä 5 % verran (yhtälö 9).

Mielenkiintoisia tuloksia saatiin myös jättämällä eri muuttujia vuorotellen pois yksi kerrallaan. Kaikkein vähiten selitysstetta muutti väestönkasvun poisjättäminen. Regressio ilman väestönkasvua selitti 70 %, ilman investointeja 61 % jos HPO-mittarina oli OPISK, ja 71 % jos T&K. T&K:n ja investointien välinen korrelaatio on 0,23, mutta opiskelun ja investointien välinen -0,30 mikä selittänee tulosta. Ilman mitään HPO-muuttujaa selitysstete oli 61 %, ja ilman vuoden 1960 tuloa vain 23 %. Alkuperäisen tuloa poisjättämisen suuri vaikutus voitaneen tulkita melko vahvaksi ja merkitykselliseksi konvergenssiksi OECD-maiden keskuudessa.

Kokonaisuutena suora regressioanalyysi toimi suunnilleen samoin kuin neoklassinen yhtälö selitettäessä talouskasvua.

5 SUOMEN VERTAILU MUIHIN OECD-MAIHIN

Tässä luvussa tutkitaan tarkemmin regressioanalyysin aineistoa ja verrataan Suomea henkisen ja fyysisen pääoman ja toisaalta talouskasvun kannalta muihin OECD-maihin.

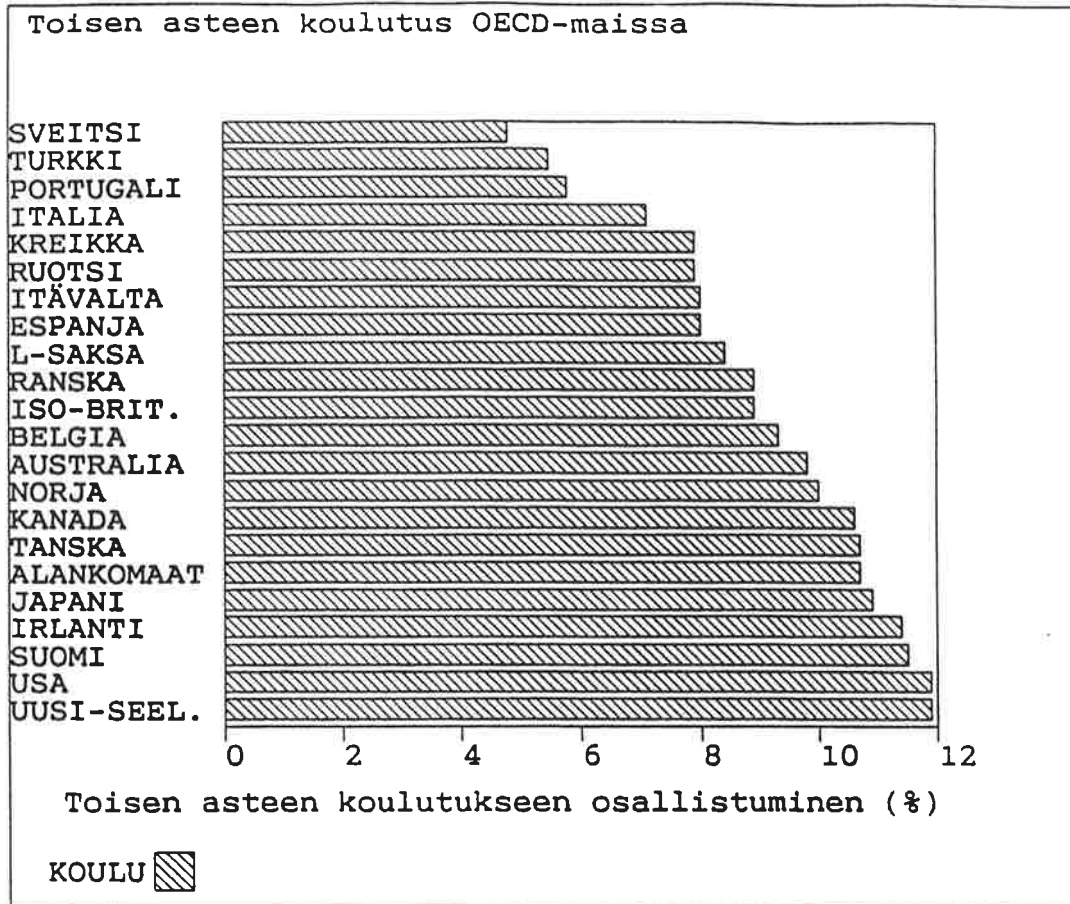
5.1 Investoinnit henkiseen ja fyysiseen pääomaan

Suomi on monien pienten maiden tavoin erikoistunut aloihin, joilla on matala tutkimusintensiteetti, eli Suomella on tällaisilla aloilla positiivinen kauppataase. Muilla aloilla, tutkimuksen suhteen keski- ja korkeaintensiteettisillä, Suomen kauppataase on negatiivinen (OECD 1986: 67). Dynaamisessa kilpailukyvyssä Suomessa on kuitenkin tapahtumassa muutos 1980-luvulta lähtien. Suhteellinen etumme on siirtymässä koulutetun työvoiman aloille. Tutkimusintensiiviset sektorit eivät kuitenkaan edelleenkään ole vahvistumassa (Kajaste 1991).

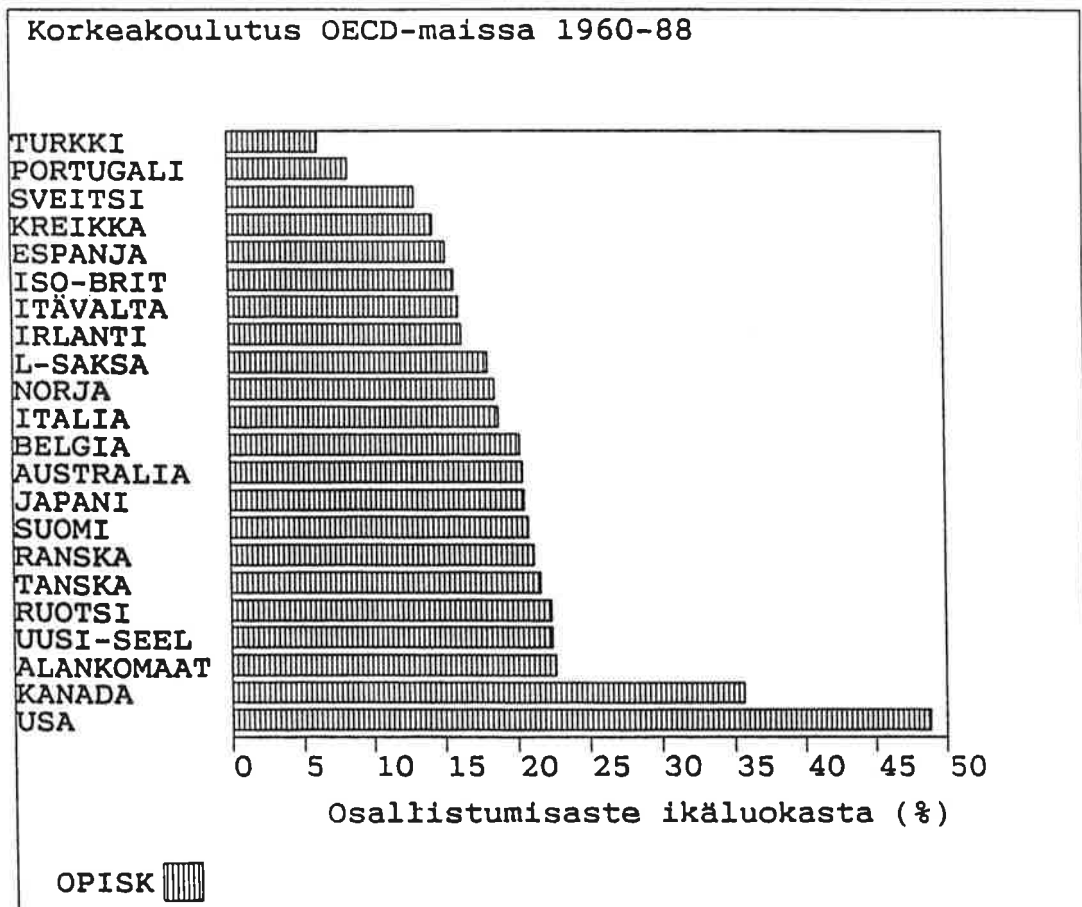
Toisen asteen eli keskiasteen koulutus (koulutukseen osallistuvien osuus koko väestöstä) vaihtelee OECD-maissa Sveitsin 4.8 prosentista Uuden-Seelannin ja USA:n 11.9 prosenttiin (Ks. kuva 1). Sveitsin koulutuspanostus on jopa Turkia alhaisempi! OECD:n keskiarvo on 9.1 %. Suomi sijoittuu vertailussa kärkipäähän (11.5 %).

Maiden välinen vaihtelu korkeakoulutuksessa on suuri. Korkeakoulutukseen osallistumisasteen (osallistujien osuus ikäluokasta) keskiarvo on OECD:ssä 19.9 %, alimmat prosenttiluvut ovat Turkilla (6.5 %) ja Portugalilla (8.4 %), kun taas USA (48.8 %) ja Kanada (35.6 %) ovat panostaneet koulutukseen jo pitkään runsaasti (Ks. kuva 2). Yllättävää on jälleen Sveitsin heikko koulutustaso. Suomen osallistumisaste on 20.8 %, mikä on melko lähellä keskiarvoa. Vaikka Suomi on kasvattanut rajusti koulutuspanostaan (neljänneksi suurin osallistumisaste 1985), ei nyt työelämässä päättäjänä olevien ihmisten ikäluokka ole keskimäärin erityisen korkeasti koulutettu. Osallistumisasteen nopea kasvu kuitenkin selittää koulutusintensiivisten alojen vahvistumista. Vuonna 1960 korkeakoulutuksen osallistumisaste oli vain 7.4 %. Tämän mittarin vertailukelpoisuutta tosin hämärtävät maiden väliset erot korkeakoulutukseksi laskettavissa koulutusmuodoissa. Esimerkiksi Yhdysvaltojen ja Kanadan korkeakouluista osa laskettaisiin todennäköisesti Euroopassa opistotasoisiksi eli toisen asteen koulutukseksi.

KUVA 1



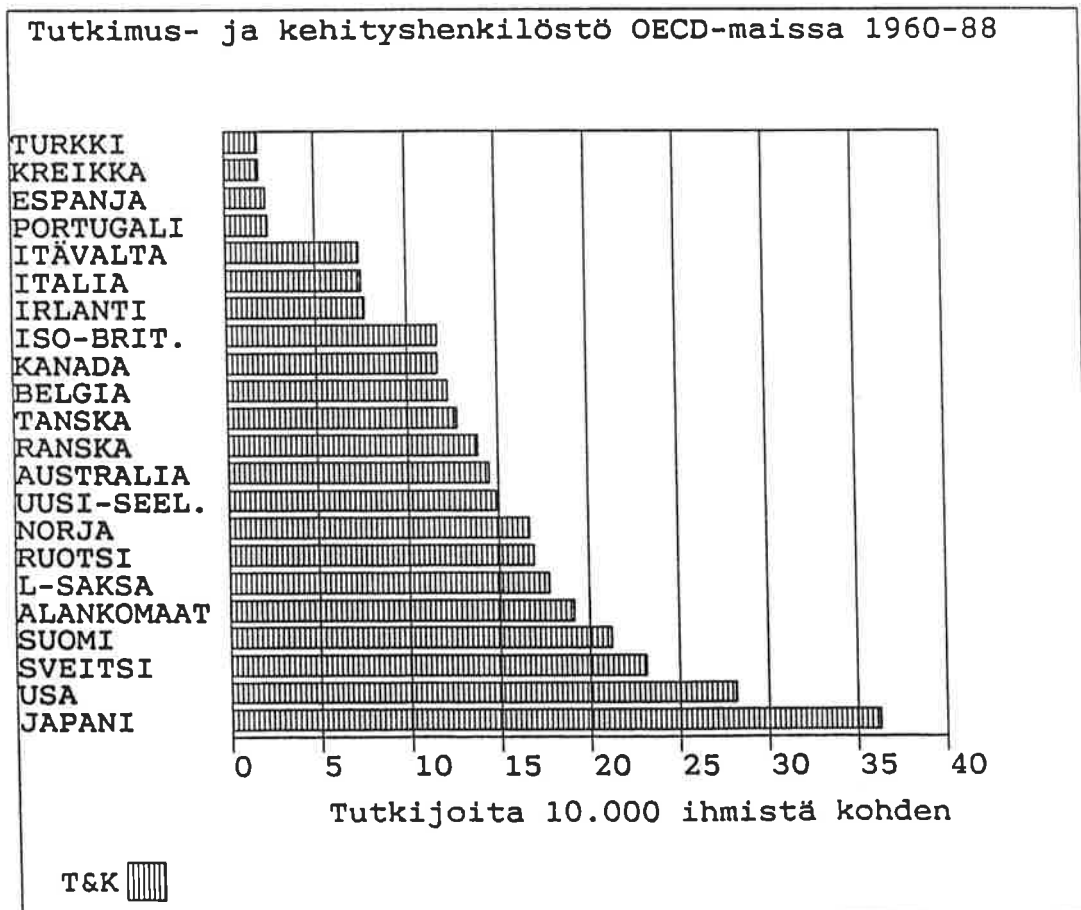
KUVA 2



Muuttujan T&K (tutkimus- ja kehityshenkilöstö) keskiarvo puolestaan on OECD:ssä 14.5 tutkijaa 10 000 ihmistä kohden, mutta tässäkin on selviä eroja suurten tutkimusmaiden ja muiden välillä. Ylivoimainen johtaja on Japani (36.2 tutkijaa per 10000 ihmistä), seuraavana USA (28.2) ja kolmantena Sveitsi. Sveitsi on investoinut selvästi enemmän tutkimukseen kuin muuhun henkiseen pääomaan. Sveitsin korkeaa tulotasoa voisi tämän perusteella selittää ainakin osittain korkeatasoisella tutkimuksella, jonka avulla maa pärjää kansainvälisessä kilpailussa.

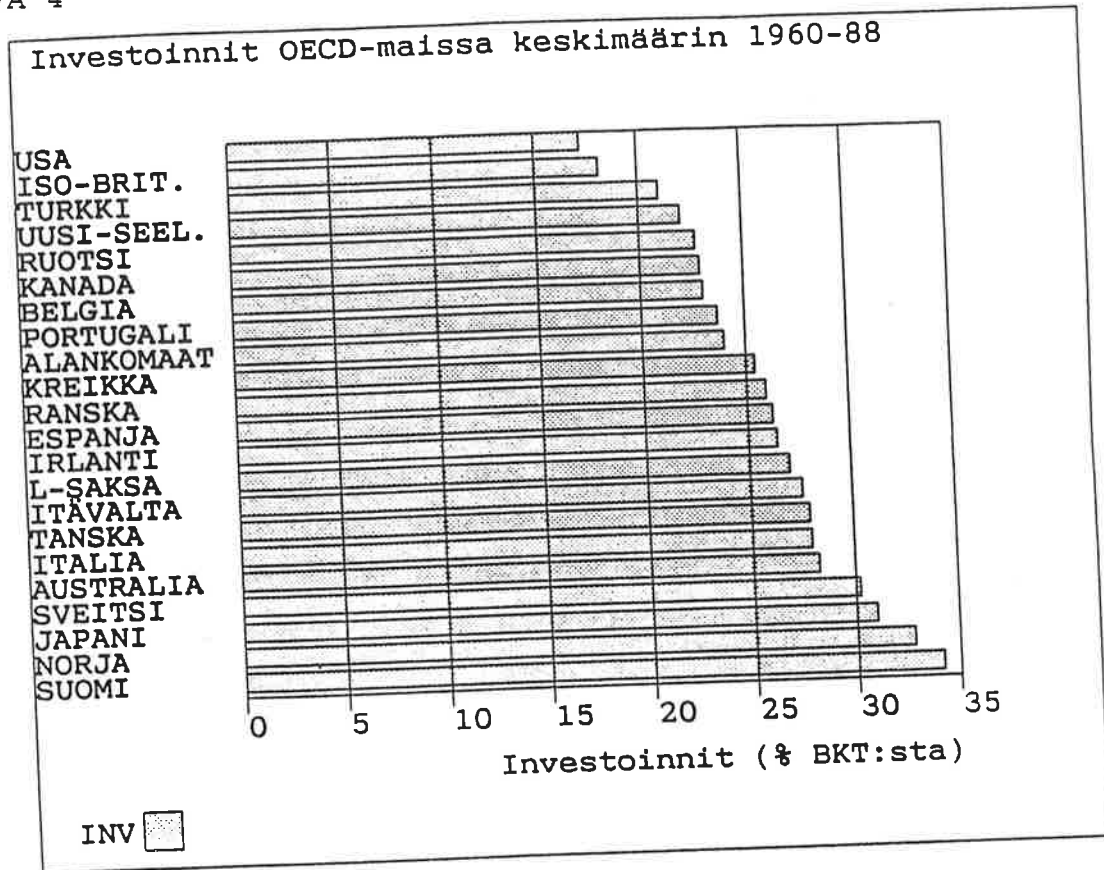
Suomessa on, yllättävää kyllä, neljänneksi eniten T&K-henkilöstöä (21.2). Tutkimuksenkin suhteen Suomi on 1960-luvulla ollut vaatimattomalla tasolla: 9.4 tutkijaa 10 000 ihmistä kohden. 1980-luvulla tutkimus on kuitenkin kasvanut valtavasti: 1980 17.7 tutkijaa, 1985 48.2. Vuonna 1985 Suomen tutkijapanostus oli OECD:n suurin! Tämän perusteella Suomi näyttää pyrkivän korkean teknologian maiden joukkoon. Tosin aineelliset resurssit saattavat rajoittaa tutkimuksen tuottavuutta, suomalaisten yritysten rahalliset T&K-panostukset eivät ole kansainvälisissä vertailuissa olleet suhteellisesti yhtä korkeita (Ks. kuva 3).

KUVA 3



Suomessa investoidaan paljon myös fyysiseen pääomaan. Fyysiset investoinnit olivat PWT-aineiston mukaan 1960-88 jopa maailman korkeimmat; noin joka kolmas ansaittu markka investoidaan edelleen (Ks. kuva 4).

KUVA 4



Vuosien 1960-88 keskimääräinen korkeakoulutuksen kattavuus on Suomessa hyvää keskitasoa muihin OECD-maihin nähden, mutta investoinnit tutkimuksen henkilöstöön ja alempaan koulutukseen ovat olleet huippuluokkaa. Lisäksi fyysiset investoinnit ovat olleet maailman korkeimmat. Panosindikaattoreilla ei tietysti voida sanoa mitään investointien tehokkuudesta ja tuottavuudesta, mutta tämän aineiston perusteella Suomelta odottaisi nopeaa kasvua ja konvergoitumista korkeaan tulotasoon, sekä tutkimusintensiivisten alojen suhteellisen edun kehittymistä.

Kaikissa analyyseissä Suomen toteutunut tulotaso, tulotason muutos tai kasvu oli kuitenkin pienempi, kuin regressiot ennustivat (ks. taulukko III). Maailman korkeimpiin kuuluvien sekä henkisen että fyysisen pääoman investointien seurauksena Suomen kasvun olisi pitänyt olla nopeampaa. Investointimme eivät siis tuota kansantaloudellisessa mielessä yhtä paljon kuin muualla maailmassa.

Taulukko III: Suomen tulotason ja talouskasvun ennusteiden vertailu toteutuneeseen

SUOMEN TULOTASO

Toteutunut Y88: 12 360 USD

Ennusteet tulotasoestimoinnin mukaan (yhtälö 12):

Toisen asteen koulutus	->	14 371
Kolmannen asteen koulutus	->	14 200
Tutkimus ja kehitys	->	14 243

Ennusteet konvergenssiestimoinnin mukaan (yhtälö 14):

Toisen asteen koulutus	->	13 282
Kolmannen asteen koulutus	->	13 496
Tutkimus ja kehitys	->	13 442

SUOMEN TALOUSKASVU

Toteutunut KASVU 1960-88: 3,5 %

Ennusteet:

Toisen asteen koulutus	->	3,8 %
Kolmannen asteen koulutus	->	4,0 %
2. ja 3. asteen koulutukset yhdessä	->	3,8 %
Tutkimus ja kehitys	->	3,9 %
T&K ja OPISK yhdessä	->	4,1 %

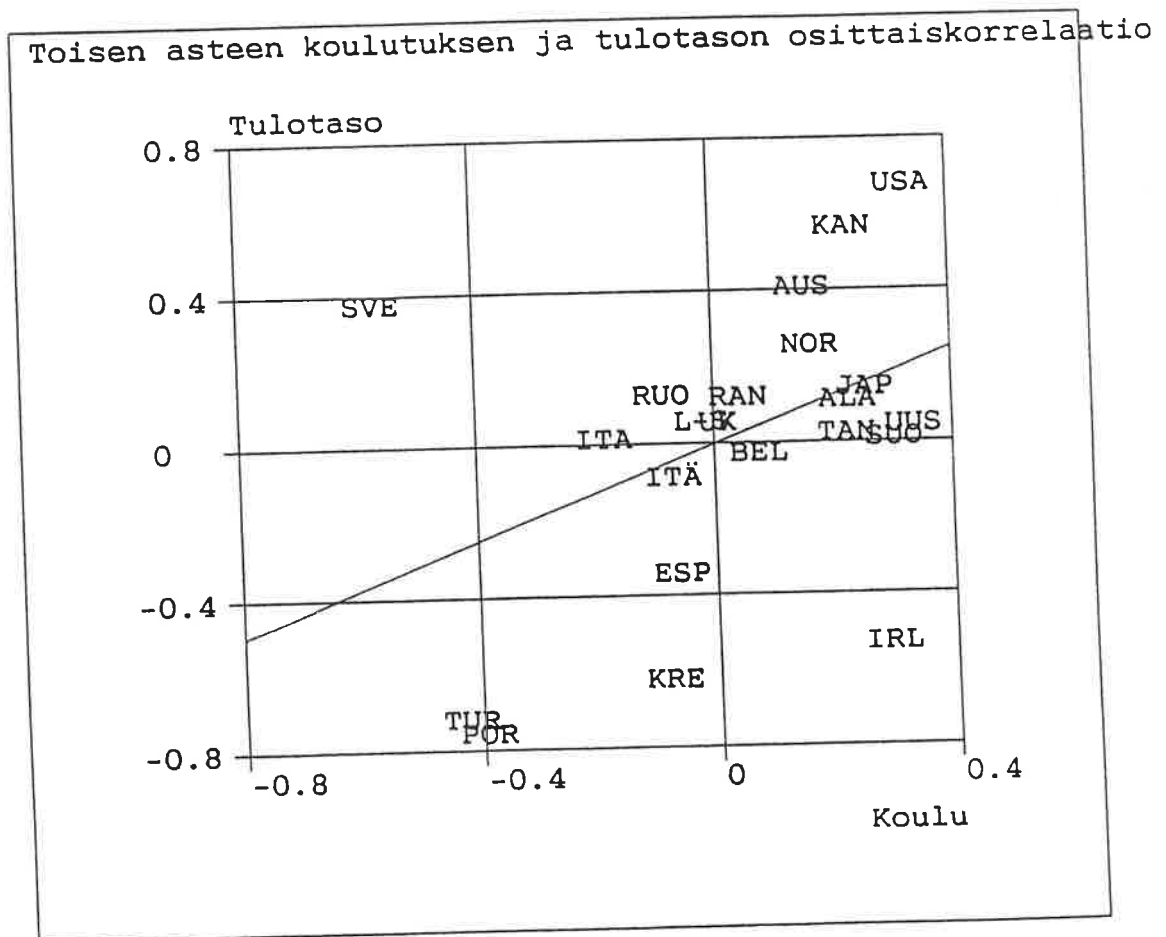
Ennusteissa oli systemaattisia eroja estimointiyhtälön mukaan: alkuperäisen tulon eli konvergenssin huomioonottaminen antoi jälleen parempia ennusteita. Eri henkisen pääoman mittareilla ei voi havaita selviä eroja ennustuskyvyssä. Talouskasvun ennusteet on saatu "tavallisen" regressioanalyysin tuloksista, joissa selitettiin talouskasvua investoinneilla, väestönkasvulla, vuoden 1960 tulotasolla ja eri henkisen pääoman mittareilla. Kovin selkeää johtopäätöstä ei ennusteista voi vetää, paitsi että Suomen kansantalouden olisi panostusten perusteella pitänyt kasvaa nopeammin.

5.2 Osittaiskorrelaatiot

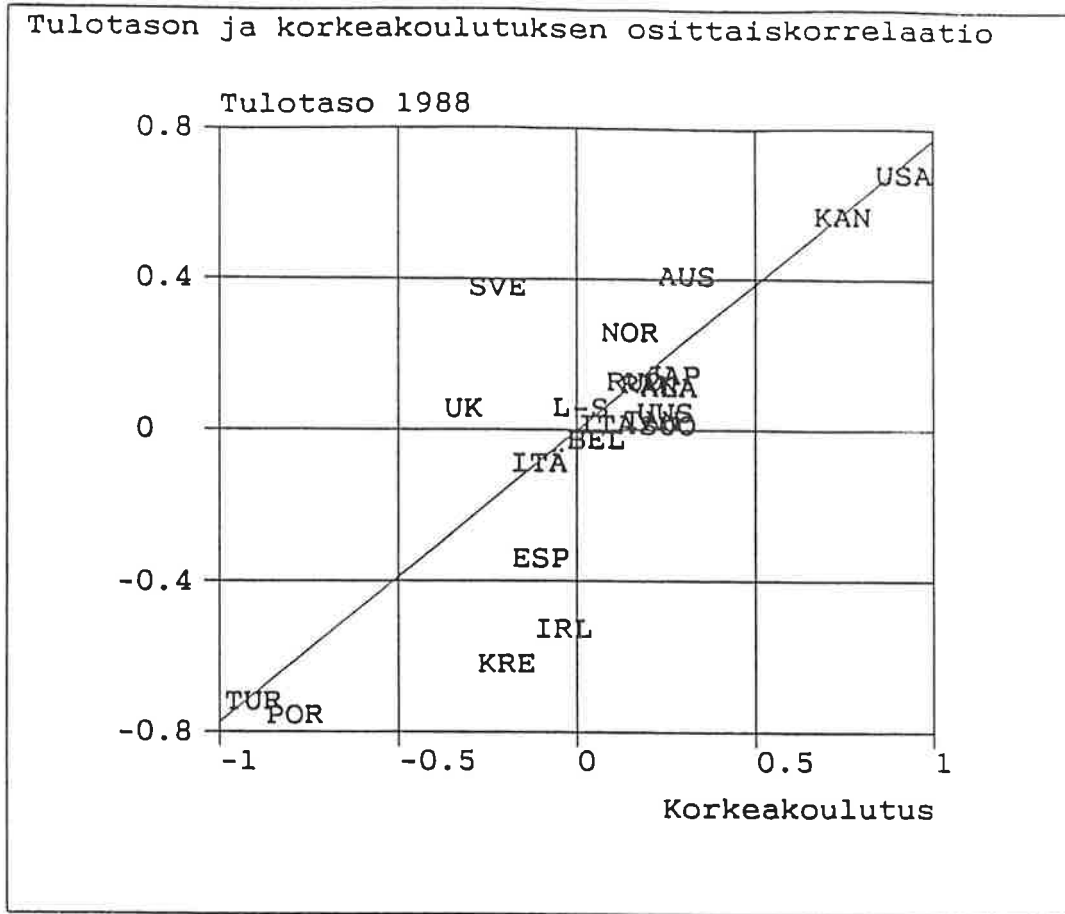
Seuraavaksi selvitetään henkisen pääoman osuutta Suomen heikkoon menestykseen laskemalla HPO:n indikaattoreiden ja tulotason sekä kasvun osittaiskorrelaatiot. Materiaalina käytetään edellisessä luvussa käsiteltyä neoklassisen estimoinnin aineistoa.

Tulotason ja HPO-muuttujien osittaiskorrelaatiot olivat erittäin suuret, mutta näihin on suhtauduttava varauksella, koska ilmeisesti koulutuksen arvostus riippuu maan varallisuustasosta, eikä kerro syy - seuraus -suhteesta. Tulotasoestimoinnissa oletetaan vallitsevaksi steady-state -tila, joka ei tunnu OECD-maissa pitävän paikkaansa, koska ehdollista konvergoitumista tapahtuu edelleen. Tulotason osittaiskorrelaatiot näkyvät kuvissa 5, 6 ja 7. Maat on merkitty nimen kolmella ensimmäisellä kirjaimella (paitsi Länsi-Saksa L-S ja Iso-Britannia UK), ja sijainti kuvassa on ensimmäisen kirjaimen kohdalla. Huomattavaa on, että Suomi sijoittuu kaikissa näissä kuvissa korrelaatio-suoran alapuolelle, eli tulotaso ei vastaa henkistä pääomaa.

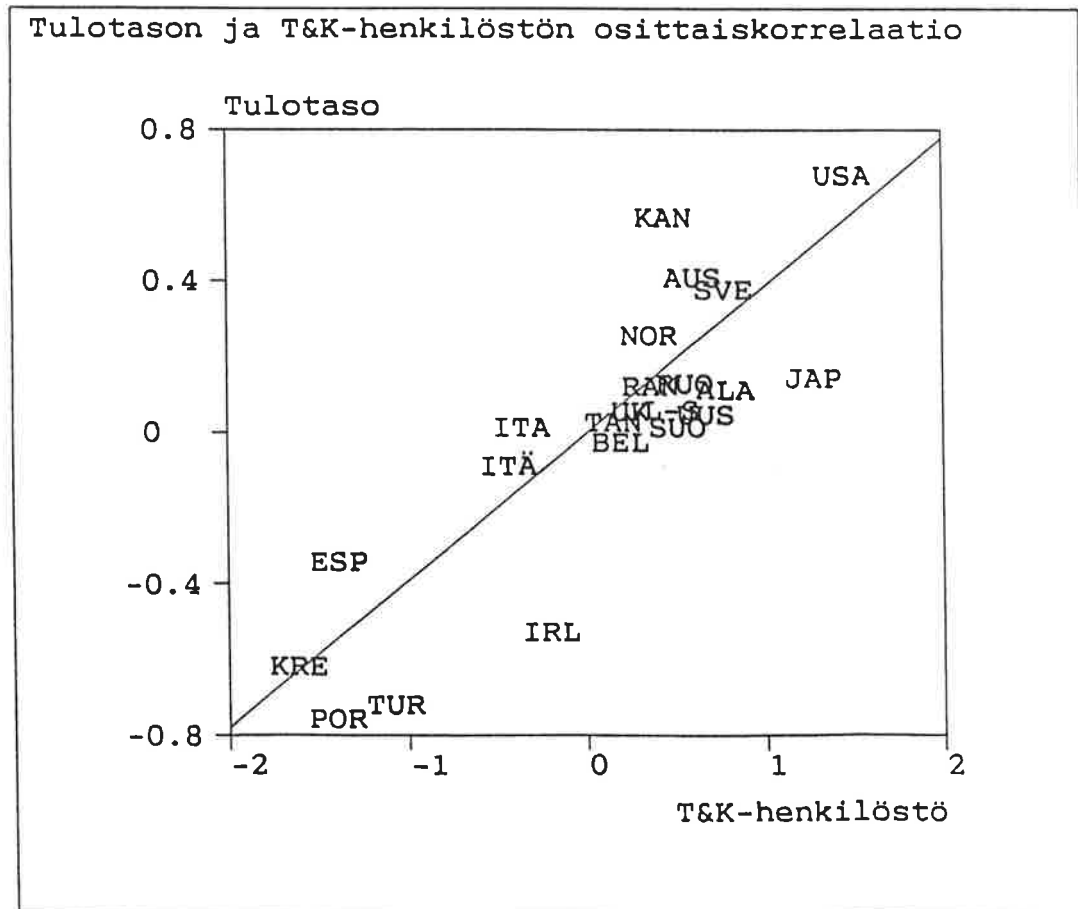
KUVA 5



KUVA 6

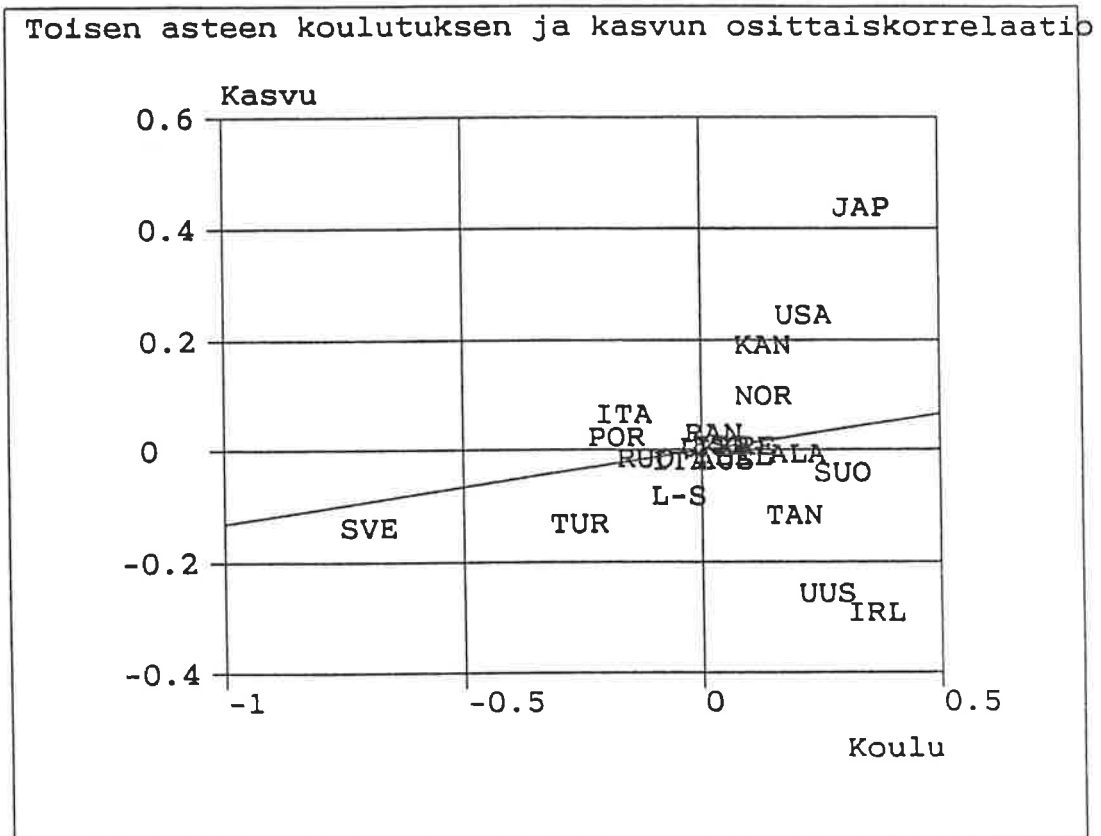


KUVA 7



Kasvun ja HPO-muuttujien osittaiskorrelaatioanalyysi vaikuttaa luotettavammalta, koska näiden muuttujien väliset tavalliset korrelaatiot eivät ole niin suuret. Kasvun ja toisen asteen koulutuksen osittaiskorrelaatio oli 19.8 %, ks. kuva 8. Tämä ei valaise tilannetta kovin paljon, koska esimerkiksi Japani ja Irlanti ovat samalla panostuksella päätyneet hyvin kauas toisistaan.

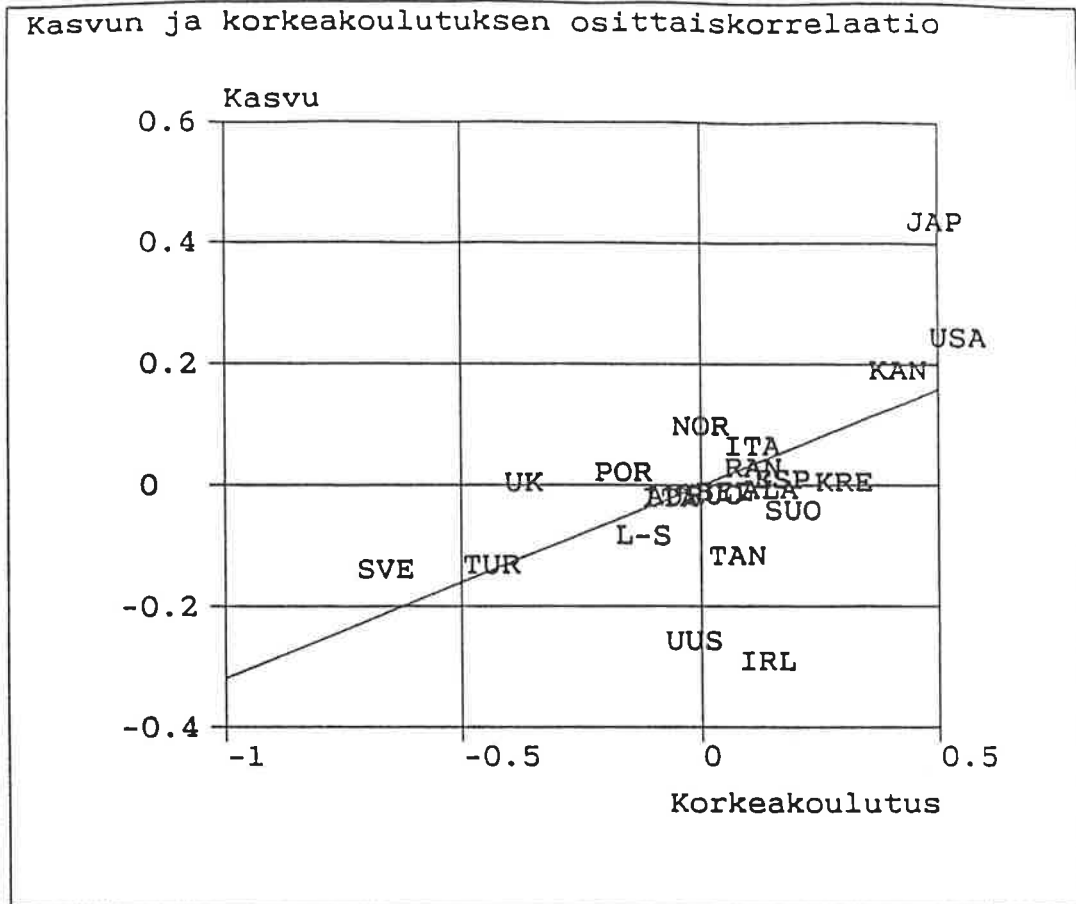
KUVA 8



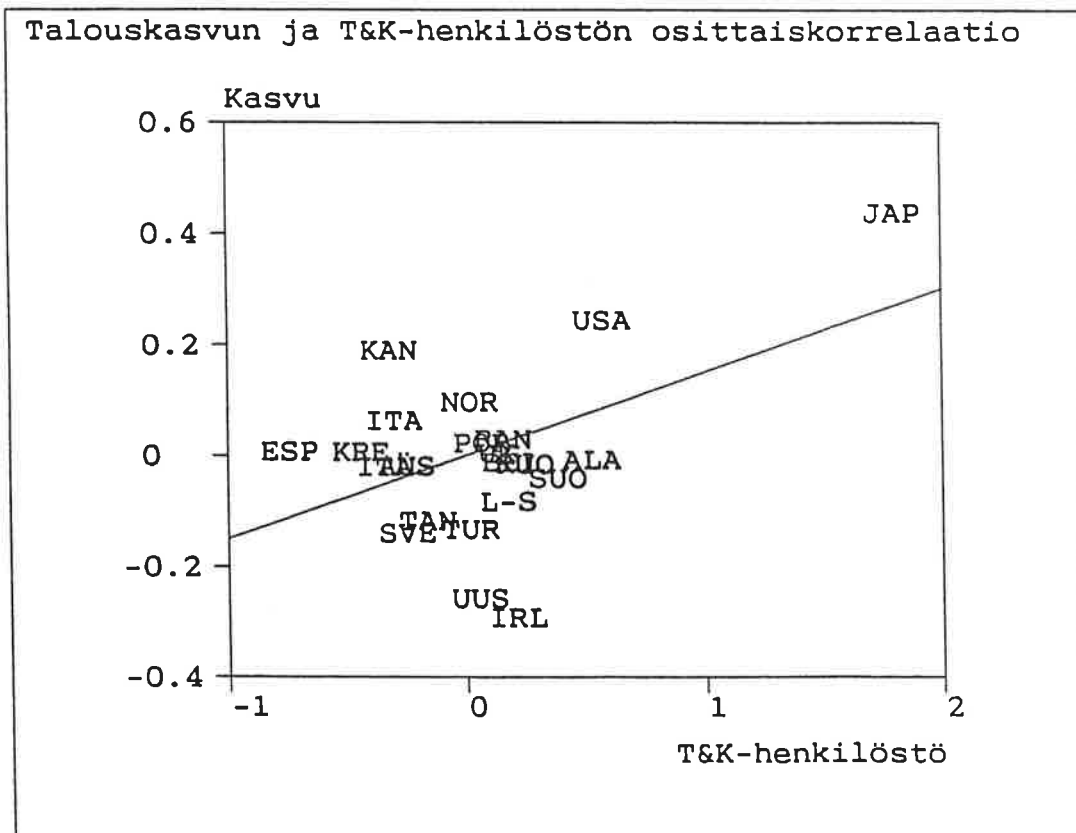
Kasvun ja kolmannen asteen koulutuksen korrelaatio näyttää mielenkiintoisemmalta. Korrelaation suuruus on 58.1 % ja kuvasta 9 näkyy, että korkeakoulutukseen panostavat maat kuten USA, Japani ja Kanada kasvavat nopeammin kun muita kasvuun vaikuttavia muuttujia kontrolloidaan. Suomi kasvaa hitaammin kuin muut panostukset edellyttäisivät, mutta koulutukseen Suomi panostaa melko paljon. Koulutuksen tuottavuusvaikutukset eivät ole korrelaatio-suoran mukaisia vaan Suomi sijaitsee sen alapuolella myös tämän HPO-muuttujan suhteen.

Tilanne on Suomen suhteen sama T&K-henkilöstön ja kasvun osittaiskorrelaatiossa, joka näkyy kuvasta 10. Korrelaatio on 48.1 %, mutta ilman Japania korrelaatio muuttuu negatiiviseksi, tosin melko pieneksi (-0.15)

KUVA 9

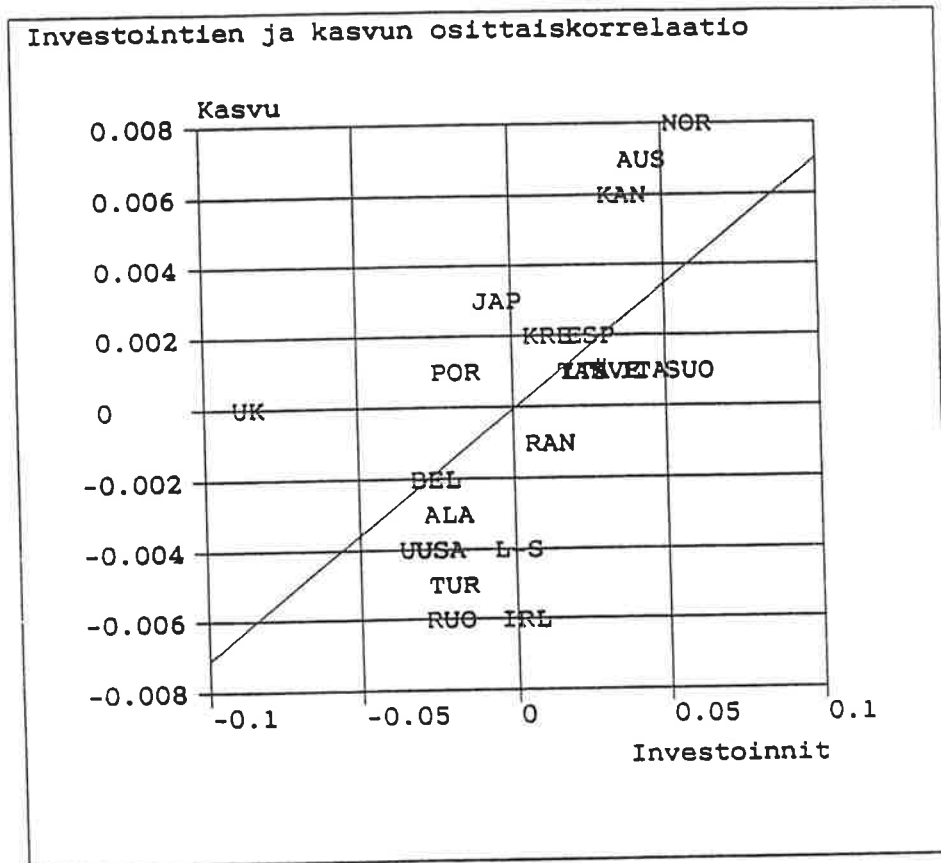


KUVA 10



Kuvassa 11 nähdään investointien ja kasvun osittaiskorrelaatio, kun kontrolloidaan kaikkia HPO-muuttujia (Huom! aineistona oli tässä nk. tavallinen regressio). Suomi on jälleen korrelaatio-suoran alapuolella, mutta tilanne on parempi kuin esimerkiksi Ruotsilla, joka painuu vertailussa alimmalle riville. Japani ei enää tässä näytä niin ylivoimaiselta. Norjan, Australian ja Kanadan investoinnit ovat tämän perusteella olleet tuottavimpia OECD-maista jaksolla 1960-88.

KUVA 11



Yhteenvetona voidaan todeta, että muita muuttujia kontrolloitaessa HPO-investoinnit näyttävät selittävän OECD-maiden kasvueroja melko hyvin. Suomen osalta heikko kasvu esim. fyysisiin investointeihin nähden ei selity täysin henkisen pääoman investoinneilla, vaan Suomi sijoittuu keskimääräisen korrelaation alapuolelle, vaikkakaan ei erityisesti poikkeaa muista maista, vaan sijaitsee kuvissa melko lähellä keskiryhmää.

Suomen sijoittuminen näissä regressioissa näyttäisi osoittavan, että Suomessa investoidaan paljon ja melko tuottamattomasti. Suomea on kutsuttu "Pohjolan Japaniksi", mutta tämän analyysin perusteella tähän ei ole mitään aihetta, ellei tarkoiteta pelkästään investointiastetta. Japani nimittäin ylitti toteutuneella kasvullaan kaikissa analyyseissä ennusteet ja sijoittui osittaiskorrelaatiokuvissa korrelaatio-suoran yläpuolelle.

6 OECD:N TALOUKSIEN KONVERGOITUMINEN

Konvergenssi on ollut yksi kiistan aihe neoklassista ja endogeenistä kasvuteoriaa kannattavien välillä. Koska näyttää siltä, että tuloerot maailmassa eivät tasoitu, ei konvergenssiä ole, väittävät endogeenisen kasvuteorian kannattajat. Neoklassikkojen mukaan taas empiirisesti on havaittavissa ns. ehdollinen konvergenssi, eli samat pääomamäärät omaavat taloudet lähestyvät samaa tulotasoa. Näiden välimaastossa liikkuu mm. Robert Tamura (1991), jonka endogeenisen kasvun mallissa taloudet konvergoivat, koska henkiset pääomat lähestyvät toisiaan. Tämä johtuu tiedon leviämisen aiheuttamasta ulkoisvaikutuksesta.

Neoklassinen teoria ennustaa preferensseiltään ja teknologialtaan samanlaisten maiden tulotasojen konvergoivan samaan tasapainotilaan ja kasvuvauhtien tulevan lopulta asymptoottisiksi kun tuotannontekijät eivät saa siirtyä maasta toiseen. Köyhien maiden kasvun pitäisi siirtymävaiheessa tasapainoon olla nopeampaa kuin rikkaiden. Todellisuudessa maailman maiden väliset tuloerot näyttävät kuitenkin kasvavan jatkuvasti.

Neoklassisen teorian mukaan konvergoitumista tapahtuu myös kansainvälisten pääomaliikkeiden välityksellä. Kun tuotannontekijöiden siirtyminen sallitaan, konvergenssin pitäisi siis olla vielä voimakkaampaa. Tuotannontekijöiden pitäisi siirtyä paikkaan, jossa ne ovat suhteellisesti niukimpia, jolloin niiden tuotto on suurin. Teorian mukaan siis kaiken investoinnin pitäisi kohdistua kehitysmaihin, kunnes tuottojen ja reaalipalkkojen erot tasoittuvat. Kuitenkin voidaan havaita, että suurin osa teollisuusmaiden yritysten investoinneista kohdistuu kehittyneisiin maihin.

Levinen ja Reneltin (1992) tutkimuksen mukaan alkuperäinen tulotaso korreloi positiivisesti investointien kanssa, joten näyttää siltä, että per capita -tulon konvergenssi ei tapahdu ensisijaisesti kotimaisen säästämisen tai kansainvälisten pääomavirtojen kautta. Investointiasteen pitäisi olla suurempi köyhemmissä maissa, jotta ne saisivat rikkaampia kiinni. Koska alkuhetken tulotason ja investointien välinen osittaiskorrelaatio ei ole kovin vahva, mutta alkuhetken tulotason ja kasvun korrelaatio on vahvasti negatiivinen, konvergenssi ei näytä toteutuvan neoklassisen teorian mukaisesti säästämisen tai pääomaliikkeiden kautta.

Mahdollinen selitys konvergoitumiselle on henkisen pääoman tasojen yhtenäistyminen ulkoisvaikutusten seurauksena. Henkisen pääoman eroilla voidaan myös selittää tuloerojen kasvua ja investointien suuntautumista enimmäkseen kehittyneisiin maihin. Mankiw'n ym. mukaan investointien suuntautuminen teollisuusmaihin on selitettävissä myös pääomamarkkinoiden epätäydellisyyksillä ja kehitysmaiden poliittisella epävakaudella. Endogeenisen teorian kannattajien mielestä teoriasta puuttuu silti jotain oleellisesti todellisuutta kuvaavaa. Tämä on mm. Lucasin mukaan merkittävimpiä neoklassisen teorian puutteita.

6.1 Tulotasojen konvergoituminen endogeenisessä kasvumallissa

Tamuran artikkelissa (1991) kehitetään kasvumalli, jossa henkisen pääoman kasautuminen ylläpitää ikuista talouskasvua, mutta taloudet konvergoivat samaan tulotasoon päinvastoin kuin yleensä endogeenisen kasvun malleissa. Tällainen alueellinen konvergoituminen on empiirisesti havaittavissa esimerkiksi Yhdysvaltojen osavaltioiden kesken ja OECD-maissa, joissa tutkimusten mukaan alkuperäisen tulotason regressiokerroin on negatiivinen talouskasvua selitettäessä.

Tamuran mallissa konvergoituminen seuraa henkisen pääoman tason samanlaistuessa. Alueen taloudellisilla agenteilla (henkilöt, osavaltiot tai maat) on identtiset preferenssit ja niillä on hallussaan identtiset tuotanto- ja investointiteknologiat, mutta niiden HPO-tasot eroavat toisistaan. Alueella vallitsee ulkoisvaikutus eli tieto vuotaa agenteilta toisille henkisen pääoman tuotannossa; alueen keskimääräinen HPO-taso on yksi panoksista HPO-tuotannossa. Siksi yhden panostus HPO:aan vaikuttaa kaikkien HPO-tasoon.

Koska uuden idean tuottaminen on vaikeampaa kuin sen oppiminen, vallitsevat HPO:n kasautumisessa vähenevät tuotot. Jos vakio-tuotot tai kasvavat tuotot vallitsisivat, ei konvergoitumista tapahtuisi, sillä "johtavat" agentit pääsisivät karkuun seuraajilta. Ulkoisvaikutuksen ja vähenevien tuottojen seurauksena matalan HPO-tason omaavan agentin (seuraajan) HPO-investoinnin tuotto on suurempi kuin korkean HPO-tason agentin (johtajan). Seuraajan HPO ja tulot kasvavat siksi nopeammin.

Tässä mallissa konvergoituminen on paikallista ja ulottuu vain tietovuodon kattamalle alueelle. Mallilla voidaan selittää esimerkiksi kehitysmaiden ja teollisuusmaiden konvergenssin epäonnistuminen: kehitysmaat eivät kuulu teollisuusmaiden tietovuoto-alueeseen.

6.2 Regressioanalyysin tulokset ja konvergenssi

Tehdyn empiirisen tutkimuksen (ks. luku 4) perusteella näyttää ehdollista konvergoitua tapahtuvan OECD-alueella. Kaikissa estimoinneissa lähtötulotason (Y60) kerroin on ollut negatiivinen ja merkitsevä. Myös kasvun ja 1960 BKT:n korrelaatio on selvästi negatiivinen.

Y60:n kertoimen perusteella konvergoituminen on $\lambda = 0.023$ kolmannen asteen koulutuksen ja T&K-muuttujan regressioissa. Tällä vauhdilla talous olisi puolimatassa tasapainotilaan noin 30 vuoden kuluttua hetkestä, jolloin jouduttiin pois tasapainosta. Myös Mankiw'n ym. tutkimuksessa λ oli suuruusluokkaa 0.02. Jos siis OECD-maissa tasapaino järkkyy toisen maailmansodan seurauksena, kuten usein väitetään, se saavutettaisiin vasta noin 60 vuoden päästä uudelleen! Tämän perusteella on realistista olettaa, että sopeutumista tapahtuu edelleen. Tulos selittää hyvin tasapainotulotasoa estimoineiden regressioiden huonomman selityksasteen luvussa 4. OECD-maissa konvergoitumisen huomioimatta jättäminen selvästi heikentää tutkimustulosta.

Köyhempien maiden konvergoituminen näkyy kun jaetaan maat kahteen ryhmään kasvuvauhdin perusteella. Taulukossa IV on laskettu ryhmien keskiarvot regressioissa käytetyille muuttujille. Nopeiden kasvajien ryhmän tulotasot olivat selvästi alemmat sekä 1960 että 1988. Nopeiden kasvun keskiarvo oli 1.4 % suurempi kuin hitaiden. Lisäksi nopeat sijoittivat korkeakoulutukseen ja tutkimukseen selvästi vähemmän varoja kuin hitaat. Nopeat sen sijaan investoivat jonkin verran enemmän. Väestönkasvussa ei näy selvää eroa. Henkiseen pääomaan sijoittamisella näyttää olevan vähäisempi prioriteetti köyhemmissä maissa.

TAULUKKO IV

OECD-MAAT JAETTUNA KABTEEN RYHMÄÄN KESKIMÄÄRÄISEN 1960-88 KASVUNOPEUDEN MUKAAN

HITAASTI KASVAVAT

MAA	Y60	Y88	pop60	pop88	n	INV	OPISK	T&K	KASVU
UUSI-SEEL	7.222	9.864	2380	3339	0.0122	0.22	0.2242	0.1485	0.0112
SVEITSI	9.313	16.155	5362	6545	0.0071	0.302	0.1309	0.2313	0.0199
USA	9.983	18.339	180673	245871	0.0111	0.172	0.4884	0.2815	0.0220
AUSTRALIA	7.204	13.321	10274	16506	0.0171	0.282	0.2046	0.1448	0.0222
UK	6.370	11.982	52557	57019	0.0029	0.181	0.1584	0.1170	0.0228
IRLANTI	3.214	6.239	2832	3574	0.0083	0.264	0.1633	0.0770	0.0240
RUOTSI	6.483	12.991	7480	8357	0.0040	0.227	0.2240	0.1690	0.0251
TANSKA	5.900	12.089	4581	5133	0.0041	0.278	0.2161	0.1275	0.0260
ALANKOMAAT	5.587	11.468	11487	14760	0.0090	0.24	0.2266	0.1913	0.0260
L-SAKSA	6.038	12.604	55435	61049	0.0035	0.269	0.1808	0.1773	0.0266
KANADA	7.758	16.272	17910	26104	0.0135	0.229	0.3564	0.1170	0.0268

NOPEASTI KASVAVAT

MAA	Y60	Y88	pop60	pop88	n	INV	OPISK	T&K	KASVU
TURKKI	1.669	3.598	27508	53772	0.0242	0.21	0.0637	0.0190	0.0278
BELGIA	5.207	11.495	9119	9867	0.0028	0.23	0.2027	0.1225	0.0287
RANSKA	5.344	12.190	45685	55873	0.0072	0.259	0.2122	0.1388	0.0299
ITÄVALTA	4.476	11.201	7048	7563	0.0025	0.275	0.1616	0.0740	0.0333
SUOMI	4.718	12.360	4430	4944	0.0039	0.342	0.2082	0.2118	0.0350
ITALIA	4.375	11.741	50200	57470	0.0048	0.279	0.1883	0.0753	0.0359
ESPANJA	2.701	7.406	30455	38997	0.0089	0.262	0.1527	0.0233	0.0367
NORJA	5.443	14.976	3581	4205	0.0058	0.328	0.1858	0.1670	0.0368
KREIKKA	1.889	5.857	8327	10030	0.0067	0.254	0.1441	0.0193	0.0412
PORTUGALI	1.618	5.321	8943	10162	0.0046	0.237	0.0843	0.0243	0.0434
JAPANI	2.701	12.209	94104	122433	0.0094	0.31	0.2054	0.3623	0.0554

NOPEAT	Mean
Variable	3649 USD per capita
Y60	9850 - " - "
Y88	26.3 milj.
pop60	34.1 - " - "
pop88	0.0073
n	0.2714
INV	0.1644
OPISK	0.1125
T&K	0.0367
KASVU	

HITAAT	Mean
Variable	6824 USD per capita
Y60	12847 - " - "
Y88	31.9 milj.
pop60	40.7 milj.
pop88	0.0084
n	0.2421
INV	0.2339
OPISK	0.1620
T&K	0.0229
KASVU	

Hitaammin kasvavien ryhmä koostui pääasiassa "vanhoista" talousmahdeista, joissa korkea elintaso on vallinnut pisimpään maailmassa, kuten Alankomaat, Iso-Britannia, Ruotsi, Sveitsi, USA. Nämä ovat sijoittaneet henkiseen pääomaan jo pitkään. Poikkeus hitaiden joukossa on Irlanti, joka selittävien muuttujien puolesta sopisi paremmin nopeiden joukkoon, mutta kasvu on muista syistä jäänyt matalaksi.

Nopeimmin kasvavia ovat Japani, Norja ja muuhun (rikkaampaan) Eurooppaan konvergoitumisesta hyötyvät Välimeren maat. Suomen BKT on kasvanut OECD:n seitsemänneksi nopeimmin. Sinänsä Suomen kasvuvauhti ei ole huono, mutta kun otetaan huomioon panostusten suuruus, sijoitus heikkenee.

Koska henkisen pääoman investointeja tehdään selvästi enemmän rikkaammissa maissa, antaa se aiheita päätellä, että köyhemmät

luottavat tietovuotoihin. Niille riittää, että rikkaat tekevät keksintöjä, ja ne itse kopioivat joko tuotteita tai niiden valmistamisessa käytettäviä tietoja ja taitoja. Tämä puoltaa Tamuran esittämään tietämyksen samanlaistumiseen perustuvaa konvergenssiä. Teknologinen kehitys on siis johtaville maille endogeeninen kasvutekijä, mutta muille, tiedon leviämiseen luottaville, osittain eksogeeninen.

Todennäköisesti koko OECD-alueen kasvulle ja samalla ehkä koko maailman talouskasvulle on erittäin tärkeää, että hitaasti kasvavat mutta paljon tutkimukseen panostavat maat työntävät tietämyksen rajaa kaiken aikaa kauemmaksi. Jos näin ei tapahtuisi, niiden kasvu pysähtyisi aikanaan kokonaan kun aineellisten resurssien kasvattaminen käy mahdottomaksi, ja lopulta köyhemmät maat konvergoituisivat niiden tulotasoon. Konvergoituminen suunnilleen samaan tasapainotilaan on mahdollista OECD:ssä, koska pääomatasot, preferenssit (kulttuuri ym.) ja teknologia ovat melko yhtenäisiä eri maissa.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Teoria

Tehty empiirinen kasvututkimus antaa henkiselällä pääomalla laajennettua neoklassista teoriaa tukevia tuloksia. Henkinen pääoma vaikuttaa positiivisesti talouskasvuun, pääomien tuottojen summa on pienempi kuin yksi (jolloin vakioskaalatuotto-oletuksesta ei tarvitsisi luopua), ja OECD-maissa voidaan havaita konvergoitumista. Neoklassinen teoria ei anna selitystä talouden kehitystä sääteleville tekijöille, mutta määrittelee kuitenkin mitä ne ovat.

Endogeenisen kasvun teorialat puolestaan käsittelevät näitä kasvutekijöitä syvällisemmin. Niissä pyritään selvittämään mm. teknologiseen kehitykseen, säästämiseen ja väestönkasvuun vaikuttavia asioita, eli maan sisäisiä keinoja vaikuttaa kasvuun. Näissä teorioissa on rajattoman kasvun oltava mahdollista jollekin tuotannontekijälle. Tällöin koko talouden rajaton kasvu mahdollistuu. Tämä tekijä voi olla esimerkiksi inhimillinen pääoma tai teknologia.

Talouden kannalta tärkeintä henkistä pääomaa on allokointiteorian mukaan yrittäjyyttä tukeva koulutus, lähinnä tekniikan korkeakoulutus. Romerin (1990a) ja muiden teknologista kehitystä painottavien mallien mukaan tärkeintä henkistä pääomaa olisi soveltavan tekniikan ja luonnontieteiden jatkokoulutus ja tutkimus.

Vähenevät tuotot pääomille viittaavat pääomista johtuvan kasvun laantumiseen. Teknologisen kehityksen pysähtymisestä ei ole kuitenkaan merkkejä, joten jos se on endogeeninen tuotannontekijä, se mahdollistaa rajattoman, talouden sisäisten tekijöiden määräämän kasvun.

7.2 Regressioanalyysit

Levinen ja Reneltin (1992) mukaan muuttujan ja kasvun suhdetta voidaan pitää merkityksellisenä vain jos muuttujan regressiokerroin pysyy merkitsevänä riippumatta siitä, mitä muita (järkeviä) muuttujia yhtälö sisältää. Luvun 4 regressioanalyysien mukaan vain alkuperäinen tulotaso (Y60) olisi silloin selvästi positiivisesti yhteydessä kasvuun, sillä se on ainoa muuttuja, joka py-

syi kaikissa yhtälöissä merkitseväinä. Edes fyysiset investoinnit, päinvastoin kuin Levinen ja Reneltin omassa artikkelissa, eivät säilyneet merkitsevinä.

HPO:n regressiokerroin pysyi kaikissa yhtälöissä positiivisena ja hyvin lähellä 95 % merkitsevyystasoa, mikä kertonee jotain sen positiivisesta yhteydestä kasvuun. HPO:n mittaamisen vaikeus voi estää tarkkojen ja merkitsevien tulosten saamisen. Eri HPO-indikaattorit antoivat melko samansuuntaisia ja -suuruisia tuloksia. Kolmannen asteen koulutuksella saatiin merkitsevimmät kertoimet ja suuret selityskertoimet, mikä viittaa siihen, että korkeakoulutus on OECD-maiden henkisessä pääomassa eniten eroja aiheuttava. T&K:n selityskyky ja merkitsevyydet olivat melkein yhtä hyvät kuin kolmannen asteen koulutuksen. T&K:n selityskykyyn saattavat vaikuttaa myös aineiston epätarkkuudet ja puutteellisuudet.

Henkinen pääoma parantaa Solow'n neoklassisen teorian osuvuutta todelliseen maailmaan (vrt. Mankiw ym. 1992), ja tehdyn tutkimuksen perusteella korkeakoulutus sekä tutkimus ja kehitys kuvaavat hyvin OECD-maiden henkisen pääoman kehitystä. Nämä indikaattorit korreloivat selvästi tulotason kanssa, joten ei voida sanoa, johtuuko korkea tulotaso koulutuspanostuksesta vai päinvastoin. Kyseiset indikaattorit eivät kuitenkaan korreloi kasvun eli tulotason muutoksen kanssa, ja silti niillä on merkitseviä positiivisia regressiokertoimia, joten regressioanalyysin perusteella henkisen pääoman voidaan sanoa liittyvän positiivisesti talouskasvuun.

Fyysiset investoinnit vaikuttivat yhtä poikkeusta lukuunottamatta kaikissa analyyseissä positiivisesti kasvuun. Avoimeksi kysymykseksi jää investointien, teknologian sekä tutkimus- ja kehitystoiminnan yhteys. Tutkimus ja kehitys saattaa vaikuttaa talouskasvuun investointien kautta: tutkimuksella kehitetään teknologiaa, joka vaikuttaa tuottavuuteen vasta kun se on realisoitu investoinneilla.

Kaikissa kasvuregressioissa lähtötulotason kerroin on ollut negatiivinen, samoin kasvun ja lähtötulotason osittaiskorrelaatio on selvästi negatiivinen. Rikkaimmat maat kasvavat hitaammin kuin köyhemmät maat. OECD-maiden keskuudessa on siis käynnissä joko neoklassisen teorian mukainen konvergoituminen yhtenevään tasapainotulotaseen, tai sitten henkisen pääoman ulkoisvaikutuksista johtuen köyhemmät maat saavuttavat rikkaiden HPO-tasoa ja sitä kautta tulotasea. Konvergoituminen tarkoittaisi tulotasejen

ja talouskasvun yhtenäistymistä, jolloin lopulta tasapainossa kaikki kasvaisivat (alueen tasolla endogeenisen) teknologisen kehityksen ja väestönkasvun tahtia.

Tehdyn tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että OECD-maiden taloudelliseen kehitykseen näyttävät vaikuttavan olennaisesti henkinen ja fyysinen pääoma, ja tähän kehitysprosessiin liittyvät vähenevät tuotot pääomille, konvergenssi ja jatkuva kasvu.

7.3 Suomi

Suomen osalta voidaan todeta, että talouden kasvu 1960-1988 on ollut OECD:n keskiarvoa korkeampi, ja Suomi on tulotasoltaan saavuttanut rikkaimpia maita, mutta tämä on tapahtunut varsin suurten henkisen ja fyysisen pääoman investointien avulla. Näiden investointien tuottavuus on ollut keskimääräistä heikompi Suomessa. Esimerkiksi Romerin (1990a) endogeenisen kasvun malli implikoi, että jos fyysiset investoinnit johtuvat tukiaisista tai muusta syystä, joka ei vaikuta teknologian kehitykseen, pääoman rajatuottavuus laskee ja talouskasvu laantuu pitkällä ajalla. Myös tämän syyn takia olisikin syytä selvittää Suomen investointien ja teknologisen kehityksen yhteyksiä.

Suomessa kannattaisi siis tutkia fyysisten investointien, koulutuksen ja tutkimuksen tehokkuutta ja tuottavuutta, jotta olemassaolevat resurssit saataisiin parhaaseen mahdolliseen käyttöön. Erityisesti nyt 1990-luvulla, kun etsitään ratkaisuja suurtyöttömyyteen, tulisi vapautunut työvoima kouluttaa sellaiseksi henkiseksi pääomaksi, jolla on tulevaisuudessa kysyntää. Samoin investointeja käynnistettäessä laman jälkeen pitäisi huomioida niiden vaikutukset teknologian kehitykseen sekä pitkän aikavälin kasvuun ja hyvinvointiin eikä ainoastaan lyhyen tähtäimen kysyntään. Henkisellä ja fyysisellä pääomalla rakennetaan reaalista kilpailukykyä, jota ei voida koskaan saavuttaa devalvaatioilla ja kauppapolitiikalla.

LÄHTEET

- ADAMS, James D. 1990. "Fundamental Stocks of Knowledge and Productivity Growth" *Journal of Political Economy*, 1990 vol. 98, no.4
- ARROW, Kenneth J. 1962. "The Economic Implications of Learning by Doing" *Review of Economic Studies* 29 155-173
- ASPLUND, Rita 1991. "Education, Human Capital and Economic Growth", *ETLA Sarja B 71*, Helsinki
- BARRO, Robert J. 1991. "Economic Growth in a Cross Section of Countries", *The Quarterly Journal of Economics*, May
- BLANCHARD, Olivier Jean; FISCHER, Stanley 1989. "Lectures on Macroeconomics", The MIT Press, Cambridge, Massachusetts
- DOMAR E.P. 1946. "Capital Expansion, Rate of Growth, and Unemployment", *Econometrica* (April)
- DOWRICK, Steve; NGYUEN, Duc-Tho 1989. "OECD Comparative Economic Growth 1950-85: Catch-up and Convergence", *American Economic Review* vol 79 No 5 (December)
- GRIER, Kevin B.; TULLOCK, Gordon 1989. "An Empirical Analysis of Cross-National Economic Growth", *Journal of Monetary Economics* 24, ss.259-276
- GROSSMAN, Gene M.; HELPMAN, Elhanan 1991. "Quality Ladders and Product Cycles", *The Quarterly Journal of Economics*, May 1991
- HARROD R. F. 1939. "An Essay in Dynamic Theory", *Economic Journal* (March)
- HELPMAN, Elhanan 1991. "Endogenous Macroeconomic Growth Theory", *NBER Working Paper #3869* (Oct 1991)
- INTRILIGATOR, Michael D. 1971. "Mathematical Optimization and Economic Theory", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- KAJASTE, Ilkka 1991 "Suomi Euroopan työnjaossa"

Kansantaloudellinen Aikakauskirja 4/1991

- LEAMER, Edward E. 1983. "Let's take the con out of econometrics", American Economic Review 73 (March)
- LEVINE, Ross; RENELT, David 1992 "A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions", American Economic Review
- LUCAS, Jr, Robert E. 1988. "On the mechanics of Economic Development" Journal of Monetary Economics 22
- LUCAS, Jr, Robert E. 1990. "Why Doesn't Capital Flow from Rich to Poor Countries?", AEA Papers and Proceedings, VOL. 80, NO.2 (May)
- MANKIW, N. Gregory; Romer, David; Weil, David N. 1992. "A Contribution to the Empirics of Economic Growth" The Quarterly Journal of Economics, May 1992
- MURPHY, Kevin M.; SHLEIFER, Andrei; VISHNY, Robert W. 1991. "The Allocation of Talent: Implications for Growth", The Quarterly Journal of Economics, May 1991
- OECD 1986, S&T Indicators No. 2
 OECD 1989, S&T Indicators No.3
 OECD 1990 Economic Studies 15
- RAMSEY F.P. 1928. "A Mathematical Theory of Saving" Economic Journal, 38 s.543-559
- ROMER, Paul M. 1989. "Capital Accumulation in the Theory of Long-Run Growth". Kirjassa Modern Business Cycle Theory, toim. Robert J. Barro. Cambridge, MA. Harvard University Press
- ROMER, Paul M. 1990a. "Endogenous Technological Change" Journal of Political Economy, Vol. 98, No. 5, ss. S71-S102
- ROMER, Paul M. 1990b. "Are Nonconvexities Important for Understanding Growth?" AEA Papers and Proceedings VOL.80 No. 2 (May)

- ROMER, Paul M. 1990c. "Capital, Labor and Productivity",
Brookings Papers: Microeconomics
- ROMER, Paul M. 1991. "Increasing Returns and New Developments
in the Theory of Growth" kirjassa "Equilibrium Theory
and Applications", toim. Barnett, Cornet, d'Aspremont,
Gabszewicz & Mas-Colell, Cambridge University Press
- SALA-I-MARTIN, Xavier 1990. "Lecture Notes on Economic Growth
I & II", NBER WP #3563, #3564
- SCHUMPETER, Joseph A. 1942. "Capitalism, Socialism and
Democracy" New York, Harper
- SOLOW, Robert M. 1956. "A Contribution to the Theory of
Economic Growth", The Quarterly Journal of Economics
70 (February): 65-94
- SOLOW, Robert M. 1988. "Growth Theory - An Exposition"
Oxford University Press, New York 1988
- SUMMERS, Robert; HESTON, Alan 1991. "The Penn World Table
(Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons
1950-88" QJE May 1991
- TAMURA, Robert 1991. "Income Convergence in an Endogenous
Growth Model", Journal of Political Economy Vol. 99
No. 3
- UZAWA, Hirofumi 1965. "Optimum Technical Change in an
Aggregative Model of Economic Growth", International
Economic Review 6, 18-31

LIITE I

MAALISTA:

Japani
 Itävalta
 Belgia
 Tanska
 Suomi
 Ranska
 Länsi-Saksa
 Kreikka
 Irlanti
 Italia
 Alankomaat
 Norja
 Portugali
 Espanja
 Ruotsi
 Sveitsi
 Turkki
 Iso-Britannia
 Kanada
 Yhdysvallat
 Australia
 Uusi-Seelanti

MUUTTUJAT:

INV = investoinnit/BKT
 KOULU = toisen asteen
 koulutus
 n = väestönkasvu
 g = teknologinen kehitys
 δ = poistot
 Y88 = tulotaso henkeä kohti
 1988
 Y60 = " - " - 1960
 L = työvoima
 α, β = vakioita
 A = teknologiataso
 t = aika
 s_k = fyysisen pääoman osuus
 säästämisestä
 s_h = henkisen - " -
 OPISK = korkeakoulutus
 $\ln 88 \ln 60$ = vuosien -88 ja
 -60 tulotasojen logaritmien
 erotus
 T&K = tutkimus- ja kehitys-
 henkilöstö
 KASVU = BKT:n vuotuinen
 kasvu 1960-88

Regressioanalyysien tilastollinen aineisto

MAA	Y60	Y88	pop60	pop88	n	INV	OPISK	T&K	KASVU
UUSI-SEEL.	7.222	9.864	2380	3339	0.0122	0.22	0.2242	0.1485	0.0112
SVEITSI	9.313	16.155	5362	6545	0.0071	0.302	0.1309	0.2313	0.0199
USA	9.983	18.339	180673	245871	0.0111	0.172	0.4884	0.2815	0.0220
AUSTRALIA	7.204	13.321	10274	16506	0.0171	0.282	0.2046	0.1448	0.0222
ISO-BRIT.	6.370	11.982	52557	57019	0.0029	0.181	0.1584	0.1170	0.0228
IRLANTI	3.214	6.239	2832	3574	0.0083	0.264	0.1633	0.0770	0.0240
RUOTSI	6.483	12.991	7480	8357	0.0040	0.227	0.2240	0.1690	0.0251
TANSKA	5.900	12.089	4581	5133	0.0041	0.278	0.2161	0.1275	0.0260
ALANKOMAAT	5.587	11.468	11487	14760	0.0090	0.24	0.2266	0.1913	0.0260
L-SAKSA	6.038	12.604	55435	61049	0.0035	0.269	0.1808	0.1773	0.0266
KANADA	7.758	16.272	17910	26104	0.0135	0.229	0.3564	0.1170	0.0268
TURKKI	1.669	3.598	27508	53772	0.0242	0.21	0.0637	0.0190	0.0278
BELGIA	5.207	11.495	9119	9867	0.0028	0.23	0.2027	0.1225	0.0287
RANSKA	5.344	12.190	45685	55873	0.0072	0.259	0.2122	0.1388	0.0299
ITÄVALTA	4.476	11.201	7048	7563	0.0025	0.275	0.1616	0.0740	0.0333
SUOMI	4.718	12.360	4430	4944	0.0039	0.342	0.2082	0.2118	0.0350
ITALIA	4.375	11.741	50200	57470	0.0048	0.279	0.1883	0.0753	0.0359
ESPANJA	2.701	7.406	30455	38997	0.0089	0.262	0.1527	0.0233	0.0367
NORJA	5.443	14.976	3581	4205	0.0058	0.328	0.1858	0.1670	0.0368
KREIKKA	1.889	5.857	8327	10030	0.0067	0.254	0.1441	0.0193	0.0412
PORTUGALI	1.618	5.321	8943	10162	0.0046	0.237	0.0843	0.0243	0.0434
JAPANI	2.701	12.209	94104	122433	0.0094	0.31	0.2054	0.3623	0.0554

ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS (ETLA)
THE RESEARCH INSTITUTE OF THE FINNISH ECONOMY
LÖNNROTINKATU 4 B, SF-00120 HELSINKI

Puh./Tel. (90) 609 900
Int. 358-0-609 900

Telefax (90) 601 753
Int. 358-0-601 753

KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847

- No 424 MARKKU RAHIALA - TAPANI KOVALAINEN, Wage Formation in Finland in the 1980's; An Econometric Study. 17.12.1992. 41 p.
- No 425 JUHA KETTUNEN - REIJO MARJANEN, Suomen työnantajain keskusliiton palkkatilastot: Syntyhistoria, sisältö ja käyttötarkoitus. 17.12.1992. 42 s.
- No 426 PETRI ROUVINEN, Data-guide to OECD Exports. 15.01.1993. 75 p.
- No 427 RITA ASPLUND, Private- and Public-Sector Earnings Structures in Finland. 25.01.1993. 72 p.
- No 428 RITA ASPLUND, Human Capital and Industry Wage Differentials in Finland. 25.01.1993. 94 p.
- No 429 KARI ALHO, Growth, the Environment and Environmental Aid in the International Economy. 26.01.1993. 36 p.
- No 430 OLAVI LEHTORANTA, Technology Diffusion and Lifetimes of Paper Machines, Posing the Question and Description of the Data. 10.02.1993. 30 p.
- No 431 JUHA KETTUNEN - JUHANA VARTIAINEN, Suomen teollisuuden työntekijöiden palkkarakenne. 15.02.1993. 35 s.
- No 432 KARI ALHO, Terms-of-Trade Booms, Sectoral Adjustment and Fiscal Policy in a Small Open Economy. 18.02.1993. 27 p.
- No 433 MIKA WIDGRÉN, Voting Power in Trade Policy and Social Regulation of an Expanded EC: A Partial Homogeneity Approach. 04.03.1993. 21 p.
- No 434 THOMAS ARONSSON - KARL-GUSTAF LÖFGREN, Human Capital, Externalities, Growth and Welfare Measurement. 16.04.1993. 15 p.
- No 435 KARI ALHO, An Evaluation of the Reasons for High Nordic Price Levels. 19.04.1993. 20 p.
- No 436 ESKO TORSTI, Price-Cost Margins in Finland: Static and Dynamic Approaches. 20.04.1993. 39 p.

- No 437 JARI HYVÄRINEN, Pietari, Viro, Itäisen Suomenlahden seutu: kehittyvä vai taantuva talousalue. 22.04.1993. 93 s.
- No 438 OLAVI RANTALA, Stabilizing and Destabilizing Exchange Rate Realignment. 04.05.1993. 23 p.
- No 439 HANNU HERNESNIEMI, Kansallista kilpailukykyä etsimässä (Kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus -projektin neuvottelukunnan 21.1.1993 kokouksen aineisto). 04.05.1993. 26 s.
- No 440 ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS, Toimintakertomus vuodelta 1992. 12.05.1993. 27 s.
- No 441 AKI AALTO, Talouselämä-lehden suuryritystietokanta Etlassa. 27.05.1993. 53 s.
- No 442 ALI MALASSU, Advantage Finland - Sawmill Industry. 27.05.1993. 82 p.
- No 443 SYNNOVE VUORI, Tahattomat teknologiavirrat Suomen teollisuudessa. 04.06.1993. 35 s.
- No 444 ROBERT HAGFORS, Eräitä näkökohtia ekvivalenssiskaaloista ja niiden käytöstä. 04.06.1993. 9 s.
- No 445 KATRIINA PALO, Network Interaction - Development of Expertise in Finnish Technical Consultancy Firms. 08.06.1993. 46 p.
- No 446 ESA MATIKAINEN, Kilpailuetu kansainvälisessä kaupassa - Suomen laivanrakennusteollisuuden ja sen liitännäistoimialojen klusteri. 16.06.1993. 65 s.
- No 447 TIMO J. HÄMÄLÄINEN, Resources, Organizational Efficiency and International Competitiveness: A Systemic Framework. 23.06.1993. 108 s.
- No 448 MARKKU KOTILAINEN, Exchange Rate Unions: A Comparison with Currency Basket and Floating Rate Regimes - A Case of Temporary Shocks. 20.08.1993. 68 p.
- No 449 MIKA MALIRANTA, Tuottavuuden kehitys ja taso Suomen metsäteollisuudessa ja sen yrityksissä: kansainvälinen vertailu. 07.09.1993. 56 s.
- No 450 JOUKO KINNUNEN, Economic Effects of Climate Change: An Estimate for Finland. 10.09.1993. 35 p.
- No 451 AIJA LEIPONEN, Henkinen pääoma ja talouskasvu - Suomi ja muut OECD-maat empiirisissä vertailuissa. 24.09.1993. 60 s.

Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksen julkaisemat "Keskusteluaiheet" ovat raportteja alustavista tutkimustuloksista ja väliraportteja tekeillä olevista tutkimuksista. Tässä sarjassa julkaistuja monisteita on rajoitetusti saatavissa ETLAn kirjastosta tai ao. tutkijalta. Papers in this series are reports on preliminary research results and on studies in progress; they can be obtained, on request, by the author's permission.