

Onko talouskasvu ohi? Gordonin kasvuennusteen hidastavien tekijöiden teoreettinen ja empiirinen tarkastelu

Kansantaloustiede

Maisterin tutkinnon tutkielma

Simo Tanskanen

2014



Aalto-yliopisto
Kauppakorkeakoulu

Onko talouskasvu ohi? Gordonin kasvuennusteen hidastavien tekijöiden teoreettinen ja empiirinen tarkastelu

Pro gradu -tutkielma
Simo Tanskanen
28.5.2014
Taloustiede

Hyväksytty taloustieteen laitoksella __.__.2014 arvosanalla

1. tarkastajan nimi

2.tarkastajan nimi

Tekijä Simo Tanskanen

Työn nimi Onko talouskasvu ohi? Gordonin kasvuennusteen tekijöiden teoreettinen ja empiirinen tarkastelu

Tutkinto Kauppätieteiden maisteri (KTM)

Koulutusohjelma Taloustiede

Työn ohjaaja(t) Matti Pohjola

Hyväksymisvuosi 2014**Sivumäärä** 82, liitteet: 1**Kieli** Suomi

Tiivistelmä

Tämä tutkielma tarkastelee Robert J. Gordonin pitkän aikavälin kasvuennusteen hidastavien tekijöiden teoreettista ja empiiristä taustaa. Gordonin (2012) mukaan nämä tekijät voivat saada Yhdysvaltojen talouskasvun lähes pysähtymään. Lisäksi Gordon on esittänyt, että digiteknologian innovaatiot eivät jatkossa riitä pitämään kasvua pitkän aikavälin vauhdissa. Tämä tutkielma selvittää kirjallisuuskatsauksen avulla näiden tekijöiden teoreettista taustaa sekä sitä, miten suuria kasvuun vaikuttavia arvoja ne ovat saaneet empiirisessä työssä.

Gordon (2012, 2013) ennustaa kasvun hidastuvan Yhdysvalloissa kuuden tekijän seurauksesta: suurten ikäluokkien eläkkeelle jäämisen, taloudellisen eriarvoisuuden kasvun, velkataakan lyhentämisen, ympäristörajoitteiden, globalisaation, sekä koulutuksen inflaation ja laadun heikkenemisen yhteisvaikutuksesta.

Tutkimustavoitteeni on selvittää näiden tekijöiden vaikutusta kasvulle teoreettiselta ja empiiriseltä kannalta ja vastata kysymykseen: onko näiden kuuden tekijän yhteisvaikutus niin voimakas, että se kääntää talouskasvun pitkän aikavälin kasvu-uraltaan kituvan kasvun uralle? Tämän lisäksi tarkastelen digiteknologian kasvuvaikutusta.

Tarkastelen tutkielmassa viimeaikaisen kasvun hidastumisen syitä kasvulaskennan avulla sekä esittelen pitkän aikavälin kasvuteoriaa kasvun rajojen näkökulmasta.

Tutkielman johtopäätös on, että Gordonin esittämät hidastavat tekijät ovat todellisia haasteita Yhdysvalloille, sekä jossain määrin yleistettävissä muihin kehittyneisiin kansantalouksiin. Ne saattavat lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä hidastaa kasvua, mutta niiden vaikutuksia on vaikea ennustaa. Eri tekijöiden ekonometriset tutkimustulokset antavat osittain tukea Gordonin ennustamille arvoille. Poikkeuksena globalisaatio ja velkojen lyhentäminen, joiden vaikutusta on vaikea arvioida, tai tutkielman mallit eivät pysty niitä selittämään. Teknologisen kehityksen hidastumiseen ei ole näyttöä. Kasvu on jatkossa mahdollista uusien yleiskäyttöisten teknologioiden, globaaleiden markkinoiden laajenemisen ja inhimillisen pääoman kasvun takia.

Avainsanat pitkän aikavälin talouskasvu, kasvulaskenta, teknologinen kehitys, inhimillinen pääoma, globalisaatio, eriarvoisuus, yleishyödyllinen teknologia

SISÄLTÖ

1	Johdanto.....	3
1.1	<i>Tutkielman tärkeimpiä käsitteitä.....</i>	5
1.2	<i>Gordonin kasvuennuste ja hidastavat tekijät.....</i>	6
2	Taloukasvun hidastuminen.....	9
2.1	<i>Pitkän aikavälin kasvu ja tuottavuuden hidastuminen.....</i>	9
2.2	<i>Digiteknologia ja aineettomat investoinnit kokonaistuottavuuden selittävinä tekijöinä.....</i>	16
3	Pitkän aikavälin kasvuteoria ja kasvulaskenta.....	19
3.1	<i>Klassisten taloustieteilijöiden näkemyksiä.....</i>	21
3.2	<i>Schumpeteriläiset yrittäjät.....</i>	26
3.3	<i>Uusklassinen kasvumalli.....</i>	28
3.4	<i>Kasvulaskenta.....</i>	31
3.5	<i>Semi-endoogeeniset kasvumallit.....</i>	34
3.6	<i>Inhimillinen pääoma kasvumalleissa.....</i>	36
3.7	<i>Endogeeninen mallintaminen.....</i>	37
4	Hidastavien tekijöiden teoreettinen ja empiirinen tarkastelu.....	40
4.1.1	<i>Pitkän aikavälin kasvuennusteiden tarkoitus.....</i>	40
4.1.2	<i>Mallien ja empiirisen tutkimuksen rajoitteista.....</i>	41
4.2	<i>Demografinen muutos ja vaikutukset taloukasvuun.....</i>	43
4.3	<i>Inhimillisen pääoman kasvuvaihtuksen ennustaminen.....</i>	48
4.4	<i>Taloudellisen eriarvoisuuden ja tulonsiirtojen vaikutus kasvuun.....</i>	53
4.5	<i>Globaali arvoketju ja ulkoistamisen vaikutus ansiotuloihin tietoyhteiskunnassa.....</i>	58
4.6	<i>Ilmastonmuutos, ympäristöteknologia ja kasvu.....</i>	62
4.7	<i>Julkisen velkatason vaikutus kasvuun.....</i>	65
5	Digitalisaatio ja teknologia uuden kasvun lähteenä.....	66

5.1	<i>Tietoyhteiskunta ja kasvun murrosvaihe</i>	67
5.2	<i>ICT-pääoman vaikutus bruttokansantuotteeseen</i>	68
5.3	<i>Aineettomat investoinnit ja digitaaliset hyödykkeet sekä niiden mittaaminen</i>	71
5.4	<i>Teknologiset innovaatiot teollisessa valmistuksessa</i>	74
5.5	<i>Tietotyön automatisointi</i>	75
6	Johtopäätökset	78
	Kirjallisuus	83
	Liitteet	92
	Liite 1: Solow'n mallin siirtymädynamiikka kohti tasapainoista kasvua	92

1 JOHDANTO

Tämä tutkielma tarkastelee Robert J. Gordonin pitkän aikavälin kasvuennusteen hidastavien tekijöiden teoreettista ja empiiristä taustaa. Gordonin (2012) mukaan nämä tekijät voivat saada Yhdysvaltojen talouskasvun lähes pysähtymään. Lisäksi Gordon on esittänyt, että digiteknologian innovaatiot eivät jatkossa riitä pitämään kasvua pitkän aikavälin vauhdissa. Tämä tutkielma selvittää kirjallisuuskatsauksen avulla syvemmin näiden teoreettista taustaa sekä sitä, miten suuria kasvuun vaikuttavia arvoja ne ovat saaneet empiirisessä työssä. Tietoteknologia ja innovaatiot saattavat kuitenkin kumota kasvua hidastavia tekijöitä, mutta tulevien teknologioiden vaikutuksia on kasvuteorian avulla vaikea ennustaa.

Taloustieteilijät ovat jo 1700-luvulta pohtineet talouskasvun syitä. Teknologinen kehitys, työnjako ja markkinat, pääoman kertyminen, ja väestönkasvu ovat olleet kantavia teemoja keskustelussa. Uusklassinen kasvumalli (Solow 1956, 1957) on tarjonnut työkalut pilkkoa talouskasvun lähteet osatekijöihinsä, joista työn tuottavuus on yksi tärkeimmistä. Työn tuottavuus on kuitenkin taittunut ennen näkemättömällä tavalla kasvu-uraltaan alaspäin 2000-luvun puolivälin jälkeen tietoyhteiskunnissa. Tietoyhteiskunnassa yhä suurempi osa kulutuksesta ja tuotannosta koostuu digitaalisista hyödykkeistä ja palveluista. Ekonomistit keskustelevat, että jokin muu kuin pitkittynyt lama on tämän laskun taustalla, mutta ei ole selvää mistä tämä hidastuminen johtuu.

Kirjallisuudessa on väitelty siitä, onko informaatio ja viestintäteknologian innovaatioiden kasvuvaikutukset tulleet hyödynnettyä. Keskustelu jakautuu kolmeen leiriin: yksi leiri puolustaa tätä näkemystä, välimaaston leirissä ei osata sanoa puolesta tai vastaan, ja teknologialeirissä uskotaan jopa nykyisen teknologiatason kantavan talouskasvua vuosikymmeniksi eteenpäin (Byrne, Oliner ja Sichel 2013). Ekonomistit Robert J. Gordon ja Erik Brynjolfsson ovat vastakkaisista leireistä: Gordon (2012, 2013) ennustaa innovaatioiden ja talouskasvun olevan ohi, kun puolestaan Erik Brynjolfsson ja Andrew McAfee (2014) uskovat jatkossa digiteknologian innovaatioiden nostavan hyvinvointiamme enemmän kuin bruttokansantuote mittaa. Välimaastoon sijoittuvat tutkijat toteavat, että tulevien

teknologisten innovaatioiden kasvuvaikutuksia on vaikea ennustaa (Byrne, Oliner ja Sichel 2013).

Teknologian kasvuaste on uusklassisen teorian mukaan eksogeeninen. Gordon olettaa ennusteessaan teknologisen kasvun jatkuvan pitkän aikavälin kasvuvauhtia. Siitä huolimatta Gordon (2012, 2013) ennustaa kasvun hidastuvan kuuden tekijän seurauksesta: suurten ikäluokkien eläkkeelle jäämisen, taloudellisen eriarvoisuuden kasvun, velkataakan lyhentämisen, ympäristörajoitteiden, globalisaation, sekä koulutuksen inflaation ja laadun heikkenemisen yhteisvaikutuksesta. Nämä tekijät ovat Gordonin arvion mukaan niin vahvoja, että ne leikkaavat Yhdysvaltojen vuotuista kasvuastetta jopa -1,6 prosenttiyksikköä yhteensä.

Tutkimustavoitteeni on selvittää näiden tekijöiden vaikutusta kasvulle teoreettiselta ja empiiriseltä kannalta ja vastata kysymykseen: onko näiden kuuden tekijän yhteisvaikutus niin voimakas, että se kääntää talouskasvun pitkän aikavälin kasvu-uraltaan kituvan kasvun uralle? Tämän lisäksi tarkastelen digiteknologian kasvuvaikutusta. Miten suuri vaikutus sillä on ollut tähän asti, ja kuinka suuri sen tulisi mahdollisesti olla jatkossa, jotta se riittäisi kumoamaan nämä hidastavat tekijät? Lähestymistapa tutkielmassa on kuvaileva ja johtopäätöksiä yhteen kokoava, koska aihealue on hyvin laaja.

Tutkielman rakenne on seuraava. Luvussa kaksi käsittelen viimeaikaista kasvun hidastumista, ja sen osatekijöitä. Gordonin ennuste koskee Yhdysvaltoja, mutta Suomi saattaa olla hidastumisessa Yhdysvaltoja edellä: kasvu on ollut negatiivista jo kolmatta vuotta. Tämän vuoksi tutkielmassa tarkastellaan kasvun hidastumista myös Suomen näkökulmasta.

Luvussa kolme esitän lyhyesti uusklassisen oppikirjakasvumallin ja käsittelen keinoja soveltaa uusia muuttujia kasvulaskentaan. Tätä ennen kuitenkin käsittelen klassisia näkemyksiä kasvun lähteistä ja rajoista. Näin saadaan käsitys siitä, miksi uusklassinen teoria on merkittävä saavutus. Myöhemmin käsittelen lyhyesti muutaman endogeenisen mallin Rebelon (2001) mukaan, jotta saadaan käsitys siitä, miten eksogeenisten muuttujien tasovaikutuksia voidaan muuttaa kasvuvaikutuksiksi teoriassa.

Luvussa neljä etsin yksityiskohtaisemmin teoreettisten ja empiiristen tutkimusten avulla arvioita Gordonin hidasteiden vaikutuksen suuruudesta talouskasvulle. Kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltujen tutkimusten ekonometriset mallit noudattavat jossain muodossa eksogeenisiä tai endogeenisiä pitkän aikavälin kasvumalleja, jonka vuoksi en esittele niiden teoreettista johtamista tarkemmin tässä luvussa, vaan yritän saada yleiskuvan arvojen suuruudesta.

Luvussa viisi pohdin, olemmeko digiteknologian vallankumouksen murrosvaiheessa. Etsin arvioita digitaalisen vallankumouksen yleiskäyttöisten teknologioiden kasvuvaikutuksesta ja vertaan luvun neljä tulosten arvoihin. Näin saadaan arvioitua, tarvitseeko talouskasvun nojata jatkossa entistä enemmän uusiin innovaatioihin vai olisiko syytä mitata kasvua tietoyhteiskunnassa jollain uudella menetelmällä vanhan kansantalouden tilinpidon sijaan. Luvussa kuusi esitän johtopäätökset ja jatkotutkimuksiin kysymyksiä.

1.1 Tutkielman tärkeimpiä käsitteitä

Talouskasvulla tarkoitan työssäni bruttokansantuotteen kasvua per asukas. Bruttokansantuote on aina ilmaistu reaalisena, eli tuotannon määrä on kerrottu jonkin perusvuoden hinnoilla. *Tuottavuus* tarkoittaa kirjallisuudessa samaa asiaa kuin *työn tuottavuus*, joka mitataan usein bruttokansantuote jaettuna kokonaistyötunneilla vuodessa. Työn tuottavuuden kasvu syntyy kolmesta lähteestä: *pääoman syvenemisestä* (tuottavampaa pääomaa per työntekijä tai työtunti), työvoiman laadun paranemisesta (osaaminen eli inhimillinen pääoma) tai *kokonaistuottavuuden kasvusta* (Jorgenson, Ho ja Stiroh 2008).

Kokonaistuottavuus on monitulkintainen kerroin, joka huomioi teknologian muutokset. Siihen sisältyy muun muassa yleiskäyttöisen teknologian vaikutukset. Teorian näkökulmasta kokonaistuottavuus siirtää kokonaistuotannon käyrää joko ylös tai alaspäin annetuilla tuotantopanoksilla, jolloin se mittaa siis tuotantoprosessin tehokkuutta (Solow 1957).

Kokonaistuottavuutta kutsutaan myös teknologiaksi, mutta toisaalta se myös mittaa tietämättömyyttä talouskasvua ajavista tuntemattomista tekijöistä (Hulten 2001, s.9).

Inhimillinen pääoma voidaan määritellä yksinkertaisesti yksilön taitojen tasoksi. Laajemmin määriteltynä inhimillinen pääoma muodostuu tietämyksen, taitojen ja kompetenssien kautta, jotka yksilö on hankkinut koulutuksen, työkokemuksen ja elämäkokemuksen kautta. Empiirisessä tutkimuksessa inhimillistä pääomaa mitataan usein formaaleiden koulutusvuosien kautta tai työkokemusvuosien kautta. Korkeampi inhimillinen pääoma mahdollistaa yksilön suoriutumisen korkeamman lisäarvon tehtävistä tarvittavalla tehokkuudella ja tarkkuudella. Yksilö myös voi vastaanottaa ja käsitellä tietoa nopeammin ja tuottaa uusia ideoita ja innovaatioita osaamisensa avulla. Lyhyesti sanottuna koulutettu työvoima johtaa korkeampaan työn tuottavuuteen. (Bergheim 2008)

Kasvulaskenta on uusklassisen kasvuteorian mukaan johdettu keino purkaa bruttokansantuotteen kasvuprosentti sen lähteisiin (Solow 1957), eli miten paljon pääoman syveneminen, inhimillinen pääoma tai teknologia ovat vaikuttaneet sen kasvuun. Kasvulaskennan avulla voidaan myös laskea työn tuottavuuden kasvun osatekijät.

1.2 Gordonin kasvuennuste ja hidastavat tekijät

Robert J. Gordon¹ (2012, 2013) esittää kuusi hidastavaa tekijää, jotka voivat leikata Yhdysvaltojen talouskasvua jatkossa. Hän laskee, että Yhdysvaltojen BKT/capita kasvun jatkuessa sen viimeaikaisen 1,8 % vuositrendin pitkän aikavälin vauhtia, nämä hidasteet voivat pudottaa vauhdin jopa 0,2 % vuosikasvuun. Gordon esittää perusteluita näiden tekijöiden suunnalle, mutta ei perustele tietyn tekijän suuruutta.

Onko Gordonin esittämille arvoille taloustieteen teorian tai empirian pohjalta tukea? Tämän selvittäminen on perusteltua, koska talouskasvun ennusteet vaikuttavat moneen tekijään:

¹ Robert J. Gordon on yhdysvaltalainen makrotaloustieteilijä. Hänen TED-esitys ja artikkelit (Gordon 2012, 2013) ovat saaneet paljon huomiota ja keskustelua. Katso esim. *The Economist* 10.1.13 tai www.ted.com hakusanalla "Robert Gordon"

korkeisiin ja tuotto-odotuksiin, verotuloihin, investointeihin ja niin edelleen (Bergheim 2008). Lisäksi nykyisen kasvun hidastumisen syitä ei olla kyetty selvittämään tarkasti, joten on mielenkiintoista tarkastella kokonaiskuvaa laajemmin.

Gordonin esittämät kaksi ensimmäistä hidastavaa tekijää leikkaavat talouskasvun asteen 1,8 prosentista 1,4 prosenttiin (Gordon 2012, s.9). Muiden tekijöiden vaikutus koskee 99 prosenttia yhdysvaltalaisista kulutus/capita muodossa. Gordon ei ennusta, että innovaatiot olisivat kokonaan ohi. Hän olettaa, että kokonaistuottavuuden vaikutus kasvuun vastaa historiallisten keksintöjen tasoa jatkossa, joka pohjautuu uusklassisen kasvumallin oletukseen teknologian eksogeenisuudesta. Näin ollen tulevien innovaatioiden vaikutus kokonaistuottavuuteen tulisi olla huomattavasti suurempi kuin tähän asti, jotta kasvua hidastavat tekijät eivät pidä kasvuastetta matalana.

Ensimmäinen vähennys Gordonin (2012) mukaan on suurten ikäluokkien eläköityminen, jonka vaikutus pitkän aikavälin kasvuun on -0,2 prosenttiyksikköä vuodessa. Toinen vähennys on työvoiman laadun kasvun pysähtyminen, jota hän perustelee peruskoulun ja lukion laadun heikkenemisellä sekä korkeakoulutuksen kohtuuttomilla hinnoilla. Korkeakouluista valmistuneiden suhde aloittaneisiin on laskenut, mikä vihjailee siitä, että koulutukseen investointi ei välttämättä enää houkuttele. Korkeat opintolainat ohjaavat valmistuneita kilpailemaan korkeiden palkkojen toimialojen työpaikoista. Näiden vaikutus pitkän aikavälin kasvuun olisi myös -0,2 prosenttiyksikköä.

Muita hidastavia tekijöitä varten Gordon (2012) esittää uuden mittarin, joka on kulutus per henkilö 99 % väestöjakaumasta. Tämä on samankaltainen mitta kuin BKT/capita, mutta näin rikkaimman prosentin vääristävä vaikutus saadaan korjattua. Seuraava hidastava tekijä on kasvava taloudellinen eriarvoisuus tulojen suhteen, joka laskee jopa -0,5 prosenttiyksikköä tulojen kasvuastetta alaspäin. Talouskasvu on nostanut yhdysvaltalaisten tuloja 1,3 % vuosittain, mutta 99 % väestöstä tulot eivät ole kehittyneet kuin 0,75 % vuosittain (Gordon 2012). Esimerkiksi tämän havainnon vuoksi Gordon siirtää huomionsa kulutus/capita mittaan.

Gordon mainitsee myös globalisaation tuloja leikkaavaksi tekijäksi, koska digiteknologia ja globalisaatio on lisännyt työvoiman kilpailua halvan työvoiman maiden kanssa. Gordon (2012) viittaa tuotantotekijöiden hinnantasaus teoriaan (factor price equalization), jonka mukaan kauppaa käyvien maiden tuotantotekijöiden hinnat (palkat ja pääoman tuotot) tasautuvat, koska lopputuotteen hinta yhteisillä markkinoilla on sama. Tämä vahingoittaisi korkean palkkatason maita tuloja laskevasti. Gordonin mielestä tämä leikkaa vuosittaista kulutuksen kasvuastetta -0,3 prosenttiyksikköä pitkällä aikavälillä.

Viimeiset kasvua leikkaavat tekijät Gordonin mukaan (2012, s.11) ovat sekä ympäristön luomat rajoitteet että käytettävissä olevien tulojen väheneminen velkataakan pienentämisen vuoksi. Ensimmäinen leikkaisi kasvuastetta -0,2 prosenttiyksikköä ja jälkimmäinen -0,3 prosenttiyksikköä. Näin ollen Gordonin (2012) provosoiva laskuharjoitus päättyy vuotuisen 0,2 prosentin kasvuasteeseen 99 prosentille yhdysvaltalaisista, mikäli kasvua ajavat innovaatiot ovat jatkossa yhtä merkittäviä kuin tähän asti. Gordonin myöntää itsekkin, että 0,2 % kasvuasteen hän valitsi vain shokkiarvosta, ja nämä ennusteet on tarkoitettu toimimaan varoituksena ja haasteena sekä keksijöille että (yhdysvaltalaisille) poliitikoille.

Gordonin (2013) mielestä myös tietokoneiden ja internetin hyödyt alkavat hiipua kasvulukemista. Kokonaistuottavuuden hyvä kasvuaste pitkällä aikavälillä on johtunut juuri uusista keksinnöistä, jotka ovat lisänneet kertaluontaisesti joko työn tuottavuutta, työtuntien määrää, tai korvannut vanhaa pääomaa paremmalla pääomalla (esim. lentokone nosti matkustusnopeutta, joka lisää matkailualan työn lisäarvoa). Digiteknologian positiivinen vaikutus työn tuottavuuteen saavutettiin jo viimeistään 2000-luvun puolivälissä, eikä Gordon usko digitaalisen vallankumouksen aiheuttavan yhtä merkittäviä kertaluontoisia vaikutuksia kuin teollisten vallankumousten keksinnöt.

Näistä merkittävimpinä Gordon mainitsee polttomoottorin ja yhdyskuntatekniikan, jotka lisäsivät elinajanodotetta poistamalla juomavedestä tulevia tauteja. Näin katuja saastuttavat hevoset korvattiin autoilla ja kaivot viemäriverkostolla. Tästä seurannut elinajanodotteen kasvu puolestaan myötävaikutti suurten ikäluokkien muodostumiseen. Vastaavasti sähkön

ansiosta kodinkoneet (erityisesti jääkaapit ja pesukoneet) vapauttivat naiset kotitöistä työmarkkinoille 1970-luvun aikoihin (Gordon 2012, 2013). Gordonin mukaan viimeaikaiset teknologiset innovaatiot ovat keskittyneet viihteeseen tuottavuuden ja kasvuvaikutusten sijaan.

Seuraavaksi esitän tilastotietoa ja keskustelua kuinka talouskasvu ja tuottavuus ovat hidastuneet ja minkä vuoksi näin on tapahtunut.

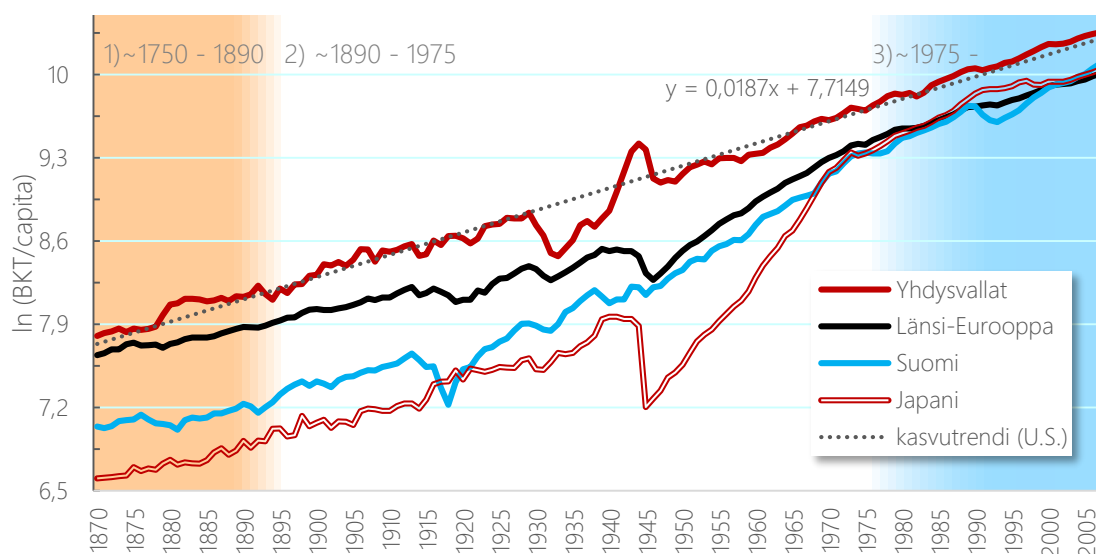
2 TALOUSKASVUN HIDASTUMINEN

Kasvavien talouksien kasvuvauhti on ollut pitkällä aikavälillä kahden ja viiden prosentin välillä (Jones ja Romer 2010). Pitkän aikavälin kasvu on seurausta teknologian, pääoman ja työvoiman yhteisvaikutuksesta kasvuteorian mukaan. Kansantalouden taloudellista aktiviteettia mittaa bruttokansantuote, joka kertoo talouden tuottaman lisäarvon vuoden ajalta. Tästä on vähennetty välituotteiden ja raaka-aineiden käyttö, joten se kuvaa kansantalouden kokonaistuotantoa. Reaalinen kokonaistuotanto on korjattu hintojen nousun tai laskun vaikutuksista, jolloin kahden eri vuoden kokonaistuotannon määrää, eli volyyimia, voi verrata. Digitaaliset hyödykkeet ja palvelut luovat kuitenkin haasteita kokonaistuotannon mittaamiselle, koska niiden aineettomuus, vakioiset matalat rajakustannukset, tai volyymit eivät sisälly virallisiin mittareihin (Brynjolfsson ja McAfee 2014).

2.1 Pitkän aikavälin kasvu ja tuottavuuden hidastuminen

Robert Gordon (2012, 2013) jakaa viime vuosisatojen yleiskäyttöisen teknologisen kehityksen kolmeen vallankumoukselliseen vaiheeseen: 1) höyrykoneiden ja rautateiden aikaan, 2) polttomoottorin ja yhdyskuntatekniikan aikaan (sähkö- ja vesijohtoverkosto), sekä 3) informaatio ja viestintäteknologian aikaan.

Kuva 2-1. Pitkän aikavälin BKT/capita kasvu, vuoden 1990 G-K dollareissa². Lähde: Angus Maddison



Kuva 2-1 esittää nämä ajat taustaväriin mukaan vasemmalta oikealle, sekä ostovoimapariteetilla korjatun talouskasvun luonnollisen logaritmuunnoksen³ valittujen maiden osalta (Länsi-Eurooppa sisältää 12 valtiota: Itävalta, Belgia, Tanska, Suomi, Ranska, Saksa, Italia, Alankomaat, Norja, Ruotsi, Sveitsi ja Iso-Britannia).

Yleisesti voidaan sanoa, että teollisen vallankumouksen keksinnöt (vaiheet 1 ja 2) lisäsivät lihastyövoimaa tavaroiden logistiikassa ja valmistuksessa, kun taas digitaalisen vallankumouksen aikana teknologia nostaa työn tuottavuutta aivokapasiteettia vaativissa tehtävissä (Brynjolfsson ja McAfee 2014, s.6). Jokainen vaihe on luonut uusia innovaatioita vielä kauan keksinnön ensimmäisten sovellutusten jälkeen, joten voimme todeta yleiskäyttöisen teknologian olevan yksi tärkeä kasvun lähde.

Eri ajanjaksojen kasvuvauhdit saadaan piirtämällä trendiviiva tietylle ajanjaksolle, jolloin tämän suoran kulmakerroin kertoo vuotuisen kasvuvauhdin. Kuvassa 2-1 on esimerkin

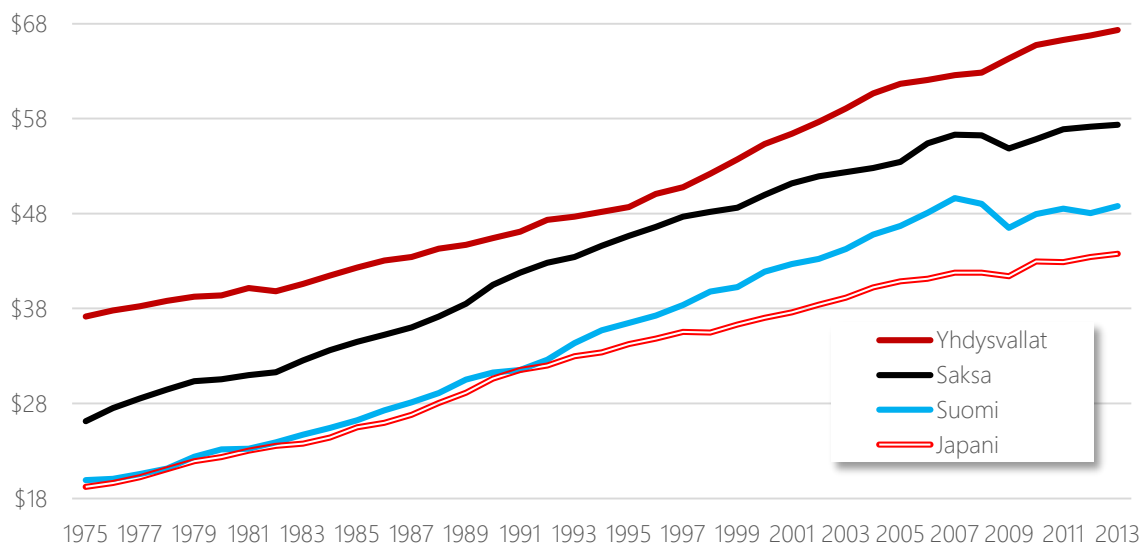
² Geary-Khamis dollari on ostovoimaltaan samanarvoinen kuin dollari vuonna 1990 Yhdysvalloissa.

³ Eksponentiaalinen kasvu saadaan näin lähes suoran muotoon. Tällöin vierekkäisten vuosien muutos, kuten Suomessa $\ln(\text{bkt}_{1912}) - \ln(\text{bkt}_{1911}) = 7,612 - 7,57 = 0,042$, eli 4,2 % on arvio bkt/henkilö kasvusta vuodesta 1911 vuoteen 1912.

vuoksi esitetty Yhdysvaltojen pitkän aikavälin trendi, jonka kulmakerroin on 0,0187, eli 1,87 prosenttia vuodessa.

Elintason kasvu on ollut korkeaa teollistuneissa länsimaissa. Elintason kaksinkertaistumisen voi lukea kuvasta 2-1 pystyakselin viivoja hyödyntäen, jotka on piirretty 0,7 yksikön välein. Tämä lisäys heijastuu logaritmin vastaoperaatiossa bkt/henkilö-luvun kaksinkertaistumisena, joten kuvan aikavälillä maiden elintasot ovat noin 3 - 5 kertaistuneet. Esimerkiksi toisen maailmansodan jälkeen Japanin elintaso lähes puolittui, ja seuraavan 10 vuoden aikana kaksinkertaistui takaisin ennalleen. Elintaso on kaksinkertaistunut historiallisesti noin 10 – 40 vuoden välein näissä maissa, mutta pienetkin muutokset kokonaistuottavuuden ja työn tuottavuuden kasvuasteissa voivat pidentää elintason kaksinkertaistumiseen kuluva-aikaa. Seuraavassa kuvassa on havainnollistettu viimeaikainen työn tuottavuuden hidastuminen, jota mitataan useimmiten jakamalla bruttokansantuote kokonaistyötunneilla.

Kuva 2-2 Työn tuottavuus, 2013 EKS-dollaria. Lähde: Total Economy Database

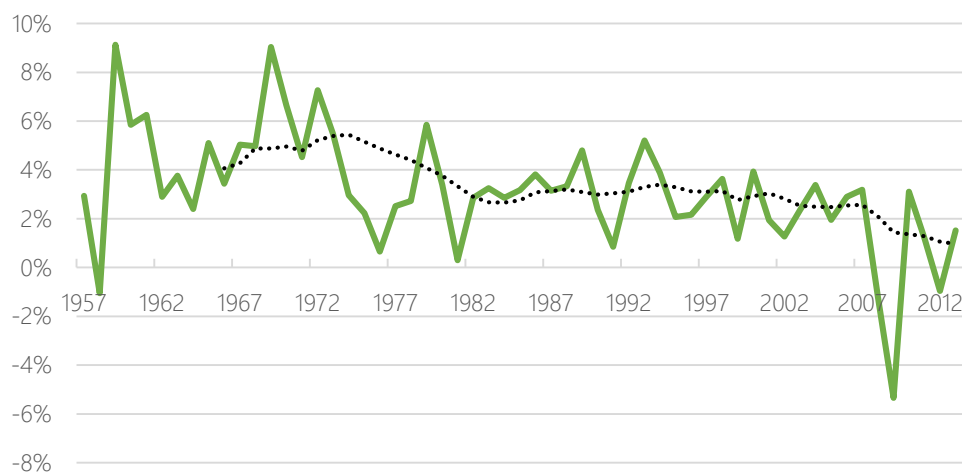


Kuvasta näkyy Yhdysvaltojen työn tuottavuuden kasvun nopeutuminen vuodesta 1995 eteenpäin, jonka selitykseksi on esitetty digiteknologian investointeja yhdessä aineettomien investointien kanssa. Myös Suomi oli tuona aikana poikkeus muista Euroopan maista, joiden työn tuottavuus puolestaan hidastui suhteessa Yhdysvaltoihin (van Ark, O'Mahony ja

Timmer 2008). Työn tuottavuuden kasvu syntyy kasvuteorian mukaan pääoman syvenemisestä, kokonaistuottavuuden kasvusta ja inhimillisen pääoman kasvusta. Työn tuottavuuden kasvuun ei siis vaikuta työtuntien muutokset suoraan, vaan työtuntien muutokset heijastuvat bruttokansantuote per capitaan (Jorgenson, Ho ja Stiroh 2008, Bergheim 2008).

Suomessa työn tuottavuuden kasvu oli ripeää vuodesta 1960 aina vuoteen 2007 asti, jonka jälkeen kasvutrendi laski huomattavasti. Suomen osalta muutama tutkimus on hyödyntänyt EUKLEMS tietokantaa, mikä pohjautuu Tilastokeskuksen toimittamiin tietoihin (muiden maiden vastaavat organisaatiot toimittavat kyseisten maiden tilastot). Muun muassa Aulin-Ahmavaara (2009) ja Pohjola (2011) ovat tutkineet työn tuottavuutta tällä datalla, ja van Ark, O'Mahony ja Timmer (2008) Euroopan maiden osalta.

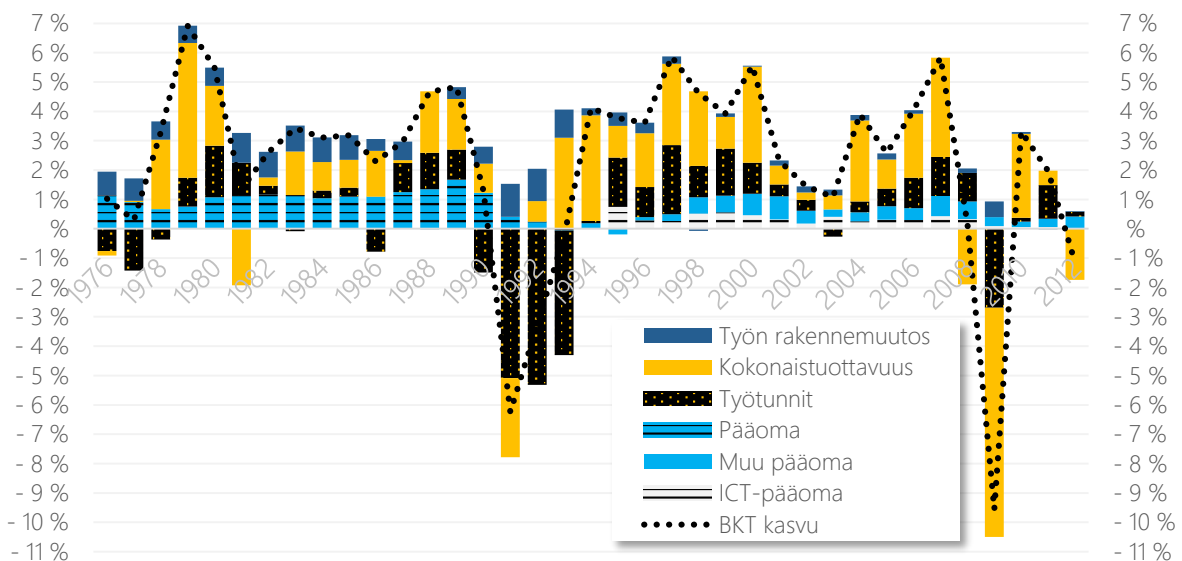
Kuva 2-3 Suomen työn tuottavuuden kasvu prosentteina ja sen liukuva keskiarvo (10v).
Lähde: Total Economy Database



Yllä oleva kuvio näyttää Suomen historiallisen työn tuottavuuden kasvuvauhdin ja 10 vuoden liukuvan keskiarvon. Sen liukuva keskiarvo on lähentynyt nolaa uhkaavasti, joka pidemmällä aikavälillä olisi uhka hyvinvoinnin kasvulle. Miksi siis talouskasvu on hidastunut viime vuosina?

Kuvassa 2-4 kokonaistuotannon (reaalinen bruttokansantuote) kasvuprosenttia kuvaava katkoviiva on osatekijöidensä summa. Näin kuvasta voi lukea esimerkiksi vuoden 2009 tuotannon laskun johtuneen kokonaistuottavuuden suuresta kontribuutiosta (-7,8 prosenttiyksikköä) ja työtuntien vähenemisestä (-2,7 prosenttiyksikköä). Samana vuonna kuitenkin (muun) pääoman (+0,31) ja työvoiman rakennemuutoksen (+0,5) kontribuutiot nostivat tuotannon arvoa. Työn rakennemuutos näkyy muun muassa kouluttamattoman työvoiman työtuntien vähentymisenä suhteessa koulutettuun työvoimaan. Näin kaikkien tekijöiden yhteisvaikutuksesta kokonaistuotos laski -9,55 prosenttiyksikköä edellisestä vuodesta.

Kuva 2-4 Kasvun osatekijöitä Suomessa. Lähde: EUKLEMS (O'Mahony ja Timmer 2009)



Kuvasta voi havaita, että suurin tekijä viimeaikaiseen tuottavuuden laskuun on ollut kokonaistuottavuuden pudotus, joka reagoi negatiivisesti sekä 1990-luvun että vuoden 2008 jälkeisissä kriiseissä, mutta vain jälkimmäisessä työn tuottavuus on laskenut (vrt. kuva 2-2). Kuvan kokonaistuotannon kasvu on jaettu kasvun osatekijöiden kontribuutiona uusklassisen sektorikohtaisen viitekehyksen tuotantofunktioiden mukaan (ks. O'Mahony ja Timmer 2009).

Valitsin kuvaan 2-4 mukaan kaikki toimialat EUKLEMS datasta (total industries), mutta vastaavasti voisi tutkia eri toimialoja ja sektoreita yksittäin (ks. esim. Pohjola 2011).

Työpanoksen mittarina käytetään useimmiten tehtyjä työtunteja. Kuitenkin täytyy huomioida, että yhteenlasketut työtunnit eivät kuvaa enää työpanosta, jos oletetaan työstä maksetun palkan kuvaavan työn rajatuottavuutta, kuten taustalla oleva kasvumalli olettaa. Tämän vuoksi Tilastokeskus ja EUKLEMS luokittelee työntekijät 18 eri luokkaan sukupuolen, ikähaarukan (15–29, 30–54 ja 55+) sekä koulutusluokan (perusaste, keskiaste ja korkeakoulutus) mukaan, ja esittää työvoimapalvelut usein näiden mukaan painotettuna. (Aulin-Ahmavaara 2009, Pohjola 2011)

Viime vuosikymmeninä Suomessa tuotannon lisäarvon kasvun lähteinä ovat olleet edistykset teollisessa tuotannossa, erityisesti sähkötekniikan valmistuksen innovaatioissa 1990- ja 2000-luvuilla. Tämän voi havaita kuvasta 2-4 kokonaistuottavuustermien kontribuution kasvussa verrattuna työvoiman ja pääoman kontribuutioihin. Pääoman kasvulla oli suuri vaikutus 1990-luvulle asti. Kuvassa pääoman kontribuutio on jaettu digitekniikkaan ja muuhun pääomaan vuodesta 1995 lähtien. ICT-pääoman kontribuution merkitys on vähentynyt vuoden 2008 jälkeen. Kokonaistuottavuus näyttää olevan läpi tarkasteluperiodin suurin kasvun selittävä tekijä.

Myös Euroopassa finanssikriisin jälkeen on samanlaisia kasvun hidastumisen merkkejä kuin Suomessa. Van Ark, Chen ja Jäger (2013) kuvailevat työn tuottavuuden kautta, miten eri Euroopan Unionin valtioiden kehitys on edennyt kriisin jälkeen vaihtelevasti.

Työn tuottavuus jopa kasvoi 2,3 prosenttia Espanjassa vuonna 2012, mutta tämä johtui työvoiman rajusta leikkauksesta (-3,7 prosenttiyksikköä). Positiivinen vaikutus tuottavuuteen syntyy, koska taantumassa työvoimaa leikataan tuottavuudeltaan heikoimman työvoiman osalta ensimmäisenä (Bergheim 2008).

Kovin tuottavuuden heikentyminen tapahtui Kreikassa, jossa se laski jopa 1,3 prosenttiyksikköä vuoden takaisesta. Taantuma heijastui myös kokonaistuottavuuteen Saksassa, jossa työtunnit ja työn tuottavuus ovat edelleen kasvaneet, mutta hidastuvaa vauhtia. Kokonaistuottavuus kuitenkin laski 0,4 prosenttiyksikköä edellisestä vuodesta, mikä on kirjoittajien mukaan huolestuttavaa. Euroopassa suurimpien talouksien laajalle levinnyt heikkous kokonaistuottavuuden kehityksessä voi johtua meneillään olevista rakenteellisista jäykkyyksistä EU:n sisämarkkinoilla työvoiman, pääoman ja hyödykkeiden osalta. (van Ark, Chen ja Jäger 2013).

Lopulta voidaan kysyä, että miten nämä kasvulaskentaharjoitukset ja kuva 2-4 voisivat selittää Gordonin esittämiä hidastavia tekijöitä? Moni Gordonin tekijä kuitenkin näyttäisi puuttuvan kuvasta.

Suurten ikäluokkien poistuminen saattaa vaikuttaa kahta kautta. Ensimmäkin se näkyy suoraan työtuntien vähenemisen kautta. Työvoimasta eläköityvien koulutusrakenne saattaa kuitenkin heijastua myös työn rakennemuutokseen: jos eläkkeelle jäävien koulutustaso on työvoiman keskiarvon alle, vaikutus näkyy positiivisena työn rakennemuutoksessa. Täytyy kuitenkin huomioida, että pitkän työuran tehneillä on usein korkeampi palkka, ja uusklassinen malli olettaa sen vastaavan työn rajatuottavuutta (Hulten 2009) – näin ollen eläköityvien poistuminen luultavasti heijastuu lisäarvoa laskevasti. Ilman tarkempaa analyysia ei voida varmuudella sanoa mihin suuntaan ja kuinka paljon suurten ikäluokkien poistuminen vaikuttaa kokonaistuotannon kasvuun.

Tämän viitekehyksen mukaan loput Gordonin tekijöistä heijastuvat kaikki kokonaistuottavuuden kautta lisäarvoon (Hulten 2009, Corrado ja Hulten 2010). Miten ja mitkä eri tekijät heijastuvat kokonaistuottavuuden kautta kasvuun?

2.2 Digiteknologia ja aineettomat investoinnit

kokonaistuottavuuden selittävinä tekijöinä

Kokonaistuottavuuden suuri kontribuutio talouskasvuun tai tuottavuuteen herättää aina kysymyksiä. Mikä on tällä kertaa kasvun hidaste? Tässä luvussa käyn lyhyesti läpi kokonaistuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä ja keskustelua ICT:n kasvuvaikutuksista ja niiden mahdollisesta katoamisesta. ICT:n kasvuvaikutuksia tarkastelen enemmän luvussa viisi.

Euroopan osalta van Ark, Chen ja Jäger (2013) toteavat kasvun hidastumisen johtuvan pidemmällä aikavälillä kokonaistuottavuuden kasvun hidastumisesta, joka on pahentunut 2000 luvun jälkipuoliskolla. Kirjoittajat epäilevät tämän syyksi useampia vaihtoehtoja. Finanssikriisin väliaikaisen vaikutuksen lisäksi se voi johtua heikkenevistä innovaatioista ja teknologian kehityksestä. Kuitenkaan tämä ei riittäisi selittämään, miksi se kääntyi keskimäärin negatiiviseksi EU-15 maissa⁴. Tähän kirjoittajat epäilevät ensimmäiseksi syyksi jäykkiä sisämarkkinoita ja sen seurauksena resurssien ohjautumista matalan tuottavuuden yrityksiin.

Toinen epäilyksen syy on tuotantopanosten siirtyminen tuottavilta toimialoilta vähemmän tuottaville aloille, mutta tähän he eivät löydä tukea sektorikohtaisella analyysillä. Pohjola (2011, s.280) toteaa näin käyneen työvoiman osalta 2000-luvulla Suomessa, kun taas 1980- ja 1990-luvuilla suunta oli päinvastainen.

Kokonaistuottavuus vaikuttaa työn tuottavuuden kasvutrendiin, ja sen todettiin lähteneen laskuun jo ennen taantumaa (Yhdysvalloissa Fernald (2012), Suomessa Aulin-Ahmavaara (2009)). 1990-luvun puolivälin Yhdysvaltojen tuottavuuden nopeutumisen selitykseksi on ajateltu ICT-investointeja ja sen käyttöön ottoa (Oliner, Sichel ja Stiroh 2007). Miten uusi teknologia vaikuttaa työn tuottavuuteen?

⁴ Euroopan unionin jäsenvaltiot ennen vuotta 2004.

Tietokoneet ja internet yleistyivät laajasti 1990-luvulta eteenpäin. Uusklassisessa kasvun viitekehyksessä teknologinen kehitys, kuten ICT:n yleistyminen, vaikuttaa kolmea eri väylää työn tuottavuuden kasvuun.

Aluksi uusien laitteiden kotimainen tehdasvalmistus nostaa kokonaistuotoksen arvoa suoraan⁵. Suomessa esimerkiksi matkapuhelinten ja niiden varaosien valmistaminen vaikutti kokonaistuottavuuden kasvuun 1990–2007 merkittävästi, jolloin sähköteknisen teollisuuden osuus oli jopa 0,5 prosenttiyksikköä kokonaistuottavuuden kasvusta, ja kokonaistuottavuuden vaikutus työn tuottavuuden kasvuun oli jopa kaksi kolmasosaa (Pohjola 2011). Toiseksi, uuden teknologian valmistamisen tehostuminen laskee sen markkinahintoja, mikä nostaa pääoman syventymistä informaatio- ja viestintäteknologiaa hyödyntävillä toimialoilla. Tämä tarkoittaa sitä, että tuottavampi pääoma korvaa vanhoja koneita ja laitteita, jolloin tuotos per työtunti nousee, koska pääoma per työtunti on kasvanut. (Fernald 2012, Pohjola 2011)

Kolmas vaikutuskanava on aineettomat investoinnit, eli organisaatio muuttaa toimintaansa yhteensopivaksi uuden teknologian kanssa. Tämä ei tarkoita vain lankapuhelimen korvaamista matkapuhelimella (jolloin puhelujen määrä tai laatu ei välttämättä muutu), vaan sitä, että investoidaan resursseja uusien tuotantotapojen kehittämiseksi: esimerkiksi matkapuhelin voi vapauttaa työntekijän lankapuhelimen paikkasidonnaisuudesta, jonka seurauksena työaikaa voi käyttää suuremman lisäarvon tuottamiseen. Uusi teknologia ja sen mahdollistamat uudet työprosessit on kenties tärkein tuottavuuden kasvulähde pidemmällä aikavälillä. Tehokkaampi tuotanto puolestaan tarkoittaa resurssien säästöä tai laadultaan parempia tuotteita ja palveluita (Brynjolfsson ja Hitt 2000).

Ensimmäiset kaksi ICT:n vaikutuskanavat näkyvät tilastoissa valmistavan teollisuuden osalta, mutta kokonaistuottavuus kasvoi laajalti sekä ICT:tä hyödyntävillä että sitä tuottavilla aloilla.

⁵ Bruttokansantuotteen arvo on $p_t Q_t = w_t L_t + c_t K_t$, eli hinta p vuonna t kertaa määrä Q (Hulten 2009). Uusi teknologia lisää tuotoksen arvoa joko määrän tai hinnan kautta (tai molempien). Tuotoksen arvo on samalla tuloa työntekijöille (palkka w kertaa työn määrä L) ja pääomalle (vuokra c kertaa pääoman määrä K). Jokainen eri toimiala voidaan indeksoida i :n kautta, jolloin kokonaisarvo on $\sum_i p_{ti} Q_{ti}$.

Tietokoneet ovat tämän ajan yleishyödyllistä teknologiaa, mikä tarjoaa selityksen tähän. Yritykset ostavat uutta teknologiaa, mutta ne joutuvat samalla investoimaan myös aineettomaan pääomaan, eli muotoilemaan prosesseja ja toimintamalleja yhteensopivaksi teknologian kanssa. Tämä täydentää hankitun teknologian hyötyjä muun muassa nopeampana tiedon käsittelynä. (Fernald 2012)

Basu ym. (2003) keskustelevat miten näitä yleishyödyllisten teknologioiden vaikutuskanavia voi kartoittaa perinteiseen kasvulaskentaan. Painopiste on juuri aineettomissa investoinneissa. Yritysten investoidessa aineettomaan pääomaan niiden mitattu tuottavuus laskee väliaikaisesti, koska investointeihin osoitetut resurssit eivät näy tilinpäätöstiedoissa. Viiveellä yritykset hyötyvät kertyneestä aineettomasta pääomasta, ja mitattu tuottavuus kasvaa ripeästi. Basu ym. (2003) ehdottavat ICT:n osalta erästä keinoa arvioida näitä havaitsemattomia aineettomia investointeja välimuuttujalla (proxy). Tämä välimuuttuja voidaan laskea kertomalla ICT-pääoman kasvu ja ICT pääoman kuluosuus pääoman kokonaiskuluista.

Basun ym. (2003) esittämä aineettomien investointien välimuuttuja oli huipussaan vuonna 2000, jonka jälkeen se laski rajusti, mutta mitattu tuottavuus Yhdysvalloissa pysyi kovana ja jopa kasvoi. Tämä havaittu kasvun kiihtyminen puolestaan johtui siitä, että yritykset eivät enää suunnanneet resursseja aineettomiin investointeihin, mikä taas osaltaan heijastuu tuotannon kasvun kautta tuottavuuden kasvuun (Fernald 2012). Tuottavuuden kasvu ei näin kuitenkaan ole pysyvää, vaan se päättyy viiveellä. Oliner, Sichel ja Stiroh (2007) toteavat, että aineettomien investointien väheneminen samaa aikaa pienempien ICT-investointien kanssa voi johtaa kuvioon, jossa työn tuottavuuden kasvu jatkossa on hitaampaa, koska nämä aineettomat investoinnit ovat työn tuottavuuden kasvun jyvää.

Fernald (2012) tekee Gordonian (2012, 2013) tukevan johtopäätöksen, että ICT:n kasvuväikutus yleishyödyllisenä teknologiana tuli käytettyä, ja kaikki matalalla roikkuvat hedelmät tulivat kerättyä 2000-luvun puoliväliin saavuttua. Tätä näkemystä voi yrittää ymmärtää ICT:n laskevien rajahyötyjen kautta siten, että organisaatiot vaihtoivat aluksi mm.

paperiset järjestelmät tietokoneisiin, joiden lisäksi varausjärjestelmät ja tietokannat lisäsivät tiedon käsittelyn ja analyysin hyötyjä. Gordonin mukaan 2000-luvun jälkeen digitekniikan kehitys on keskittynyt parempaan viihteeseen, mutta ei työn tuottavuuden parantamiseen. Hän ei kuitenkaan huomioi uusien toimintatapojen merkitystä, joka vaatii kokeiluja ja erehdyksiä ennen kuin tuottavimman menetelmät löytyvät. Lisäksi työntekijöillä kestää aikansa omaksua uuden tekniikan mukanaan tuomat mahdollisuudet.

3 PITKÄN AIKAVÄLIN KASVUTEORIA JA KASVULASKENTA

Taloukasvu lähti käyntiin ensimmäisen teollisen vallankumouksen aikoihin 1700-luvun Britanniassa (Frey ja Osborne 2013). Samoihin aikoihin alkoi muodostumaan taloustieteen klassiset opit (Schrerer 1999). Näiltä ajoilta lähtien kasvu on ollut geometristä teollistuneissa maissa, eli pitkällä aikavälillä tuotanto ja kansantulo ovat kasvaneet prosentuaalisesti vuodesta toiseen, välillä nopeammin tai hitaammin. Moni maa on kuitenkin edelleen köyhä, ja tämä kysymys on yksi pitkäkestoisimmista taloustieteen ongelmista (Pohjola ym. 2001). Kertooko viime vuosisatojen kasvuteoria meille jotain kasvun loppumisen mahdollisuudesta? Entä miten Gordonin hidastavat tekijät voidaan huomioida kasvumalleissa?

Vuonna 1961 Nicholas Kaldor esitti kuusi säännönmukaisuutta, jotka olivat havaittavissa kansantalouden tilinpitotilastoista. Toimivan kasvumallin tulisi kyetä ennustamaan näitä säännönmukaisia havaintoja. Tämä loi haasteita kestävä kasvuteorian kehittäjille. Nämä Kaldorin pitkän aikavälin havainnot olivat: (Jones ja Romer 2010)

1. Työn tuottavuuden kasvuaste on ollut vakaa (eli lähes vakio)
2. Pääoma per työntekijä kasvuaste on myös ollut vakaa
3. Reaalinen korko, eli pääoman tuotto, on ollut vakaa
4. Pääoman ja tuotoksen suhde on ollut vakaa
5. Pääoman ja työn osuudet kansantulosta ovat pysyneet samana

6. Nopeasti kasvavien kansantalouksien kasvuasteet ovat luokkaa 2 – 5 prosenttia vuodessa

Uusklassinen kasvumalli kykeni selittämään miten viisi ensimmäistä säännönmukaisuutta toteutuu tasapainoisella kasvupolulla. Solow'n malli kehitettiin 1950 ja 1960-luvuilla. 1980-luvulle asti kasvun mallintaminen oli ulkosyntyistä (eksogeenistä), eli teknologian kehitys oli taloudenpitäjistä riippumatonta. Taloustieteen kirjallisuudessa nämä mallit ja faktat ovat siirtyneet jornaalijulkaisuista oppikirjoihin. Nykyisin tutkijat kamppailevat kuudennen säännönmukaisuuden kanssa, ja ovat siirtyneet eteenpäin mallintamaan muita tekijöitä, kuten miksi inhimillinen pääoma kasvaa dramaattisesti ympäri maailman ja mitä seurauksia sillä on kestävälle kasvulle (Jones ja Romer 2010).

Sisäsyntyisten mallien (eli endogeenisten) mukaan taloudenpitäjien toiminta vaikuttaa teknologian kehitykseen. Tällöin voidaan vaikuttaa kasvunopeuteen muuttamalla toimintaympäristöä mm. verotuksella tai instituutioilla. Endogeenisistä malleista esittelen lyhyesti muutaman merkittävän mallin Rebelon (2001) mukaisesti, mutta rajoitan formaalia matemaattista esitystä.

Tämän luvun teoreettisia malleja käytetään luvussa neljä empiiristen tutkimusten taustalla. Empiirisessä tutkimuksessa usein esitetään yksityiskohtaisesti ekonometriset menetelmät sekä mallit tutkittavan ilmiön kannalta, ja näiden eri mallien tuloksia vertaillaan. Näin ollen koen tutkimuskysymyksen kannalta aiheelliseksi käsitellä näitä teoreettisia malleja tässä yleisesti, koska luvun neljä empiiriset mallit ovat muunnoksia näistä pitkän aikavälin kasvumalleista. Rajoitan kuitenkin niiden esittämistä luvussa neljä, koska haluan saada karkean yleiskuvan kaikista kuudesta Gordonin hidastavasta tekijästä. Näiden tekijöiden tutkimiseen sopivien mallien johtaminen ja mallien valinta on oma tieteenlajinsa, joten niiden kriittinen tarkastelu ei ole tutkimuskysymyksen kannalta tärkeää, koska en suorita omaa empiiristä tutkimusta. Viitatus kirjallisuuslähteet kertovat mallien valintojen perustelut.

Mallien tavoite on yrittää selittää miten tasapainoinen ja kestävä kasvu syntyy pitkällä aikavälillä. Tämän lisäksi analyttisesti voidaan arvioida eri parametrien kasvu- tai

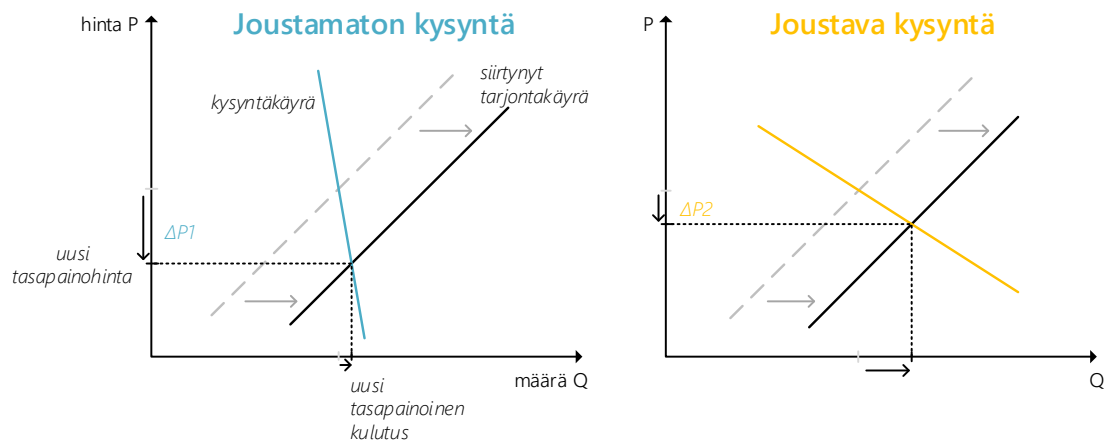
tasovaikutuksia (muutos joko kasvuasteessa tai kansantuotteen tasossa). Pitkän aikavälin kasvumallit eroavat merkittävästi lyhyen aikavälin suhdannemalleista siinä, että niistä puuttuu usein korkojen (nimellisten), hintojen ja työttömyyden vaikutukset, koska näiden ajatellaan olevan joustavia tarpeeksi pitkällä aikavälillä, eivätkä ne siten vaikuta pitkän aikavälin kasvuun. (Romer D. 1996)

3.1 Klassisten taloustieteilijöiden näkemyksiä

Työn tuottavuus oli esillä jo Adam Smithin (1723 – 1790) esimerkissä nuppineulojen tuotannosta. Pilkkomalla nuppineulan valmistamisen vaiheisiin ja jakamalla nämä valmistusvaiheet eri työntekijöille tehdasolosuhteissa, pystyttiin nostamaan reaalista työn tuottavuutta (nuppineulaa per työtunti) 200-kertaiseksi verrattuna siihen, että yksi artesaani valmistaa nuppineulan alusta loppuun (Schreier 1999, s.8). Nuppineulan valmistamisen siirtäminen artesaanien pajoista tehtaisiin vaatii investointeja pääomaan. Samalla se yksinkertaisti valmistusprosessia, jolloin useampi kouluttamaton työntekijä (maanviljelijä) pystyi tekemään taitavan artesaanin työn nopeammin. Miten tällöinen työnjako mahdollisesti vaikuttaa ihmisten tuloihin ja resurssien allokoitumiseen?

Tämän analysointiin käytän mikrotaloustieteestä tuttua Marshallin kysyntä ja tarjonta viitekehystä. Tuottavuuden kasvu lisää tarjontaa, jolloin tuotteen hinta laskee. Tästä seuraa kuluttajien ostovoiman paraneminen. Alla olevassa kuviossa olen esittänyt kaksi eri skenaariota siitä, kun työnjako ja tuottavuuden kasvu siirtää tarjontakäyrää oikealle, mutta kysynnän jousto hinnan suhteen on erilainen.

Kuva 3-1 Yksinkertainen kysyntä ja tarjonta viitekehys



Ensimmäinen tapaus analysoida kasvuvaikutusta ja resurssien allokoointia on kysynnän ollessa joustamatonta. Joustoilla on myöhemmin tärkeä rooli kasvilaskennassa, joten esittelen käsitteen tässä. Kysynnän hintajousto kertoo kuinka paljon kysyntä muuttuu suhteessa hinnanmuutokseen⁶. Kuvassa 3-1 hinnan lasku lisää tuotteen kulutusta vain vähän, vaikka hinta putoaa runsaasti (vertaa $\Delta P1$ ja $\Delta P2$). Tällöin kuluttajien kulutusmahdollisuudet nousevat, koska heille jää enemmän rahaa muiden tuotteiden kulutukseen. Tämä lisää muiden tuotteiden ja toimialojen kysyntää teoriassa⁷, jolloin nämä toimialat kasvavat. Näin ollen osa työvoimasta siirtyy muille tuotantomarkkinoille, mutta samalla taitavien artesaanien ansiotulot laskevat. Kysynnän ollessa joustamatonta, nuppineulojen valmistajan pääoman rajatuotot eivät takaisi kestäväää talouskasvua, koska pääoman lisäämisen tuoma voittojen kasvu ei kata pääoman kulumisen kustannuksia, joten toimiala ei voi lisätä tuotannon kasvua rajatta.

Toinen tapaus on kysynnän ollessa joustavaa. Tarjonta nousee työnjaon kautta, joka lisää tuotteen kulutusta roimasti (kuva 3-1 oikea puoli). Mitä tapahtuu muiden tuotteiden kysynnälle ja työvoimalle? Mikäli uuden hinnan ja määrän tulo on suurempi kuin vanhassa

⁶ Jouston ollessa 1 kysyntä ja hinta muuttuvat aina samassa suhteessa. Suuremmat jouston itseisarvot puolestaan sitä, että kysyntä nousee suhteessa enemmän kuin hinta laskee (kysyntä on joustavaa). Jouston ϵ arvojen ollessa avoimelta väliltä (0,1), sanotaan kysynnän olevan joustamatonta.

⁷ Tämän voi nähdä laskemalla kuluttajien käyttämän rahamäärän kautta. Eli uudessa tasapainossa hinta P kertaa määrä Q on pienempi kuin aiemmin, joten kuluttajien ostovoima kasvaa.

tasapainossa, kuluttajien budjetista entistä suurempi osuus allokoituu kyseisen toimialan tuotoksen ostamiseen, jolloin toimialan markkinaosuus kasvaa. Jos työnjaon ja erikoistumisen kautta työntekijöiden tuottavuus nousisi ikuisesti, talous voisi kasvaa rajatta. Työnjaolla ja erikoistumisella on kuitenkin rajansa, jos uusia parempia tuotteita tai teknologiaa ei synny näiden seurauksesta. Solow'n kasvumallissa oletetaan, että työnjaon ja erikoistumisen hyödyt on jo saavutettu (Romer D. 1996).

Markkinatehokkuus syntyy työnjaon ja erikoistumisen ansiosta. Artesaanien korvaaminen usealla maanviljelijällä vie työvoimaa tuottamattomasta työstä tuottavampaan. Adam Smith kannatti vapaita markkinoita, ja kutsuikin markkinamekanismia "näkyttömäksi kädeksi", joka saa aikaan järjestyksen ja tehokkuuden. Esimerkiksi pieni kylä mahdollistaa markkinoiden olemassaolon, jossa osa työvoimasta voi erikoistua panimotoimintaan, teurastamoon tai suutaritoimintaan.

Voidaan ajatella, että Gordonin esittämä globalisaatio hidastavana tekijänä on ikään kuin kansainvälistä työnjakoa – markkinat laajenevat ja kilpailu johtaa resurssien uudelleen allokoitumiseen. Uusi toimintatapa (kuten tuotantoprosessin osan siirto ulkomaille) laskee tuotoksen hintaa, mikä samalla syrjäyttää kotimaista työvoimaa. Tämän seurauksesta osa työvoimasta joutuu erikoistumaan uudelleen ja hakeutua muille toimialoille, joiden kysyntä on kasvanut toisen toimialan hintojen laskun seurauksesta. Teollisten vallankumousten ja digiteknologian innovaatioiden ansiosta globaali työnjako on yhä tehokkaampaa (Frey ja Osborne 2013, OECD 2013).

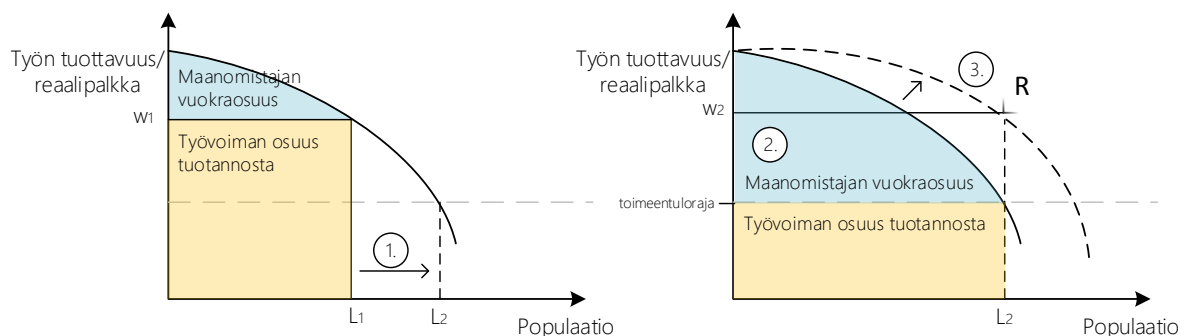
Mitä suuremmat markkinat, sitä enemmän työnjako ja erikoistuminen hyödyttävät, jolloin markkinahyödyt eivät rajoitu vain vaihdantaan, vaan mahdollistavat myös mittakaavatuottojen hyödyt (Schrerer 1999). Syntyy positiivinen kierre, jossa tuottavampi työ nostaa hyvinvointia ja täten lisää kysyntää (ns. Say'n laki: tarjonta lisää kysyntää). Tämä taas kasvattaa edelleen markkinoita sekä lisää työnjakoa sekä erikoistumista.

Adam Smithin ajatuksista huolimatta ekonomistit pelkäsivät sekä 1800-luvulla että 1900-luvun alkupuolella, että kasvu loppuu työn laskevien rajatuottojen takia: aluksi maanviljelykseen tarvittavan maan loppumisen pelossa, ja myöhemmin 1900-luvulla luonnonvarojen loppumisen pelossa (Schrerer 1999).

David Ricardo (1772 – 1823) ja Thomas Malthus (1766 – 1834) olivat aikansa pessimistejä siinä mielessä, että juuri Ricardon kehittämä laskevien rajatuottojen käsite yhdessä Malthusin päätelmiin väestön eksponentiaalisesta kasvusta vaikuttivat 1800-luvun ekonomistien pelkoihin kasvun loppumisesta (Schrerer 1999). Maa ja työvoima tarjosivat viitekehyksen työn tuottavuuden ja reaali-palkkojen yhteydestä. Tuottavan maan pinta-ala oli rajoitettu maapallolla, joten tämä oli looginen päätelmä sen ajan ymmärryksen mukaan.

Maa tuottaa viljaa työntekijöiden työpanosten mukaan. Työntekijöiden lisääminen nostaa tuotoksen määrää, mutta jokaisen lisätyöntekijän vaikutus kokonaistuotoksen kasvuun on edellistä pienempi, eli rajatuotos kasvaa hidastuvaa vauhtia. Viimeisen työntekijän rajatuotos on kaikkien työntekijöiden reaali-palkka. Matalin reaali-palkka rajoittuu toimeentulominimin tasolle, jolloin työntekijä pitää ansaitsemallaan viljalla itsensä elossa ja työkykyisenä.

Kuva 3-2 Ricardon tasapaino ja työvoiman laskeva rajatuottavuus. Lähde: Schrerer 1999



Kuvassa 3-2 populaation kasvua rajoittaa toimeentulominimi (harmaa katkoviiva). Maanomistaja maksaa jokaiselle työntekijälle viimeisen työntekijän rajatuotoksen verran palkkaa (reaali-palkka viljasäkeissä). Työvoima ravitsee palkalla itseään, mutta koska palkka

on korkeampi kuin oma kulutus ($L_1 w_1$ leikkauspiste), vauhdittaa tämä väestökasvua (kohta 1, väestönkasvu yhdentyy ajan myötä tasapainoon L_2). Populaatio täten tasapainottuu kohtaan L_2 , jonka jälkeen lisätyöntekijöiden palkka ei enää pitäisi heitä työkykyisinä. Täten tuottava maa rajoittaa väestönkasvua ja talouskasvua. Oikeanpuoleinen kuvio havainnollistaa, miten uuden tuottavan maan löytyminen (kohta 3) nostaa työntekijöiden reaali-palkkoja (uusi tasapaino pisteessä R), ja populaatio voi jälleen kasvaa. (Schrerer 1999)

Kuva 3-2 hahmottaa periaatteessa myös Gordonin esittämää eriarvoisuuden käsitettä pääoman vuokratuottojen ja työn tulo-osuuksien suhteen. Maanomistaja hyötyy väestönkasvusta, koska jokainen uusi työntekijä laskee koko työvoiman palkkaosuutta kansantulosta. Mikäli väestö kasvaa ja palkat asettuvat toimeentulominimin tasolle, on talous saavuttanut kasvun rajat, jolloin maanomistaja saa suuremman osuuden tuloista kuin työvoima (sininen pinta-ala).

Tällöin pääoman syveneminen on myös tavoittanut lakipisteen, ja kasvua rajoittaa uuden pääoman (viljelysmaan) puute. Mikäli kansantalous on pitkään tässä pisteessä, yhä suurempi varallisuus kertyy maanomistajille yli ajan. Piketty ja Zucman (2013, s.39) arvioivat että viljelysmaan arvo suhteessa kansantuloon oli 300 – 400 % vuosien 1700 - 1800 välillä Yhdistyneessä kuningaskunnassa, mutta 1900-luvulle tultaessa sen arvo oli vain joitain kymmeniä prosentteja. Yksityisen omaisuuden arvo suhteessa kansantuloon (K/Y) oli Euroopassa yli 600 prosenttia 1900-luvun alkuun asti, mutta laski sen jälkeen 300 – 400 prosenttiin. Heidän arvion mukaan tämä suhde on jälleen nousussa, koska pääoman reaalityttö on korkeampi kuin kokonaistalouden kasvuvauhti.

Teknologisen kehityksen, työnjaon ja erikoistumisen voi ajatella nostaneen hyväosaisten ja vähäosaisten elintasoja samalla kun se on vähentänyt eriarvoisuutta. Klassisten taloustieteilijöiden näkemykset eivät kuitenkaan tarjoa selitystä miten taloudessa siirrytään hevostärryjen käytöstä autoihin tai lankapuhelimista älypuhelmiin. Tällöinen harppaus vaatii muutakin kuin työnjakoa ja erikoistumista, se vaatii uutta teknologiaa ja innovaatioita. Näkymätön käsi ohjaa resursseja suhteellisen edun ja vaihdannan ansiosta tuotantoa

kasvattaviin tehtäviin, mutta mistä yrittäjät tunnistavat uudet tarpeet, jos markkinoilla on jo tarjolla kaikkea mitä ihmiset tarvitsevat? Mikä prosessi ohjaa yrittäjiä uusille markkinoille?

3.2 Schumpeteriläiset yrittäjät

Joseph A. Schumpeter (1883 – 1950) mietti näitä kysymyksiä teoksessaan *The Theory of Economic development* (1911). Schumpeter oletti, että luovat yrittäjät vievät taloutta yhdestä tuotteesta tai prosessista uuteen. Hänen näkemyksessään yrittäjät ottavat ideansa ja muuttavat ne tietämykseksi, jolla on uutta jalostusarvoa.

Lisäarvoa syntyy keksimällä parempia reseptejä, jotka kertovat miten raaka-aineista tai tuotantopanoksista saadaan aikaan uusia tai parempia tuotteita ja palveluita. Tietämys on siis monistettava resurssi ja käytettävissä muuallakin, ja näin ollen ominaisuuksiltaan ikään kuin julkishyödyke. Julkishyödykkeen ominaisuuksiin kuuluu, että se ei ole niukka eikä sen käyttö rajoita muiden mahdollisuuksia käyttää sitä (Pohjola ym. 2001). Esimerkiksi modernin auton valmistamiseen vaadittavat ennakkotiedot olivat jo olemassa ennen niiden massatuotantoa: hevosvaunut tarjosivat autoille perusmuodon, vaihteilla toimivat moottorit kuljettivat junia, ja polttomoottorit olivat patentoitu ennen kuin Henry Ford rakensi ensimmäisen tuotantolinjansa 1901. Kuitenkin uusien kaupallisten ideoiden kehittäminen vaatii investointeja, ja reseptin kopioitavuus saattaa rajoittaa kannustimia innovaatioiden kehittämiseen (Schrerer 1999).

Schumpeter määritteli kehityksen syntyvän yrittäjien kekseliäisyydestä yhdistää olemassa olevaa tietoa ja teknologiaa, ja korvata näin vanhoja toimintatapoja. Hän määritteli viisi erilaista yrittäjätyyppiä:

1. Kokonaan uusien tai laadullisesti parempien tuotereseptien keksijät
2. Uusien tuotantokeinojen keksijät, jotka eivät tarvitse välttämättä uutta tieteellistä tutkimusta, vaan korvaavat vanhoja tapoja uusilla toimintamalleilla
3. Uusien markkinoiden luoja tai uusille markkinoille ulottavat yrittäjät (mm. kotimaan ulkopuolelle)
4. Uusien raaka-aineiden tai välituotteiden hyödyntäjät, oli niitä tarjolla tai ei (voi vaatia niiden luomista)

5. Uusien organisaatorakenteiden hyödyntäminen jollain toimialalla, pyrkimyksenä saavuttaa monopoli asema, tai hajottaa olemassa olevan monopolin

Schumpeterin mukaan rahoitusmarkkinoilla oli merkittävä rooli kasvulle, koska ne vauhdittavat teknologista kehitystä. Rahoituksen välittäjät, kuten pankit, ohjaavat säästöjä tuottaviin investointeihin, arvioivat yrittäjien suunnitelmia ja niiden riskejä, sekä valvovat näiden toimintaa (King ja Levine 1993). Koska Schumpeterin ajatukset selittävät uuden teknologian syntyä ja lähteitä, endogeeniset mallit ovat usein ottaneet tehtäväkseen mallintaa Schumpeterin luovaa tuhoa (King ja Levine 1993).

On tarpeen mainita, että yrittäjien innovaatiot ovat luonteeltaan eri asia kuin teknologiset innovaatiot. Schumpeter ei tehnyt eroa huipputeknologian kasvuyrittäjän reseptin ja markkinaosuuksia valloittavan yrittäjän reseptien välille. Molemmat yrittäjät käyttävät olemassa olevaa tietämystä ja osaamista yhdistäen ne niukkojen resurssien kanssa luodakseen uutta lisäarvoa kuluttajille voiton motivoimina, ja samalla syrjäyttäen vanhoja tuotteita tai tuotantokeinoja.

Vastaavasti tutkija voi tuottaa teknologisia innovaatioita, mutta nämä keksinnöt eivät välttämättä johda kaupallisiksi innovaatioiksi. Tieteelliset ja teknologiset keksinnöt toimivat yrittäjien raaka-aineena, joiden avulla he keksivät uusia tuotteita tai keinoja järjestää tuotanto. Nämä innovatiiviset reseptit nostavat laaja-alaisesti hyvinvointia, koska näitä yrittäjien kilpailuilla markkinoilla testaamia reseptejä voi monistaa taloudessa laajalti ja edelleen hyödyntää uusien innovaatioiden raaka-aineina. (Schrerer 1999)

Uudet keksinnöt muuttavat kokonaisia toimialoja ja luovat uusia markkinoita. Luovan tuhon esimerkkejä löytyy lukuisia; Internet on vähentänyt painettujen sanoma- ja aikakauslehtien työvoimaa uutisten siirtyessä nettiin, samoin kivijalka levykaupat ovat kadonneet katukuvasta musiikin siirryttyä digitaaliseksi, Suomen tekstiiliteollisuus kutistui merkittävästi, kun kotimainen tuotanto ei voinut kilpailla halpatuontimaiden kankaiden ja lankojen kanssa. Luovan tuhon käänköpuoli on, että vanhat tekijät menettävät työpaikkansa ja

markkinaosuutensa, mutta samalla syntyy kokonaan uusia markkinoita ja työpaikkoja (Frey ja Osborne 2013).

Innovaatiot ovat siis talouskasvun suuri moottori, mutta miten niiden kasvuaikutusta mitataan? Adam Smith ja Joseph Schumpeter auttoivat hahmottamaan talouden toimintaa ja uusien tuotteiden sekä markkinoiden synnyn prosessia, mutta kumpikaan ei esittänyt empiiristä tutkimusta varten sopivia malleja. Nykyaikainen kasvukirjallisuus tarjoaa viitekehysten tällaisiin kysymyksiin, ja seuraavaksi esittelen näiden mallien pohjana toimineen taloustieteilijöiden työhevosena tunnetun Solow'n kasvumallin, jonka mukaan johdettu kasvulaskenta viitekehys on edellisen luvun tulosten taustalla.

3.3 Uusklassinen kasvumalli

Solow'n kasvumallissa tuotetaan yhtä hyödykettä (Y_t), jonka tuotantopanoksina käytetään kiinteää pääomaa (K_t), työvoimaa (L_t) sekä teknologiaa (Solow 1956). Yhden hyödykkeen oletus sopii kuvaamaan kokonaistuotoksen lisäarvoa, eli bruttokansantuotetta.

Teknologian oletetaan kasvavan tasaista eksogeenista vauhtia.

Mallin tuotos määräytyy tuotantofunktion ja teknologian mukaan. Yhtälön tuotantofunktio saa usein Cobb-Douglas muodon (Sorensen ja Whitta-Jacobsen 2005, s.130):

$$(1) Y_t = K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1.$$

jossa A_t kuvaa teknologiaa⁸ ja α on pääoman tulo-osuus tuotannosta⁹. Oletetaan teknologian kasvavan eksogeenista vauhtia g . Solow'n mallin kriittinen oletus on vakioiset

⁸ Kokonaistuottavuus voidaan ilmaista kolmella eri keinolla: tuotantofunktion $F(K, L)$ edessä (Hicks-neutraali, merkintä esim. Bt), pääoman edessä (Solow-neutraali, merkintä Dt) tai työvoiman edessä (Harrod-neutraali, merkintä At) (Sorensen ja Whitta-Jacobsen 2005). Valinnalla ei ole suurta merkitystä Cobb-Douglas tuotantofunktion muodossa.

⁹ Tärkeä oletus on kilpailulliset markkinat, eli palkka (w) vastaa työn rajatuottavuutta, $w = MPL = \frac{\partial Y}{\partial L} = (1 - \alpha)K_t^\alpha A_t^{1-\alpha} L_t^{-\alpha}$. Kerrotaan palkka työpanoksella (L) ja jaetaan kokonaistuotannolla (Y), jolloin saadaan työn osuus tuotannosta: $\frac{wL}{Y} = \frac{(1-\alpha)K_t^\alpha A_t^{1-\alpha} L_t^{1-\alpha}}{K_t^\alpha [(A_t)L_t]^{1-\alpha}}$, joka supistuu $\frac{wL}{Y} = 1 - \alpha$. Tämä on työn osuus kokonaistuotoksesta, ja α vastaavasti pääoman osuus tuotoksesta (tavanomainen jako 2/3 ja 1/3).

mittakaavatuotot, eli pääoman ja työvoiman kertominen vakiolla c kasvattaa tuotosta samalla kertoimella. Tämä oletus sisältää tavallaan kaksi oletusta: talous on tarpeeksi suuri, että sen ajatellaan käyttäneen erikoistumisen ja työnjaon mittakaavaedut kokonaisuudessaan, ja toinen on, että muut tuotantopanokset kuin K , L ja teknologia ovat merkityksettömiä (Romer D, 1996).

Kokonaistuotantoa kuvaavan yhtälön voi ilmaista per työntekijä muodossa, jolloin lopputuote ilmaisee keskimääräistä tuotosta per työntekijä tai työtunti. Jakamalla tuotantoyhtälön työpanoksella, ja merkitsemällä $y_t = \frac{Y_t}{L_t}$, sekä $k_t = \frac{K_t}{L_t}$ saadaan per capita tuotantofunktio:

$$(2) \quad y_t = k_t^\alpha A_t^{1-\alpha},$$

ja ottamalla molemminpuoliset luonnolliset logaritmit sekä muutokset aikayksiköiden välillä:

$$(3) \quad \ln y_t - \ln y_{t-1} = \alpha(\ln k_t - \ln k_{t-1}) + (1 - \alpha)(\ln A_t - \ln A_{t-1}),$$

jolloin tämä voidaan ilmaista työn tuottavuuden kasvuasteen kautta:

$$(4) \quad g_t^y = \alpha g_t^k + (1 - \alpha)g_t^A.$$

Tässä g_t^y on kahden vierekkäisen vuoden välisen kasvuprosentin arvio, ja yläindeksi kertoo minkä muuttujan suhteen. Tästä nähdään jo, että työn tuottavuuden kasvuaste on pääoman syventymisen kasvun ja teknologian kasvun painotettu keskiarvo. Koska α on tyypillisen tulkinnan mukaan $1/3$ ja täten $(1 - \alpha)$ on $2/3$, teknologisen kasvuasteen (g^A) nousu on joustamatonta, eli työn tuottavuuden kasvuaste kasvaa suhteessa vähemmän kuin teknologia.

Tämä ei vielä ole kuitenkaan valmis malli. Muita eksogeenisiä muuttujia varten mallissa on määritelty myös investoinnit, pääoman kulumisaste, ja väestön kasvuaste. Väestön

ajatellaan kasvavan eksogeenista vauhtia n . Näiden lisäksi palkat (w_t) ja pääoman vuokrat (r_t) oletetaan vastaavan niiden rajatuotosta¹⁰.

Tuotanto voidaan joko kuluttaa (C_t) tai investoida (S_t):

$$(5) \quad Y_t = C_t + S_t.$$

Pääoma kertyy yhtälön mukaan (pääoman kulumisaste δ):

$$(6) \quad K_{t+1} = S_t + (1 - \delta)K_t.$$

Mallin kannalta täytyy myös määritellä miten taloudenpitäjät valitsevat investointien ja kulutuksen välillä. Uusklassinen ratkaisu on ajatella tätä kuluttajan hyötyfunktion maksimointiongelmana, mutta kestävän kasvun ongelman tutkimiseen riittää Solow'n (1956) oletus, että vakio osuus tuotannosta käytetään investointeihin:

$$(7) \quad S_t = sY_t.$$

Antamalla pääomalle, työpanokselle ja teknologialle tietyt alkuarvot, kuvaa malli talouden kehityksen yli ajan näiden pohjalta kohti tasapainotilaa, jossa pääoma per työntekijä tasapainottuu tiettyyn tasoon. (Sorensen ja Whitta-Jacobsen 2005)

Pitkän aikavälin tasapainoisen kasvun täytyy tapahtua niin, että työn tuottavuus ja pääoman syveneminen muuttuvat suunnilleen samaa vauhtia. Liitteessä 1 olen esittänyt, kuinka Solow'n kasvumallissa tasapainossa pääoman tuotto on vakio ja myös reaalin pääoman tuotto ($r - \delta$) on vakio. Palkat kasvavat samaa vauhtia g kuin kokonaistuottavuuskin. Tasapainossa BKT, kulutus, investoinnit ja pääoma kasvavat samaa vakioista vauhtia $n + g$. Näin malli on selittänyt Kaldorin säännönmukaisuuksista viisi ensimmäistä, ja olettamalla $g > 0$, BKT/työpanos kasvaa pitkällä aikavälillä. Tämän mallin mukaan teknologisen kehityksen

¹⁰ Rajatuotos saadaan ottamalla osittaisderivaatta kokonaistuotantofunktiosta (1). Näin pääoman rajatuotos on $\frac{\partial Y}{\partial K} = \alpha \left(\frac{K_t}{A_t L_t} \right)^{\alpha-1} = r_t$ ja palkka on esitetty edellisessä sivukommentissa. $\frac{F_{KK}}{Y} \equiv \frac{\partial Y}{\partial K} \frac{K}{Y}$ on myös tuotoksen jousto pääoman suhteen, eli pääoman kasvu lisää tuotosta, mutta suhteessa vähemmän (jousto on alle yksi).

kasvuasteen muutos kahdesta prosentista neljään nostaisi vuotuisen työn tuottavuuden kasvuvauhtia saman verran, mutta muiden eksogeenisten muuttujien muutokset puolestaan vaikuttavat tuotoksen tasoon kasvuasteen pysyessä ennallaan pitkällä aikavälillä.

3.4 Kasvulaskenta

Kasvulaskentaan käytetään vain yhtä uusklassisen kasvumallin yhtälöä (1), eli kokonaistuotantoyhtälöä (Solow 1957). Kasvulaskentaharjoituksissa käytetään usein Hicks-neutraalia kokonaistuottavuutta (B_t), mutta muutos esitetyn Harrod-neutraalin kokonaistuottavuuden kanssa on helppo tehdä: $A_t = B_t^{\frac{1}{1-\alpha}}$. Kokonaistuotos oletetaan muodostuvan työn ja pääoman tuotantopanoksilla sekä teknologian avulla:

$$(8) \quad Y_t = B_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} = K_t (A_t L_t)^{1-\alpha}$$

Tarkasteltavan ajanjakson viimeinen vuosi on $T > t$, jolloin:

$$(9) \quad Y_T = B_T K_T^\alpha L_T^{1-\alpha}$$

Ottamalla luonnolliset logaritmit molemmista yhtälöistä, vähentämällä (8) yhtälöstä (9) ja jakamalla molemmat puolet periodin vuosilla $T - t$ saadaan:

$$(10) \quad \frac{\ln Y_T - \ln Y_t}{T-t} = \frac{\ln B_T - \ln B_t}{T-t} + \alpha \frac{\ln K_T - \ln K_t}{T-t} + (1 - \alpha) \frac{\ln L_T - \ln L_t}{T-t}$$

Yhtälön vasen puoli on arvio keskimääräisestä bruttokansantuotteen kasvuasteesta ajanjaksolta $t - T$ (esim. 2000 – 2010). Yhtälön oikea puoli kertoo keskimääräisen kokonaistuottavuuden kasvuasteen ja pääoman ja työn kasvuasteiden arvot painotettuina.

Keräämällä tilastotiedot pääoman, BKT:n ja työvoiman osalta kahdelta eri vuodelta ja asettamalla pääoman osuudeksi 1/3 voi yhtälön (10) avulla laskea kasvuasteen sen osatekijöiden summana. Kokonaistuottavuuden kasvuaikutus lasketaan usein residuaalina,

vähentämällä BKT:n kasvusta pääoman ja työpanoksen osuudet, jonka vuoksi sitä kutsutaan Solow'n residuaaliksi. (Sorensen ja Whitta-Jacobsen 2005).

Kokonaistuottavuuden arvo joltain ajanjaksolta ei ole itsessään kovin informatiivinen, koska se sisältää kaikkien muiden tekijöiden kuin pääoman ja työpanoksen vaikutuksen kasvuun. Kasvulaskenta voi kuitenkin olla hyödyllistä, jos vertaa tietyn maan kokonaistuottavuuden vaihtelua kahdelta eri ajanjaksolta, tai eri maiden kokonaistuottavuuksien tasoa samalta ajanjaksolta. Suuri muutos kokonaistuottavuudessa kertoo, että mallin ulkopuolisten tekijöiden kontribuutiot ovat kasvaneet tai niiden osuus on ollut suurempi toisessa maassa verrattuna muihin. (Sorensen ja Whitta-Jacobsen 2005).

Kasvulaskentaa voi tehdä myös työn tuottavuuden kautta. Tuotantoyhtälö (8) kertoo, että työn tuottavuus on $y_t = B_t k_t^\alpha$ edellisen luvun merkintätavalla. Tekemällä samat toimenpiteet kuin yhtälölle (10) saadaan:

$$(11) \frac{\ln y_T - \ln y_t}{T-t} = \frac{\ln B_T - \ln B_t}{T-t} + \alpha \frac{\ln k_T - \ln k_t}{T-t}$$

Tämän esittäminen $B_t = A_t^{1-\alpha}$ mukaisesti:

$$(12) \frac{\ln y_T - \ln y_t}{T-t} = (1 - \alpha) \frac{\ln A_T - \ln A_t}{T-t} + \alpha \frac{\ln k_T - \ln k_t}{T-t}.$$

Miten kasvulaskentaa voi soveltaa muiden tekijöiden tutkimiseen jos kokonaistuottavuus saa suuren painoarvon kasvua selittävänä tekijänä? Seuraavassa on yksi esimerkki kuinka tuotantofunktioon voi lisätä eri tekijöitä. Siihen voi sisällyttää muun muassa työvoiman laadun koulutusvuosilla (u_t) mitattuna. Inhimillisen pääoman kasvava funktio $h(u_t)$ voidaan sijoittaa tuotantofunktioon:

$$(13) Y_t = B_t K_t^\alpha (h(u_t) L_t)^{1-\alpha}$$

Yhtälön (13) mukaan ei voi suorittaa kasvulaskentaa ilman tietämystä funktion $h(u_t)$ muodosta. Sorensen ja Whitta-Jacobsen (2005) esittävät kuinka työn taloustieteen tulosten

pohjalta $h(u_t)$ kertoo absoluuttisen muutoksen, esim. yhden koulutusvuoden nousun, lisäävän palkan suhteellista muutosta (prosenttia). Funktion muodoksi oletetaan:

$$(14) h(u_t) = \exp(\psi u_t), \psi > 0,$$

jolloin inhimillisen pääoman yhtälö on kasvava ja sisältäen absoluuttisen muutoksen vaikutuksen palkan suhteelliseen muutokseen. Ottamalla luonnolliset logaritmit ja derivoimalla u_t :n suhteen saadaan:

$$(15) \frac{dh(u_t)}{h(u_t)} / du_t = \psi$$

Tässä yksi lisävuosi koulutuksessa johtaa suhteelliseen (ψ) muutokseen inhimillisessä pääomassa itsenäisesti riippumatta alkutasosta u_t . Parametrin ψ arviointi tapahtuu olettamalla työvoiman saavan rajatuottavuuden verran palkkaa, jolloin (13) mukaan palkka on:

$$(16) w_t = (1 - \alpha) B_t K_t^\alpha h(u_t)^{1-\alpha} L_t^{-\alpha} = (1 - \alpha) B_t \left(\frac{K_t}{L_t}\right)^\alpha \exp((1 - \alpha)\psi u_t).$$

Ottamalla luonnolliset logaritmit ja derivoimalla u_t :n suhteen saadaan:

$$(17) \frac{dw_t}{w_t} / du_t = (1 - \alpha)\psi.$$

Näin ollen yhden vuoden koulutus kasvattaa suhteellisesti palkkaa $(1 - \alpha)\psi$ verran. Sorensen ja Whitta-Jacobsen (2005, s.151) esittävät empiirisessä kirjallisuudessa tulosten kertovan, että yhden koulutusvuoden lisääminen nostaa palkkaa noin seitsemän prosenttia, jolloin parametri ψ olisi suunnilleen 0,1 eli 10 prosenttia¹¹. Näin ollen tuotantofunktiolla:

$$(18) Y_t = B_t K_t^\alpha (\exp(\psi u_t) L_t)^{1-\alpha},$$

¹¹ $(1-1/3)\psi = 0,07$ eli $\psi \approx 0,1$

ja tietämyksellä parametrien α sekä ψ arvoista, voidaan tehdä jälleen kasvulaskentaa:

$$(19) \frac{\ln y_T - \ln y_t}{T-t} = \frac{\ln B_T - \ln B_t}{T-t} + \alpha \frac{\ln k_T - \ln k_t}{T-t} + (1 - \alpha) \psi \frac{u_T - u_t}{T-t}.$$

Nyt tilastotietojen BKT per työpanos, pääoma per työpanos sekä työikäisen väestön keskimääräisten koulutusvuosien avulla voidaan jakaa kasvu osatekijöihin. Ilman koulutusvuosia kokonaistuottavuus saattaa saada korkeita arvoja, jos koulutusvuosien määrä on kasvanut huomattavasti. (Sorensen ja Whitta-Jacobsen 2005).

Tuotantofunktion eri panosten lisääminen on teoreettisesti ja matemaattisesti mielenkiintoinen tehtävä, mutta tämän työn laajuuden ulkopuolella. Kuten yllä esitettiin, vaatii sen johtaminen laajaa käsitystä menetelmistä, ja valintoja käytettävän tilastotiedon ja teoreettisen muuttujan suhteen. Tämän vuoksi nojaan luvussa neljä taloustieteilijöiden aiempiin tutkimuksiin ja valintoihin. Saatan esittää tutkimuksissa käytetyn tuotantofunktion muodon, mutta en käsittele niiden johtamista sen tarkemmin. Lisäksi Gordonin tekijöiden johtaminen uusklassiseen kasvumalliin ei riittäisi selittämään kuitenkin työn tuottavuuden hidastumista, jos nämä tekijät eivät vaikuta teknologian kasvuasteeseen suoraan. Tämä siitä syystä, että eksogeenisten tekijöiden muutokset muuttavat tuotoksen tasoa, ei kasvuvauhtia.

Seuraavaksi esittelen lyhyesti Rebelon (2001) mukaisesti semi-endogeenisiä ja endogeenisiä kasvumalleja, joissa eri tekijät vaikuttavat teknologisen kehityksen vauhtiin ja näin myös tasovaikutusten sijaan kansantuotteen kasvuvauhtiin.

3.5 Semi-endogeeniset kasvumallit

Solow'n mallien oletukset eivät ole tyydyttäviä vertailtaessa eri maiden kasvuasteita keskenään. Edellisten lukujen perusteella tasapainoinen kasvuaste on yhtäläinen teknologian kasvuasteen g kanssa, mutta mistä teknologian kasvuasteen arvo muodostuu? 1980-luvulta lähtien kehitettiin endogeenisiä malleja, jotka pystyvät selittämään mistä ja miten teknologian tasoerot syntyvät.

Yksi tapa kiertää teknologian ongelma on määritellä pääoma K sisältämään myös tutkimus ja kehitys toiminnan (myöh. T&K). T&K:n luomat reseptit ja ideat tulisi huomioida pääomassa rakennusten ja koneiden lisäksi (Romer 1986). Näin ollen teknologialla voi ajatella olevan ulkoisvaikutuksia, jotka lisäävät muiden yritysten tuottavuutta niiden kopioidessa toistensa toimintatapoja. Rebelo (2001) esitti Romerin (1986) tuotantofunktion seuraavalla tavalla¹²:

$$(20) Y_t = BK_t^{1-\pi} L^\pi \mathbf{K}_t^\beta.$$

Tässä \mathbf{K} esittää pääoman kokonaisvarantoja (sisältäen aineettoman pääoman), ja kilpailluilla markkinoilla (pienet) yritykset eivät voi vaikuttaa sen kokoon. Vaikkakin kokonaistalouden pääoman tuotot kasvavat, yksittäiset yritykset saavat vakiotuotot pääomalleen. Miten kasvun jatkuminen on tässä mallissa mahdollista, jos teknologia on eksogeeninen vakio (B)? Se on mahdollista termien $\pi + \beta \geq 1$ ulkoisvaikutusten ansiosta, eli ulkoisvaikutukset ovat juuri sen verran vahvoja, että ne kumoavat yritystasolla niiden kohtaaman laskevan pääoman rajatuottavuuden. Tämän voi nähdä olettamalla n identtistä yritystä, jolloin kokonaispääoma on $\mathbf{K}_t = nK_t$. Mikäli taloudessa säästetään vakio osuus tuotoksesta s , on pääoman kasvuvauhti seuraava:

$$(21) \frac{K_{t+1}}{K_t} - 1 = sBK_t^{-\pi+\beta} N^\pi n^\beta - \delta.$$

Kun $1 - \pi + \beta > 1$ niin vakio säästämisaste s johtaa kiihtyvään kasvuun. Tämän ominaisuuden on oltava hyvin pieni ja vaikeasti havaittavissa, jotta malli olisi yhdenmukainen historiallisen datan kanssa.

Aluksi empiiriset todisteet tukivat yhtälön (20) kaltaista ulkoisvaikutusta, mutta myöhempi tutkimus paremmilla työn ja pääoman mittareilla ei antanut todisteita ulkoisvaikutuksille. Tämä ei ehkä ole yllättävää, koska näissä empiirisissä tutkimuksissa pääoma sisälsi vain

¹² Rebelo (2001) merkitsee pääoman osuuden $(1 - \alpha)$ kun aiemmassa esityksessäni se tarkoitti työvoiman osuutta. Sen vuoksi korvaan alfan piillä, jolloin $\pi = 2/3$ ja $(1 - \pi) = 1/3$ tavanomaisella jaottelulla.

kiinteää pääomaa, vaikka mallissa sen tulisi sisältää myös aineetonta pääomaa, kuten Romer (1986) alun perin esitti. (Rebelo 2001)

3.6 Inhimillinen pääoma kasvumalleissa

Lucas (1988) esitti erilaisen näkemyksen pääomasta, mikä mahdollisti kestäväen kasvun ilman eksogeenisen teknologiaterrinin kehitystä. Riisuttu yhden sektorin malli Lucasin (1988) mallista voidaan esittää seuraavasti (Rebelon 2001 mukaan):

$$(22) Y_t = BK_t^{1-\pi}(LH_t)^\pi.$$

Tässä mallissa H_t esittää inhimillisen pääoman tasoa edustavan taloudenpitäjän osalta. Rebelo (2001) yksinkertaistaa malleja olettamalla työpanoksen olevan vakio yli ajan. Henkinen pääoma voi kertyä samaan tapaan kuin kiinteä pääoma luopumalla yhdestä tuotoksen yksiköstä:

$$(23) Y_t = C_t + I_t$$

$$(24) I_t = I_t^k + I_t^h$$

$$(25) K_{t+1} = I_t^k + (1 - \delta)K_t$$

$$(26) H_{t+1} = I_t^h + (1 - \delta)H_t.$$

Henkisen pääoman kerryttämisen kustannus on sama kuin kiinteän pääoman, joten tehokas kasvupolku on sellainen, että tasapainotilassa K ja H rajatuottavuudet ovat samat:

$$(27) \frac{\partial Y}{\partial K} = \frac{\partial Y}{\partial L} \leftrightarrow (1 - \pi)BK_t^\pi(LH_t)^\pi = \pi BK_t^{1-\pi}(LH_t)^{\pi-1}L.$$

Tämä näyttää, että kiinteän pääoman ja henkisen pääoman suhde on $\frac{K_t}{H_t} = (1 - \pi)/\pi$.

Käyttäen tätä faktaa hyväksi, voidaan tuotantofunktio kirjoittaa:

$$(28) Y_t = AK_t$$

jossa uusi vakio $A = B \left(\frac{\pi}{1-\pi}\right)^\pi L^\pi$. Tämä "AK" malli tuli suosioon osittain siitä syystä, että se on yksinkertainen työkalu muuttamaan uusklassisen teorian tasovaikutukset kasvuvaikutuksiksi.

Tämän selventämiseksi, käytetään samaa Solow'n vakio säästöastetta s , joka menee kokonaisinvestointeihin I_t . Jotta K/H suhde säilyisi vakiona, tulee taloudessa allokoida osa kokonaisinvestoinneista $(1 - \pi)$ kiinteän pääoman kertymiseen. Tämä tarkoittaa, että tasapainotilan tuotoksen kasvuaste, jonka täytyy vastata kiinteän pääoman kasvuastetta, saadaan yhtälöllä:

$$(29) \frac{Y_{t+1}}{Y_t} = \frac{K_{t+1}}{K_t} = (1 - \pi)sA + (1 - \delta).$$

Solow'n mallissa säästöasteen muutokset aiheuttavat tasovaikutuksia kasvupolulle kun tässä mallissa se luo kasvuvaikutuksia. Talouspoliittisilla toimilla voi tämän mallin mukaan vaikuttaa kasvuasteisiin luomalla kannusteita säästöasteen s kasvattamiseen tai termin A muutokseen, esim. työn verotuksen avulla.

Sekä Romerin mallilla (1986) että Lucasin (1988) "AK" mallilla on kaksi ongelmaa. Ensimmäinen ongelma syntyy siitä, että työntekijät tulevat yhä tuottavimmiksi ilman uusia ideoita tai teknologiaa. Toinen ongelma on empiirinen: tietyt poliittiset toimenpiteet saavat aikaan suuria vaikutuksia kasvuun. Esimerkiksi työn verotus AK-mallin mukaan pienentäisi termiä A , mikä puolestaan hidastaisi kasvua suuresti. (Rebelo 2001)

3.7 Endogeeninen mallintaminen

Edelliset mallit eivät vielä olleet teorioita teknologisen kehityksen kasvusta. Ne eivät auta hahmottamaan yritysten pyrkimyksiä investoida uusien tuotteiden tai tuotantomenetelmien kehittämiseen. Innovaatioiden reseptien laatiminen vaatii merkittäviä panostuksia, mutta niiden valmistuttua näitä reseptejä voi kopioida vaivatta muiden tuotantoprosessien avuksi. Yritykset eivät mielellään investoi innovaatioihin, mikäli näiden investointien hyödyt menetetään kilpailijoille, joten Romer (1990) esitti teorian endogeenisestä teknologian kehityksestä monopolistisen kilpailun markkinoilla. Yritykset maksavat kiinteän kulun tuottaakseen uuden hyödykkeen, mutta sen jälkeen saavat pysyvän monopolin tämän tuottamansa hyödykkeen osalta. Seuraava esitys on Rebelon (2001) mukaan, mutta tiivistetty matemaattiselta esitykseltään.

Malli rakentuu tutkimus ja kehitystoiminnan kautta siten, että vakio osuus lopputuotoksesta osoitetaan uusien tuotteiden kehittämiseen. Lopputuote tuotetaan yhdistämällä työvoimaa (L) erilaisen välituotteiden (n) kanssa. Mallissa on myös edellisten mallien mukaisesti oletettu vakio mittakaavaedut työlle ja välituotteille. Yritykset maksimoivat voittojaan tai minimoivat kustannuksia. Kustannukset syntyvät reaali-palkan ja työn tulona (välituotteissa mitattuna), sekä tuotekehityksen kustannuksista. Voitot kertyvät myytyjen tuotteiden määrän ja hinnan mukaan. Optimaalinen ratkaisu yrityksen näkökulmasta syntyy asettamalla hinta välituotteen kysynnän mukaan, jolloin voittomarginaali asettuu rajakustannuksen yli (Φ).

Mallissa oletetaan, että jokaisen yrityksen rajakustannus on sama, joten hinnat ovat kaikilla identtiset. Täten tasapainotilassa tarjonta on sama jokaisen tuottajan osalta.

Mallin tuotantofunktion pohjalta voi laskea kokonaistuotoksen käyttäen (x) yksikköä jokaista välituotetta (n). Tämä tiivistetyn muodon tuotantofunktio on markkinoiden hyödykemäärän suhteen lineaarinen:

$$(30) Y_t = B n_t L,$$

$$(31) B = A^{\frac{1}{\pi}} \left[\frac{(1-\pi)^2}{\phi} \right]^{\frac{1-\pi}{\pi}}.$$

Oletetaan, että keksiäkseen uusia hyödykkeitä, on talouden investoitava λ yksikköä lopputuotetta T&K prosessiin. Yrityksen on vertailtava uuden tuotesuunnitelman (blueprint) kehittämiskustannusta siitä saadun monopolin tuomiin hyötyihin. Mikäli oletetaan, että markkinoilla on vapaa pääsy uusien välituotteiden valmistukseen, seuraa tästä, että monopolin voittojen on oltava juuri yli tuotekehityksen hinnan. Olemme kuitenkin kiinnostuneita siitä, miten luodaan kestävä kasvua, joten keskitytään kysymykseen: mikä on talouden kasvuvauhti, kun osa s lopputuotoksesta investoidaan uusien välituotteiden keksimiseen:

$$(32) I_t = s Y_t$$

$$(33) I_t = (n_{t+1} - n_t) \lambda + \phi x n_t.$$

Jälkimmäisen yhtälön ensimmäinen termi kuvaa uusien hyödykkeiden keksimisen kustannusta, kun toinen (Φn_t) kuvaa olemassa olevien tuotteiden tuotantokustannuksia. Näiden avulla voidaan laskea kokonaistuotoksen kasvuaste, joka on yhtenevä uusien välituotteiden kasvuasteen kanssa:

$$(34) \frac{Y_{t+1}}{Y_t} = \frac{n_{t+1}}{n_t} = 1 + \frac{BL}{\lambda} [s - (1 - \pi)^2].$$

Kuten aiemmissakin malleissa, säästämisaste s lisää talouden kasvuvauhtia. Mallissa kuitenkin kasvuvauhti lisääntyy myös työpanoksen mukana, eli työntekijöiden määrän lisääntyessä. Tämä seuraa olettamasta, että uuden hyödykkeen keksimisellä on kiinteä (λ) kustannus, mikä ei ole sidoksissa hyödykkeen tuotoksen määrään. Tämä kelvollinen oletus vihjaa, että markkinoiden koko vaikuttaa keksintöjen määrään – pienillä markkinoilla ei kannata maksaa tuotekehityskustannuksia ja täten keksintöjä syntyy vähemmän. (Rebelo 2001).

Markkinoiden koko on riippuvainen työntekijöiden määrästä, joten millä tahansa säästämisasteella isompi talous kasvaa aina nopeammin. Tämä päätelmä ei ole empiirisesti pätevä, koska ei ole havaittavissa yhteyttä populaation koon ja talouskasvun välillä maidenvälisessä vertailussa. Tämä malli koskeekin vain lähinnä maita, joissa on merkittävät T&K investoinnit. Näiden maiden tuotteet ovat usein vientituotteita, joten ei ole selvää onko maan populaation koko sopiva mittari työvoimalle (L). (Rebelo 2001)

Romerin (1990) alkuperäisessä esityksessä uudet hyödykkeet syntyivät taitavan työvoiman toimesta, jonka määrä oletettiin vakioksi. Tällöin jatkuvan kasvun mahdollistamiseksi Romer esitteli ulkoisvaikutukset – uusien tuotteiden keksimisen hinta laski sitä mukaa mitä useampi välituote (n_t) oli olemassa. Tämän voi nähdä olettamalla H yksikköä taitavaa työvoimaa, jotka voivat keksiä uusia tuotteita:

$$(35) n_{t+1} - n_t = DH.$$

Tämä T&K tuotantoyhtälö ei mahdollista tuotteiden määrän jatkuvaa kasvua. Olettamalla mukaan ulkoisvaikutukset, tuotantofunktio saa muodon:

$$(36) n_{t+1} - n_t = DHn_t.$$

Nyt suurempi varanto olemassa olevia tuotteita n_t lisää uusien tuotteiden kehittämistä ja kasvuvauhtia. Näin ollen taloudesta tulee sitä tuottavampi mitä enemmän se kehittää uusia hyödykkeitä. (Rebelo 2001)

Endogeenisia kasvumalleja on lukuisia muitakin (ks. Rebelo 2001). Endogeeniset mallit eivät kuitenkaan toistaiseksi ole saanut yhtä suurta suosiota kuin uusklassinen kasvumalli, koska endogeeniset mallit eivät ole kovin yhteensopivia historiallisen datan kanssa. Tämä voi johtua oikeanlaisten tilastotietojen puutteesta tai mallien epärealistisista oletuksista (Rebelo 2001, Bergheim 2008). Seuraavaksi tarkastelen miten pitkän aikavälin kasvua on ennustettu eri tekijöiden kannalta sekä minkälaisia arvoja näille tekijöille on löydetty.

4 HIDASTAVIEN TEKIJÖIDEN TEOREETTINEN JA EMPIIRINEN TARKASTELU

Gordonin pessimistinen ennuste yhdysvaltalaisien tulojen kasvulle on johdantoluvussa esitetty 0,2 %, jonka syynä on kuusi eri tekijää. Tässä luvussa tutkin kirjallisuuden avulla, minkälaisia tuloksia Gordonin tekijöiden suhteen on saatu empiirisesti ja kuinka tekijöitä on sovellettu kasvuteoriaan. Samalla yritän löytää tietoa näiden tekijöiden ennustetuista arvoista, mutta en odota löytäväni kaikkea relevanttia aineistoa. Kirjallisuusaineistoa olen etsinyt eri tiedonhakulähteistä kuten JSTOR Business Collection, Ebsco Business Source Complete ja muutamia muita vastaavia palveluita.

4.1.1 Pitkän aikavälin kasvuennusteiden tarkoitus

Bartelsman (2013) kritisoi pitkän aikavälin ennustamista uusklassisella kasvumallilla eikä usko, että ekonometrisillä menetelmillä pystytään ennustamaan kasvua. Minkälainen rooli sitten

pitkän aikavälin talouskasvun ennusteilla on? Bergheim (2008) kirjoittaa, että ennusteita tarvitaan muun muassa ohjaamaan päätöksentekoa politiikassa ja useilla toimialoilla, mutta toteaa myös, ettei kasvulaskenta ole paras työkalu ennustamiseen.

Ennusteita tekevien instituutioiden kasvuennusteet ovat joskus ylioptimistisia, jolloin puolen prosenttiyksikön virhe heijastuu 20 vuoden aikana kymmenen prosenttia matalampina tuloina. Yritykset tarvitsevat talouskasvun ennusteita budjetointiin, strategiatyöhön ja markkina-analyysiin. Suurten kiinteän pääoman investointien aikahorisontti voi olla 10 – 15 vuotta, jolloin tämän tueksi bruttokansantuotteen kasvuennusteesta on hyötyä investoinnin tulevien kassavirtojen arvioinnissa. (Bergheim 2008)

Rahoitusmarkkinat ovat kasvuennusteiden suurhyödyntäjiä monella tapaa. Esimerkiksi arvopapereiden hinnoittelumallit voivat pohjautua talouskasvun trendiin: Valtioiden obligaatioiden tuotot hinnoitellaan odotetun kansantuotteen kasvun ja inflaation pohjalta. Nämä obligaatioiden tuotot puolestaan toimivat vertailupohjana muiden varallisuuserien hinnoittelussa (kuten osakkeet ja kiinteistöt). (Bergheim 2008)

Lisäksi finanssipolitiikan harjoittajat tarvitsevat vakaita ennusteita BKT:n kasvutrendistä arvioidakseen tulevia verotuloja ja eläkevastuita. Väärät arviot tuloista ja menoista voivat johtaa veroasteiden leikkaamiseen, jolloin julkiset menot kasvavat odotettua suuremmiksi. Vuosituhannen jälkeen monissa Euroopan maissa on käytetty liian korkeita kasvuennusteita sekä suhdanteiden että pitkän aikavälin trendin suhteen (Bergheim 2008). Myös ilmastomuutoksen ennustamiseen tarvitaan pitkän aikavälin talouskasvun ennusteita (Bloom ym. 2007)

4.1.2 Mallien ja empiirisen tutkimuksen rajoitteista

Tärkeä tehtävä teoreettisessa mallintamisessa sekä empiirisessä tutkimuksessa on erottaa eri tekijöiden välinen korrelaatio ja kausaalisuhde. Moni muuttuja on todennäköisesti korreloinut talouskasvun kanssa, mutta harvalla on kausaalista vaikutusta kasvuasteeseen. Esimerkiksi valuuttakurssin lasku, ekspansiivinen talouspolitiikka, energian hinnanlasku tai

hallituksen vaihtuminen voivat kaikki johtaa kasvujakson muodostumiseen vuosiksi eteenpäin, mutta näitä tekijöitä on mahdoton ennustaa pitkällä aikavälillä. Pitkän aikavälin kasvu on monimutkainen prosessi, joka yhdistää erilaisten taloudenpitäjien valinnat ja vuorovaikutuksen pitkältä ajalta. Yksi merkittävä ongelma kasvupolun ennustamisessa on kasvumallien "avoimuus". Tämä tarkoittaa sitä, että yhden kausaalisen kasvuteorian oikeellisuus ei tee toista kasvuteoriaa virheelliseksi. Näin ollen esimerkiksi taloudellisen eriarvoisuuden kasvuvaikutuksella ei ole seuraamuksia kansainvälisen kaupan kasvuvaikutukseen. (Bergheim 2008)

Esimerkiksi Solow'n malli ennustaa, että väestökasvulla on negatiivinen vaikutus talouskasvulle. Tämä johtuu siitä, että uudet työntekijät täytyy varustaa pääomalla, joka vähentää keskimääräistä pääomaa per työntekijä (pääoman syveneminen, tai tässä "madaltuminen", laskee tuottavuutta). Tämän seurauksena empiiristä tutkimusta tehneet taloustieteilijät päättelivät, että nopean väestökasvun maat köyhtyvät suhteessa hitaan väestökasvun maihin. Nämä teoreettiset johtopäätökset vaikuttivat väestöpolitiikkaan 1960- ja 1970-luvuilla (Bergheim 2008, s. 44). Kuitenkin johtopäätökset voivat muuttua päinvastaiseksi, jos mallin oletuksia muutetaan. Muun muassa Gruescun (2007) vahvistetulla Solow'n mallilla, jossa työn tilalle sijoitettiin väestöllinen huoltosuhde, väestökasvulla olisikin positiivinen vaikutus kasvulle.

Gordonin hidastavat tekijät ovat jokainen merkittäviä kysymyksiä eikä niihin ole olemassa selkeitä vastauksia. Talouskasvu on mittana yhteenveto kansantalouden kaikista toimista, joten jossain mielessä se on riippuvainen kaikista tekijöistä (Lucas, 1988, s.13). Uskon Gordonin valinnee leikkaavat tekijät niin, ettei niihin ole yleisesti hyväksytyjä vastauksia, ja täten hän haastaa taloustieteilijöitä tutkimaan aihetta. Tietyn tekijän kasvuvaikutuksen määrän arviointi vaatii joko teorian johtamista ja analysointia, tai dataa ja ekonometrisiä menetelmiä. Kerään seuraavaksi yhteen joidenkin tutkimusten teoreettisia ja empiirisiä tuloksia.

4.2 Demografinen muutos ja vaikutukset

talouskasvuun

Gordon ennustaa talouskasvun leikkaantuvat $-0,2$ prosenttiyksikköä vuodessa suurten ikäluokkien jäädessä pois työvoimasta (Gordon 2012). Mitä eri väyliä väestönkasvu ja suurten ikäluokkien eläköityminen vaikuttaa talouskasvuun? Esitetty perus Solow'n malli ajattelee väestönkasvun eksogeeniseksi eikä malli erottele erikseen työvoiman ulkopuolista väestöä. Toinen vaikutuskanava on työtuntien väheneminen suoraan. Mallin oletus vakioisista mittakaavatuotoista kertoo, että kokonaistuotos laskee suhteessa työvoiman (L) jouston mukaan (normaalisti $2/3$) per vähentynyt työtunti. Tämä havainto ei kuitenkaan ole kovin mullistava tutkimuskysymyksen kannalta, joten seuraavaksi tutkin mitä kirjallisuudessa on esitetty tulevasta demografisesta muutoksesta.

Yleisesti väestönkasvusta on todettu, että se ei olisi vakio kasvuasteeltaan tai edes eksogeeninen, eli riippumaton talouskasvusta (Bergheim 2008). Kausaalisuus saattaaakin kulkea toiseen suuntaan, eli syntyvyys ja väestönkasvu ovat seurausta tulotason kasvusta. Rikkaat maat ovat taipuvaisia matalaan syntyvyysasteeseen. Selitys tähän usein on se, että lasten hankkimisen vaihtoehtoiskustannukset ovat korkeat kun tulotasotkin ovat korkeat. Barron (1991) mukaan "ihmiset muuttavat säästämiskäyttäytymistään lapsien kasvattamisesta kohti inhimillistä ja kiinteää pääomaa" (viitattu Bergheim 2008, s.44). Teknologinen kehitys nostaa inhimillisen pääoman hyötyjä, joka houkuttelee korvaamaan lasten määrää lasten laadulla. Myös sosiaaliturvasysteemi laskee vanhentumisen riskejä ja riippuvuutta lapsista, joka voi laskea syntyvyyttä. (Bergheim 2008)

Korkean talouskasvun maat houkuttelevat usein myös maahanmuuttajia, mutta muuttajat saattavat työllistyä enimmäkseen matalan tuottavuuden tehtäviin (Dedrick, Kraemer ja Shih 2013). Tätä ei mallinnettu uusklassisissa malleissa, jotka keskittyvät usein suljettuihin talouksiin. Kuitenkin korkea talouskasvu voi vaikuttaa myös tätä kautta väestönkasvuun.

Bergheim (2008) argumentoi, että väestökasvua ei pitäisi käsitellä pitkän aikavälin kasvun ennustamisessa eksogeenisena muuttujana siitä huolimatta, että regressioissa sillä on suuri selitysvaiva kasvulle. Talouskasvun ennustamisessa väestökasvulla on todennäköisesti merkittävästi selitysvaivaa, mutta väestöennusteet käyttävät puolestaan BKT:n kehitystä väestökasvua selittävänä tekijänä. Tätä kiertoeefektiä olisi syytä pyrkiä välttämään. Ainoastaan Kiinassa voidaan sanoa olevan eksogeeninen väestökasvu, koska siellä otettiin käyttöön yhden lapsen politiikka 1970-luvun lopulla. Tämä leikkasi väestökasvun huomattavasti alemmalle tasolle kuin tulotaso tai koulutustaso ennustaisi. (Bergheim 2008).

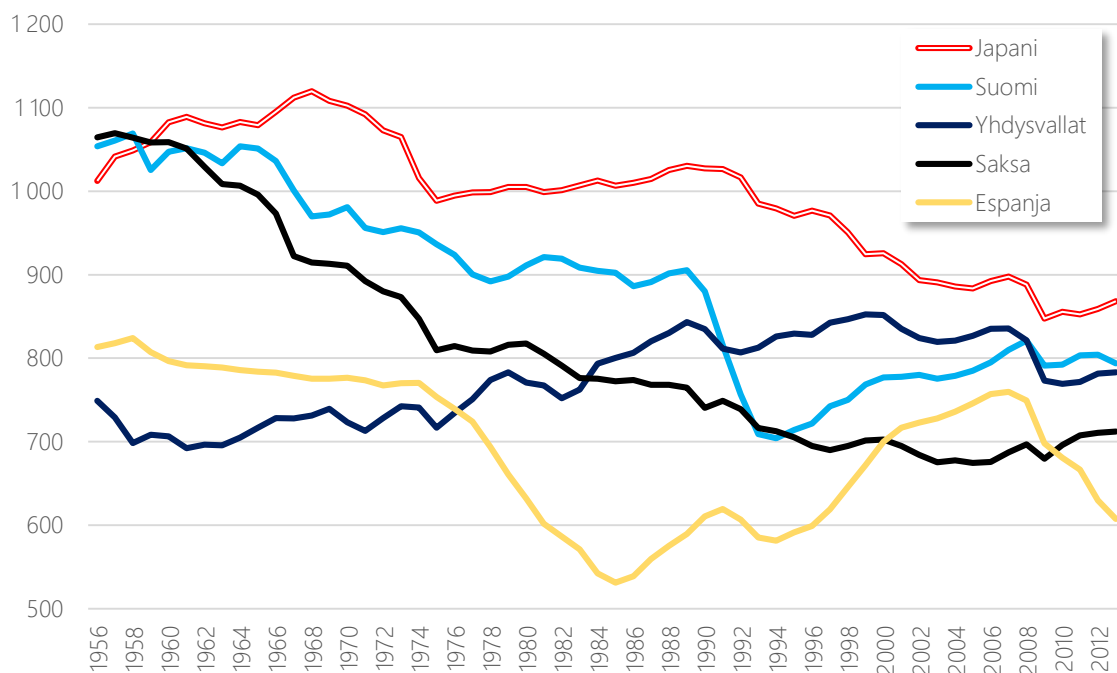
Väestön kasvuasteella ei täten tulisi olla roolia talouskasvun ennustamisessa, mutta talouden kokonaistyötunnit, työtunnit per työntekijä sekä työtunnit per capita ovat tärkeitä arvoja. Näihin arvoihin vaikuttavat muun muassa työttömyysaste (työttömät/työvoima) sekä työvoiman (työlliset + työttömät) koko populaatioon nähden. (Bergheim 2008).

Pitkän aikavälin trendi vuosittaisissa työtunneissa on eksogeeninen suhteessa BKT/capitaan, koska työtuntien määrään vaikuttavat muun muassa ansiotuloveroaste, työmarkkinainstituutiot sekä työntekijöiden preferenssit vapaa-ajan suhteen. Työtuntien lisääminen kasvattaa BKT/capitaa, mutta työn tuottavuutta se saattaa jopa heikentää, koska työn rajatuottavuuden ajatellaan olevan laskeva. (Bergheim 2008)

Blanchard (2006) ja Gordon (2004) painottavat sekä instituutioiden merkitystä että Eurooppalaisten preferenssejä lyhyiden työviikkojen suhteen selittäessään eroavaisuuksia Yhdysvaltojen ja Euroopan tulotasoissa ja kasvuasteissa. Prescottin (2004) mukaan institutionaalisista tekijöistä veroaste selittää miksi yhdysvaltalaiset tekevät yrityssectorilla 50 % enemmän työtunteja kuin moni eurooppalainen. Myös Bartelsman (2013) toteaa, että niin kauan kuin ihmiset voivat itse valita työn tarjonnan ja vapaa-ajan suhteen, kokonaishyvintointia ei lisää tai laske kokonaiskulutuksen muutokset. Muutokset laskevassa työvoimassa korjaantuu itsestään niin kauan kuin ihmisillä on vapaus valita markkinoiden hintamekanismien heijastaessa työn ja vapaan vaihtoehtoiskustannuksia.

Kuvassa 4-1 on muutaman maan tehdyt työtunnit per capita vuodessa. Euroopassa tehdyt työtunnit ovat laskeneet 1960 luvulta, mutta vauhti on hidastunut 1980 luvun jälkeen. Saksassa työtunnit per capita ovat laskeneet jo pitkään, kun taas espanjalaisten tekemien työtuntien suunta on vaihdellut eri ajanjaksoissa. Vaikka työtunnit per capita ovat laskeneet Saksassa, samaa aikaa työn tuottavuus on kasvanut huomattavasti (katso Kuva 2-2). Tulevaa kehitystä arvioitaessa maakohtaiset erot ovat hyödyllisiä selittämään mennyttä talouskasvua sekä ennustamaan tulevaa kasvua pelkän eksogeenisen väestökasvuasteen sijaan (Bergheim 2008).

Kuva 4-1. Tehdyt työtunnit per capita. Lähde: Total Economy Database



Väestön ikärakenne puolestaan on muuttuja, jolla voi olla vaikutusta talouskasvuun. Yllä olevan kuvan työtunnit eivät tee eroa viisivuotiaan, juuri uransa aloittaneen korkeakoulutetun tai eläkkeellä olevan välille.

Väestötieteilijät puhuvat demografisesta siirtymisestä, kun kuolleisuusaste on laskenut (esim. elinajanodotteen kasvun seurauksena) ja syntyvyys hidastuu vasta viiveellä (Bloom ym. 2007). Demografinen ikkuna tarkoittaa ajanjaksoa, jolloin syntyvyyden hidastuminen on

laskenut elinajanodotteen kasvun positiivisen vaikutuksen jälkeen, ja suuri ikäluokka on tuottavassa työiässä. Tämä johtaa korkeaan työllisten osuuteen väestössä, mikä puolestaan nostaa kokonaistuntien per capita arvoa, joka lopulta johtaa BKT/capita kasvuun (ks. allaoleva yhtälö). Tätä Gordon (2012) kutsuu "demografiseksi osingoksi". Tämä kehitys on havaittavissa Yhdysvaltojen osalta yllä olevassa kuviossa 1970 – 1990 välillä, jolloin vuoden aikana tehdyt työtunnit nousivat yli sadalla per capita. Nyt tämän osingon negatiivinen käänös on kenties alkanut, tai on vielä edessä. Suurten ikäluokkien tulo työmarkkinoille ei kuitenkaan vaikuttanut työn tuottavuuden kasvuun (ks. Kuva 2-2), vaan siihen vaikuttivat mm. inhimillinen ja kiinteä pääoma sekä kokonaistuottavuus, kuten luvussa 2 ja 3 on esitetty.

$$\frac{\textit{kokonaistytunnit}}{\textit{väestö}} = \frac{\textit{kokonaistytunnit}}{\textit{työntekijät}} * \frac{\textit{työntekijät}}{\textit{työvoima}} * \frac{\textit{työvoima}}{\textit{väestö}}$$

Väestön ikärakenne talouskasvun ennustamiseen on siitä mieluisa muuttuja, että sitä pystyy ennustamaan luotettavammin kuin monia muita kasvutekijöitä, kuten teknologista kehitystä. Kuitenkin pidemmän aikavälin ennustamisessa on edellä mainitut sisäsyntyisyyden ongelmat, eli lopulta syntyvyys ja väestörakenne ovat riippuvaisia tulotasojen kehityksestä. Näitä haastavampi tehtävä on yrittää ennustaa eri ikäluokkien preferenssejä tulevaisuudessa. (Bergheim 2008)

Gruescu (2007) johtaa kattavasti eri pitkän aikavälin kasvuteorioita ikääntymisen kannalta ja esittää kysymyksen: Voiko ikääntyvän kansantalouden kasvuaste olla tasapainoinen ja kestävä? Hän johtaa muun muassa Solow'n (1956) ja Lucasin (1988) mallit huomioiden sekä populaation koon (N) ja sen kasvuasteen (g_N) että työvoiman koon (L) ja sen kasvuasteen (g_L). Näin hän voi analysoida populaation ja työvoiman suhdetta ja sen kehityksen vaikutuksia kasvulle (eli väestöllistä huoltosuhdetta). Alkuperäisen Solow'n mallin mukaan populaatio N ja työvoima L ovat erottamattomat. Gruescun (2007, s.97 - 108) esittämä "Hopea malli 1", eli vahvistettu Solow'n malli (augmented Solow model) esittää väestöllisen huoltosuhteen $D = (N-L)/L$.

Gruescu (2007) toteaa, että vahvistettu Solow'n malli (sekä Lucasin AK-malli) ennustavat molemmat huoltosuhteen kasvun heikentävän BKT/capita kasvuastetta. Uusi Solow'n malli ei saavuta tasapainoista kasvua, jos uusi tasapainoehto ei täyty, eli $g_N = g_L$. Gruescun (2007) vahvistetun Solow'n mallin johtaminen noudattaa luvun kolme Harrod-neutraalia esitystä, mutta L:n tilalle on sijoitettu $(N/(1+D))$. Hänen johtopäätökset näiden kahden mallin osalta ovat, että ensinnäkin ikääntyvä talous voi saavuttaa pysyvän kasvuvauhdin Solow'n mallin mukaan, jos teknologinen kasvu on riittävän korkea (Gruescu 2007, s.180). Lucasin vahvistetun mallin mukaan kasvun kestävyys on riippuvaista koulutuksen tuottavuuden kasvusta (Gruescu 2007, s.180). Jos koulutussektorin työn tuottavuus laskee, kuten Gordon ennustaa, kasvu ei ole kestävää tämän mallin pohjalta. Tämän tuloksen pohjalta Gordonin ennusteeseen voisi vastata lisäämällä työperäistä maahanmuuttoa, jolloin työvoiman kasvuaste olisi yhtäläinen väestön kasvuasteen kanssa.

Malmberg ja Lindh (2004) ennustavat kansantuotteen kasvua Penn World Tablen datalla ja YK:n väestörakenteen ennusteiden pohjalta 111 maalle vuoteen 2050 asti. Selitettävä muuttuja on BKT/capita ja tätä selittävinä tekijöinä eri ikäluokkien väestöosuudet ja niiden ennusteet. Suurin vaikutus bruttokansantuotteelle syntyy 30 – 49 vuotiaiden väestöosuudella. Heidän johtopäätelmä on, että syntyvyysasteen lasku länsimaissa johtaa kasvun hidastumiseen samalla kun kehittyvät taloudet ottavat kiinni länsimaita. Toisaalta Bergheimin (2008) empiirinen analyysi löytää vain heikkoa tukea näille johtopäätöksille, koska 30 – 49 vuotiaiden osuus sekä 50 – 64 vuotiaiden osuus ovat stationaarisia muuttujia yli ajan 21 rikkaan maan näytteessä. Tämän havainnon vuoksi nämä itsessään eivät kykene selittämään talouskasvun polkua.

Bloom ym. (2007) ennustavat empiirisesti kalibroidulla mallilla väestörakenteen vaikutuksia kasvuun. Mallien ennustustarkkuus nousee huomattavasti lisäämällä niihin väestörakenteen muutokset, mutta tästä huolimatta ne ennustivat ajalle 1980 – 2000 korkeampaa kasvua kuin todellisuudessa tapahtui. Tämän syynä ovat globaalit tekijät, jotka eivät ole mukana mallissa. Bloom ym. (2007) ennustavat 2000 – 2020 kasvua 90 maan osalta, joista mm. Suomi saa 2,1

% vuosittaisen kasvuasteen ja Yhdysvallat 1,6 % huomioiden väestölliset muutokset. Viimeaikaisen kehityksen mukaan Suomi jää tästä ennusteesta kauas, koska kasvu on ollut negatiivista viime aikoina ja pitkän aikavälin kasvutrendin kiinniottaminen vaatisi nopeaa kasvukautta lähiaikoina.

Johtopäätöksenä totean odotusteni mukaisesti, että valmiita vastauksia demografisen muutoksen vaikutuksista pitkän aikavälin kasvuasteeseen ei ole. Bloom, Canning ja Günther (2010) toteavat, että ikääntymisen kasvuvaikutuksen analysointi on "koskemattoman maan aluevaltausta", koska edessä oleva demografinen muutos on ennen näkemätön ilmiö. Aiemmat tiedot eivät tarjoa opastusta tuleviin muutoksiin, jonka vuoksi väestötieteilijät ja taloustieteilijät ovat analyysissään riippuvaisia malleista. Gruescu (2007) tekee katsauksen moniin malleihin, mutta ei kykene esittämään tasapainoista kasvuastetta näiden pohjalta, koska malleissa väestönkasvu on eksogeeninen. Totean kuitenkin, että väestön ikääntyminen ei ehkä kuitenkaan ole suurimpia huolenaiheita kasvun kannalta, koska eläkejärjestelmääkin voidaan muuttaa demokraattisesti sopimalla. Globaali talous luultavasti sopeutuu tähän ajanjaksoon, jossa väestöllinen huoltosuhde on väliaikaisesti heikentynyt. Jatkossa työtehtävät saattavat olla yhä miellyttävämpiä, jolloin tuottavimpien yksilöiden ei tarvitse välttämättä luopua työpanoksestaan kokonaan ennalta määritellyn iän saavutettuaan.

4.3 Inhimillisen pääoman kasvuvaikutuksen ennustaminen

Gordon on huolestunut yhdysvaltalaisen korkeakoulutuksen hintainflaatiosta. Koulutuksen hinta on noussut hieman yli seitsemän prosentin vuosivauhtia kun vastaavasti kuluttajahintaindeksi on noussut hieman alle 4 prosentin vauhtia välillä 1978 - 2014 (U.S. Bureau of Labor Statistics). Tällä on Gordonin mukaan useita negatiivisia vaikutuksia. Yhdysvaltalaisten korkeakouluista valmistuneiden aste ikäluokittain laskee suhteessa muihin maihin, korkeat opintolainat ohjaavat opiskelijoita tietyille toimialoille, sekä matalan

tulotason kotitalouksilla ei ole yhtäläisiä mahdollisuuksia kouluttautua. Nämä ongelmat leikkaavat Gordonin mukaan talouskasvun astetta -0,2 prosenttiyksikköä.

Jones ja Romer (2010) esittävät aikamme "uudet Kaldorin säännönmukaisuudet", joista yksi on inhimillisen pääoman kestävä kasvu. Yhdysvalloissa työikäisen väestön keskimääräisten koulutusvuosien määrä on noussut sadassa vuodessa alle kahdeksasta vuodesta lähes neljääntoista vuoteen. Koulutetulla työvoimalla on ollut merkittävä vaikutus talouskasvuun 1990-luvulle asti myös Suomessa (ks. Kuva 2-4). Jones ja Romer (2010) laskelmoivat myös, että työvoiman koulutusvuosien kasvulla on ollut jopa 0,6 prosenttiyksikön vaikutus talouskasvun asteeseen Yhdysvalloissa, mutta sen vaikutus voi kadota lukemista, jos koulutusvuosien määrä laskee.

Luvun 3 alussa esitetyt Kaldorin säännönmukaisuudet 2. ja 3. kertovat, että pääoman tuotto on ollut vakaa, vaikka pääoman syveneminen (pääomaa per työntekijä) on kasvanut tasaisesti. Teknologinen kehitys on mahdollistanut, että pääoman rajatuotos ei ole ollut laskeva. Näin myös Jones ja Romer (2010) toteavat, että teknologinen kehitys mahdollistaa inhimillisen pääoman rajatuotoksen pysyvän positiivisena jatkossa. Tästä on todisteena muun muassa se, että koulutettujen palkat eivät ole laskeneet suhteessa kouluttamattomiin, vaikka koulutettujen määrä on kasvanut viime vuosisadalla runsaasti.

Bartelsman (2013) argumentoi, että koulutusjärjestelmää voi muuttaa nopeasti poliittisilla päätöksillä. Täytyy kuitenkin huomioida, että koulutus on eksogeeninen muuttuja noin 10 – 15 vuoden horisontilla. Inhimillisen pääoman kasvu syntyy lopulta nuorten oppilaiden siirtyessä koulutuksen kautta työmarkkinoille, joten poliittiset päätökset lisätä koulutusta tänään näkyvät tuottavuuden kasvussa vasta 15 vuoden viiveellä (Bergheim 2008).

Inhimillisellä pääomalla on myös epäsuoria vaikutuksia talouskasvuun. Inhimillisen pääoman taso korreloi vahvasti esimerkiksi T&K menojen kanssa, terveempinä elintapoina, elinajanodotteen kasvuna, matalan rikollisuuden kanssa, mutta näitä hyötyjä on lähes mahdoton arvottaa empiirisesti kokonaistalouden kasvuasteen kannalta. (Bergheim 2008)

Kasvun näkökulmasta inhimillisellä pääomalla on yhtäläisyyksiä kiinteän pääoman kanssa. Ensinnäkin, molempien lisääminen vaatii tuotoksesta luopumista korkeamman tuotannon saavuttamiseksi tulevaisuudessa. Toinen yhtäläisyys syntyy inhimillisen pääoman ja kiinteän pääoman niukkuudesta ja yksityisyydestä, eli inhimillinen pääoma hyödyttää työntekijää korkeampina tuloina ja työnantajaa parempana tuotoksena, mutta on täten pois suljettu muiden käytöstä. Toisaalta inhimillinen pääoma voi tuottaa myös ulkoisvaikutuksia (tai ylivuotoja) ideoiden ja reseptien muodossa, kuten endogeenisissa kasvumalleissa esitettiin. Koulutettu työvoima voi myös nostaa muiden työntekijöiden tuottavuutta, koska ideoiden ja taitojen jakaminen leviää paljolti yksilöiden vuorovaikutuksen kautta (Lucas ja Moll 2014)¹³.

Viimeisten 20 vuoden aikana kehitetyt endogeeniset kasvumallit jakautuvat kahteen leiriin inhimillisen pääoman vaikutusten suhteen. Toinen leiri näkee inhimillisen pääoman kasvun vaikuttavan talouskasvun asteeseen ja toinen leiri uskoo sillä olevan tasovaikutuksia. (Bergheim 2008)

Ensimmäiseen leiriin kuuluu Mankiw, Romer D. ja Weil (1992) esittämä laajennettu Solow malli, jossa tuotantofunktio on $Y_t = K_t^\alpha H_t^\beta (A_t L_t)^{(1-\alpha-\beta)}$, jossa H kuvaa inhimillisen pääoman varantoa. Tämä malli mahdollistaa vaivattoman empiirisen mallintamisen, mutta teoreettiset johtopäätökset ovat samat kuin Solow'n malleissa: pitkällä aikavälillä BKT, kiinteä ja inhimillinen pääoma kasvavat samaa eksogeenista vauhtia g. Teoreettisesti rikkaampi malli on Lucasin (1988) esittämä AK-malli, jossa on monipuolisempi tuotantofunktio inhimillisen pääoman osalta. Vakio osuus työvoiman ajasta kuluu inhimillisen pääoman kerryttämiseen, kun loput ajasta kuluu tuotantoon. Tässäkin mallissa BKT, inhimillinen pääoma ja kiinteä pääoma kasvavat samaa vakioista vauhtia. Tämä malli kuitenkin sallii muutokset ihmisten preferensseissä ajankäytön suhteen, ja tarjoaa selkeämpiä politiikkasuosituksia.

¹³ Katso esimerkiksi Lucasin ja Mollin (2014) viimeaikainen endogeeninen kasvumalli. Siinä kestävä kasvupolku muodostuu puhtaasti talouden inhimillisen pääoman kokonaismäärästä ja ihmisten vuorovaikutuksesta.

Toinen leiri argumentoi, että inhimillisen pääoman varannot määrittävät talouskasvun vauhdin (esim. Romer (1990)). Teknologinen kehitys riippuu työntekijöiden määrästä teknologista tietämystä tuottavilla toimialoilla sekä nykyisestä teknologian tasosta. Mitä enemmän vastaavia ideoita ja reseptejä on jo olemassa, sitä helpompaa on löytää uusia innovaatioita. Vasta-argumenttina on esitetty, että tutkijat ja tuotekehittäjät saattavat vain kopioida toistensa ideoita. Nämä näkemykset yhdistämällä voi päätellä, että innovoijat voivat keksiä yhä parempia ideoita ja monipuolisempia tuotteita, mutta keksintöjen vauhti ei välttämättä kiihdy yli ajan. Tällä näkemyksellä talouskasvun kiihtyminen (hidastuminen) voi olla seurausta inhimillisen pääoman kertymisen kasvun nopeutumisesta (hidastumisesta) tai tutkimussektorilla aikaansa kuluttavan väestön osuudesta. (Bergheim 2008)

Molemmat leirit tarjoavat testattavia hypoteeseja inhimillisen pääoman vaikutuksesta. Ensimmäisen leirin mukaan kansantuotteen tason ja inhimillisen pääoman varantojen aikasarjan tulisi osoittaa keskinäistä riippuvuutta (yhteisintegraatio eli tasapainoriippuvuus). Tämä tarkoittaa sitä, että niiden pitkän aikavälin kehitys seuraa toinen toistaan. (Bergheim 2008)

Jälkimmäisen leirin (esim. Romer 1990) mukaan yhteisintegraatioon ei ole perusteita: kansantuotteen nopean kasvun poikkeamisen yli inhimillisen pääoman tason ei tarvitse korjautua alaspäin jatkossa, eli kansantuote voi jatkaa kasvuaan vaikka inhimillinen pääoma ei enää kasvaisi. Bergheim (2008) estimoi kuitenkin, että kansantuotteen ja inhimillisen pääoman yhteisintegraatio on tilastollisesti merkittävää, joten jälkimmäisen leirin hypoteesi ei saa empiiristä tukea. Hän tosin toteaa, että vaikka inhimillisen pääoman vaikutus talouskasvulle on teoreettiselta pohjalta hyvin vakiintunut, tilastollinen pohja on kohtalaisen heikko. Kiinteän pääoman tilastot ovat kattavia verrattuna inhimillisen pääoman varannoille ja virroille. (Bergheim 2008).

Ennustamiseen paras tilasto on Bergheimin (2008) mukaan työikäisen väestön keskimääräiset koulutusvuodet, koska ne yhdistävät eri koulutusasteet (esim. perusaste, toinen aste, korkeakouluaste) helposti mitattavaan arvoon. Bergheim (2008, s.79) esittää

taulukon, jossa hän tiivistää 33 empiiristä tutkimusta inhimillisen pääoman vaikutuksesta kasvuun. Tutkimukset ovat ajalta 1991 – 2005 ja näistä 23 toteaa vaikutuksen olevan positiivinen ja merkitsevä. Osa tutkimuksista vahvistaa sekä kasvu- että tasovaikutusten olemassaolon, kun taas jotkut osoittavat jopa negatiivisen vaikutuksen kansantuotteeseen. Tutkimuksissa käytettyjen inhimillisen pääoman mittojen ja menetelmien vaihtelu on suurta, mikä varmasti selittää erilaisia tuloksia. Johtopäätös kuitenkin on, ettei inhimillisen pääoman varannoille ole vakiintunutta mittaria, mutta keskimääräisen tulon arvioimiseen toimii hyvin keskimääräinen koulutusaste. (Bergheim 2008)

Lopuksi vielä Bergheimin (2008, s.144) empiirinen tulos inhimillisen pääoman kasvuvaikutuksesta. Hänen näytteessä rikkaissa länsimaissa yhden koulutusvuoden lisääminen työikäisessä väestössä keskimäärin nostaa bruttokansantuotetta per capita yli 20 % pitkällä aikavälillä. Inhimillisen pääoman tasolla ei näyttänyt olevan mittakaavaetuja, jota endogeeniset mallit ennustavat. Inhimillisen pääoman korkea kasvuvaikutus korostuu, koska kiinteän pääoman kertyminen ja ulkomaankauppa nousevat inhimillisen pääoman kanssa, joten tämä 20 % huomioi suorat ja epäsuorat inhimillisen pääoman vaikutukset pitkällä aikavälillä.

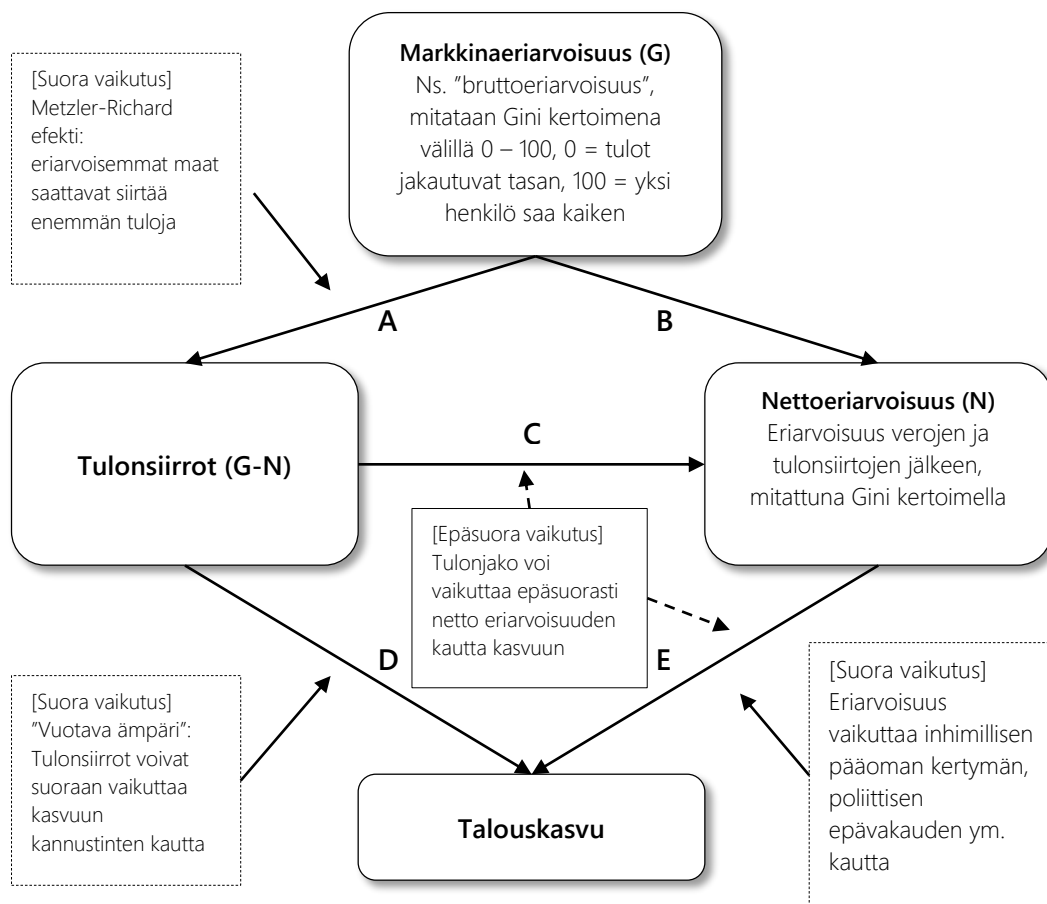
Kuinka paljon siis koulutusvuosien määrän tulisi laskea keskimäärin, että kasvuaste laskisi Gordonin esittämän -0,2 prosenttiyksikköä? Yhtälön (19) $\frac{\ln y_T - \ln y_t}{T-t} = \frac{\ln B_T - \ln B_t}{T-t} + \alpha \frac{\ln k_T - \ln k_t}{T-t} + (1 - \alpha) \psi \frac{u_T - u_t}{T-t}$. mukaan ja Sorensen ja Whitta-Jacobsenin (2005) esityksellä parametrien arvoista, koulutusvuosien määrän lasku 14:sta (Jones ja Romer 2010) 13,85:een viiden vuoden aikana riittäisi leikkaamaan työn tuottavuuden kasvua -0,002, eli -0,2 prosenttiyksikköä tältä aikaväliltä. Bergheimin (2008) tuloksen mukaan voidaan laskea kuinka paljon yhden kuukauden lasku keskimääräisissä koulutusvuosissa vaikuttaa kasvuasteeseen. Tämän vaikutus olisi BKT/capita tasoon noin $(-\frac{1}{12}) * 20\% \approx -1,7\%$, ja mikäli tämän tasovaikutuksen jakaa seuraavalle viidelle vuodelle, on kasvuaste näiltä vuosilta -0,34 prosenttiyksikköä pienempi. Näissä laskelmissa toki on epärealistinen oletus taustalla, että koulutusvuosien lasku tapahtuisi hetkessä, jonka seurauksena myös tuotos laskisi

välittömästi alemmalle tasolle. Ovatko työikäisen väestön keskimääräiset koulutusvuodet sitten todella laskussa? Tässä on yksi jatkotutkimuskysymys, jossa voisi arvioida kehitystä eri inhimillisen pääoman mittareilla ja niiden pitkän aikavälin trendejä.

4.4 Taloudellisen eriarvoisuuden ja tulonsiirtojen vaikutus kasvuun

Gordonin ennuste eriarvoisuuden vaikutuksesta tulojen kasvuun enemmistölle on -0,5 prosenttiyksikköä vuodessa. Ekonomistit eivät kaikki ole samaa mieltä taloudellisen eriarvoisuuden vaikutuksesta talouskasvuun. Muun muassa Lucas (2004) toteaa, että terveen kansantalouden on myrkyllistä keskittyä tulonjakokysymyksiin tuotannon kasvattamisen sijaan. Miten eriarvoisuus vaikuttaa kasvuun teoriassa ja käytännössä, ja voiko sitä korjata

Kuva 4-2. Eriarvoisuuden ja tulonsiirtojen vaikutuskanavat talouskasvuun. Lähde: Ostry ym. 2014



tulonsiirroilla tai muilla mekanismeilla? Lisääkö vai vähentääkö digitaalinen vallankumous eriarvoisuutta?

Ostry, Berg ja Tsangarides (2014) toteavat, että kirjallisuudessa on tutkittu paljon taloudellisen eriarvoisuuden ja tulojaon vaikutuksia kasvuun. Näiden pohjalta on syntynyt monimutkainen joukko erilaisia ehdotuksia syy-seuraus suhteista. Yllä olevassa kuvassa on esitetty kirjoittajien näkemys erilaisista eriarvoisuuden ja tulonsiirtojen vaikutuskanavista kasvulle.

Eriarvoisuus voi vaikuttaa kasvuun (nuoli E kuvassa 4-2) positiivisesti tarjoamalla kannustimia innovaatioihin ja yrittäjyyteen (Lazear ja Rosen 1981) tai nostamalla säästöastetta ja investointeja, jos rikkaat säästävät isomman osan tuloistaan (Kaldor 1957). Eriarvoisuus voi toisaalta olla haitallista kasvulle kolmesta syystä. Ensinnäkin, eriarvoisuus saattaa jättää vähäosaisilta mahdollisuuden pysyä terveenä ja kerryttää inhimillistä pääomaa (Perotti 1996, Galor ja Moav 2004, Aghion, Caroli ja Garcia-Penalosa 1999). Toiseksi, eriarvoisuus voi luoda poliittista ja taloudellista epävakaisuutta, mikä heikentää investointeja (Alesina ja Perotti, 1996); ja kolmanneksi, eriarvoisuus voi hankaloittaa poliittisen yhteisymmärryksen löytymistä talouteen iskevien shokkien sopeutumiseen ja kasvun ylläpitoon (Rodrik 1999). Eriarvoisuuden ja kasvun vaikutussuhde ei välttämättä ole lineaarinen, jolloin eriarvoisuuden kasvu matalilta tasoilta voi johtaa kasvua kohentaviin kannustimiin, kun puolestaan korkean eriarvoisuuden nousu voi johtaa kasvua hidastavaan ylijäämän tavoitteluun (rent-seeking). (Ostry, Berg ja Tsangarides 20014).

Markkinaeriarvoisuuden ja tulonsiirtojen suhteesta (nuoli A) kirjoittajat painottavat Meltzerin ja Richardin (1981) urauurtavan artikkelin esittämää väylää, jossa korkea eriarvoisuus luo paineita tulonsiirtojen lisäämiseen. Demokraattisissa talouksissa poliittinen valta on tasaisemmin jakautunut kuin taloudellinen valta, joten äänestäjien enemmistöllä on valta ja kannustimet äänestää tulonsiirtojen puolesta. Benabou (2000) kuitenkin toteaa, ettei näin aina ole, jos rikkailla on enemmän vaikutusvaltaa poliitikkoihin kuin vähäosaisilla. (Ostry, Berg ja Tsangarides 20014).

Poliittisiin suosituksiin keskittyvässä kirjallisuudessa on keskitytty suoraan vaikutuskanavaan (nuoli D) ja yleisesti oletettu, että tulonsiirrot heikentävät kasvua (Okun 1975), koska korkeat verot ja subventiot heikentävät kannustimia työntekoon ja investointeihin. Kuitenkin laajemmin tarkasteltuna, tulonsiirrot voivat vaikuttaa julkisiin investointeihin progressiivisen verotuksen kautta, sosiaaliturva ja koulutus voivat nostaa vähäosaisten tuottavuutta, ja täten poistaa työ- ja pääomamarkkinoiden puutteellisuuksia. Jossain määrin siis tulonsiirrot voivat myös nostaa tasa-arvoa ja kasvua. Kirjallisuus on jättänyt huomioimatta tulonsiirtojen kokonaisvaikutukset, jolloin on huomioitu vain suora vaikutus (nuoli D), ja nettoeriarvoisuuden kautta kulkevat vaikutukset (nuoli C ja E) ovat jääneet ilman painoarvoa. Hyvin harva tutkimus tarkastelee eriarvoisuutta ja tulonsiirtoja samanaikaisesti. (Ostry, Berg ja Tsangarides 2014).

Teoria tarjoaa parhaillaan vain osittaista suuntaa eriarvoisuuden kysymyksiin, joten Ostry, Berg ja Tsangarides (2014) keskittyvät empiiriseen todistusaineistoon. Tilastolliset todisteet tukevat yleisesti näkemystä, että eriarvoisuudella on hidastava kasvuvaikutus ainakin keskipitkällä aikavälillä. Ekonomistit ovat tutkineet empiirisesti eriarvoisuutta pitkän aikavälin kasvuasteen, tulotasojen sekä kasvujaksojen kestojen kautta (viittaukset Ostry ym. 2014, s. 8-9) ja havainneet, että eriarvoisuus yhdistyy usein hitaaseen ja vähemmän kestäväan kasvuun.

Todisteet eriarvoisuuden ja tulonsiirtojen suhteen eivät ole päivän selviä osittain siitä syystä, että monet tutkimukset käyttävät epämääräisiä välimuuttujia arvioimaan tulonsiirtoja, kuten sosiaaliturvan kuluja tai veroasteita. Kun suoraa tulonsiirron mittoja käytetään, todisteet tukevat Meltzer-Richard hypoteesia: enemmän eriarvoiset kansantaloudet ovat taipuvaisia suurempiin tulonsiirtoihin. (Ostry, Berg ja Tsangarides 2014).

Empiirinen kirjallisuus ei ole kyennyt varmuudella selvittämään syyn ja seurauksen suuntaa eriarvoisuuden ja kasvun välillä. Jotkut tutkijat ovat tutkineet eriarvoisuuden vaihtelua ja todenneet vaihtelun olevan eksogeenista, mutta havainneet tällä olevan vaikutusta kasvuun. Toiset ovat keskittyneet viiveellä tapahtuviin ilmiöihin yrittäessään saada syy ja seuraus

suhteita sitä kautta selville. Molemmat näkemykset tukevat kausaalista linkkiä eriarvoisuudesta kasvuun. Kirjallisuus, joka on keskittynyt tutkimaan johtaako korkea tulotaso korkeaan vai matalaan eriarvoisuuteen, on jossain määrin vakiintunut päätelmään, ettei tulotasolla ole merkittävää nettovaikutusta (Dollar ja Kraay 2002, Dollar, Kleinberg ja Kraay 2013). Ostry, Berg ja Tsangarides (2014) tutkivatkin, onko eriarvoisuuden nousulla tai laskulla vaikutusta tulevaan kasvuun annettuna kansantalouden nykyinen tulotaso.

Moni tutkimus on myös automaattisesti olettanut, että finanssipoliittiset tulonsiirrot johtavat aina markkina-eriarvoisuudesta tulonsiirtojen kautta matalampaan netto-eriarvoisuuteen. Tämä ei kuitenkaan ole aivan selkeää, koska moni tulonsiirtomekanismi voi vaikuttaa käyttäytymiseen, jolloin työn tarjonta ja palkat, ja täten myös markkina-eriarvoisuus, voivat muuttua. Tulonsiirto, joka ottaa rikkailta ja antaa vähäosaisille, luultavasti vähentää työn tarjontaa sekä rikkailta (verotuksen kautta) ja vähäosaisilta (kannustinten kautta). Näin ollen tulonsiirrot vaikuttaisivat molempien ryhmien työn tarjontaan samansuuntaisesti. Tällöin odotetusti nettoeriarvoisuus laskisi suhteessa markkinaeriarvoisuuteen, koska kumpikaan ryhmä ei lisää työntekoa toisen vähentäessä sitä. (Ostry, Berg ja Tsangarides 2014)

Ostry, Bergin ja Tsangaridesin (2014) empiiriset tulokset antavat uutta tietoa eriarvoisuuden, tulonsiirtojen ja kasvun keskinäisvaikutuksista. Aluksi perus mallissa kasvua selitetään tulojen lähtötasolla, nettoeriarvoisuudella ja tulonsiirroilla. Tulokset viittaavat, että korkeampi eriarvoisuus laskee kasvua, mutta tulonsiirtojen kertoimella (hieman negatiivinen) ei ole tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Tämä tulos puolestaan kumoaisi näkemyksen siitä, että markkinaeriarvoisuuden laskeminen tulonsiirroilla vaikuttaisi haittaavasti kasvua. Jos tällöinen haittavaikutus (trade-off) olisi, silloin tulonsiirtojen kertoimen tulisi olla negatiivinen ja suurempi kuin nettoeriarvoisuuden kerroin. Tällöin tulonsiirrot kaappaisivat sekä suorat vaikutukset korkeasta tulonsiirrosta ja epäsuoran vaikutuksen pienemmästä nettoeriarvoisuudesta, mutta Ostry ym. (2014) tulokset eivät tue tätä.

Eriarvoisuuden kasvuvaiikutusten arvoista mainitaan esimerkiksi nettoeriarvoisuuden kasvu Yhdysvaltojen arvosta 37 (vuonna 2005) ginikertoimen arvoon 42, jolloin viiden yksikön

nousu ginikertoimessa laskisi kasvuastetta 0,5 prosenttiyksikköä keskipitkällä aikavälillä, jos tulonsiirrot ja lähtötason tulot pysyvät vakioina. Tulokset pitävät, vaikka mukaan otetaan perinteiset kasvutekijät kuten kiinteä ja inhimillinen pääoma, väestökasvu, kaupankäynnin avoimuus, instituutiot ja ulkopuoliset shokit. Eriarvoisuus monella eri mallispesifikaatiolla pitää negatiivisen ja tilastollisesti merkittävän arvon, kun taas tulonsiirtojen kerroin on lähellä nollaa ja tilastollisesti merkityksetön. (Ostry, Berg ja Tsangarides 2014)

Kuten aiemmin pohdittiin, eriarvoisuuden kasvu jo ennestään korkealla tasolla ollessaan voi johtaa suurempaan kasvun hidastumiseen, mutta tähän Ostry, Berg ja Tsangarides (2014) eivät löydä todisteita. He myös tutkivat eriarvoisuuden kasvun vaikutusta kasvujakson¹⁴ päätymisen todennäköisyyteen, ja toteavat, että yhden yksikön kasvu ginikertoimessa lisää kasvujakson päätymisen todennäköisyyttä kuusi prosenttiyksikköä seuraavana vuonna.

Ostry, Bergin ja Tsangaridesin (2014) ensimmäinen johtopäätös on, että eriarvoisuus on vakaa ja voimakas kasvun selittäjä keskipitkällä aikavälillä. Heidän mielestään on virhe keskittyä vain kasvuun ja antaa eriarvoisuuden hoitua itsestään, koska eettisten syiden lisäksi sillä on kasvua hidastava vaikutus. Toinen johtopäätös on, että on olemassa yllättävän vähän todisteita kasvua heikentävistä finanssipoliittisista tulonsiirroista makrotasolla. Keskimääräisillä tulonsiirroilla ja eriarvoisuuden laskulla on yhteys positiiviseen ja kestävämpään kasvuun.

Seuraava kysymys kuuluukin: Voiko digiteknologian kehitys auttaa tasa-arvoistamaan tuloja, vai johtaako se entistä epätasa-arvoisempaan tulojakaumaan? Bartelsman (2013) ja Brynjolfsson ja McAfee (2014) toteavat digiteknologian luonteen olevan sellainen, että se voi vaikuttaa tulojen entistä eriarvoisempaan jakautumiseen.

¹⁴ He määrittelevät kasvujakson (growth spell) ajanjaksoiksi, jolloin ainakin viitenä peräkkäisenä vuotena kasvu on yli 2 prosenttia ja merkitsevästi korkeammalla tasolla kuin ajanjaksoa edeltävinä vuosina (Ostry ym. 2014, s.15)

Tämä johtuu siitä, että digitaalisten hyödykkeiden osalta voittaja-vie-kaiken efekti korostuu, koska digitaalisilla markkinoilla hyödykkeiden siirtokustannukset ja rajakustannukset ovat lähellä nollaa. Tällöin hyödykkeen tai palvelun laatu korostuu, ja parhaat tuottajat vievät lähes koko markkinakysynnän. Tämä tarkoittaa, että tuotteen kehitys ja design vaatii korkeita kiinteitä ja aineettomia investointeja, mutta samalla epäonnistumisen riski on suuri, joka puolestaan ei houkuttele tuottajia investoimaan. Teoriassa tällä voisi olla myös eriarvoisuuden ulkopuolinen vaikutuskanava kasvuun, kuten Romerin (1990) mallissa kiinteiden tuotekehityskustannusten (ψ) kautta, jos ajatellaan parametrin huomioivan myös epäonnistumisen todennäköisyyden kustannukset. Tämä heijastuisi negatiivisesti kokonaiskasvuun eriarvoisuuden vaikutusta täydentäen.

Myös Piketty ja Zucman (2013) toteavat vastoin Solow'n mallin ennustetta, että pääoman ja tuotannon suhde ei välttämättä ole vakio, ainakaan Euroopan tai Japanin osalta. Heidän keräämällä datalla suhde on 5-6 verrattuna makrotaloustieteen oppikirjaesimerkkeihin 3-4. He myös toteavat, että pääomalla voi korvata työvoimaa huomattavasti enemmän kuin on uskottu. Korkeat varallisuusasteet suhteessa kansantuloon voivat johtaa kovempiin kupliin, eriarvoisuuteen ja talouden epävakaisuuteen (Piketty ja Zucman 2013).

Näin ollen Gordonin huoli keskiluokan tulojen kasvun hidastumisesta suhteessa rikkaimpaan väestöön vaikuttaa relevantilta. On mielenkiintoista seurata tulevaa kehitystä ja keskustelua tulonsiirroista ja kasvusta, erityisesti havaita miten poliittinen keskustelu suhtautuu tulonsiirtojen kysymyksiin. Vähäosaisella enemmistöllä on kannustimet äänestää tulonsiirtojen puolesta, mutta onko poliittinen valta kuitenkin enemmän hyväosaisten käsissä?

4.5 Globaali arvoketju ja ulkoistamisen vaikutus ansiotuloihin tietoyhteiskunnassa

Globalisaatio ei tule leikkaamaan kaikkien yhdysvaltalaisien palkkakehitystä, vaan se vaikuttaa eniten keskiluokan palkkoihin. Gordon arvioi vaikutuksen olevan jopa -0,3

prosenttiyksikköä keskitulojen kasvusta. Luova tuho ja markkinoiden laajeneminen johtavat kansainväliseen työnjakoon ja erikoistumiseen, jonka seurauksena osa työvoimaresursseista allokoituu uusiin tehtäviin (Bergheim 2008). Väliaikaisesti tällä voi olla negatiivista vaikutusta kotimaan tulojen kasvuun työttömyyden tai uudelleen koulutautumisen vuoksi. Empiirisesti on laajasti näyttöä globalisaation ja talouden avoimuuden positiivisesta vaikutuksesta kasvuun (Newfarmer ja Sztajerowska 2012).

Ricardon ulkomaankaupan teoria sopii havainnollistamaan globaaliin kaupankäynnin vaikutuskanavaa kasvuun. Kahden maan tuotantomahdollisuuksien käyrät ovat vakiot, mutta kauppaa käymällä maat voivat saavuttaa korkeamman kulutuksen tason kuin tuottamalla itse kaiken. Todellisuudessa tuotantomahdollisuuksien käyrä voi nousta kaupankäynnin johdosta, koska työvoima nostaa erikoistumisen kautta tuottavuuttaan. Solow'n mallissa ajateltiin työnjaon ja erikoistumisen mittakaavaedut kokonaan hyödynnetyiksi (Romer, D. 1996). Kansainvälinen työnjako on lisääntynyt, jonka seurauksena tiettyjen toimialojen työpaikat ovat vähentyneet tehottomien yritysten vähentämisen tai konkurssien kautta. (Bergheim 2008)

Myös endogeeniset mallit sopivat tähän viitekehykseen, joiden mukaan suuremmat markkinat kannustavat investoimaan välituotteiden kehittämiseen. Mallien ehdottamat ulkoisvaikutukset ja mittakaavaedut voivat vaikuttaa sekä talouskasvun asteeseen että tasoon. Talouden koko kasvaa kaupankäynnin mukaan, mutta samalla kasvaa tehokkuus ja tulot.

Viime vuosikymmenten teknologinen kehitys ja institutionaaliset muutokset ovat sumentaneet kotimaisten työmarkkinoiden rajoja ja mahdollistanut tiimityöskentelyn yli maiden rajojen. Kehitys viestintäteknologiassa on laskenut yhteydenpitokustannuksia samalle tasolle kotimaisen viestinnän kanssa. Tämän lisäksi poliittiset ja taloudelliset muutokset mm. Kiinassa, Intiassa ja Itä-Euroopassa ovat vapauttaneet taloudellista toimeliaisuutta. (OECD 2013).

Monet tehtävät tapahtuvat globaaleissa tiimeissä, joissa vaatimattomampia töitä tuotetaan ulkomailla (esimerkiksi Intiassa) ja osaamista vaativat työt tuotetaan kotimaassa. Näistä ulkoistetuista tehtävistä esimerkkejä ovat mm. datan syöttäminen järjestelmiin, ohjelmistojen päivitykset ja ylläpito, asiakaspalautteiden käsittely tai standardit tavaroiden tuotantoprosessit. Vaativimmat tehtävät, kuten datan analysointi, ohjelmistokehitys tai korkean arvon myyntitehtävät tapahtuvat kotimaassa. Tämä johtaa hierarkkisen työnjaon laajenemiseen ympäri maailmaa, jolloin ajattelua ja osaamista vaativat tehtävät jäävät osaavimmille työntekijöille, ja rutiininomaiset työt ulkoistetaan. Näin kehittyneiden maiden osaavat työntekijät voivat vivuttaa tuottavuuttaan alemmilla kustannuksilla, ja parhaat tekijät kehittyvissä maissa pääsevät osaksi globaalia arvonalisketjua. (OECD 2013).

Yritysten kilpailu ja markkinaosuuksien kasvattaminen yhdessä uusien tuotantomarkkinoiden avautumisen kanssa on johtanut globaaleiden arvoketjujen muodostumiseen (OECD 2013). Tämä on tuotteen tai palvelun kulkema polku suunnittelupöydältä loppukuluttajalle, jonka välivaiheet on tuotettu eri entiteeteissä. Jokainen vaihe lisää arvoa tuotteeseen tai palveluun: tutkimus ja kehitys, design, logistiikka, tuotanto, markkinointi ja tukipalvelut. Monet kehittyvien maiden matalaa lisäarvoa tuottavat yritykset pyrkivät nyt nousemaan arvotuotantoketjussa korkeammille tasoille. Lisäarvon määrä on noussut arvoketjun alku- (tuotekehitys, design) ja loppupäissä (markkinointi ja tukipalvelut), kun puolestaan keskivaiheen lisäarvo (logistiikka ja valmistus) ovat laskeneet suhteessa 1970 luvun tasoihin. (OECD 2013)

Aineettomalla pääomalla on merkittävä rooli globaaleissa arvoketjuissa, ja välituottajien menestys riippuu usein kyvystä tuottaa hienostuneita ja vaikeasti kopioitavia tuotteita tai palveluita. Nämä syntyvät nimenomaan brändiarvosta, T&K toiminnasta, designista tai digitalisaatiota hyödyntävistä organisaatorakenteista, jotka vaativat usein aineettomia investointeja (Hulten ja Corrado 2010). Globaalissa arvoketjussa kilpaillaan innovaatioilla, paremmilla tuotantoprosesseilla, raaka-aineilla, uusien markkinoiden valloituksella sekä organisaatorakenteilla (OECD 2013).

Tähän asti empiirinen tutkimus on keskittynyt ulkomaankaupan avoimuuteen¹⁵ ja sen vaikutuksiin bruttokansantuotteen tasoon tai kasvuasteeseen. Empiiriset mitat avoimuudelle ja instituutioille eivät ole hyvin vakiintuneita. Näiden lisäksi vaikutussuhteet ovat monimutkaisia ja tämän tutkielman laajuuden ulkopuolella. Bergheim (2008, s.82 - 94) ja Newfarmer ja Sztajerowska (2012) katselmoivat empiirisen tutkimustyön ongelmia ja kausaalisuuden tulkintoja globalisaation osalta. Hyödylliseksi osoittautuneet aiemmat tutkimukset eivät kuitenkaan auttaisi kertomaan kovin paljoa seuraavan 15 vuoden talouskasvusta, koska menneet vuosikymmenet ovat olleet hyvin erilaisia teknologian, sääntelyn, instituutioiden ja monen muun tekijän suhteen.

Bergheimin (2008) empiirinen arvio avoimuuden kasvuvaikutuksesta on positiivinen, jolloin prosenttiyksikön lisäys ulkomaankaupan osuuden kasvussa johtaa 3 % korkeampaan BKT/capita tasoon. Kehittyvissä talouksissa tämä luku on paljon pienempi, mikä osoittaa, että länsimaat hyötyisivät kaupankäynnistä enemmän. Noguerin ja Siscartin (2005) empiirinen tutkimus tuotti vastaavasti vain 1 % vaikutuksen. Nämä tulokset eivät auta kuitenkaan perustelemaan Gordonin -0,3 prosenttiyksikön kasvuvaikutusta keskiluokan tuloihin. Globalisaation vaikutuksia keskiluokan työpaikkojen vähenemiseen tai tuloihin tulisi tutkia erikseen, huomioiden kuitenkin koko talouteen heijastuva positiivinen kasvuvaikutus.

Gordon voi olla oikeassa, mutta kysymys jää odottamaan jatkotutkimuksia. Gordonin ennuste voi kenties tapahtua monen tekijän summana. Esimerkiksi kansainvälisen työnjaon vaikutusta voisi tutkia eriarvoistumisen kasvuun, jos tuottavimmat työntekijät ovat globalisaation vaikutuksesta vivuttaneet tuottavuuttaan. Tämän jälkeen eriarvoistumisen negatiivisen vaikutuksen kontribuutiota voisi verrata globalisaation positiiviseen kontribuutioon. Näin ehkä voisi esittää joitain johtopäätöksiä, onko globalisaatio enemmän hyödyttänyt keskiluokkaa vai laskenut hyvinvointia. Hyvinvointiin kuitenkin vaikuttavat myös edullisemmat tuotteet, jotka ovat myös globalisaation seurausta, ja tämän lisäksi pitäisi

¹⁵ Mittaa yrityssektorin altistumista tai todennäköisyyttä ulkomaankaupan käyntiin. Tariffit, vahvat instituutiot, maan etäisyys muista yms. vaikuttavat kaikki ulkomaankaupan avoimuuteen.

arvioida elintason kasvua ilman, että globalisaatiota olisi tapahtunut. Näin ollen syy-seuraus suhteiden ja globalisaation vaikutusta keskiluokan hyvinvoinnille on ekonometrisesti haastavaa tutkia.

4.6 Ilmastonmuutos, ympäristöteknologia ja kasvu

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia talouskasvuun on tutkittu usein eksogeenisten mallien tasapainojen kautta siitä huolimatta, että empiiriset todisteet osoittavat, että energian hinnoilla on vaikutusta ympäristöystävällisten teknologioiden ja energialähteiden kehitykseen. Energian hintojen pysyessä vakaina ilmastointilaitteiden innovaatiot laskivat kuluttajahintoja, mutta öljyshokin hintavaikutuksen seurauksena ilmastointilaitteista kehitettiin energiatehokkaampia. (Acemoglu ym. 2009).

Poliittiset päätökset koskien ympäristöystävällistä tuotantoa tuottavat sekä hyötyjä että kustannuksia. Hyöty syntyy ympäristön rappeutumisen hidastumisesta, mutta kustannus syntyy bruttokansantuotteen kasvun hidastumisesta, koska ympäristöpoliittiset rajoitteet laskevat tuotantoa. Ympäristötieteilijät ovat usein huolissaan ympäristön rappeutumisesta katastrofin aiheuttavaan pisteeseen, josta ei ole enää paluuta. Tämän todennäköisyys tosin nykyisellä energiakulutuksella on hyvin matala seuraavan vuosisadan aikana (Mendelson 2010). Acemoglu ym. (2009) mallintavat poliittisia toimenpiteitä endogeenisen kasvun viitekehysten avulla, ja tutkivat miten tällainen ympäristökatastrofi olisi vältettävissä optimaalisesti. Ilmastonmuutos ei itsessään laske talouskasvua seuraavan 40 vuoden aikana, ja vuoden 2100 kohdallakin vaikutus globaalin BKT kasvuun olisi vain 0,1 – 0,5 prosenttiyksikköä Mendelsonin (2010, s.292) katsauksen mukaan. Kasvua haittaavat tekijät voivat Mendelsonin mukaan syntyä liian aggressiivisesta ja epäoptimaalisesta ympäristöpolitiikasta.

Tärkeä tekijä Acemoglu ym. (2009) mallissa on eri energialähteiden substituutiojousto, eli miten paljon saastuttavia energialähteitä voidaan korvata puhtailla energialähteillä. Korkeat kuljetus, varastointi ja tuotantokustannukset uusiutuvilla energialähteillä johtaa vähäiseen

substituutiojousto, mutta tästä joustosta ei ole empiiristä arviota vielä esitetty tutkimuksissa. Mallissa hinnat ja markkinakoko vaikuttavat siihen, miten paljon tutkimus- ja tuotekehitysresurssit suuntautuvat uusiutuvaa tai uusiutumaton energiaa käyttäville sektoreille. Tuotannolla on ympäristölle haitallinen ulkoisvaikutus, jonka vuoksi *laissez faire* tasapaino ei ole optimaalinen (eli ympäristöpolitiikkaa ei harjoiteta laisinkaan). Tämän vuoksi uusiutumattomia energialähteitä verottamalla sekä tutkimus ja kehitystoimintaa subventoimalla kohti uusiutuvia energialähteitä voidaan saavuttaa optimaalinen tasapaino.

Näiden poliittisten toimenpiteiden rakenne ja vaikutukset kasvuun ovat mielenkiintoisia kysymyksiä. Acemoglu ym. (2009) tiivistävät aikaisempien eksogeenisten mallien pohjalta tehtyjä tutkimuksia: Nordhausin vastaus on, että rajoitettu ja asteittainen väliintulo riittää estämään ympäristökatastrofin vähäisillä kasvuvaikutuksilla, hieman pessimistisempi Stern/Al Gore vastaus vaatii välitöntä ja pysyvää puuttumista, koska muuten globaalin bruttokansantuotteen kehitys voi laskea jopa -5 % vuosittain. Karkein vastaus on Greenpeacelta, joka vaatii totaalista kasvun pysäyttämistä maapallon pelastamiseksi. (Acemoglu ym. 2009, Mendelson 2010).

Acemoglun ym. (2009) oma vastaus esittämänsä endogeenisen mallin pohjalta on, että jo puolioptimaalinen ympäristösääntely voi riittää ohjaamaan ympäristötekniikan kehityksen suuntaa, jolloin pysyvät ympäristöhaitat vältetään tulevaisuudessa. Lisäksi he toteavat, että ympäristötavoitteet voidaan saavuttaa ilman pitkäkestoista markkinasääntelyä tai kasvun hidastumista, mutta poliittisen väliintulon (eli markkinasääntelyn) viivyttyä on suoria ja epäsuoria negatiivisia vaikutuksia kasvuun ja hyvinvointiin, kuten pessimistisemmissäkin näkemyksissä.

Acemoglu ym. (2009) mallin hyvinvointitappiot ovat sitä merkittävämpi mitä kauemmas optimaalista ympäristöpolitiikkaa lykkää. Hyvinvointitappio mitataan heidän mallissa kulutuksen laskuna suhteessa siihen, että optimaalinen ympäristöpolitiikka otettaisiin heti käyttöön (kulutuksen menetys prosentteina suhteessa optimiin). Kirjoittajien valistuneilla arvauksilla parametrien arvoista hyvinvointitappio voisi olla jopa 5,99 prosenttia, mikäli

poliittinen väliintulo markkinoille tapahtuu 10 vuoden viiveellä välittömän puuttumisen sijaan. Kirjoittajat simuloivat energialähteiden substituutiojoustoille ja vaikutuksille eri arvoja, koska empiiristä tutkimusta ei ole vielä tehty, ja kyseinen malli on ensimmäinen yritys mallintaa ympäristökysymyksiä ja vihreän teknologian kehitystä endogeenisesti. Tämä on mallin perusversion tuotos suljetussa taloudessa.

Toinen kiinnostava kysymys on kehittyvien talouksien ja kehittyneiden jälkiteollisten maiden välinen tasapaino sekä ympäristösääntelyn koordinointi. Kuten Gordon (2012) toteaa, ei ole kohtuullista vaatia kasvavia talouksia rajoittamaan päästöjä, kun länsimaat saivat vapaasti kasvaa ja saastuttaa edeltäneet 100 vuotta. Acemoglu ym. (2009) mallintaa tätä kahden "maan" tilanteessa, joista toinen on teknologisen kehityksen kärjessä oleva pohjoinen ja teknologista kehitystä imitoiva etelä. Tässä tilanteessa riittää, että pohjoisessa ohjataan kaikki kehitysresurssit puhtaisiin energialähteisiin, jos ympäristön nykytila ei ole vielä liian huono eikä energialähteiden substituutiojousto ole liian matala. Malli kuitenkin osoittaa, että ilman globaalia energialähteiden käytön rajoittamistakin ympäristökatastrofeilta voidaan välttyä tietyin oletuksin. Näissä malleissa puhutaan todella pitkästä aikavälillä, koska simulaatiot voivat ylettyä 200 vuotta eteenpäin. Globaali optimi voidaan saavuttaa mallin mukaan implementoimalla tutkimus ja kehitys subventiot, globaalit päästöverot ja subventoimalla puhtaan energian tuotantokaluston hankintaa tuottajille.

Ilmastonmuutos sinänsä ei suoraan heikennä kasvua, mutta suurin uhka on juuri epäoptimaaliset ympäristörajoitteet. Joidenkin arvioiden mukaan nykyisten hiilidioksidipäästöjen leikkaaminen 70 prosenttia nykyisellä teknologialla maksaisi 400 dollaria per tonni hiilidioksidipäästöjä energiaa käyttävillä toimialoilla (Mendelson 2010, s. 290). Mikäli päästöjä leikattaisiin 20 – 38 prosenttia vuoteen 2030 mennessä, kustannus olisi toisten arvioiden mukaan noin \$50/CO₂ tn. Nämä kustannukset tulisi huomioida rajahyötyjä vastaan, mutta näistä hyödyistä (ympäristön säästyminen) on vaikea esittää selkeitä rahallisia arvioita (esimerkiksi kuinka paljon ympäristökatastrofin todennäköisyys laskee?), koska yksilöiden kokema hyöty puhtaasta ympäristöstä on vaikea muuttaa rahalliseksi arvoksi.

Ympäristöteknologiaan investointi on tärkeässä roolissa jatkossa, mahdollisesti myös uusien työpaikkojen lähteenä. Gordonin ennuste saattaisi pessimistisessä skenaariossa toteutua, jossa aggressiiviset päästörajoitteet otettaisiin käyttöön nopealla aikataululla, mutta tämän koordinointi globaalisti kuulostaa epätodennäköiseltä skenaariolta.

4.7 Julkisen velkatason vaikutus kasvuun

Gordon esittää julkisten ja yksityisten velkojen takaisinmaksun leikkaavan kasvua -0,2 prosenttiyksikköä. Bartelsman (2013) on eri mieltä velkojen takaisinmaksusta: mikäli velat pysyvät kestävällä tasolla (prosenttia bruttokansantuotteesta), ei ole syytä vähentää kulutusta, ja kokonaistuottavuuden kasvu pienentää velkatasoa ajan kuluessa. Mikä on kestävä velkataso, ja onko sillä vaikutuksia talouskasvuun?

Reinhartin ja Rogoffin (2010) tutkimuksen johtopäätökset kertovat, että kasvu hidastuu jos velkataso nousee yli 90 % bruttokansantuotteesta. He käyttivät laskelmissaan kahden vuosisadan ajalta dataa julkisesta velasta, ja jakoivat maat neljään ryhmään velkojen tason perusteella. Näiden ryhmien keskimääräisten kasvuasteiden vertailun perusteella he tekivät johtopäätöksen, että velkatasolla ei ole merkitsevää vaikutusta kasvuasteeseen, paitsi sen ylittäessä 90 prosentin rajan. Tämän vaikutus on voimakas datan koko aikaväliltä (1790 – 2009), jolloin 90 prosentin ylitys laskee kolmen prosentin kasvuvauhdin jopa 1,7 prosentin kasvuvauhtiin. Maailmansotien jälkeisellä periodilla vaikutus on vielä suurempi: kasvuaste laskee jopa -0,1 prosenttiin velkatason ylittäessä 90 % rajan.

Herndon, Ash ja Pollin (2013) kritisoivat kuitenkin Reinhartin ja Rogoffin (2010) tuloksia. He replikoivat tutkimustuloksia ja päätyvät sotien jälkeisen luvun olevan 2,2 prosenttia -0,1 prosentin sijaan. Herndon ym. (2013) jaottelevat myös velkatasoille korkeamman luokan, yli 120 % bruttokansantuotteesta. Näin jaoteltuna 90 – 120 %:n ryhmän vuotuinen kasvuaste on 2,4 % kun tätä ylemmässä luokassa 1,6 %. Selkeästi jonkinlainen korrelaatio velkasuhteen tasolla ja talouskasvun asteella on, mutta kausaalisuus on kysymysmerkki.

Johtuuko hidas kasvuaste esimerkiksi kokonaistuottavuuden hidastumisesta, mikä johtaa velkatason kasvuun?

Lainà (2011) tutki Yhdysvaltojen velkatasoa ja talouskasvua pro gradu tutkielmassaan. Yhdysvaltojen kokonaisvelka suhteessa bruttokansantuotteeseen on n. 3,5-kertainen vuonna 2009. Julkinen velka Yhdysvalloissa on noin 60 % bruttokansantuotteesta (Lainà 2011). Hänen johtopäätös on, että talouskasvu yleensä vaatii myös velkatason kasvua. Näin ollen kasvun ylläpito velkatasoa vähentämällä vaikuttaisi olevan vaikeaa.

Mikäli velkaantuneet länsimaat menettävät luottokelpoisuutensa, on mahdollista, että velkatasoa pyritään sopeuttamaan maksamalla velkoja takaisin niiden uusimisen sijaan. Velkojen lyhentäminen puolestaan saattaa hidastaa kasvua, mikä saattaisi johtaa itseään vahvistavaan kierteseen. Kun talouden kasvuvauhti hidastuu vastoin odotuksia ja ennusteita, johtaa tämä julkisten menojen suurempaan osuuteen kansantuotteesta. Taloudellisen aktiviteetin lasku puolestaan johtaa verotulojen vähenemiseen, minkä vuoksi julkinen alijäämä kasvaa ja täten velkataso nousee. Varsinaisella velkatasolla ei itsessään välttämättä ole kausaalista yhteyttä kasvulle pitkän aikavälin kasvumallien mukaan, mutta liian aggressiivinen sopeuttaminen saattaa johtaa kasvun hidastumiseen. Tämä hypoteesi on enemmän makrotaloustieteen keskipitkän aikavälin suhdannemallien aluetta, joissa huomioidaan rahan aika-arvo (kuten inflaatio-odotukset) reaalisien tuotosten lisäksi.

5 DIGITALISAATIO JA TEKNOLOGIA UUDEN KASVUN LÄHTEENÄ

Robert Gordon kuvailee, kuinka vallankumoukselliset keksinnöt nostivat työn tuottavuutta ja elinajanodotetta viimeiset kaksisataa vuotta. Hän uskoo, että tulevat teknologiat eivät ole sen enempää merkittäviä kuin 1970 - 2010 välillä syntyneet, kuten taulukkolaskenta, älypuhelimet tai tietokannat (Gordon 2014). Tässä luvussa tarkastelen lyhyesti teknologisia innovaatioita, joihin kohdistuu suuria odotuksia tuottavuuden kannalta jatkossa. Samalla

tarkastelen myös tietoteknologian kontribuutiota tuottavuuden kasvulle ja tutkin miten aineettomat investoinnit voivat vaikuttaa myös kasvuun.

5.1 Tietoyhteiskunta ja kasvun murrosvaihe

Bartelsman (2013) argumentoi, että resurssien uudelleen allokoitumisen, teknologian omaksumisen, ja tuottavuuden kasvun luonne ovat muuttuneet radikaalisti uuden viestintäteknologian vaikutuksesta. Joustavien tuotantopanosten markkinoiden ja kilpailluiden lopputuotteiden takia kannustimet investoida aineettomaan pääomaan nousevat samalla kun näiden investointien vaikutukset lisäävät tuottavuuseroja ja markkinaosuuksien muutoksia yritysten välillä. Aineettomien investointien laiminlyöminen saattaa johtaa markkinaosuuksien menetykseen ja pidemmällä aikavälillä tehottomien yritysten poistumiseen.

Erik Brynjolfssonin ja Andrew McAfeen kirjassa *The Second Machine Age* (2014) on lukuisia esimerkkejä nykyaikaista teknologiaa hyödyntävistä innovatiivisista kasvuyrityksistä, jotka muuttavat vanhoja toimintatapoja tai luovat haasteita vanhoilla toimintatavoilla operoiville yrityksille. Esimerkiksi Brynjolfsson ja McAfee (2014, luku 14) kertovat, kuinka vuonna 2008 perustettu airbnb.com palvelu mahdollistaa ihmisten asuntojen tai vapaiden huoneiden muuntamisen vuokrattavaksi pääomaksi. Palvelun kautta oli majoitettu ihmisiä vuoden 2012 loppuun mennessä yli 140 000 henkilöä ympäri maailman. Vuonna 2014 vieraiden määrä on airbnb.com:n mukaan jo 11 miljoonaa ja vuokrattavia majoituskohteita yli 600 000. Mikäli palvelu olisi hotelliketju, sijoittuisi se nyt huonemäärältään top 3 isoimman hotelliketjun joukkoon. Tämä kuvaa nykyaikaa, jolloin odottamattomasta lähteestä pääoma, ideat ja teknologia voivat löytää uusia käyttötarkoituksia ja haastaa nopeasti vanhoja toimijoita. Näin uusi luova idea yhdessä nykyisen teknologian kanssa mahdollistavat kuluttajien kohtaamattomien tarpeiden tyydyttämisen.

Brynjolfsson ja McAfee (2014) uskovat vahvasti, että olemme ajallisesti pisteessä, joka vastaa ikään kuin aikaa höyrykoneiden keksimisen jälkeen. Teollisen vallankumouksen alku 1750

aikoihin aloitti nykyisenkaltaisen talouskasvun, jota Brynjolfsson ja McAfee kutsuvat "ensimmäiseksi koneiden aikakaudeksi". Järjestyksessä toinen koneiden aikakausi on mahdollisesti edessä muun muassa todellisen tekoälyn keksimisen tai kaikkia ihmisiä yhdistävän internetin kautta. MGI (2013) esittää arvion, että internet yhdistää nykyisten käyttäjien lisäksi 2-3 miljardia ihmistä lisää vuoteen 2025 mennessä.

Mooren laki sanoo, että laskentatehot kaksinkertaistuvat 1,5 – 2 vuoden välein. Tämä näkyy tietokoneiden laskentatehon hinnoissa, jotka laskevat nykyisellään n. 10 – 15 % vuodessa suhteessa keskimääräiseen hintakehitykseen, eli ICT-pääoman hinta puolittuu 5 – 7 vuoden välein (Bartelsman 2013). Eksponentiaalinen hinnanpudotus tietokoneissa on johtanut länsimaissa siihen, että tietokoneita on joka puolella ja näiden kasvuvaikutukset tulevat kasvamaan. Vuonna 1975 nopein supertietokone maksoi viisi miljoonaa dollaria, ja vastaavan laskentatehon sisältävä iPhone 4 älypuhelin maksaa nyt vain n. 400 dollaria (MGI 2013). Teknologinen kehitys digiteknologian osalta on kuitenkin ongelmallista nykyisillä mittareilla, koska ICT-pääoman hinta on edullista ja sen hyödyt vaativat lisäksi aineettomia investointeja sekä inhimillistä pääomaa, joten ICT-pääoman vaikutus saattaa saada virallisissa tilastoissa liian pienen painoarvon (Corrado & Hulten 2010).

5.2 ICT-pääoman vaikutus bruttokansantuotteeseen

Dedrick, Kraemer ja Shih (2013) tutkivat miten ICT-pääoma on viime vuosikymmeninä vaikuttanut bruttokansantuotteen kasvuun. He aloittavat toteamalla, että lukuisat tutkimukset 80 ja 90-luvuilta eivät löytäneet evidenssiä ICT:n kontribuutiosta tuottavuudelle. Puhuttiin tuottavuusparadoksista, jota Robert Solow kuvaili vuonna 1987 seuraavasti: "Voit nähdä tietokoneita kaikkialla muualla paitsi tuottavuustilastoissa" (Jorgenson, Ho ja Stiroh, 2008).

Tämän vuosituhannen puolella ekonomistit ovat saaneet näyttöä siitä, että ICT investoinneilla on ollut positiivinen ja merkittävä vaikutus tuottavuuteen yritystasolla,

toimialatasolla ja maakohtaisella tasolla. Lisäksi on todettu yritysten aineettomien pääoman investointien tukevan ICT investointien vaikutuksia. (Dedrick, Kraemer ja Shih 2013).

Dedrick, Kraemer ja Shih (2013) käyttävät empiirisessä työssään linearisoitua tuotantofunktiota:

$$(37) \ln Q_{it} = \beta_0 + \beta_{IT} \ln IT_{it} + \beta_K \ln K_{it} + \beta_L \ln L_{it} + \lambda_t + \nu_i + \epsilon_{it},$$

jossa Q on bruttokansantuote, IT on ICT-pääoman varannot, K on muun pääoman varannot, L on toteutuneet työtunnit, λ on vuosikohtaiset vaikutukset keräävä muuttuja, ν on maakohtaiset tekijät keräävä muuttuja ja ϵ on keskivirhetermi, joka mittaa kaikkia havaitsemattomia muuttujia. Näin tutkittuna tuotantopanokohtaiset parametrit (beetat) kuvaavat teoriassa tuotantopanoksen joustoa tuotokselle, eli parametrit kertovat kuinka paljon yhden panoksen lisääminen nostaa tuotoksen (BKT) tasoa.

Heidän tulokset kertovat, että ICT-pääomalla ei ollut merkittävää eroa kehittyneiden ja kehittyvien maiden osalta. ICT-pääoman beeta saa arvoja 0,1 – 0,2 väliltä kehittyneissä maissa 2000-luvun jälkeen ja kehittyvät maat hieman korkeampia. He lisäksi tutkivat maakohtaisesti, onko koulutuksella, ulkomaankaupan avoimuudella tai ICT-infrastruktuurin hinnoilla vaikutuksia ICT:n tuottavuuden hyötyihin. Rikkaissa länsimaissa korkealla koulutustasolla ei ollut suurta yhteisvaikutusta ICT-pääoman kanssa, mutta kehittyvissä maissa koulutuksen tason nousu lisäsi ICT-pääoman tuomia hyötyjä. He testasivat myös maahanmuuton vaikutusta, mutta sillä ei ollut tilastollista merkitystä missään: maahanmuuttajat ovat todennäköisesti enemmistöosuudeltaan kouluttamattomia, joten koulutetun työperäisen maahanmuuton vaikutus ICT:n kautta tuotokseen peittyy muiden maahanmuuttajien vaikutusten alle. (Dedrick, Kraemer ja Shih 2013).

Kansainvälisen kaupan avoimuus ei ollut merkittävä maakohtainen tekijä, mutta suorilla ulkomaisilla investoinneilla (FDI) oli merkittävä yhteisvaikutus ICT-pääomavarantojen kanssa. Investointeja vastaanottavat maat hyötyvät enemmän ICT-pääomasta. Tässä on järkeä,

koska investoinnit edustavat hyvien liiketoimintatapojen siirtoa ja osaamista maasta toiseen, jolloin ne erityisesti voivat tehostaa ICT:n hyötyjä tehokkaasti. Pelkkien maahantuontihyödykkeiden vaikutus ei lisännyt ICT hyötyjä tässä tutkimuksessa, koska laitteet tai pääoma eivät tuo mukanaan osaamista. Uudet laitteet eivät nosta kasvua, jos niitä vain lisätään olemassa oleviin organisaatorakenteisiin ja prosesseihin kotimaisten yritysten toimesta. (Dedrick, Kraemer ja Shih 2013).

Kallis ICT-infrastrukturi laskee ICT-pääoman hyötyjä kehittyvässä maissa. Koko näytteellä näyttäisi kuitenkin olevan niin, että laajalle levinnyt edullinen viestintä ja verkkoteknologia tehostavat yleisesti ICT-pääoman vaikutusta. (Dedrick, Kraemer ja Shih 2013).

Aiemmin ICT investoinneilla ei havaittu olevan kasvuvaikutuksia kehittyvässä maissa. Havainto siitä, että kehittyvät taloudet vasta nyt alkavat saamaan hyötyjä ICT-pääoman investoinneista vihjaa, että voi olla olemassa tietty kriittinen taso ICT-pääomalle, tai vaihtoehtoisesti jokin vähimmäistaso inhimilliselle pääomalle, kunnes tuottavuushyötyjä kyetään havaitsemaan kokonaistuotoksen kautta. (Dedrick, Kraemer ja Shih 2013).

Toinen selitys viivästyneille ICT:n hyödyille voi olla se, että pitkän aikavälin ylivuoto vaikutukset (spillover effects) kokonaistuottavuuteen ovat suuremmat kuin lyhyellä aikavälillä, eli organisaatioilla menee joitain vuosia sopeutua uuteen teknologiaan (Dedrick, Kraemer ja Shih 2013). Yrityksissä voi olla aluksi huomio uudessa teknologiassa, jolloin investoidaan tietokoneisiin ja järjestelmiin. Sen jälkeen huomataan, että henkilöstöä joudutaankin kouluttamaan niiden käyttöön. Myöhemmin opitaan tekemään vanhoja asioita uusilla keinoilla, jonka hankittu teknologia mahdollistaa. Tämä prosessi lopulta johtaa tuottavuuden paranemiseen, mutta väliaikaisesti tuottavuus voi jopa heiketä (Basu, Fernald ja Kimball 2006).

Kolmas selitys voi olla, että ICT-investointien hyödyt ovat suurimmillaan, kun ne kohdennetaan tuottavuutta tehostaviin prosesseihin kulujen leikkauksen tavoittelun sijaan. Tästä on todisteita yritystason tutkimuksista, ja sama voi päteä tuottavuudelle koko talouden

tasolla. Alkuvaiheen ICT-investoinnit usein keskittyvät prosessien automaatioon, eli kulujen vähentämiseen. Vasta myöhemmin uutta teknologiaa hyödynnetään laajentamaan markkinoita ja muuttamaan toimintatapoja. (Dedrick, Kraemer ja Shih 2013).

5.3 Aineettomat investoinnit ja digitaaliset hyödykkeet sekä niiden mittaaminen

Miten aineetonta pääomaa, viimeaikaisia tietoteknologian innovaatioita, ja niiden vaikutuksia tulisi mitata? Corrado & Hulten (2010) toteavat, että Solow'n kasvumalli mittaa teknologiset vallankumoukset vain kokonaistuottavuuden muutoksina, sekä mahdollisesti kokonaissästöasteen nousun kautta korkeampana pääoman kertymisenä.

Kasvulaskennan mukaan kokonaistuottavuus huomioi muut tekijät kuin pääoma- ja työpanokset. Yritykset kuitenkin viime aikoina keskittyvät tavaroiden tuotannon sijaan yhä enemmän palveluiden, tuotekehityksen ja designin sekä markkinoinnin suunnitteluun ja toteutukseen. Tämän vuoksi perinteinen kasvulaskennan viitekehys on yhä vähemmän vakuuttava analysoimaan työn tuottavuuden kasvua ja suurta teknologista vallankumousta. (Corrado & Hulten 2010).

Corrado ja Hulten (2010) listaavat viime vuosikymmenen empiirisen kasvukirjallisuuden kehityksen täsmentyneen enemmän mikrotasolle, jolloin innovaatioiden tuotantopanoksia ovat mm. yrityksen tuotekehityskustannukset, markkinointi, inhimillinen pääoma ja organisaatiojärjestelyt, joita kuvaa usein niiden aineettomuus. Nämä aineettomat investoinnit tulisi siis ottaa huomioon BKT laskelmissa yritysten investointeina.

Uudet ideat ovat vasta innovaatioiden lähtökohta, mutta innovaatiot luovat linkin tuotteen tai palvelun ja kohtaamattomien kuluttajatarpeiden välille. Uudet tuotteet eivät usein myöskään myy itsestään, vaan vaativat muun muassa markkinointipanostuksia. Sen vuoksi innovaatioiden mittarin tulisi huomioida nämä asiat eikä vain lisätä kasvulaskennan

viitekehukseen T&K panostuksia tai ICT-laitteita tuotantopanoksina. (Corrado & Hulten 2010)

Corrado & Hulten (2010) havaitsivat, että viimeaikaiset teknologiset vallankumoukset liittyvät sekä investointien koostumuksen että työn tuottavuuden kasvua ajavien tekijöiden dramaattisiin muutoksiin. Miksi yritysten kulut aineettomaan pääomaan tulisi ottaa huomioon bruttokansantuotteessa? Corrado, Hulten ja Sichel (2005, 2009, viitattu Corrado & Hulten 2010) vastaus on, että tämä on kulutuksen sijaan säästämistä, jolloin nykyistä kulutusta siirretään tulevaan. Samalla se on investointi, jossa yritys sitoo nykyisiä resursseja saadakseen tuottoa tulevaisuudessa. Kiinteän pääoman investoinnit täyttävät nämä kriteerit, mutta niin täyttää myös aineettoman pääoman kulut. Kiinteällä pääomalla on usein jälleenmyyntiarvoa ja se kuluu käytössä. Aineettomalle pääomallekin tarvitaan kulumisaste, jotta varantoarvoja voisi seurata, sekä tuotospohjainen hintaindeksi tarvittaisiin deflaattoriksi aineettomille investoinneille. Kulumisaste voisi olla esimerkiksi tarkoituksenmukaisen liikevaihdon lasku aineettoman investoinnin ajanjaksolta. (Corrado & Hulten 2010).

Corrado & Hulten (2010) erittelevät esim. yhdysvaltalaisen yrityssektorin 2,76 prosentin vuotuisen työn tuottavuuden kasvun aikavälillä 1995 – 2007 koostuvan 0,67 prosenttiyksikköä kiinteän pääoman kontribuutiosta ja 0,74 prosenttiyksikköä aineettoman pääoman kontribuutiosta. Aineeton pääoma sisältää mm. digitoitua tietoa (0,15 prosenttiyksikköä) ja kilpailullista kompetenssia (0,27 prosenttiyksikköä, sisältäen aiheita kuten markkinointi, brändi-arvo, yms.). Kokonaistuottavuuden osuus on tässä erittelyssä 1,2 prosenttiyksikköä ja muutokset työvoiman koostumuksessa 0,2 prosenttiyksikköä. ICT-laitteiden osuus on kasvanut vuosien 1973 – 1995 0,28 prosenttiyksikön osuudesta 0,36 prosenttiyksikön osuuteen. Corrado ja Hulten (2010) toteavat, että ICT-pääoman osuus kasvulle on ollut vähäistä verrattuna taustalla oleviin aineettoman pääoman investointeihin.

Byrne, Oliver ja Sichel (2013) tutkivat myös kasvulaskennan avulla ICT:n vaikutuksia työn tuottavuudelle. He toteavat, että Yhdysvalloissa vaikutus laski välillä 2004 - 2012 aiemmalle matalalle tasolle (1975 - 1995). He arvioivat, että tuottavuuden kasvuaste on jatkossa 1,8

prosenttia yksityisellä sektorilla (pois lukien maanviljely). Tämä arvio on alle pitkän aikavälin 2,25 prosentin trendin, joten paluu pitkän aikavälin tasoon tämän valossa ei ole todennäköistä. Tästä huolimatta he uskovat, että ICT:n vaikutus aineettomien investointien kautta tulee nostamaan tuottavuutta viiveellä jatkossa jopa 2,5 prosentin tasolle, mutta sen saavuttaminen voi viedä jopa vuosikymmenen verran. He toteavat, että kasvulaskentaharjoituksen todisteet vuoteen 2012 asti tukevat Gordonin näkemystä ICT:n vaikutusten laskusta. ICT:n kokonaiskontribuutio tuottavuuden kasvulle laski 2008 – 2012 väliltä laskettuna 0,64 prosenttiyksikköön 1,5 prosenttiyksikön tasosta (välillä 1995 – 2007) samalla kun tuottavuuden kasvuaste laski 3,05 prosentista 1,56 prosenttiin. Näin ollen he toteavat, että Gordon aliarvioi uusien toimintatapojen löytämisen merkitystä kasvulle.

Perinteiset keinot mitata talouskasvua ja teknologista kehitystä saattavat tarvita päivitystä tälle vuosituhannele. Brynjolfsson ja Saunders (2009) kirjoittavat kuinka hinnat ovat nousseet 22 kertaiseksi vuodesta 1913, mutta lukemattomia nykyisiä tuotteita ei ollut tarjolla mihinkään hintaan vuonna 1913. Kuluttajahintaindeksi lasketaan painotetusti tyypillisen kuluttajan kulutuskorin mukaan, kun taas BKT deflaattori huomioi kaikkien hyödykkeiden hintojen nousun. Kumpikaan näistä mittareista ei kuitenkaan kuvaa elinkustannuksia tai hyvinvointia kovin hyvin, koska kuluttajahintaindeksi ei ota huomioon eri hyödykkeiden kysynnän hintajoustoja - uusi halvempi tuote korin ulkopuolelta voi syrjäyttää kulutuskorin tuotteen, erityisesti ilmaiset digitaaliset palvelut. BKT deflaattori puolestaan aliarvioi elinkustannusten nousua - kuluttajalle tärkeiden hyödykkeiden hinta saattaa nousta enemmän kuin tämä mittari kertoo. Näin ollen keskimääräisten hintojen mittaaminen antaa jotain käsitystä kuluista, mutta elintasoja se ei mittaa. Tämä siitä syystä, että hyödykkeiden ja palveluiden laatu on noussut huomattavasti uusien parempien reseptien takia. (Brynjolfsson ja Saunders 2009).

Lisäksi Brynjolfsson ja Saunders (2009) sekä Brynjolfsson ja McAfee (2014) kritisoivat bruttokansantuotetta sopimattomana mittarina digitaalisen tietoyhteiskunnan aikakaudelle. Tämä perinteinen mittari mittaa vain uusien tuotteiden ja palveluiden markkinavaihdantaa,

julkisia palveluita sekä asuntojen tuottoja. Kuluttajan saama hyöty digitaalisista palveluista jää mittaamatta, vaikka se mahdollistaisi kuluttajalle vapaa-ajan lisääntymisen - esimerkiksi hakukoneiden nopean tiedonsaannin kautta - tai suurta tyydytystä kuluttajan ylijäämän kautta - palveluiden käytön rajakustannukset kuluttajalle rahassa mitattuna ovat usein nolla. Nämä uudet digitaaliset palvelut ja hyödykkeet, jotka eivät siis näy bruttokansantuotteessa, saattavat viedä markkinaosuuksia perinteisiltä tuotteilta, jotka näkyvät bruttokansantuotteessa. Tämän seurauksesta myös mitattu talouskasvu voi näyttää huonommalta kuin mitä todellisuus on, ainakin digitaalisia hyödykkeitä kuluttavien ihmisten osalta. (Brynjolfsson ja Saunders 2009).

5.4 Teknologiset innovaatiot teollisessa valmistuksessa

Jatkossa teollinen robottiteknologia voi mahdollistaa lukuisten eri tehtävien suorittamisen koneilla, jotka tänä päivänä vaativat ihmisen työpanoksen. Teollisuusrobotit ovat aiemmin toimineet painavien esineiden siirtämisessä, mutta tarkkuutta ja arviointikykyä vaativa valmistus esimerkiksi matkapuhelimissa ei ole ollut toteutettavissa. Tulevina vuosikymmeninä odotetaan edullisten valmistusrobottien yleistyvän, joita ihminen voi helposti ohjeistaa tekemään erilaisia tehtäviä. (Baily, Manyika, Gupta 2013)

Teknologiset innovaatiot myös 3D-tulostamisessa mahdollistaa tietokoneella suunniteltujen esineiden tulostamisen materiaalikerros kerrallaan. Tämä voi johtaa tulevaisuudessa uusien pienempien arvoketjujen syntymiseen, jossa pienet yritykset keskittyvät eri osien designiin, ja jakavat näitä pohjapiirustuksia internetin yli perinteisten logistisen ketjun sijaan. Näin tuotteista voi tulla entistä enemmän kustomoitavia eivätkä ne lopu ikinä varastosta. Tuotantoerien koolla ei jatkossa ole välttämättä merkitystä ja valmistus on entistä paremmin ajoitettua juuri oikeaan aikaan. Tuottavuusvaikutukset logistiikan ja varastoinnin tehostumisen kautta voivat olla merkittäviä. (Baily, Manyika ja Gupta 2013)

Big Data yhdessä tilastollisen analyysin kanssa tulee muuttamaan teollisen valmistuksen luonnetta. Valmistuksessa ICT:n hyödyt ovat olleet tähän asti merkittäviä. Jatkossa globaaleiden arvoketjujen monimutkaisuus kasvattaa datan tietoturva- ja oikeusturvatarpeita, jolloin valmistuksen tietomassat nousevat suuriksi. Teollinen internet mahdollistaa laitteiden keskustelun internetin välityksellä, jolloin tuotannon rajoittavista prosesseista saadaan entistä tarkempaa ja ajallisesti täsmällistä tietoa (Baily, Manyika ja Gupta 2013). Kaikki nämä teknologiat tulevat sellaisenaan lisäämään tuotannon tehokkuutta, mutta myöhemmin ihmisen mielikuvitus on vain rajana, kuinka näitä teknologioita soveltaa uusien tuotteiden, teknologioiden tai ongelmien ratkaisemiseen.

5.5 Tietotyön automatisointi

Työtehtävien automatisointi tarkoittaa sitä, että ihmisen suorittama manuaalinen työvaihe siirtyy koneen suorittamaksi. Prosessi tarvitsee silloin selkeästi määritellyt ehdot, eli jokin ehto laukaisee automatisoidun prosessin. Monia tehtäviä on automatisoitu historiallisesti, esimerkiksi asuntolainahakemusten käsittelylle voidaan määrittellä algoritmi, joka automaattisesti vertaa ehtoja kuten: "Jos a on tosi (esim. lainan määrä alle 80% asunnon arvosta), sitten siirry vaiheeseen b (luottokelpoisuuden tarkistus). Jos a on epätosi, sitten suorita c (lähetä kielteinen päätös)". (Levy ja Murnane 2004)

Tietotyön automatisointi on yksi lupaava teknologinen virstanpylväs, joka toteutuessaan tulisi muuttamaan työntekoa merkittävästi. Tietotyön automatisoinnin taustalla tulee toimimaan kognitiivinen tiedonkäsittely (cognitive computing), joka osaa suorittaa tehtäviä ilman, että niitä on etukäteen ohjelmoitu valmiisiin algoritmien muotoihin. Näin tietokone osaa myös tehdä hienovaraisia arvioita, ratkoa luovasti ongelmia ja tehdä monimutkaisia analyysejä. Tämä on mahdollista kolmen tekijän kehityksen seurauksesta: laskentatehon kasvun, machine learning:n ja luonnollisten käyttöliittymien edistysten vuoksi. (MGI 2013)

Machine learning on laskentamenetelmä, jossa kokemuksen kertyminen parantaa tietokoneen suoriutumista tai tarkentaa ennusteita. Myös machine learning käyttää

algoritmeja, jotka pyrkivät tekemään yhä tarkempia ennusteita. Kokemus tarkoittaa tietokoneen aiemmin keräämän tiedon kasvua, joka usein on sähköisessä muodossa. Tietokone opetetaan tunnistamaan kuvioita ja säännönmukaisuuksia tilastoista. Tämä tapahtuu käyttämällä harjoitusnäytettä, jossa tilaston ominaisuudet ja pisteet on luokiteltu. Luokittelu tarkoittaa näytteessä sitä, että esimerkiksi 20 ihmisen näytteessä tunnistetaan 11 miestä ja 9 naista. Näiden luokitusten ja muiden tietojen avulla tietokone oppii luokittelemaan uudet havaintopisteet eri kategorioihin, sekä ennustamaan muita ominaisuuksia osittaisen tiedon varassa. Machine learning:a on onnistuneesti käytetty muun muassa puheen tunnistamiseen, kasvojen tunnistamiseen sekä potilaiden sairauksien diagnoosiin. (Mohri 2012)

Tietotyön automatisoinnin potentiaali ei rajoitu vain tietokoneen oppimiseen ja arviointikykyyn, vaan se luo uusia mahdollisuuksia tietotyötä tekeville työntekijöille. Jatkossa tietokoneen kanssa voi käydä vuorovaikutusta samaan tapaan kuin inhimillisen kollegan kanssa: tietokoneen voi opastaa tutkimaan eri vaihtoehtoja tietyn ongelman kannalta, jonka seurauksena kone etsii relevantit tiedot ja tekee analyysin. Tämän analyysin pohjalta ihmisen tehtäväksi jää tehdä johtopäätökset ja valita sopivin vaihtoehto. Tämmöisen tiedonkäsittelyteknologian avulla voidaan tehdä parempia päätöksiä ja tehostaa tiedon etsimiseen ja tulkintaan käytettyä työaika. (MGI 2013)

Tämän teknologian mahdollisuudet automatisoida nykyisiä työtehtäviä ovat merkittävät. Frey ja Osborne (2013) tutkivat, miten paljon nykyisiä tehtäviä voidaan automatisoida tulevaisuudessa (n.10 – 20 vuoden aikavälillä). He opettavat tietokoneen arvioimaan ammatin todennäköisyyttä tulla automatisoiduksi tulevaisuudessa käyttäen hyödyksi machine learning:a ja työtehtävien kuvauksia. Tulosten mukaan noin 47 prosenttia nykyisistä työnkuvista on korkean riskin ryhmässä, eli automatisoitavissa tulevaisuudessa. Tätä tulosta on siteerattu päivälehdissä ja samalla yhdistetty pelotteluun massatyöttömyydestä tulevaisuudessa, mutta tässä olemme kiinnostuneita pitkän aikavälin kasvun jatkumisesta.

Usein on esitetty, että ICT-teknologia on koulutettua työvoimaa suosivaa (Acemoglu ja Autor 2012). Käyttöliittymien kehittyminen kohti luonnollisia käyttöliittymiä voi kuitenkin mielestäni muuttaa tämän jatkossa. Käyttöliittymien evoluutio on edennyt näppäimistön ja komentojen syöttämisestä hiirellä ohjailtaviin graafisiin käyttöliittymiin, jonka jälkeen kosketusnäytöt ovat yleistyneet älypuhelimissa. Seuraava vaihe voi olla luonnolliset käyttöliittymät, joissa kosketus ja puhe ohjaavat tietokoneita intuitiivisella tavalla. Tämä laskisi inhimillisen pääoman vähimmäistason tarvetta hyödyntää teknologiaa, koska peruskoulussa opitut taidot kuten luku- ja kirjoitustaito eivät välttämättä olisikaan ennakkoehtona koneiden käytölle. Näin myös yhä useampi kehittyvien maiden kouluttamaton asukas voisi hyötyä teknologisesta kehityksestä. Luonnolliset käyttöliittymät tarjoaisivat yhä useammalle tehokkaita työkaluja tutkia, oppia ja luoda uutta. Tällaiset teknologiat yhdessä muiden edellä esitettyjen innovaatioiden avulla nostaisivat varmasti hyvinvointia, mutta laskentatehon halpenemisesta huolimatta voi kysyä, että onko kaikilla jatkossa varaa näihin teknologioihin?

Miten suuri vaikutus tietotyön automatisoinnilla olisi kasvulle? Freyn ja Osbornen arvion mukaan 47 % työpaikoista voitaisiin automatisoida, eli näin suuri työvoima voisi siirtyä entistä tuottavampiin tehtäviin. Pessimistinen skenaario on se, että näille työntekijöille ei löytyisi töitä jatkossa, jota jo David Ricardo kutsui teknologiseksi työttömyydeksi (Frey ja Osborne 2013). Emme kuitenkaan pysty hahmottamaan etukäteen, miten paljon teknologian kehitys ja vapautuvat työvoimaresurssit luovat uusia tuotteita ja markkinoita, joten ei ole mielestäni mitään syytä olettaa, etteikö entistä tuottavampia tehtäviä syntyisi jatkossakin. McKinsey Global Institutun raportissa (MGI 2013) arvioidaan, että tietotyön automatisointi voisi kasvattaa globaalia bruttokansantuotetta jopa 5,2 – 6,7 biljoonaa dollaria vuoteen 2025 mennessä, vaikka tämä ei ota huomioon tiedon käsittelyn laadun parantumista.

Teknologian kehitystä ja kasvuvaikutusta on vaikea arvioida, vaikka Gordon (2014) väittää, että se on mahdollista seuraavan 50 – 100 vuoden ajalle. Optimistit uskovat teknologisen

kasvun kiihtyvät, mutta Gordon (2014) kritisoi näitä ennustajia siitä, että optimistit eivät erittele minkä suhteen. Gordon (2014) luettelee yksityiskohtaisesti historiallisia ennustuksia teknologian suhteen, ja toteaa että keksintöjen ja teknologioiden ennustaminen ei ole mahdotonta. Hän ei myöskään näe 3d tulostuksen, Big datan, itseohjautuvien autojen tai robottien olevan mitenkään mullistavia tekijöitä kasvun kannalta. Niiden toteutus riippuu ihmisten valinnoista sitoutua näiden rakentamiseen ja resurssien osoittamiseen. Jo 1900-luvun alussa visioitiin jääkaappien konseptia ja autojen hintojen laskevan alle hevosten hintojen (Gordon 2014). Teknologinen kehitys tähän päivään asti on seurausta aiemmista teknologioista, joiden kehittämiseen on kulunut kaksi vuosisataa. Hän on huolissaan siitä, että näitä innovaatioita voi kopioida ja hyödyntää globaalisti hyppäämällä yli tämän pitkän kehityspolun, ja näin ollen Yhdysvaltojen paikka innovaatioiden ensisijaisena tuottajana saatetaan menettää jatkossa (Gordon 2014). Hän toteaa, että innovaatiot leviävät hämmästyttävän nopeasti ympäri maailman, mutta esitetyt kuusi hidastavaa tekijää ovat maakohtaisia tekijöitä, joista moni muu maa ei kärsi. Gordonin kuvaus nykymaailmasta liitettyä endogeeniseen kasvumalliin olisi oikeastaan kasvua kiihdyttävä: suuremmat markkinat, nopea tiedonkulku ja entistä suurempi koulutettu työikäinen väestö johtavat teknologisen kehityksen kasvuun – miksi Yhdysvallat ei myös hyötyisi tästä kehityksestä?

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

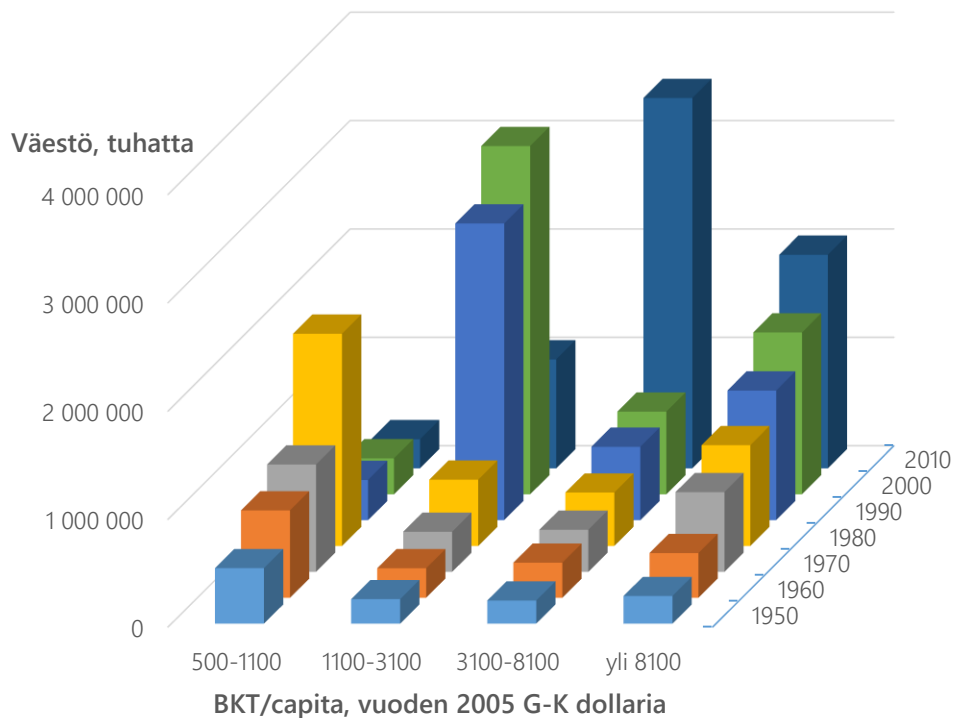
Tutkielman tavoite on ollut selvittää onko Gordonin esittämät hidastavat tekijät niin suuria, että talouskasvu voisi jopa pysähtyä. Tutkin tätä pitkän aikavälin kasvuteorian ja empiiristen tutkimusten kannalta. Tutkielman johtopäätös on, että monia näistä tekijöistä on vaikea ennustaa. Uusklassisen mallin mukaan kestävä kasvuaste on riippuvainen teknologian kasvuasteesta. Teknologia on mahdollistanut pääoman reaalikorkojen pysymisen vakiona, vaikka pääomaa on kertynyt yhä enemmän. Samoin teknologia on mahdollistanut inhimillisen pääoman tuoton (eli palkkojen) pysymisen korkealla, vaikka koulutettujen määrä on kasvanut sadassa vuodessa runsaasti (Jones ja Romer 2010). Romerin (1990)

endogeenisen mallin mukaan markkinoiden koko ja keksijöiden määrä lisäävät kasvua positiivisten ulkoisvaikutusten kautta.

Pohditaan vielä Gordonin väitettä kasvun pysähtymisestä faktojen ja teorian näkökulmasta. Jos talouden reaalisien tuotosten taso kertoo mitään markkinoiden ja tuotevalikoiman laajuudesta, niin olemme länsimaissa historiallisesti hyvin korkealla tasolla (Kuva 2-1). Samalla väestön koulutusvuodet ovat kaikkien aikojen korkeimmalla tasolla (Jones ja Romer 2010). Näiden faktojen ja teorian perusteella voisi odottaa tuottavuuden kasvavan pitkän aikavälin vauhtia, eli niin sanottua tasapainoista kestävän ja vakaan kasvun polkua. Täytyy kuitenkin muistaa, että kasvuteoria on yksinkertaistus todellisuudesta ja mallinnettu niin, että se toimisi yhteen historiallisten empiiristen faktojen kanssa. Mikäli nämä faktat muuttuvat, tarvitaan uutta teoriaa ja malleja tai yksityiskohtaisempaa tilastotietoa.

Kenties Adam Smithin työnjako ja erikoistuminen on siirtynyt globaalille tasolle paikallisen erikoistumisen ja työnjaon sijaan. Osaavien artesaanien ansiotulot laskivat tehdasteollisuuden syrjäyttäessä osaavaa työvoimaa (Schrerer 1999). Jatkossa rikkaiden länsimaiden korkea elintaso saattaa siirtyä enemmän kasvaviin talouksiin, ja länsimaalaisten tulee sopeutua uuteen tasapainoiseen kasvuun erikoistumalla uudelleen. Digitalisaatio mahdollistaa tiedon nopean jakamisen ja levittämisen, jolloin fyysisten hyödykkeiden ominaisuudet, kuten niukkuus ja omistusoikeus, eivät rajoita hyvinvoinnin kasvua (Pohjola ym. 2001). Alla olevassa kuviossa on Penn World Tablen tilastoista rakennettu taulukko, jossa BKT/capita on jaettu eri vaihteluväleihin. Tästä näkee kuinka yhä useampi ihminen noussut viimeisen 60 vuoden aikana korkeammille tulotasolle. Toki maakohtaiset tekijät, kuten eriarvoisuus, saattavat vääristää elintason kasvua, mutta yleisesti voidaan havaita yhä useamman ihmisen hyötynneen globaalista talouskasvusta.

Kuva 6-1. BKT/capita kasvaa globaalisti. Lähde: PWT 7.1



Informaatio ja viestintäteknologialla on ollut merkittävä kontribuutio kasvuille sekä kehittyneissä että kehittyvissä maissa (Dedrick, Kraemer ja Shih 2013). Näiden hyödyt saattavat laskea jatkossa, mutta uudet teknologiat voivat tällöin saada suuremman roolin. Jatkossa työn tuottavuus saattaa nousta teollisuudessa robottien avulla, tuotekehityksen tuottavuus voi parantua 3d-printtereiden avulla, ja päätöksentekijöiden tieto on yhä ajankohtaisempaa ja tarkempaa kognitiivisen tiedonkäsittelyn avulla. (Brynjolfsson ja McAfee 2014, Gordon 2014)

Gordonin kuusi hidastavaa tekijää ovat erityisesti Yhdysvaltoja koskevia ongelmia (Gordon 2014). Kirjallisuuskatsaukseni perusteella totean, että talouskasvun teorian ja empiirisen tutkimuksen kannalta näiden tekijöiden vaikutuksessa, politiikkasuosituksissa ja mallintamisessa riittää työtä.

Eriarvoisuuden kasvu tulee olemaan suurin hidastava tekijä Yhdysvalloissa (Gordon 2012). Ostry, Bergin ja Tsangarideksen (2014) mukaan eriarvoisuuden kasvulla on talouskasvua

hidastavia vaikutuksia. Nettoeriarvoisuudella mitattuna yhden yksikön muutos ginikertoimessa laskee pitkän aikavälin bruttokansantuotetta yhdellä prosentilla. Mikäli eriarvoisuuden kasvu jatkuu, tällä on hyvinvoinnin ja tulojen kannalta kasvua hidastavia vaikutuksia.

Ilmastonmuutoksella ei ole suoranaista vaikutusta kasvua hidastavana tekijänä seuraavan 40 vuoden aikana Mendelsonin (2010) mukaan, mutta liian aggressiivinen ympäristöpolitiikka hiilidioksidipäästöjen leikkauksen suhteen voi hidastaa kasvua. Acemoglu ym. (2009) mallintavat endogeenisen kasvumallin avulla optimaalisia politiikkasuosituksia ja toteavat, että ympäristöpolitiikalla voidaan saavuttaa parempi tulos kuin olla puuttumatta. He suosittavat resurssien allokoimista puhtaiden energialähteiden kehittämiseen ja puhtaiden tuotantoteknologioiden subventoimista tuottajille. Tämä saattaisi olla länsimaiden seuraava erikoistumisen lähde, koska uuden teknologian kehittäminen vaatii paljon tutkimusta ja henkistä pääomaa, joiden suhteen kehittyneillä talouksilla on paremmat edellytykset.

Inhimillisen pääoman kasvulla on ollut suuri kontribuutio kasvulle. Endogeeniset teoriat esittävät erilaisia hypoteeseja sen suhteen, voiko kasvu jatkua, jos inhimillisen pääoman taso vakiintuu tai laskee. Empiirisesti inhimillisen pääoman ja talouskasvun yhteys on Bergheimin (2008) mukaan vakaa, joten työikäisen väestön keskimääräisten koulutusvuosien lasku saattaisi leikata talouskasvua jatkossa. Keskimääräisten koulutusvuosien laskusta tosin on löytänyt todisteita. Tämä ongelma saattaa koskea enemmän Yhdysvaltoja, mutta siihen voidaan vaikuttaa poliittisilla toimenpiteillä (Bartelsman 2013).

Ikääntyvä väestö on ilmiönä uusi, jota ei ole ennen kohdattu (Bloom, Canning ja Günther 2010). Kasvuvaikutusten ennusteet ovat riippuvaisia malleista, joten varmuudella ei pystytä sanomaan minkälaisia kasvuvaikutuksia näillä on. Erilainen näkökulma väestöllisen siirtymän vaikutuksista kasvulle on vallan siirtyminen vanhoilta johtajilta nuoremmille sukupolville. Tämä voi mahdollistaa töiden ja organisaatioiden radikaalit muutokset uuden teknologian avulla. Näin kävi Brynjolfssonin ja McAfeen (2014) mukaan myös sähköteollisessa tuotannossa 1900-luvun alkupuolella, jolloin aluksi höyrykoneita korvattiin

sähkömoottoreita käytettiin vanhojen tuotantotapojen toistamiseen. Vasta seuraavan sukupolven johtajat järjestivät tuotantolinjat ja tehtaot uudelleen. Tämä lisäsi teknologian tuomaa työn tuottavuuden kasvua, ja samankaltainen muutos voi olla edessä entistä merkittävämpänä, jos seuraava sukupolvi hyödyntää rohkeammin teknologian mahdollistamia uusia työ- ja tuotantotapoja. (Brynjolfsson ja McAfee 2014).

Velkatasoa saatetaan joutua nostamaan hyvinvointipalveluiden turvaamiseksi, mutta velkataso kasvulla ei ole selkeää kausaalisuhdetta kasvua hidastavana tekijänä tämän tutkielman pitkän aikavälin kasvumallien valossa. Näitä joutuisi tutkia muilla makrotaloustieteen malleilla. Velkataso vähentämisyritykset toisaalta saattavat leikata talouskasvua käytettävissä olevien tulojen laskun kautta (Gordon 2012, Lainà 2011).

Onko kasvu siis ohi? Vastaus riippuu aikavälistä, jolla kysymystä tarkastellaan. Useiden vuosikymmenten aikavälillä ei ole syytä olettaa sen olevan ohi. Teknologista kehitystä ja niiden vaikutuksia kasvulle on vaikea ennakoida, koska uusi teknologia vaikuttaa kolmea eri kautta kasvuun. Gordon (2014) kritisoi teknologialeirin optimisteja kiihtyvistä teknologian kasvun ennustamisesta, mutta mielestäni hän aliarvioi teknologian kolmannen vaikutuskanavan merkitystä, eli miten vanhat työtavat ja tuotanto voidaan toteuttaa uusilla tuottavimmilla keinoilla. Näiden saavuttaminen vaatii aineettomia investointeja, ja rohkeutta soveltaa olemassa olevia reseptejä uudelleen. Aineettomat investoinnit saattavat vähentää tuotantopanosten käyttöä väliaikaisesti, mutta viiveellä kasvu palaa nopeaksi (Basu, Fernald ja Kimball 2006).

Uusien työtapojen etsimiseen meillä on jatkossa yhä paremmat työkalut ja mittarit muun muassa kognitiivisen laskennan, Big Datan, teollisen internetin ja muiden vielä ideatasolla olevien teknologioiden avulla. Lisäksi inhimillisen pääoman varannot kasvavat globaalisti samalla kun markkinat laajenevat tulojen kasvaessa kehittyvissä maissa (OECD 2013).

Brynjolfsson ja McAfee (2014) toteavat, että teknologia ei ole kohtalo, me muokkaamme kohtalomme. Yhdyn tähän ja totean, että Gordonin hidastavat tekijät ovat todellisia haasteita, mutta mikään näistä kuudesta tekijästä ei ole sitova este kasvun jatkumiselle.

KIRJALLISUUS

Acemoglu, Daron ja David Autor. "What Does Human Capital Do? A Review of Goldin and Katz's *The Race between Education and Technology*." *Journal of Economic Literature* (2012): 426-463.

Acemoglu, Daron, ym. "The Environment and Directed Technical Change." *NBER Working paper 15451* (2009). <<http://www.nber.org/papers/w15451>>.

Aghion, P. E., E. Caroli ja C. Garcia-Penalosa. "Inequality and Economic Growth: The Perspective of the New Growth Theories." *Journal of Economic Literature* (1999): 1615-60.

Alesina, A ja R. Perotti. "Income Distribution, Political Instability and Investment." *European Economic Review* (1996): 1203-28.

Aulin-Ahmavaara, Pirkko. "Mistä koko kansantalouden työn tuottavuuden kasvu on tehty?" *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 105.3 (2009): 271.288.
<<http://www.taloustieteellinenyhdistys.fi/images/stories/kak/kak32009/kak32009aulinahmavaara.pdf>>.

Baily, Martin, James Manyika ja Shalabh Gupta. "U.S. Productivity Growth: An Optimistic Perspective." *International Productivity Monitor* 25.Spring 2013 (2013).
<<http://www.csls.ca/ipm/25/IPM-25-Baily-Manyika-Gupta.pdf>>.

Barro, Robert J. "Economic growth in a cross section of countries." *Quarterly Journal of Economics* (1991): 407-443.

Bartelsman, Eric J. "ICT, Reallocation and Productivity." *EUROPEAN ECONOMY* (2013): 1-44.

<http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/economic_paper/2013/ecp48_6_en.htm>.

Basu, Susanto, John G. Fernald ja Miles S. Kimball. "Are Technology Improvements Contractionary?" *The American Economic Review* 96.5 (2006): 1418 -1448.
<<http://www.jstor.org/stable/30034981>>.

Basu, Susanto, ym. "The Case of the Missing Productivity Growth: Or, Does Information Technology Explain Why Productivity Accelerated in the United States but not the United Kingdom?" *NBER Working paper series* (2003): 1-51.
<<http://www.nber.org/papers/w10010>>.

Benabou, R. "Unequal Societies: Income Distribution and the Social Contract." *American Economic Review* (2000): 96-129.

Bergheim, Stefan. *Long-Run Growth Forecasting*. Berlin Heidelberg: Springer, 2008.
<<https://alli.linneanet.fi/vwebv/holdingsInfo?searchId=3442&recCount=20&recPointer=1&bibId=530633>>.

Blanchard, Olivier J. "European unemployment: The evolution of facts and ideas." *Economic Policy* (2006): 5-59.

Bloom, David E., David Canning ja Günther Fink. "Population Aging and Economic Growth." *Globalization and Growth: Implications for a Post-Crisis World*. Toim. Michael Spence ja Danny Leipziger. World Bank, 2010. 380. eKirja.
<<http://issuu.com/world.bank.publications/docs/9780821382202?mode=embed&layout=http://skin.issuu.com/v/light/layout.xml&showFlipBtn=true>>.

Bloom, David E., ym. "Does Age Structure Forecast Economic Growth?" *NBER Working Paper Series* (2007): 1-42. <<http://www.nber.org/papers/w13221>>.

Brynjolfsson, Erik ja Adam Saunders. *Wired for Innovation: How Information Technology Is Reshaping the Economy*. Cambridge: MIT Press, 2009.

Brynjolfsson, Erik ja Andrew McAfee. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. Toim. Brendan Curry. W.W. Norton Company, 2014. Kindle e-kirja.

Brynjolfsson, Erik ja Lorin M. Hitt. "Beyond computation: Information technology, organization transformation and business performance." *Journal of Economic Perspectives* (2000): 23-48.

Byrne, David, Stephen Oliner ja Daniel Sichel. "Is the Information Technology Revolution Over?" *International Productivity Monitor* (2013). <<http://www.csls.ca/ipm/25/IPM-25-Byrne-Oliner-Sichel.pdf>>.

Dedrick, Jason, Kenneth L. Kraemer ja Eric Shih. "Information Technology and Productivity in Developed and Developing Countries." *Journal of Management Information Systems* (2013): 97-122.

Dollar, D. ja A. Kraay. "Growth is Good for the Poor." *Journal of Economic Growth* (2002): 195-225.

Dollar, D., T. Kleineberg ja A. Kraay. "Growth Is Still Good for the Poor." *Policy Research Working Paper No. 6568* (2013).

Fernald, John. "Productivity and Potential Output before, during, and after the Great Recession." *Federal Reserve Bank of San Francisco working paper* (2012): 1-52. <<http://www.frbsf.org/publications/economics/papers/2012/wp12-18bk.pdf>>.

Frey, Carl ja Michael Osborne. "The Future of Employment: HOW Susceptible Are Jobs to Computerisation?" (2013): 1 - 72.

- Galor, O. ja O. Moav. "From Physical to Human Capital Accumulation: Inequality and the Process of Development." *Review of Economic Studies* (2004): 1001-26.
- Gordon, Robert J. "Policy Insight N.o 63 - Is US economic growth over?" September 2012. *Centre for Economic Policy Research*. <www.cepr.org>.
- . "The Demise of U.S. Economic Growth: Restatement, Rebuttal, and Reflections." *NBER Working Paper 19895* (2014).
- . "Two Centuries of Economic Growth: Europe Chasing the American Frontier." *NBER Working Paper 10662* (2004).
- . "U.S. Productivity Growth: The Slowdown Has Returned After a Temporary Revival." *International Productivity Monitor* (2013): 13-19. <<http://www.csls.ca/ipm/25/IPM-25-Gordon.pdf>>.
- Gruescu, Sandra. *Population Ageing and Economic Growth*. Berlin: Physica-Verlag HD, 2007. Springer e-kirja.
- Herndon, Thomas, Michael Ash ja Robert Pollin. "Does High Public Debt Consistently Stifle Economic Growth? A Critique of Reinhart and Rogoff." *PERI Workingpaper series* 322 (2013).
- Hulten, Charles R. "Growth Accounting." *NBER Working paper series* (2009): 1 - 80. <<http://www.nber.org/papers/w15341>>.
- Hulten, Charles R. ja Carol A. Corrado. "How Do You Measure a "Technological Revolution"?" *The American Economic Review* 100.2 (2010): 99-104. <<http://www.jstor.org/stable/27804971>>.

- Jones, Charles I. ja Paul M. Romer. "The New Kaldor Facts: Ideas, Institutions, Population, and Human Capital." *American Economic Journal: Macroeconomics* 2.1 (2010): 224-245. <<http://pages.stern.nyu.edu/~promer/JonesRomer2010.pdf>>.
- Jorgenson, Dale W., Mun S. Ho ja Kevin J. Stiroh. "A Retrospective Look at the U.S. Productivity Growth Resurgence." *The Journal of Economic Perspectives* (2008): 3-24. <<http://www.jstor.org/stable/27648221>>.
- Kaldor, Nicholas. "A Model Of Economic Growth." *The Economic Journal* (1957): 591-624.
- King, Robert G. ja Ross Levine. "Finance and Growth: Schumpeter Might be Right." *The Quarterly Journal of Economics* (1993): 717-737. <<http://www.jstor.org/stable/2118406>>.
- Lainà, Patrizio. "Dynamic effects of total debt and GDP: A time-series analysis of the United States." Pro Gradu tutkielma. 2011.
- Lazear, E. ja S. Rosen. "Rank-Order Tournaments as Optimum Labor Contracts." *Journal of Political Economy* (1981): 841-61.
- Levy, Frank ja Richard J. Murnane. *The New Division of Labor: How Computers Are Creating the Next Job Market*. Princeton University Press, 2004.
- Lucas, Robert E. ja Benjamin Moll. "Knowledge Growth and the Allocation of Time." *Journal of Political Economy* (2014): 1-51. <<http://www.jstor.org/stable/10.1086/674363>>.
- Lucas, Robert E. Jr. "On the mechanics of economic development." *Journal of Monetary Economics* (1988): 3-42.

Lucas, Robert Jr. *The Industrial Revolution: Past and Future*. May 2004.

<http://www.minneapolisfed.org/publications_papers/pub_display.cfm?id=3333&>

Malmberg, Bo ja Thomas Lindh. *Forecasting global growth by age structure project*.

Stockholm: Institute for Futures Studies, 2004.

Mankiw, N. Gregory, David Romer ja David N. Weil. "A Contribution to the Empirics of Economic Growth." *The Quarterly Journal of Economics* 107.2 (1992): 407-437.

<<http://www.jstor.org/stable/2118477>>.

McKinsey Global Institute. "Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy." May 2013. *McKinsey&Company Insights and Publications*.

<http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/disruptive_technologies>

Meltzer, A ja S. Richard. "A Rational Theory of the Size of Government." *Journal of Political Economy* (1981): 914-27.

Mendelson, Robert. "Climate Change and Economic Growth." *Globalization and Growth: Implications for a Post-Crisis World*. Toim. Michael Spence ja Danny Leipziger.

World Bank, 2010. 380. eKirja.

<<http://issuu.com/world.bank.publications/docs/9780821382202?mode=embed&layout=http://skin.issuu.com/v/light/layout.xml&showFlipBtn=true>>.

Mohri, Mehryar. *Foundations of Machine Learning*. The MIT Press, 2012.

<http://www.amazon.com/dp/026201825X/ref=rdr_ext_tmb>.

- Newfarmer, R. ja M. Sztajerowska. "Trade and employment in a fast-changing world." *Policy Priorities for International Trade and Jobs*. OECD, 2012. sähkökirja. <www.oecd.org/trade/icit>.
- Noguer, Marta ja Marc Siscart. "Trade raises income: a precise and robust result." *Journal of International Economics* 62.2 (2005): 447-460.
- OECD. *Interconnected Economies: Benefiting from Global Value Chains*. OECD Publishing, 2013. <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264189560-en>>.
- Okun, A. M. *Equality and Efficiency: The Big Trade-Off*. Washington: Brookings Institution Press, 1975.
- Oliner, Stephen D., Daniel E. Sichel ja Kevin J. Stiroh. "Explaining a Productive Decade." *Finance and Economics Discussion Series* (2007): 1-95. <<http://www.federalreserve.gov/pubs/feds/2007/200763/200763abs.html>>.
- O'Mahony, Mary ja Marcel P. Timmer. "Output, Input and Productivity Measures at the Industry Level: The EU KLEMS Database." *The Economic Journal* (2009): F374-F403. <<http://www3.interscience.wiley.com/journal/122407697/abstract>>.
- Ostry, Jonathan D., Andrew Berg ja Charalambos G. Tsangarides. "Redistribution, Inequality and Growth." *IMF Staff Discussion Note* (2014): 1-30. <<https://www.imf.org/external/pubs/cat/longres.aspx?sk=41291>>.
- Perotti, R. "Growth, Income Distribution, and Democracy: What the Data Say." *Journal of Economic Growth* (1996): 149-87.
- Piketty, Thomas ja Gabriel Zucman. "Capital is Back: Wealth-Income Ratios in Rich Countries 1700-2010." *Quarterly Journal of Economics, odottaa julkaisua* (2013). <<http://piketty.pse.ens.fr/fichiers/PikettyZucman2014QJE.pdf>>.

Pohjola, M., ym. *Information Technology, Productivity, and Economic Growth: International Evidence and Implications for Economic Development*. Oxford University Press, 2001.

Pohjola, Matti. "Kasvukauden tilinpäätös." *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 107. vsk.3 (2011): 274-290.
<<http://www.taloustieteellinenyhdistys.fi/images/stories/kak/KAK32011/kak32011pohjola.pdf>>.

Prescott, Edward C. "Why do Americans work so much more than Europeans? ." *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review* 28 (2004): 2-13.

Rebelo, Sergio T. "The Role of Knowledge and Capital." *Information Technology, Productivity, and Economic Growth*. Toim. Matti Pohjola. Oxford University Press, 2001. 33-49.

Reinhart, Carmen M. ja Kenneth S. Rogoff. "Growth in a Time of Debt." *The American Economic Review* (2010): 573-578. <<http://www.jstor.org/stable/27805061>>.

Rodrik, D. "Where Did All the Growth Go? External Shocks, Social Conflict, and Growth Collapses." *Journal of Economic Growth* (1999): 385-412.

Romer, David. *Advanced Macroeconomics*. Berkeley: McGraw-Hill, 1996.

Romer, Paul. "Increasing Returns and Long Run Growth." *Journal of Political Economy* (1986): 1002-1037.

Romer, Paul M. "Endogenous Technological Change." *Journal of Political Economy* Vol. 98.No. 5, (1990): pp. S71-S102. <<http://www.jstor.org/stable/2937632>>.

Scherer, Frederic M. *New Perspectives on Economic Growth and Technological Innovation*. Washington DC: Brookings Institution Press, 1999.

Schumpeter, Joseph Alois. *The Theory of Economic Development*. Transaction Publishers, 1934.

Solow, Robert M. "A Contribution to the Theory of Economic Growth." *The Quarterly Journal of Economics* 70.No. 1 (Feb) (1956): 65-94.

Solow, Robert. "Technical Change and the Aggregate Production Function." *The Review of Economics and Statistics* 39.3 (1957): 313-320.
<<http://www.jstor.org/stable/1926047>>.

Sorensen, Peter B. ja Hans J. Whitta-Jacobsen. *Introducing Advanced Macroeconomics: Growth and Business Cycles*. McGraw-Hill Education, 2005.

Tilastokeskus. *Toimialaluokitus TOL 2008*. Helsinki, 2008.
<<http://tilastokeskus.fi/meta/luokitukset/toimiala/001-2008/kasikirja.pdf>>.

van Ark, Bart, Mary O'Mahony ja Marcel P. Timmer. "AssociationThe Productivity Gap between Europe and the United States: Trends and Causes." *The Journal of Economic Perspectives* 22.1 (2008): 25-44. <<http://www.jstor.org/stable/27648222>>.

van Ark, Bart, Vivian Chen ja Kirsten Jäger. "European Productivity Growth Since 2000 and Future Prospects." *International Productivity Monitor* (2013): 65-83.
<<http://www.csls.ca/ipm/25/IPM-25-vanArk-Chen-Jager.pdf>>.

LIITTEET

Liite 1: Solow'n mallin siirtymädynamiikka kohti tasapainoista kasvua

Pitkän aikavälin tasapainoisen kasvun täytyy tapahtua niin, että työn tuottavuus ja pääoman syveneminen muuttuvat suunnilleen samaa vauhtia. Yhtälön (4) tulkinalla voi päätellä, että jos työn tuottavuuden ja pääoman syvenemisen kasvuasteet ovat samat, tällöin niiden yhteisen kasvuasteen on oltava kokonaistuottavuuden kasvuasteen tasoa ($g^Y = g^K = g^A$). Joten jos malli kykenee ennustamaan tasapainoista kasvua, tulee näiden kasvuasteiden lähentyä teknologian kasvuasteen tasolle ajan myötä, jotta $\frac{k_t}{A_t}$ ja $\frac{y_t}{A_t}$ ovat vakiot. Tarkastellaan mallia näiden kautta (Sorensen ja Whitta-Jacobsen 2005):

$$(38) \tilde{k}_t \equiv \frac{k_t}{A_t} = \frac{K_t}{A_t L_t} \quad \text{ja} \quad \tilde{y}_t \equiv \frac{y_t}{A_t} = \frac{Y_t}{A_t L_t},$$

joita kutsutaan pääomaksi per efekiivinen työpanos ja tuotokseksi per efekiivinen työpanos. Jakamalla tuotantofunktio (1) kertoimella AL , saadaan:

$$(39) \tilde{y}_t = \tilde{k}_t^\alpha.$$

Pääoman kertymäfunktioon (6) voidaan sijoittaa säästämiskäyttäytyminen (7): $K_{t+1} = sY_t + (1 - \delta)K_t$. Jakamalla molemmat puolet $A_{t+1}L_{t+1}$ ja merkitsemällä $A_{t+1} = (1+g)A_t$ ja $L_{t+1} = (1+n)L_t$ saadaan:

$$(40) \tilde{k}_{t+1} = \frac{1}{(1+n)(1+g)} \left(s \frac{Y_t}{A_t L_t} + (1 - \delta) \frac{K_t}{A_t L_t} \right) = \frac{1}{(1+n)(1+g)} (s\tilde{y}_t + (1 - \delta)\tilde{k}_t).$$

Sijoitetaan tähän vielä (39), jolloin:

$$(41) \tilde{k}_{t+1} = \frac{1}{(1+n)(1+g)} (s\tilde{k}_t^\alpha + (1 - \delta)\tilde{k}_t).$$

Tämä on mallin siirtymäyhtälö. Olettamalla alkuarvot K_0 , L_0 ja A_0 saadaan myös $\tilde{k}_0 = K_0/(A_0 L_0)$. Ensimmäisen asteen differenssiyhtälö (41) kertoo periodin 1 efekiivisen pääoman per työntekijä ja sen jälkeen peräkkäisen sarjan pääomalle (\tilde{k}_t). Tämän mukaan

myös työn tuottavuuden sarja (\tilde{y}_t) seuraa yhtälöstä (39). Näiden avulla voi ratkaista muiden muuttujien sarjat kuten pääoman tuottojen tai palkkojen sarjat:

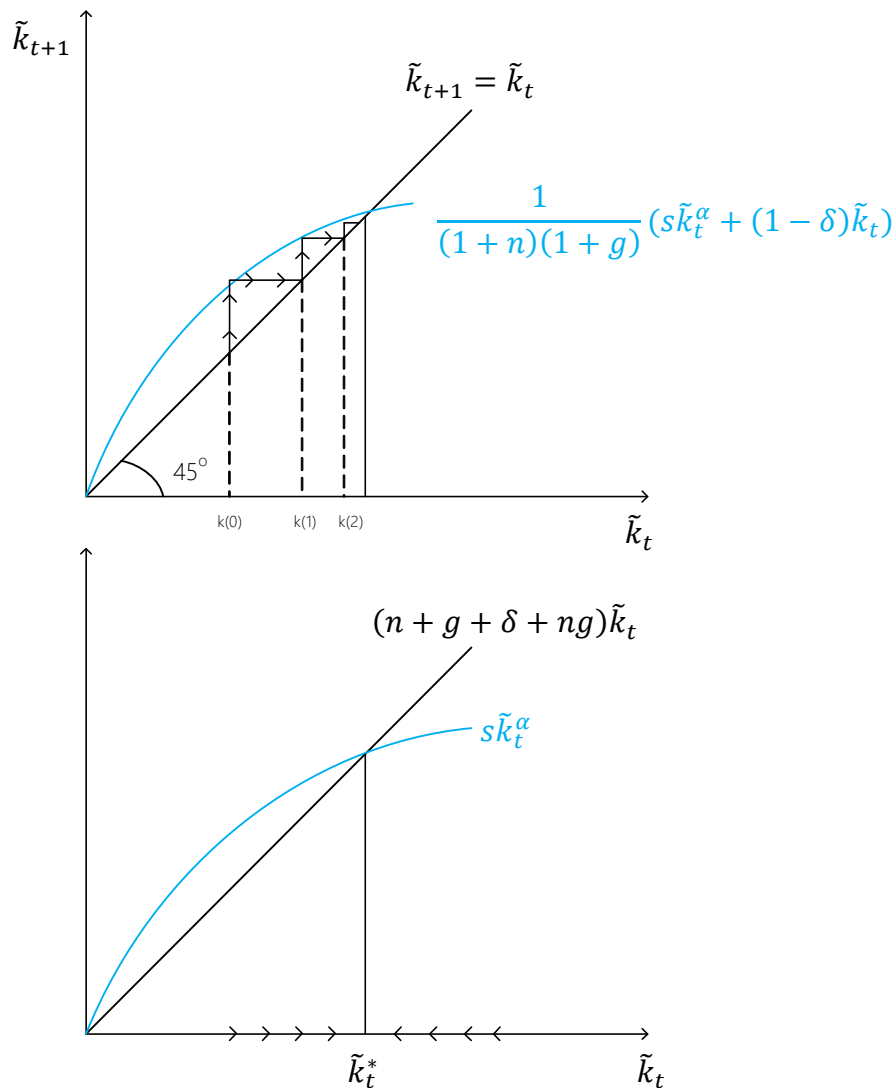
$$(42) \quad r_t = \alpha \tilde{k}_t^{\alpha-1} \text{ ja } w_t = (1 - \alpha) A_t \tilde{k}_t^\alpha$$

Kolmen muuttujan alkuarvoilla yhtälö (41) yhdessä perusyhtälöiden (kuten 5-7) voidaan selittää koko talouden dynaamisuutta. Vähentämällä \tilde{k}_t yhtälön (41) molemmin puolin saadaan Solow'n yhtälö:

$$(43) \quad \tilde{k}_{t+1} - \tilde{k}_t = \frac{1}{(1+n)(1+g)} (s\tilde{k}_t^\alpha - (n + g + \delta + ng) \tilde{k}_t).$$

Tästä voi analysoida eri eksogeenisten muuttujien tasovaikutuksia (n , g , δ , s). Pitkällä aikavälillä $\tilde{k}_t \equiv \frac{k_t}{A_t}$ konvergoituu tiettyyn tasapainotilaan \tilde{k}_t^* ja $\tilde{y}_t = \frac{y_t}{A_t}$ konvergoituu $\tilde{y}_t^* = (\tilde{k}_t^*)^\alpha$. Tämä osoittaa, että lopulta pääoman syveneminen ja työn tuottavuus kasvavat samaa vauhtia kuin kokonaistuottavuuden kasvuaste g , koska muuten k/A ja y/A eivät voisi olla vakioita. Tämän vuoksi pääoman ja tuotoksen suhde $k/y = K/Y$ on myös vakio pitkän aikavälin tasapainossa. Alla on vielä kuvaajana yhtälön (41) siirtymädiagrammi ja yhtälön (43) Solow'n diagrammi.

Kuva L1-1. Pääoman syvenemisen polku tasapainoon (yläpuoli) ja Solow'n diagrammi. Mukailtu Sorensen ja Whitta-Jacobsen (2005)



Kuvasta näkee, kuinka annetuilla alku-arvoilla pääoma kertyy kohti tasapainoa (kohdasta $k(0)$ vuoden hyppäyksin kohti k^*). Tämän avulla voidaan laskea kulutuksen ja kansantalouden kasvupolut.

Tasapainotilan pääoman per efektiivinen työpanos (\tilde{k}^*) saa ratkaistua asettamalla $\tilde{k}_{t+1} = \tilde{k}_t = \tilde{k}$ yhtälössä (43) ja ratkaisemalla \tilde{k} . Näin saadaan:

$$(44) \tilde{k}^* = \left(\frac{s}{n+g+\delta+ng} \right)^{1/(1-\alpha)},$$

ja vastaavasti vakaan kasvutilan \tilde{y}_t :

$$(45) \tilde{y}^* = \left(\frac{s}{n+g+\delta+ng} \right)^{\alpha/(1-\alpha)}.$$

Nämä ovat esitetty yllä efektiivisen tuotantopanoksen mukaan, jolloin kertomalla A_t :lla saadaan pääoman syveneminen ja työn tuottavuus:

$$(46) k_t^* = A_t \left(\frac{s}{n+g+\delta+ng} \right)^{1/(1-\alpha)},$$

$$(47) y_t^* = A_t \left(\frac{s}{n+g+\delta+ng} \right)^{\alpha/(1-\alpha)}.$$

Kulutus per työntekijä on $c_t = (1-s)y_t$, jolloin vakaan kasvutilan kulutus on:

$$(48) c_t^* = A_t(1-s) \left(\frac{s}{n+g+\delta+ng} \right)^{\alpha/(1-\alpha)}.$$

Yllä olevien vakaan kasvupolun endogeenisten muuttujien ilmaisut ovat muotoa A_t kertaa vakio, jolloin kaikki muuttujat kasvavat samaa vauhtia g kuten A_t . Sijoittamalla $A_0(1+g)^t$ voi jäljittää yllä olevat kasvupolut takaisin alkuarvoihinsa. Reaaliset pääoman ja palkkojen tuotot saadaan sijoittamalla \tilde{k}^* yhtälöiden (42) \tilde{k}_t tilalle, jolloin:

$$(49) r^* = \alpha \left(\frac{s}{n+g+\delta+ng} \right)^{-1},$$

$$(50) w_t^* = A_t(1-\alpha) \left(\frac{s}{n+g+\delta+ng} \right)^{\alpha/(1-\alpha)}.$$