



OULUN YLIOPISTO
UNIVERSITY of OULU

OULUN YLIOPISTON KAUPPAKORKEAKOULU

Samuli Koskela

TUOTTAVUUSPARADOKSI JA TEKNOLOGIAN VAIKUTUKSET TUOTTAVUUTEEN

Kandidaatintutkielma

Kauppatieteet

Toukokuu 2019

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	4
2	TEKNOLOGINEN KEHITYS JA DIGITALISAATIO	5
3	TALOUSKASVU	8
	3.1 Solowin kasvumalli	8
	3.2 Tuottavuus	11
	3.3 Bruttokansantuotteen puutteita	12
4	TALOUSKASVUN HISTORIA	14
	4.1 Ensimmäinen ja toinen teollinen vallankumous	15
	4.2 Maailmansodat ja kultainen aika	16
	4.3 Kolmas teollinen vallankumous	17
5	SYITÄ HIDASTUNEELLE TALOUSKASVULLE	19
	5.1 Greenwoodin hypoteesi	19
	5.2 Mittaamisen ongelmat	21
	5.3 Gordonin teesit	22
6	DIGITALISAATION MAHDOLLISUUDET TALOUSKASVUUN	25
7	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET	30

KUVIOT

Kuvio 1. Kokonaistulot ja kokonaissäästäminen (mukailten Acemoglu ym. 2019). 10

Kuvio 2. Bruttokansantuote per henkilö, prosentuaalinen kasvu Isossa-Britanniassa ja Yhdysvalloissa 1300-2100 (mukailten Gordon 2012). 15

Kuvio 3. Tuottavuus, tuloerot ja hintataso Yhdysvalloissa 1800-1870 (mukailten Greenwood & Yorukoglu 1997). 20

1 JOHDANTO

ICT-klusteri, eli tieto- ja viestintäteknologian yritykset pitivät Nokian johdolla yllä petollisen hyvää talouskasvun kautta Suomessa 1990-luvun puolesta välistä lähtien (Holmström ym. 2014). Elektroniikkateollisuuden romahdettua vuonna 2008 bruttokansantuotteen kasvu on hidastunut. Bruttokansantuote asukasta kohden on kasvanut yhtä hitaasti viimeksi 1800-luvulla (Pohjola, 2014). Ilmiö ei koske kuitenkaan ainoastaan Suomea, vaan meneillään on koko maailmantalouden heikon kehityksen aikakausi, josta kärsivät suurin osa kehittyneistä länsimaista. Ilmiö ei näytä olevan yhteydessä normaaliin suhdannevaihteluun eikä 2000-luvulla koettuihin talouskriiseihin. (Fernald, 2014). Pidempää aikaväliä tarkastellessa huomataan, että hidastunut talouskasvu on jo paljon pidempään jatkunut ilmiö.

Taloustieteen nobelisti Robert Solow mainitsi vuonna 1987, että tietokoneet näkyvät kaikkialla paitsi tuottavuustilastoissa (Solow, 1987). Tämä ilmiö on myöhemmin saanut nimityksen tuottavuusparadoksi ja sillä viitataan työn tuottavuuden kasvun hidastumiseen tieto- ja viestintäteknologian nopeasta kehityksestä huolimatta. Paradoksi se on siksi, että on varsin nurinkurista, että suuri teknologinen edistys ei kasvata työn tuottavuutta eli ei tuota talouskasvua. Mistä tämä paradoksi johtuu? Miksi tuottavuuden kasvu on hidastunut, vaikka toisaalta puhutaan meneillään olevasta kolmannesta teollisesta vallankumouksesta?

Tämän kandidaatintutkielman tyyppinä käytetään kuvailevaa kirjallisuuskatsausta ja sen tarkoituksena on pureutua tarkemmin talouskasvuun, sen hidastumiseen lähivuosisikymmeninä sekä hidastumisen takana piileviin syihin. Asiaa tarkastellaan tieto- ja viestintäteknologian sekä meneillään olevan digitalisaation tuomien loputtomien mahdollisuuksien näkökulmasta. Tarkastelun kohteena ovat digitaalisen vallankumouksen vaikutukset talouskasvuun 1970-luvulta lähtien sekä digitaalisten teknologioiden hyödyntämismahdollisuudet hitaan talouskasvun kurssin kääntämiseksi.

2 TEKNOLOGINEN KEHITYS JA DIGITALISAATIO

Viime vuosikymmeninä teknologinen kehitys on muuttanut radikaalisti ihmisten, yritysten ja organisaatioiden toimintatapoja. Tieto- ja viestintäteknologian kehittyminen on tuonut mukanaan muutoksen analogisesta ajasta digitaaliseen aikaan. Tämän muutoksen yläkäsite, digitalisaatio, on yksi aikamme megatrendeistä.

Ilmarisen ja Koskelan (2015) mukaan digitalisaatiosta on puhuttu 1990-luvulta alkaen, mutta sille ei terminä ole olemassa oikeaa määritelmää. Sitä käsitellään usein esimerkkien avulla, kuten verkkokaupan vaikutukset kivijalkaliikkeisiin tai teollisen internetin mahdollisuudet, avaamatta mitä se itsessään on. Digitalisaatiosta puhutaan, kun tarkoitetaan digitalisoitumisen aiheuttamista muutoksista ihmisten käyttäytymiseen, markkinoiden dynamiikkaan sekä yritysten ydintoimintaan. Digitalisoitumisella sen sijaan tarkoitetaan teknologista kehitysaskelta, jonka myötä asioita, esineitä ja prosessien muutetaan analogisesta muodosta digitaaliseen muotoon.

Oxford English Dictionary määrittää digitalisaation (digitalization) yksinkertaisesti digitaalisen teknologian omaksumisena käyttöön organisaation, alan, maan ynnä muiden toimesta. Huomattavaa on myös, että englannin kielessä, etenkin Pohjois-Amerikassa, puhutaan myös digitaalisesta muutoksesta (digital transformation), mikä vastaa terminä digitalisaatiota. (Henriette ym. 2015).

Yoo, Lyytinen, Boland ja Berente (2010) määrittelevät digitalisaation sosioteknisten rakenteiden muuttumisena digitaaliseen muotoon. Tällä tarkoitetaan tuotteita, esineitä, suhteita ja rakenteita, jotka ovat aiemmin olleet ei-digitaalisia. Digitalisaatio on terminä enemmän kuin pelkkä tekninen prosessi, digitalisointi, jossa analoginen informaatio muutetaan digitaaliseen muotoon, sillä digitalisaatio terminä kattaa ei ainoastaan muutokset digitalisoiduissa asioissa ja esineissä, vaan myös edellä mainitut sosioteknisten rakenteiden muutokset niissä.

Stoltermanin ja Forsin (2004) mukaan digitaalinen muutos voidaan ymmärtää kaikkina digitaalisen teknologian tuomina muutoksina, jotka vaikuttavat ihmiselämään.

Ilmarisen ja Koskelan (2015) mukaan digitalisoitumista eteenpäin työntäviä tekijöitä ovat teknologioiden halventuminen ja tehon kasvaminen. Tähän liittyvä merkittävä ilmiö on Mooren laiksi kutsuttu Gordon E. Mooren vuonna 1965 tekemä havainto siitä, että laskentakyky edullisesti toteutettavissa olevasta tietokoneesta kaksinkertaistuu kahden vuoden välein. (Moore, 1965). Koska Mooren laki on pitänyt paikkansa aina 2010-luvulle asti, kuluttajilla ja yrityksillä on varaa yhä tehokkaampaan tietotekniikkaan, mikä on linjassa digitalisoitumisen kanssa.

Digitalisaation historian Ilmarinen ja Koskela (2015) jakavat kolmeen sukupolveen. Ensimmäinen sukupolvi sai alkunsa internetin yleistymisen myötä 1990-luvulla yritysten kotisivujen muodossa. Kotisivut toivat mukanaan hakukoneet ja johtivat verkkokauppojen keksimiseen. Tuolloin ei vielä puhuttu digitalisaatiosta, vaan e-busineksesta ja digitalisoitumisesta.

Toisessa sukupolvessa vuosituhaten vaihteesta lähtien digitaalisuus, verkkokauppa, mobiililaitteiden internet ja muut tekijät ovat alkaneet muokata markkinoiden toimintaa. Globaali kilpailu on yleistynyt verkkokaupan vaikutuksesta. Digitalisaatio käsitteenä on otettu käyttöön juuri toisen sukupolven aikana. (Ilmarinen & Koskela, 2015).

Digitalisaation kolmas sukupolvi on vasta alkamaisillaan ja sen odotetaan yleistävän älyllisiä laitteita sekä automaatiota ja robotiikkaa. Varmaksi ei voida kuitenkaan vielä tietää, millaiseksi se tulee muodostumaan ja millä aikataululla. Tutkimusyhtiö Gartnerin vuosittain laatima hype-käyrä on yksi työkalu, jolla seurataan mitkä teknologisen kehityksen termit ovat parhaillaan keskustelun alaisena, mitkä ovat tulossa keskusteluun ja mitkä ovat jo edenneet soveltamiseen. (Ilmarinen & Koskela, 2015.)

Gartnerin hype-käyrä vuodelta 2018 paljastaa vuoden puhutuimmaksi teknologiaksi tekoälyn, jonka Gartner uskoo yleistyvän seuraavan 10 vuoden aikana. Tekoälyn mukana keskustelussa ovat itseään ajavat ajoneuvot, älyrobotit sekä tekoälypohjaiset PaaS-pilvipalvelut. Toiseksi eniten keskustelun kohteina olleet teknologiat ovat digitaaliset ekosysteemiteknologiat. Tähän trendiin liittyvät esimerkiksi käsitteet lohkaketjuteknologia ja esineiden internet. Kolmantena trendinä vuodelle 2018

Gartner listaa biohakkeroinnin. Tämän termin alle liitettäviä teknologioita ovat muun muassa biotekniikka, tietokoneliitäntä aivoihin sekä lisätty todellisuus. Neljäntenä listattuna trendinä on teknologian tuleminen yhä inhimillisemmäksi muun muassa 4D-tulostuksen ja älykkäiden työtilojen muodossa. Viidentenä listalla on joka paikan tietotekniikka 5G:n, neuroverkkoon perustuvien laskentapiirien, nanoputkien ja kvanttietokoneiden muodossa. Kuten näistä huomataan, ovat digitalisaation keksinnöt edenneet jo pitkälle.

Valtiovarainministeriön mukaan Suomalaisessa yhteiskunnassa on meneillään isot rakenteelliset muutokset, joiden onnistumiseen digitalisaatio luo omalta osaltaan puitteet. Digitalisaatio haastaa kyseenalaistamaan nykyiset toimintatavat ja luomaan ne toimivammaksi ja joustavammiksi. Pohjolan (2014) mukaan digitalisaation laajemmat vaikutukset ovat vasta tulossa, ja niiden avulla on saavutettavissa merkittävää talouskasvua tulevaisuudessa. Seuraavassa luvussa käsitelläänkin, miksi teknologinen kehitys on niin tärkeää talouskasvun kannalta.

3 TALOUSKASVU TEORIA

Talouskasvun yleinen määritelmä on kansantalouden tuottamien tavaroiden ja palveluiden kokonaismäärän muutos mitattuna bruttokansantuotteella määritellyn ajanjakson aikana. Yleisimmin tänä ajanjaksona käytetään kalenterivuotta. Miksi talouskasvu siis on tärkeää? Se merkitsee elintason kasvua, sillä asukasta kohden käytettävissä olevat hyödykkeet, eli tavarat ja palvelut, kasvavat, sekä niiden hankkimiseksi tarvittava tulo. Pitkällä aikavälillä talouskasvun katsotaan nostavan ihmisten elintasoja. Kasvuvauhti kahden ajankohdan välillä suhteessa aloitusajankohtaan lasketaan kaavalla:

$$Kasvu_{t,t+1} = \frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \quad (1)$$

Yhtälössä (1) t merkitsee alkuperäistä ajankohtaa, $t+1$ seuraavaa ajankohtaa ja Y bruttokansantuotetta asukasta kohden.

3.1 Solowin kasvumalli

Nykyisen taloustieteen kasvuteorian pohjana käytetään taloustieteen nobelistin Robert Solowin vuonna 1956 esittämää kasvumallia, joka tunnetaan nimellä Solowin kasvumalli. Solowin kasvumallissa on kolme eri osaa, joista ensimmäinen on tuotantofunktio, toinen fyysisen pääoman kertymisen yhtälö ja kolmas kotitalouksien säästöaste.

Tuotantofunktion avulla nähdään kokonaistuotannon, tässä tapauksessa bruttokansantuotteen eri tuotantopanosten vaikutukset tuotantoon. (Acemoglu ym. 2019). Tuotantofunktiossa kansantalouden bruttokansantuotetta siis ajatellaan kuin minä tahansa yrityksen tuottamana yksittäisenä hyödykkeenä, jonka tuotantopanokset ovat fyysinen pääoma, työ sekä työvoiman henkinen pääoma. Fyysisellä pääomalla tarkoitetaan esimerkiksi koneita ja maata, työllä yksinkertaisesti työvoiman määrää ja henkisellä pääomalla työvoiman osaamista, johon vaikuttaa esimerkiksi koulutus. Näiden tuotantopanosten lisäksi tuotantofunktion kertoimena on teknologian taso, joka ei ole kuitenkaan yksi tuotantopanoksista, vaan sen avulla kuvataan, kuinka

tehokkaasti tuotantopanoksia hyödynnetään. Korkeampi teknologian taso tarkoittaa, että talous voi tuottaa enemmän samalla määrällä tuotantopanoksia. Tuotantofunktio esitetään muodossa:

$$Y = A F(K, H) \quad (2)$$

Yhtälössä (2) Y on bruttokansantuotteen määrä, A teknologian taso, K pääoma sekä H työvoiman kokonaistehokkuus, joka saadaan työvoiman kokonaismäärän L ja henkisen pääoman keskimääräisen määrän h tulosta. F tarkoittaa funktiota. (Acemoglu ym. 2019).

Toisen osan, fyysisen pääoman kertymisen yhtälön, lähtökohtana on, että fyysisen pääoman kestävyys ei ole ikuista. Se on altis kulumiselle ja täten arvovähennykselle, joten siitä täytyy tehdä poistoja. Arvonalennusta voidaan kuitenkin hidastaa jatkuvalla investoinnilla ja ylläpidolla. Täten fyysisen pääoman kertymisen yhtälö saa muodon:

$$K_t = (1 - d)K_{t-1} + I \quad (3)$$

Yhtälössä (3) K_t on fyysisen pääoman määrä tänä vuonna ja K_{t-1} fyysisen pääoman määrä viime vuonna, joka määräytyy poistojen jälkeen jääneestä pääomasta $1 - d$ sekä lisätyistä investoinneista I . Tällä yhtälöllä saadaan laskettua siis fyysisen pääoman määrä tuotantofunktiota varten määriteltessä bruttokansantuotteen tekijöitä. (Acemoglu ym. 2019).

Solowin kasvumallin kolmas osa on kotitalouksien säästöaste. Tämä johtuu siitä, että investointi, jota tarvitaan fyysisen pääoman arvon ylläpitämiseen, on riippuvaista kotitalouksien säästämisestä. Investoinnin määrä lasketaan kaavalla:

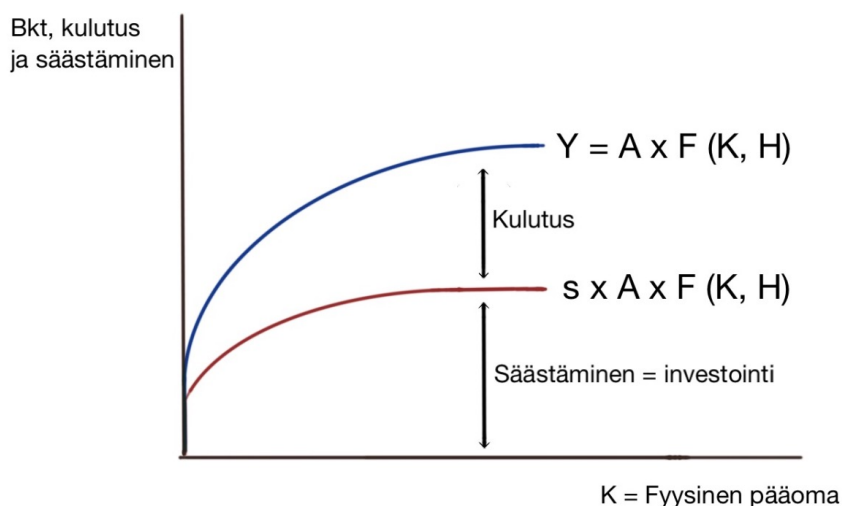
$$I = sY \quad (4)$$

Yhtälössä (4) I on investointi, s kotitalouksien säästämisaste sekä Y bruttokansantuote. Korkeampi säästämisaste johtaa suurempaan fyysisen pääoman määrään ja siten

suurempaan tuotokseen eli bruttokansantuotteeseen. Käyttäen ensimmäisen osan tuotantofunktiota voidaan kirjoittaa kaava:

$$I = sY = s A F(K, H) \quad (5)$$

Yhtälö (5) kuvastaa investointien, säästämisen ja talouskasvun suhdetta. (Acemoglu ym. 2019).



Kuvio 1. Kokonaistulot ja kokonaissäästäminen (mukaiillen Acemoglu ym. 2019).

Kuviossa (1) esitetään sinisellä kuvaajalla bruttokansantuotteen ja fyysisen pääoman suhdetta annetulla työn ja teknologian tasolla. Punainen kuvaaja osoittaa investoinnin ja fyysisen pääoman suhteen annetulla säästämisen asteella s . Koska kyseessä on bruttokansantuote kerrottuna säästämisen asteella s , on kuvaaja siis alaspäin siirtynyt kokonaistuotantofunktion kuvaaja. Täten sinisen ja punaisen kuvaajan väli osoittaa kulutuksen tason ja punaisen kuvaajan ja x-akselin väli osoittaa säästämisen eli investoinnin tason. (Acemoglu ym. 2019).

Korkea säästämisaste ja fyysinen pääoma eivät kuitenkaan voi olla jatkuvan talouskasvun lähteitä. Tätä voidaan perustella sillä, että säästämisaste ei voi mennä yli 100 prosentin, eikä fyysisen pääoman lisäys voi kasvattaa bruttokansantuotetta loputtomasti, sillä sen kasvattaminen seuraa laskevan rajahyödyn periaatetta. Laskevalla rajahyödyllä tarkoitetaan sitä, että jokaisesta lisäystä tuotantopanoksesta seuraa suhteellisesti vähemmän tuotosta. Teknologian ja henkisen pääoman tasojen pysyessä samana on olemassa siis piste Y_{max} , josta bruttokansantuote ei voi enää kasvaa. (Acemoglu ym. 2019.)

Myös työvoiman lisäys on taipuvainen laskevaan rajahyötyyn. Tästä syystä myöskään sen kasvattaminen ei voi johtaa jatkuvaan talouskasvuun pitkällä aikavälillä. Sen sijaan viimeistä tuotannontekijää, työvoiman tehokkuutta, eli henkisen pääoman lisäystä muun muassa koulutusta lisäämällä ei varsinaisesti lasketa laskevan rajahyödyn alaiseksi, mutta myöskään koulutusta ei voida lisätä loputtomasti, sillä ihmisyyksilön elämän mitta on rajallinen ja kaikki koulutukseen käytetty aika on pois työstä. Täten, vaikka henkinen pääoma on tärkeä osa talouskasvun tuottamisessa, ei siltäkään voida aikaansaada jatkuvaa kasvua. Solowin kasvumallin perusajatus siis on, että jatkuvaa kasvua voi tapahtua ainoastaan teknologian kehityksen johdosta. (Acemoglu ym. 2019.)

3.2 Tuottavuus

Jakamalla hyvinvointi osatekijöihinsä, bruttokansantuotteeseen tehtyä työtuntia kohden ja työtunteihin asukasta kohden saadaan kaava:

$$\frac{BKT}{Asukkaat} = \frac{BKT}{Työtunnit} \times \frac{Työtunnit}{Asukkaat} \quad (6)$$

Yhtälöstä (6) nähdään, että pääsyy eri maiden ja eri ajanjaksojen välillä eroavalle hyvinvoinnille on ero työn tuottavuudessa eli bruttokansantuotteessa tehtyä työtuntia kohden. Sen kasvattaminen on siis talouskasvun merkittävin lähde. (Pohjola, 2017a.) Tämä siksi, että kuten Solowin kasvumallissa käytiin läpi, työtunteja asukasta kohden ei voida kasvattaa loputtomiin. Työn tuottavuudessa ei siis oteta huomioon työn määrää, vaan siihen vaikuttavat tekijät ovat henkinen pääoma, fyysinen pääoma ja

teknologia. Näistä tekijöistä loputtomiin voidaan kuitenkin vaikuttaa ainoastaan teknologiaan. Tuottavuuden kasvun ollessa talouskasvun merkittävin tekijä siitä puhutaankin usein talouskasvun synonyyminä.

Tuottavuuden kasvu sen sijaan syntyy viime kädessä ideoista eli teknologian kehityksestä, kuten Solow jo kasvumallissaan oletti. Uusien ideoiden avulla raaka-aineita eli tuotantopanoksia yhdistetään uusilla tavoilla, jotta niiden muodostamasta hyödykkeistä tulee arvokkaampi kuin itse raaka-aineet. Toisin kuin tuotantopanoksia kasvattaessa, jolloin tuotoksen arvon kasvaa summaperiaatteella eli sen verran kuin tuotantopanoksia lisätään, ideat ovat monistettavissa eri hyödykkeisiin ja siksi ne kasvavat tuloperiaatteella. Tästä syystä ideoiden, eli teknologian, synnyttämät mahdollisuudet aliarvioidaan systemaattisesti talouskasvusta puhuttaessa (Ollikainen & Pohjola, 2013.)

Teknologian vaikutusta tuottavuuteen on kuitenkin vaikea arvioida kvantitatiivisesti, sillä sille ei ole hyvää mittaria (Pohjola, 2014). Parhaiten sitä pystytään kuvaamaan kokonaistuottavuudella, jossa työn tuottavuuden kasvusta vähennetään tuotantopanosten (henkinen ja kiinteä pääoma, työ) kasvuvaiikutukset. Tämä jäännös voi sisältää muitakin tekijöitä, mutta pitkällä aikavälillä sen ajatellaan syntyvän teknologisesta kehityksestä.

3.3 Bruttokansantuotteen puutteita

Bruttokansantuote on yleisesti hyväksytty mittari talouden mittaamiseen, mutta sekään ei aina anna täysin virheetöntä kokonaiskuvaa kansantalouden hyvinvoinnista ja on paljon asioita joita se jättää mittaamatta. Tästä huolimatta sitä käytetään edelleen, koska parempaa yleistä mittaria ei ole toistaiseksi kehitetty. Bruttokansantuotteen laskemisessa ei esimerkiksi oteta huomioon fyysisen pääoman kulumista, jota käytiin läpi Solowin kasvumallissa. Valtioiden tasoilta tätä koitetaan mitata ja ekonomistien arviot ovat, että vuosittaiset poistot jotka tulisi ottaa huomioon ovat 10-20 prosentin välissä bruttokansantuotteesta. Nämä ovat kuitenkin vain arvioita eikä niitä voida ottaa huomioon vuotuista bruttokansantuotetta laskiessa. (Acemoglu ym. 2019.)

Toiseksi, kotona tehtyä työtä ei voida mitata bruttokansantuotteessa. Kotona tehtyyn työhön kuuluvat niin itse kasvatetut kukat, itsetehdyt vaatteet kuin myös itse laitettu ruoka ja kaikki muu mitä voi tehdä itse sen sijasta, että ostaisi valmiina. Tämä puute tiedostetaan, mutta sille ei voida tehdä mitään, koska toistaiseksi ei ole keksitty minkäänlaista järkevää tapaa mitata kotitalouksien tuotantoa. Sama pätee myös harmaaseen talouteen eli laittomasti pimeänä tehtyyn työhön. Jopa kehittyneissä valtioissa pimeän työn ja laittoman kaupan arvellaan olevan arvoltaan jopa 10 prosenttia vuotuisesta bruttokansantuotteesta. (Acemoglu ym. 2019.)

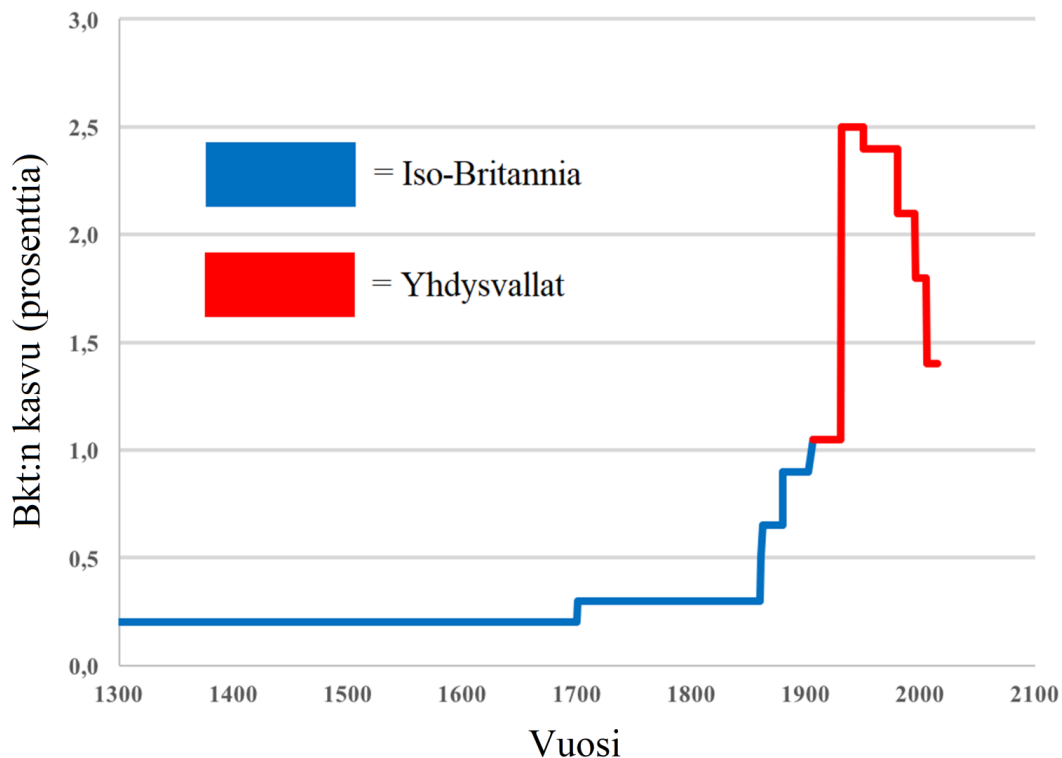
Yksi suurimmista ongelmista bruttokansantuotteessa hyvinvoinnin mittarina on yksityiskohtaisen tiedon puuttuminen siitä, miten hyvinvointi jakautuu kotitalouksien kesken valtion sisällä. Tuloerot ovat nousseet useimmissa valtioissa 1970-luvulta lähtien. Esimerkiksi yhdessä maailman hyvinvoivimmista talouksista bruttokansantuotteella mitattuna, Yhdysvalloissa, hyvätuloisin prosentti kerää kokonaistuloista 22%. (Acemoglu ym. 2019.) Tämä tarkoittaa väistämättä sitä, että toisessa päässä on, ellei äärimmäistä, niin ainakin merkittävää köyhyyttä. Koko kansakunnan hyvinvointia ei voida siis mitata bruttokansantuotteella asukasta kohden.

4 TALOUSKASVUN HISTORIA

Merkittävää talouskasvua ei ole koettu kuin vasta viimeiset 200 vuotta. Ennen 1800-lukua talouskasvu ei ollut eksponentiaalista eikä edes jatkuvaa. Vaikka muutamia kasvukausia nähtiin esimerkiksi antiikin Kreikassa ja Roomassa, tämä kasvu oli erittäin harvinaista eikä kestänyt kerrallaan kuin maksimissaan vuosisadan. (Acemoglu ym. 2019.) Kasvun hitaudelle tai jopa puuttumiselle ennen nykyistä jatkuvan kasvun aikakautta on kaksi syytä. Niistä merkittävämpi, joka on tärkein tekijä talouskasvua selittäessä, on teknologia. Ennen merkittävää teknologista kehitystä ei talouskasvukaan ollut merkittävää. (Acemoglu ym. 2019.)

Toinen merkittävä tekijä talouskasvun puuttumiselle ennen nykyistä ajanjaksoa on se, että reaalian bruttokansantuotteen kasvu ei tavallisesti merkinnyt asukasta kohden mitatun bruttokansantuotteen kasvua. Tätä kuvaa englantilaisen taloustieteilijän Thomas Malthusin väestöteoria vuodelta 1798. Mallissaan Malthus olettaa, että reaallinen bruttokansantuote ei voi kasvaa nopeampaa kuin väestö. Elintason noustessa syntyvyys kasvaisi, jolloin asukasta kohden mitattu bruttokansantuote taas laskisi. Tämä lasku johtaisi sotiin ja nälänhätään, jotka pienentäisivät väestöä siihen pisteeseen asti, että bruttokansantuote asukasta kohden nousisi jälleen. Tämä kiertokulku (*Malthusian cycle*) kuulostaa nykyihmisen korvaan melko synkältä, mutta se kuvaa hyvin elämää ennen ensimmäistä teknologista vallankumousta. (Acemoglu ym. 2019.)

Nykytiedon valossa Malthusin oletus bruttokansantuotteen ja väestönkasvun suhteesta on vanhentunutta tietoa. Viimeiset 200 vuotta ovat olleet jatkuvan kasvun aikaa bruttokansantuotetta henkilöä kohden mitattuna, kuten näemme kuvioista (2). Kuviossa on ensin kuvattu Ison-Britannian kasvu 1300-1906 ja vuodesta 1906 eteenpäin Yhdysvaltojen kasvu, koska se ohitti tuohon aikaan vanhan mantereiden maat. (Gordon, 2012.) Huomattavaa on myös, että maailman asukasmäärä on kymmenkertaistunut talouskasvun alettua 1750-luvulla, mikä johtuu talouskasvun tuomasta elintason noususta. Talouskasvun alku juontaa juurensa ensimmäisen teollisen vallankumouksen alkamiseen. Tämän jälkeen merkittäviä talouskasvua vauhdittavia ideoita ja niiden eri hyödyntämismuutoksia on tullut tähän päivään asti tasaista tahtia.



Kuvio 2. Bruttokansantuote per henkilö, prosentuaalinen kasvu Isossa-Britanniassa ja Yhdysvalloissa 1300-2100 (mukaillen Gordon 2012).

4.1 Ensimmäinen ja toinen teollinen vallankumous

Ensimmäinen maa, joka vapautui Malthusin mallin esittämistä rajoituksista, oli Iso-Britannia, jonka väestön koko ja elintaso alkoivat kasvaa 1750-luvun jälkeen. Vuosien 1750 ja 1830 välissä Isossa-Britanniassa syntyi useita yleiskäyttöisiä keksintöjä, kuten höyrykone, kehrukone sekä rautatiet, joiden avulla osa ihmisen tekemästä työstä muutettiin koneen tekemäksi työksi. Nämä teolliset keksinnöt kasvattivat hyvinvointia ja aiheuttivat maailmanhistorian ensimmäisen jatkuvan talouskasvun kauden ja siksi tätä ajanjaksoa kutsutaan ensimmäiseksi teolliseksi vallankumoukseksi. Kului kuitenkin vähintään 150 vuotta ennen kuin ensimmäisen teollisen vallankumouksen kaikki vaikutukset näkyivät. (Gordon, 2012.)

Toinen teollinen vallankumous sai alkunsa 1870-luvulla ja hyvin lyhyessä ajassa keksittiin merkittävä määrä uusia innovaatioita, jotka paransivat elämänlaatua ja työolosuhteita enemmän kuin mikään muu historian aikana, johtaen merkittävään talouskasvuun. Gordon (2012) jakaa nämä keksinnöt viiteen eri kategoriaan:

1. Sähkö ja kaikki sen sovellukset
2. Polttomoottori ja kaikki siitä seuranneet keksinnöt mukaan lukien lentokoneet ja valtatieverkostot
3. Juokseva vesi, viemäriverkostot ja keskuslämmitys
4. Kemianteollisuuden keksinnöt, mukaan lukien öljyn, kemikaalien, muovin ja lääkkeiden sovellukset
5. Kommunikaatio- ja viihdelaitteet, joihin sisältyvät puhelin, fonografi, kamera, radio ja elokuvat.

Kehitys tapahtui hyvin nopeasti, ja kaikki edellä mainituista oli keksitty vuoteen 1929 mennessä. Toisen teollisen vallankumouksen keksinnöt olivat kuitenkin niin yleiskäyttöisesti sovellettavia ja kauaskantoisia, että niiden vaikutukset talouskasvussa näkyivät vielä 100 vuoden päähän aina 1970-luvulle asti. (Gordon, 2012.)

4.2 Maailmansodat ja kultainen aika

Vuosien 1906 ja 1928 välissä talouskasvu oli hidasta myös maailmantalouden kärkimaaksi nousseessa Yhdysvalloissa, mikä on Gordonin (2012) mukaan arvoitus, mutta voi johtua huonosta mittaamisesta. Yhdysvalloissa vuosien 1928 ja 1950 välissä talouskasvu jatkoi kiihtymistään ennennäkemättömään tahtiin pois lukien suuren laman aika 1930-luvulla ja toinen maailmansota. (Gordon, 2012.)

Talouskasvu ei ole tasaista yhdessäkään maassa ja etenkin maailmansotien aikaan jokaisella maalla on oma historiansa. Yhdysvalloissa talouskasvu jatkui myös toisen maailmansodan aikana, mikä johtuu Gordonin (2012) mukaan siitä, että toisen teollisen vallankumouksen sovellukset jatkuivat. Osittain kasvu aiheutui myös sotateollisuudesta, jota valtio rahoitti. Sen sijaan molempien maailmansotien häviäjämäa Saksassa sodat näkyvät elintason romahtamisena 1910- ja 1940-luvuilla. Suomessa ensimmäinen maailmansota ja sisällissota ovat talouskasvulla kannalta synkintä aikaa. (Pohjola, 2017a.)

Maailmansotien jälkeistä aikaa nimitetään kapitalismin kultaiseksi ajaksi (Marglin & Schor, 1991). Työn tuottavuus kasvoi enemmän kuin koko historian aikana, kuten kuviosta (2) näkyy. Tämä johtuu siitä, että toisen teollisen vallankumouksen

innovaatiot jatkoivat edelleen kehittymistään (Gordon, 2012). Maailman historian nopein talouskasvun kausi jatkui 1970-luvulle asti.

4.3 Kolmas teollinen vallankumous

Tietokone otettiin kaupalliseen käyttöön 1960-luvulla, mikä merkitsi kolmanneksi teolliseksi vallankumoukseksi kutsutun aikakauden alkua. Kolmas teollinen vallankumous on jatkunut tähän päivään asti saavuttaen huippunsa internetin ja sen soveltavien keksintöjen myötä 1990-luvulla. Tietokoneiden kehitys on jatkunut Mooren lain mukaisesti ja ICT-ala on tuonut mukanaan monia merkittäviä keksintöjä, kuten matkapuhelimen ja verkkokaupat. (Gordon, 2012.)

Tietotekniikan noususta huolimatta vuosien 1972-1996 välissä talouskasvu Yhdysvalloissa oli kuitenkin huomattavasti hitaampaa kuin aiemmin. Tämän jälkeen tapahtui muutos parempaan vuoden 1996 jälkeen, jolloin tuottavuuden kasvu taas nousi. Alettiin puhua uudesta taloudesta. Uuden talouden kasvuvaikutus oli kuitenkin lyhtyaikainen, sillä vuoden 2004 jälkeen tuottavuuden kasvu on taas hidastunut. (Gordon, 2012.)

Myös Suomessa kasvu on ollut hitaampaa kuin aiemmin. Erityisen kovasti Suomeen iski 1990-luvun lama, mutta tämän jälkeen kolmannen teollisen vallankumouksen mukanaan tuoma ICT-sektori kiihdytti kokonaistuottavuuden kasvua 1990-luvun puolivälistä lähtien vuoteen 2008 asti. Tuolloin tapahtunut elektroniikkateollisuuden romahdus on vienyt talouskasvun Suomessa hitaammaksi kuin koko itsenäisyyden aikana rauhan oloissa. (Pohjola, 2017b.) Nykyinen hitaan kasvun aikakausi, jota Holmström, Korkman ja Pohjola (2014) kutsuvat talouskriisiksi, on hyvin erilainen kuin 1990-luvun lama, sillä nyt kyse on koko maailmantalouden heikosta kehityksestä ja siihen liittyvistä rakenteellisista muutoksista.

Vuosien 2007-2017 välissä kokonaistuottavuuden kehitys on hidastunut lähes kaikissa OECD- eli Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestön jäsenmaassa (Pohjola, 2017b). 2000-luvulla tapahtuneet kaksi suurta talouskriisiä, finanssikriisi 2007-2009 sekä Euroalueen velkakriisi 2010-luvulla, ovat osaltaan vaikuttaneet hitaaseen

kasvuun, mutta eivät täysin selitä sitä, kuten eivät normaalit suhdannevaihtelutkaan.
(Fernald, 2014.)

5 SYITÄ HIDASTUNEELLE TALOUSKASVULLE

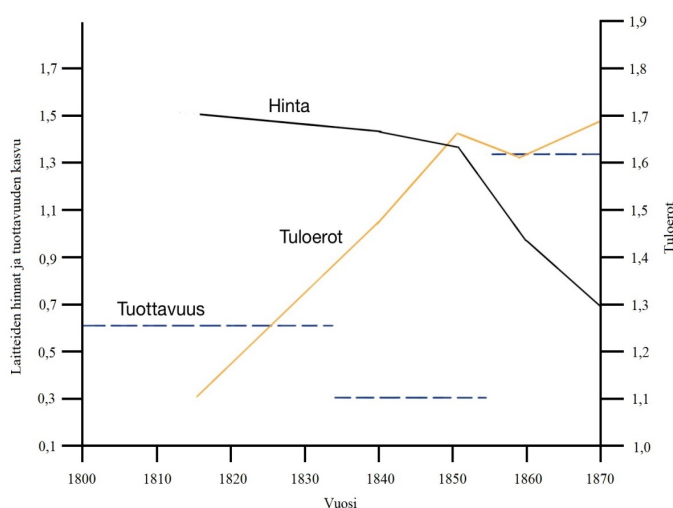
Tuottavuuden kasvun ollessa hidastunut jo usean vuosikymmenen ajan, on sen syitä tutkittu monen tutkijan toimesta. Yleistä konsensusta nykyiseen stagnaatioon eli talouskasvun pysähtyneisyyteen ei tutkijoiden keskuudessa kuitenkaan ole, vaan tiedeyhteisö on jakautunut asiasta kahteen leiriin: optimisteihin, jotka uskovat, että nykyinen hitaan kasvun jakso johtuu erinäisistä syistä ja on tulossa päätökseensä, sekä pessimisteihin, joista esimerkiksi Gordon (2012) argumentoi, että talouskasvu oli vain kertaluontoinen tapahtuma koko ihmiskunnan historiassa.

5.1 Greenwoodin ja Yorukoglun hypoteesi

Greenwoodin ja Yorukoglun (1997) mukaan uusien teknologioiden leviäminen on aina hidasta, koska alkuperäisten ideoiden käyttötarkoitukset ovat aluksi tehottomia. Uusien ideoiden ja teknologioiden täyden potentiaalin hyödyntämisessä voi kestää merkittävän pitkiä aikoja. Tämä lisää oppimisen kustannuksia niin, että taitavalla työvoimalla on etu oppimisessa ja kysyntä taitavalle työvoimalle, joka osaa uutta teknologiaa käyttää, kasvaa. Täten myös taidosta johtuvat palkkaerot kasvavat. Palkkaerot ovatkin olleet nousussa vuodesta 1974 asti, samasta vuodesta, jona Greenwoodin ja Yorukoglun mukaan tapahtui myös uuden teknologian tuotannon merkittävä kasvu. Tuottavuus sen sijaan voi pysyä paikallaan, koska tietoon ja taitoon, jotta uusi teknologia saadaan lähemmäs täyttä potentiaaliaan, täytyy tehdä investointeja. Yhtäaikainen nopea teknologinen kehitys, tuloerojen kasvu sekä hidastunut talouskasvu eivät siis ole sattumaa.

Greenwood ja Yorukoglu selittävät tätä tapahtumaketjua useilla historian esimerkeillä. Kuvioista (3) nähdään Yhdysvaltojen sisällissotaa edeltävän ajan (Amerikan ensimmäisen talouskasvun aika 1800-1870) tuottavuuden, palkkaerojen ja teknologian hintatason vuosittaiset prosentuaaliset muutokset. Kuten kuvioista näkyy, on tuottavuuden kasvu hetkellisesti laskenut samalla, kun taidoista johtuvat palkkaerot ovat kasvaneet ja hinnat laskeneet. Tuottavuuden kasvu vuosien 1850-1860 välissä on merkinnyt, että uusi teknologia on omaksuttu käyttöön paremmin. David (1989) osoittaa, että työn tuottavuus teollisuudessa on hidastunut samoihin aikoihin, kun sähköä on alettu käyttämään. Greenwoodin ja Yorukoglun ehdotettu selitys nykyiselle

asioiden tilalle, jossa kaikki kolme toteutuvat; hidastunut tuottavuus, tuloerojen kasvu sekä nopea teknologinen kehitys, on siis, että voimme parhaillaan elää uuden teollisen vallankumouksen alkukautta, jossa talouskasvu ei ole vielä seurannut teknologista kehitystä, hintojen laskua ja tuloerojen kasvua.



Kuvio 3. Tuottavuus, tuloerot ja hintataso Yhdysvalloissa 1800-1870 (mukaillen Greenwood & Yorukoglu 1997).

Myös Syverson (2013) on näyttänyt, että sähkön leviämisen Yhdysvaltalaisiin tehtaisiin 1890-luvun lopussa jälkeen työn tuottavuus ei alkanut nousta vielä seuraavaan 20 vuoteen. Syversonin mukaan kahden ajanjakson, sähköistymisen ajanjakson 1890-1940 sekä kolmannen teollisen vallankumouksen ajanjakson 1970-luvulta lähtien, tuottavuuskuvaajat asetettuna samaan koordinaatistoon, seuraavat toisiaan melko tarkasti tähän päivään asti. Mikäli seuraaminen jatkuisi, olisi luvassa nopeampaa tuottavuuden kasvua 2020-luvulla.

5.2 Mittaamisen ongelmat

Kuten jo luvussa 3 käytiin läpi, ei bruttokansantuote ole täysin ongelmaton mittari talouden mittaamiseen. Tätä mieltä ovat myös Brynjolfsson ja McAfee (2014), jotka argumentoivat bruttokansantuotteen olevan huono mittari kasvulle, vaikka se olisi mitattu täydellisesti. Hyvinvointi on kasvanut paljon muun muassa ilmaistuotteiden muodossa, jotka eivät sen sijaan näyttäydy bruttokansantuotteessa. Saavutettu hyöty on siirtynyt mitattavasta bruttokansantuotteesta ei-mitattavaan kuluttajien ylijäämään.

Esimerkkinä hyvinvoinnin kasvamisesta Brynjolfsson ja McAfee (2011) käyttävät terveydenhuoltoa. Heidän mukaan terveydenhuollon tuottavuus on huonosti mitattu ja näyttää pysähtyneeltä, mutta silti yhdysvaltalaiset elävät keskimäärin 10 vuotta pidempään kuin 1960-luvulla. Ilmaistuotteen esimerkkinä he käyttävät musiikkialaa. Musiikin myynti on ollut hurjassa laskussa; vuosien 2004 ja 2008 välissä musiikin myynti laski 12,8 miljardista dollarista 7,3 miljardiin dollariin. (Brynjolfsson & McAfee, 2014.) Tästä huolimatta nykypäivänä iTunesin ja Spotifyn kaltaisissa palveluissa on maailman suurimmat musiikkikirjastot saatavilla kaikkialla koska vain. Monissa tapauksissa hyvinvoinnin kasvaminen jopa laskee bruttokansantuotetta, sillä ilmaiseen palveluun vaihtaminen kadottaa miljardeja yritysten voitoista ja sitä kautta bruttokansantuotteesta. Hyvinvointi on siis kasvanut, bruttokansantuote ei. Virallisten mittausten mukaan informaatioala tuottaa vain 4% bruttokansantuotteesta Yhdysvalloissa, mikä on lähes sama summa kuin ennen internetin keksimistä. Tämä ei kuitenkaan Brynjolfssonin ja McAfeen mukaan voi olla oikein, vaan virallisista mittauksista puuttuu suuri osuus todellisesta arvosta ja hyvinvoinnista, jota taloudessa on luotu. (Brynjolfsson & McAfee 2014.)

Syverson (2017) on eri mieltä mittaamisen ongelmista. Hän käyttää termiä virheellisen mittauksen hypoteesi (*mismeasurement hypothesis*) puhuessaan niistä johtopäätöksistä, että todellinen tuottavuuden kasvu ei ole hidastunut (tai on hidastunut huomattavasti vähemmän kuin mitattu) vuodesta 2004 lähtien, vaan saavutettu hyöty on siirtynyt mitattavasta bruttokansantuotteesta ei-mitattavaan kuluttajien ylijäämään. Eli siis johtopäätöksistä, joihin esimerkiksi Brynjolfsson ja McAfee päätyivät. Syverson argumentoi, että jos tieto- ja viestintäteknologiat ovat aiheuttaneet mitatun tuottavuuden olevan aliarvioitu todelliseen tuottavuuteen nähden, tulisi mitattu

tuottavuuden hidastuminen olla suurempi maissa, joissa on korkeampi ICT-intensiteetti, eli parempi ja pidemmälle levittäytynyt informaatioteknologian taso. Näin ei kuitenkaan ole, vaan tuottavuuden hidastumisen ilmiö vuosien 1995-2004 ja 2005-2015 välillä näkyi 29:ssä maassa 30 maan otoksesta. (Syverson, 2017.)

Ilmaisten tuotteiden osalta Syverson huomioi, että ilmaisista hyödykkeistä, kuten Facebookista tai puhelimen kamerasta, nauttiakseen on ensin ostettava komplementaarisia, eli täydentäviä tuotteita: älypuhelin, laajakaista yms. Jos yritykset, jotka myyvät näitä tuotteita, tietävät mitä ovat tekemässä, hinnoittelevat ne ilmaistuotteet komplementaarisen hyödykkeen hintaan, mikä taas näkyisi bruttokansantuotteessa. Syversonin mukaan empiria siis todistaa virheellisen mittauksen hypoteesin vääräksi, ja täten tuottavuuden hidastuminen vuoden 2005 jälkeen, tai ainakin suurin osa siitä, on tosiasia. (Syverson, 2017.)

5.3 Gordonin teesit

Gordonin (2012) mukaan työtä tehostavat ja työvoimaa säästävät kolmannen teollisen vallankumouksen keksinnöt ajoittuvat viime vuosituhaten puolelle. Gordon huomio, että tietokone korvasi työvoimaa jo 1970- ja 1980-luvulla, joten se asia ei ole enää uusi. 2000-luvun ICT-alan keksinnöt ovat keskittyneet lähinnä viihteen ja viestinnän ympärille, eivätkä siten olennaisesti muuta työvoiman tuottavuutta ja elintasoja samalla tavoin kuin sähkövalaistus, autot ja sisätilojen putkistot sitä muuttivat toisen teollisen vallankumouksen seurauksena.

Gordonin mukaan kolmas teollinen vallankumous ei yllä toisen teollisen vallankumouksen tasolle siitä yksinkertaisesta syystä, että valtaosa toisen teollisen vallankumouksen keksintöjen avulla saavutetuista eduista voivat tapahtua vain kerran. Perusteluista jatkuvan talouskasvun ainutkertaisuudelle maailman historiassa Gordonin mukaan kuvaavin esimerkki selittyy liikenteen nopeuden kehityksellä. Boeing 707:n käyttöönoton vuonna 1958 jälkeen kuljetusnopeus ei ole enää kasvanut, vaan lentokoneet lentävät tänä päivänä itseasiassa hitaammin kuin tuolloin polttoaineen säästämisen takia. (Gordon, 2012.)

Gordonin mukaan on olemassa kuusi tekijää, jotka pidättelevät innovaatioita toteuttamasta talouskasvua Yhdysvalloissa. Näistä ensimmäinen on väestönrakenteen muuttuminen. Talouskasvun potentiaalia on enemmän silloin, kun työikäistä väestöä on enemmän kuin ei-työikäistä väestöä ja potentiaali laskee, kun väestö ikääntyy. Väestönrakenne on muuttumassa tällä hetkellä tuottavuuden kannalta väärään suuntaan. Lisäksi viime vuosisadalla tapahtunut naisten siirtyminen työelämään oli ainutkertainen tapahtuma historiassa.

Toisena tekijänä on korkeakoulutuksen harvinaistuminen Yhdysvalloissa, mikä johtuu Gordonin mukaan koulutuksen kasvavasta hinnasta suhteessa muihin hyödykkeisiin. Kasvava opintovelan määrä vähentää korkeakoulutettujen määrää.

Kolmas tekijä on tuloerojen kasvaminen. Mediaanipalkka Yhdysvalloissa on kasvanut huomattavasti hitaammin kuin keskipalkka, mikä merkitsee hyvinvoinnin jakautumista hyvin epätasaisesti.

Tieto- ja viestintäteknologian ja globalisaation välinen vuorovaikutus on Gordonin neljänneksi mainitsema tekijä. Ulkoistukset halvan työvoiman maihin ovat yleistyneet ICT:n ja globalisaation johdosta, millä on haitallinen vaikutus maihin, joissa on korkeampi palkkataso. Haittavaikutus ilmenee ei ainoastaan menetettyinä työpaikkoina, vaan myös kasvavien tuontien muodossa.

Viidentenä tekijänä on ympäristölainsäädännön ja ympäristöverojen tuomat seuraukset, jotka tekevät kasvusta huomattavasti vaikeampaa kuin 100 vuotta sitten. Edellisenä vuosisatana ympäristö ei ollut millään lailla etusijalla, vaan talouskasvua tapahtui myös ympäristön kustannuksella. Ilmaston lämpenemisen torjunta edustaa tavallaan menneen kasvun takaisinmaksua.

Kuudentena ja viimeisenä tekijänä on valtion ja kotitalouksien kasvava velkaantuminen. Vuonna 2007 Yhdysvaltalaisten kotitalouksien yhteenlaskettu velka oli 133% yhteenlasketuista tuloista. Tuolloin valtion velka oli vielä hallittavissa, mutta on kasvanut huomattavasti sittemmin.

Gordon kuitenkin painottaa, että kyseiset tekijät koskevat vain Yhdysvaltoja, eivätkä ainakaan kaikki niistä koske muita maita. (Gordon, 2012.) Kuitenkin myös Suomessa väestönrakenteen muutos on meneillään oleva ilmiö, ulkoistukset halvemman työvoiman maihin ovat aiheuttaneet työpaikkojen menetyksiä ja julkinen sektori on velkaantunut viimeisen 10 vuoden aikana. (Pohjola, 2014).

6 DIGITALISAATION MAHDOLLISUUDET TALOUSKASVUUN

Holmströmin, Pohjolan ja Korkmanin (2014) mukaan digitalisaatio ja sen mukanaan tuoma automaatio ja robotiikka ovat yleiskäyttöisiä teknologioita, jotka vaikuttavat lähes kaikkiin työtehtäviin. Digitalisaatio tarjoaa suuria mahdollisuuksia talouskasvun aikaansaamiseksi työn tuottavuutta nostamalla. Suomessa digitalisaation hyödyntämiseen on hyvät edellytykset, koska Suomella on edelleenkin suhteellinen etu tietotekniikkapalveluiden valmistamisessa.

Tieto- ja viestintäteknologia sekä digitalisaatio kasvattavat Holmströmin, Korkmanin ja Pohjolan (2014) mukaan työn tuottavuutta kolmen eri kanavan kautta. Ensimmäinen kanava on teknologian nopea kehitys ja siitä seuraava laitevalmistus ja palvelutuotanto. Toinen kanava muodostuu korkeamman tuottavuuden pääoman, eli tietokoneiden, ohjelmistojen ja tietojärjestelmien korvataessa muun pääoman. Kolmantena kanavana on teknologian mahdollistama toimintatapojen muutos. Tällä tarkoitetaan digitalisaation mahdollistamaa tietotyön siirtymistä asiakkaiden itsensä tehtäväksi ja sen ulkoistamista alemman palkkatason maihin.

Digitalisaatio mahdollistaa toimintatapojen muutoksen, mutta niitä sen hyödyntäminen myös vaatii. (Brynjolfsson & McAfee 2014, Pohjola 2014.) Lisäksi digitalisaation tuomat toimintaympäristön muutokset vaativat voimavarojen uudelleen kohdentamista, mikä edellyttää työmarkkinoilta huomattavan suurta sopeutumiskykyä. Tätä sopeutumiskykyä voidaan edistää muun muassa koulutuksella ja työvoiman liikkuvuutta parantamalla (Holmström ym. 2014) ja sitä vaaditaan etenkin siitä syystä, että monet teknologiset innovaatiot korvaavat työntekijät koneilla. (Autor & Salomons, 2018.)

Brynjolfssonin ja McAfeen (2014) mukaan tieto- ja viestintäteknologian suurin vaikutus on vasta tulossa ja se syntyy ihmisen ja tietokoneen uudesta työnjaosta, jonka tekoäly ja robotiikka mahdollistavat. Tämän lisäksi digitoitujen tuotteiden määrä tulee kasvamaan entisestään, sillä digitaalisilla tuotteilla on kaksi taloudellista ominaisuutta, jotka tekevät niistä ainutlaatuisia. Ensimmäinen niistä on se, että ne eivät ole kilpailtuja. Digitaalisen tuotteen ostaminen ja kuluttaminen ei ole keneltäkään toiselta pois, toisin kuin vaikkapa tuotteen fyysisen kopion ostaminen, jolloin se voi olla

seuraavalle halukkaalle ostajalle loppunut. Toinen ainutlaatuinen ominaisuus on, että digitaaliset tuotteet ovat monistettavissa lähes nollakustannuksin.

Pohjola (2014) on samoilla linjoilla Brynjolfssonin ja McAfeen kanssa siitä, että tieto- ja viestintäteknologian suurin vaikutus on vasta tulossa. Näin siksi, että vaikka tietokone keksittiin jo 70 vuotta sitten ja internet kaupallistui jo 20 vuotta sitten, niin digitaalitekniologia on vasta nyt niin halpaa, että se on saatavilla kaikille. Pohjolan mukaan kaksi tekijää tulee tekemään nykyisestä digitaalisesta vallankumouksesta vähintään yhtä merkittävän kasvun ja hyvinvoinnin luojan kuin ensimmäinen teollinen vallankumous. Nämä tekijät ovat tekoälyn arkipäiväistyminen sekä se, että internetin välityksellä suurin osa maailman ihmisistä on yhdistettynä toisiinsa. Lisäksi teollinen internet yhdistää tulevaisuudessa myös esineet.

Holmström ym. (2014) mukaan yrityksillä on parhaat mahdollisuudet etsiä ja kehittää innovaatioita aikaansaavaa tietoa, sillä ne toimivat kilpailuilla markkinoilla, joissa innovaatioiden syntymiseen on parhaat kannustimet. Aloittavat yritykset, startupit, ovat tärkeitä innovaatioiden synnyttäjiä ja siksi niiden kasvu tulee nähdä tärkeänä potentiaalina talouskasvun aikaansaamiseksi ja työpaikkojen luomiseksi.

Digitalisaation avulla kehitettävä tietoyhteiskunta voidaan rinnastaa kahteen edelliseen suureen valtiolliseen hankkeeseen, Suomen teollistamiseen ja hyvinvointiyhteiskunnan rakentamiseen (Pohjola, 2014). Myös valtiollisella tasolla on tutkittu meneillään olevan muutoksen mahdollistamia ideoita. Valtiokonttorin vuonna 2015 tekemässä selvityksessä käytiin läpi mahdollisia digitalisaation hyödyntämismahdollisuuksia valtiollisella tasolla tuottavuuden parantamista varten. Kehitysehdotuksia vastaanotettiin haastatteleamalla yhteensä 48 virastoa sekä joitakin kanslia- ja virastopäällikköjä. Ehdotuksia saatiin yhteensä 1024 kappaletta, joita analysoimalla Valtiokonttori esitti yhteensä 34 toimenpidekokonaisuutta, joiden avulla on mahdollista saada tuottavuushyötyjä valtionhallinnossa. Esille nousivat muun muassa seuraavat asiat:

1. Palveluketjut selkeämmiksi. Valtionhallinnon toimintatapoja tulee uudistaa selkeämmillä toimintaprosesseilla ja palveluketjuilla.

2. Tieto saataville ja hyötykäyttöön. Julkinen viranomaistieto tulee olla avointa dataa sähköisessä muodossa. Ei-julkisen tiedon tulisi olla jaettavissa yli viranomaisrajojen.
3. Asioiden käsittely sujuvammaksi. Tietoja tulisi kerätä ja käsitellä automaattisesti robotiikan avulla manuaalisen keräämisen ja päätöksenteon sijaan.
4. Viranomaisten yhteistyö ja selkeät vastuut asiakkaan eduksi. Organisaatorajat tulisi häivyttää asiakas- ja neuvontapalveluissa.
5. Osaaminen ja resurssit joustavammin käyttöön. Työsopimus- ja työnaikalainsäädäntöä tulee uudistaa vastaamaan digitaalisen maailman tarpeita ja määrärahojen ja henkilöstön liikkuvuutta tulee parantaa organisaatorajojen yli.
6. Hallinto ketterämmäksi. Sähköistä asiointia tulee tukea vahvemmin lainsäädännöllä.
7. Tukea muutokseen yhteisistä hankkeista ja palveluista. Palveluita on kehitettävä valtionhallinnon parhaan hyödyn saamiseksi ja hankkeiden etenemisestä viestittävä paremmin organisaatioiden välillä sekä niiden ohjausta selkiytettävä.

Näistä ehdotuksista on nähtävissä Pohjolan, Brynjolfssonin ja McAfeen mainitsema tarve toimintatapojen muutokselle. Koska toimintatapojen muutos ei tapahdu hetkessä, talouskasvu viivästyy, mutta tulee kyllä toteutumaan. (Pohjola, 2017a).

7 YHTEENVETO

Teknologinen kehitys on pitkällä aikavälillä ainoa asia, joka tuottaa jatkuvaa talouskasvua. (Acemoglu ym. 2019.) Talouskasvu on ollut kehittyneissä länsimaissa hidastumaan päin jo 1970-luvulta lähtien. Tämä on herättänyt huolen pitkäaikaisesta stagnaatiosta (Pohjola, 2017b). Hidastuneen kasvun ja tuottavuusparadoksin syytä on tutkittu, mutta kiistatta niitä ei ole pystytty osoittamaan, eikä asiasta vallitse tiedeyhteisössä yleistä konsensusta.

Tietokoneiden nousu, kehitys ja digitalisaation luomat mahdollisuudet ovat kiistämättä teknologista kehitystä, joten niiden avulla on vielä saavutettavissa olevaa talouskasvua (Pohjola, 2014). Digitalisaation hyödyntäminen työn tuottavuutta parantavasti vaatii kuitenkin muutoksia toimintatavoissa. (Brynjolfsson & McAfee 2014, Pohjola 2014.) Digitalisaatio haastaakin kyseenalaistamaan nykyiset toimintatavat ja luomaan ne toimivammaksi ja joustavammiksi.

Gordonin (2012) mainitsemat kuusi tekijää luovat haasteita talouskasvulle niin Yhdysvalloissa, kuin myös muissa länsimaissa. Gordonin mukaan kolmas teollinen vallankumous ei yllä toisen teollisen vallankumouksen tasolle, koska valtaosa toisen teollisen vallankumouksen keksintöjen avulla saavutetuista eduista voivat tapahtua vain kerran. Kokonaistuottavuuden heikkeneminen tukee Gordonin väitettä siitä, etteivät ICT-alan innovaatiot ja digitalisaatio ole vaikutuksiltaan toisen teollisen vallankumouksen keksintöjen veroisia. (Pohjola, 2017a).

Greenwoodin ja Yorukoglun (1997) mukaan voimme elää uuden teollisen vallankumouksen alkuaikaa, jossa talouskasvu ei ole vielä seurannut teknologista kehitystä. Myös Syversonin (2013) tekemä havainto nykyisen työn tuottavuuden kehityksen samankaltaisuudesta toisen teollisen vallankumouksen alkuaikaan tukee väitteitä, että kasvua olisi vielä edessä.

Digitalisaation vaikutuksia talouskasvuun ei pystytä mittaamaan (Holmström ym. 2014). Hitaasta, jopa pysähtyneestä kasvusta huolimatta ICT-alan panos talouskasvuun Suomessa on kuitenkin säilynyt koko ajan positiivisena (Pohjola, 2014).

Pohjolan (2014) mukaan vaikeista ajoista ja pessimistisistä arvioista huolimatta talouskasvu ei ole tullut tiensä päähän siitä yksinkertaisesta syystä, että talouskasvu syntyy teknologisesta kehityksestä eli uusista ideoista, joille ei ole mitään ylärajaa. Uudet ideat yhdistettynä jo olemassa oleviin keksintöihin takaavat talouskasvun myös tulevaisuudessa. Tällä hetkellä olemme vasta siinä vaiheessa ICT:n ja digitalisaation hyödyntämisessä, jossa sähköä hyödyntämisessä oltiin 1930-luvulla (Pohjola, 2014). Brynjolfssonin ja McAfeen (2014) mukaan talouskasvua pidättelee tällä hetkellä vain se, ettei uusia ideoita kyetä käsittelemään riittävän nopeasti. Tieto- ja viestintäteknologian suurin vaikutus on siis vasta tulossa.

LÄHTEET

- Acemoglu, D., Laibson, D. I. & List, J. A. (2019). *Economics (Second edition. Global edition ed.)*. Harlow, United Kingdom: Pearson Education Limited.
- Marglin, S. A. & Schor, J.B. (1991). *The golden age of capitalism : Reinterpreting the postwar experience* / doi:10.2307/2597517
- Autor, D. & Salomons, A. (2018). Is automation labor share-displacing? Productivity growth, employment, and the labor share. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2018(1):1-87. doi:10.1353/eca.2018.0000
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2011). *Race against the machine : How the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy*. Lexington (Mass.): Digital Frontier Press.
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2014). *The second machine age : Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York: W. W. Norton.
- David, P. (1989). Computer and dynamo: The modern productivity paradox in a not-too distant mirror. *Stanford, CA : Center for Economic Policy Research, Stanford University*.
- Fernald, J. G. (2014). Productivity and potential output before, during, and after the great recession. *NBER Macroeconomics Annual*, 29(1), 1-51. doi:10.1086/680580
- Gartner. (2018). *5 trends emerge in the gartner hype cycle for emerging technologies, 2018*. Haettu osoitteesta <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/>.
- Gordon, R. J. (2012). Is U.S. economic growth over? faltering innovation confronts the six headwinds. *CEPR Policy Insight* No. 63.
- Greenwood, J., & Yorukoglu, M. (1997). 1974. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 46, 49-95. doi://www.sciencedirect.com/science/journal/01672231
- Henriette, E., Feki, M. & Boughzala, I. (2015). The shape of digital transformation: A systematic literature review. *Conference: 9th Mediterranean Conference on Information Systems*.

- Holmström, B., Korkman, S. & Pohjola, M. (2014). *Suomen talouskriisin luonne ja kasvun edellytykset (muistio talousneuvostolle)*. Haettu osoitteesta <https://vnk.fi/documents/10616/339615/Holmstrom-korkman-pohjola.pdf/4dae4e41-ed02-4b69-8265-ae5ed4ff201f/Holmstrom-korkman-pohjola.pdf.pdf>
- Ilmarinen, V. & Koskela, K. (2015). *Digitalisaatio : Yritysjohdon käsikirja*. Helsinki: Talentum.
- Moore, G. E. (1965). Cramming more components onto integrated circuits, *Proceedings of the IEEE* 86(1):82-85. doi: 0.1109/JPROC.1998.658762
- Ollikainen, M. & Pohjola, M. (2013). Talouskasvu ja kestävä kehitys. *Suomalaisen Tiedeakatemian Kannanottoja 4*.
- Oxford English Dictionary. *Digitalization*. Haettu osoitteesta http://www.oed.com.pc124152.oulu.fi:8080/search?searchType=dictionary&q=digitalization&_searchBtn=Search
- Pohjola, M. (2014). Suomi uuteen nousuun : ICT ja digitalisaatio tuottavuuden ja talouskasvun lähteinä. Helsinki: *Teknoliateollisuus*.
- Pohjola, M. (2017a). Suomen talouskasvu ja sen lähteet 1860–2015. *Kansantaloudellinen Aikakauskirja*. Haettu osoitteesta https://www.taloustieteellinenyhdistys.fi/wp-content/uploads/2017/09/KAK_3_2017_176x245_WEB-8-34.pdf
- Pohjola, M. (2017b). Tuottavuus, rakennemuutos ja talouskasvu 1975–2015. *Kansantaloudellinen Aikakauskirja*, Haettu osoitteesta https://www.taloustieteellinenyhdistys.fi/wp-content/uploads/2017/12/LOW3_30616645_KAK_sisus_4_2017_176x245-1-7-32.pdf
- Solow, R. (1987). *We'd better watch out*. Haettu osoitteesta <http://www.standupconomist.com/pdf/misc/solow-computer-productivity.pdf>
- Stolterman, E., & Fors, A. C. (2004). Information technology and the good life. Teoksessa B. Kaplan, D. P. Truex, D. Wastell, A. T. Wood-Harper & J. I. DeGross (Eds.), *Information systems research: Relevant theory and informed practice* (s. 687-692). Boston, MA: Springer US. doi:10.1007/1-4020-8095-6_45
- Syverson, C. (2013). Will history repeat itself? Comments on “Is the information technology revolution over?”. *International Productivity Monitor*, 25, 37-40.

Syverson, C. (2017). Challenges to mismeasurement explanations for the US productivity slowdown. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2), 165-186.

Valtiokonttori. (2015). *Valmiina digikiriin*. Haettu osoitteesta https://vm.fi/documents/10623/1907489/Valmiina_digikiriin.pdf/838a7b8b-609c-460e-97d5-4f75e80eded5/Valmiina_digikiriin.pdf.pdf

Valtiovarainministeriö. *Digitalisaatio*. Haettu osoitteesta <https://vm.fi/digitalisaatio>

Yoo, Y., Lyytinen, K., Boland, R. & Berente, N. (2010). The next wave of digital innovation: Opportunities and challenges: A report on the research workshop 'digital challenges in innovation research'. *SSRN Electronic Journal* doi:10.2139/ssrn.1622170