

**Teknologinen kehitys ja tulonjako -
Teknologia-, tuottavuus- ja palkkaerot eri toimialoilla Suomessa
1996-2011**

**Jyväskylän yliopisto
Kauppakorkeakoulu**

Pro Gradu –tutkielma

2016

Taloustiede

Laatija: Rita Lintilä

Ohjaaja: Mika Maliranta



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

Tiivistelmä

Tekijä Rita Lintilä	
Teknologinen kehitys ja tulonjako - Teknologia-, tuottavuus- ja palkkaerot eri toimialoilla Suomessa 1996-2011	
Oppiaine Taloustiede	Työn laji Pro gradu -työ
13.5.2016	Sivumäärä 67
Tiivistelmä – Abstract <p>Tässä Pro Gradu –työssä tarkastellaan tulonjaon ja teknologisen kehityksen välisiä vuorovaikutussuhteita. Kokonaistulonjaon komponenteista keskitytään erityisesti palkkaeroihin, sillä aiemmassa teoreettisessa sekä empiirisessä tutkimuksessa on tunnistettu mekanismeja teknologisen kehityksen vaikutuksesta palkkahajontaan. Aiempi tutkimus keskittyy lähinnä Iso-Britannian ja Yhdysvaltain toimialoihin, joten tavoitteena on selvittää, onko Suomen toimiala- ja yritysaineistoa yhdisteltäessä havaittavissa vastaavia mekanismeja vuosien 1996-2011 aikana.</p> <p>Teknologian vaikutuksen palkkaeroihin voidaan ajatella olevan välillistä, joten yhteyttä tutkitaan selittämättä havaittua tuottavuushajontaa teknologisella kehityksellä sekä joukolla kontrollimuuttujia. Analyysia tehdään kuvailemalla aineistoa ja vertailemalla eri toimialojen trendejä keskenään, sekä paneeliaineiston regressioanalyysin avulla.</p> <p>Aineiston visualisoinnin avulla huomataan, että yritysten välinen tuottavuus- ja palkkahajonta ovat kasvaneet tutkitulla aikavälillä useimmilla toimialoilla Suomessa, kuten myös keskimääräinen työn tuottavuus ja palkkataso. Työn tuottavuudessa huomataan kuitenkin vuoden 2008 kohdalla suurempi pudotus kuin palkkojen tasossa, mikä indikoi sitä, että palkat ovat kehittyneet nopeampaa kuin tuottavuus. Palkka- ja tuottavuushajonnan välillä havaitaan myös positiivinen korrelaatio. Regressioanalyysi antaa osviittaa siitä, että korkeakoulutettujen osuuden kasvu työvoimasta vaikuttaisi tuottavuushajontaa kasvattavasti, kuten myös tietokoneinvestointien määrän kasvu. Hieman yllättäen havaittiin myös, että teollisuuden toimialoilla tuottavuushajonta näyttäisi kasvaneen enemmän kuin muilla tutkituilla toimialoilla. Tätä saattaa tosin osaltaan selittää Suomen erityinen toimialarakenne, koska esimerkiksi korkean teknologian yritys Nokia on kuulunut tutkitulla aikavälillä teollisuuden päätoimialan alle.</p>	
Asiasanat taloustiede; tulonjako; teknologia; palkkaerot; tuottavuushajonta; palkat; työn tuottavuus	
Säilytyspaikka Jyväskylän yliopiston kirjasto	

Sisällys

Tiivistelmä	2
1 Johdanto	5
2 Talouskasvu, teknologia ja tuottavuus	7
2.1 Talouskasvu.....	7
2.1.1 Kasvuteorioita	8
2.2 Tuottavuus ja sen mittaaminen.....	12
2.3 Teknologisen kehityksen mittaaminen.....	14
3 Tulonjako ja teknologinen kehitys	16
3.1 Tulonjako.....	16
3.1.1 Tuloerojen mittaaminen	17
3.1.2 Tulokäsitteitä.....	19
3.1.3 Palkkaerot.....	21
3.1.4 Palkkaerojen mittaaminen.....	22
3.2 Skill-Biased Technical Change ja General Purpose Technology.....	23
3.3 Koulutuspremio ja muita palkkaeroihin vaikuttavia tekijöitä	24
3.4 Aikaisempaa tutkimusta	26
4 Empiria.....	32
4.1 Menetelmät.....	32
4.2 Aineisto	35
4.3 Aineiston kuvailua.....	37
4.4 Korrelaatiotarkastelu	46
4.5 Regressioanalyysi.....	51
4.5.1 PNS-estimointi.....	52
4.5.2 Satunnaisvaikutusten malli	53
4.5.3 Between effects -estimointi.....	54
4.5.4 First differences -estimointi	54
4.5.5 Fixed effects -estimointi.....	55
5 Johtopäätökset.....	57
Lähteet.....	60
Liitteet	64
Liite A : Valitut toimialat.....	64

Liite B : Muuttujien jakaumat	65
Liite C : Normaaliustarkastelu	66
Liite D : Hajontakuvioita	67

1 Johdanto

Tulonjako ja yhteiskunnan eriarvoistuminen on viime vuosina noussut yhdeksi tärkeistä yhteiskunnallisen keskustelun aiheista niin maailmalla, kuin myös Suomessa. Tämä on varsin ymmärrettävää, sillä usein taloudellisesti epävarmoina aikoina tehtävät poliittiset päätökset, esimerkiksi julkisten menojen leikkauksista ja veronkorotuksista, nostavat eri sosioekonomisissa asemissa olevien ihmisten toimeentulon yhä useampien huomioon. Tuloerojen kasvu länsimaissa on jo usean vuoden ajan ollut myös tutkijoiden kiinnostuksen kohteena, ja monissa OECD-maissa tuloerojen on havaittu kasvaneen viime vuosikymmeninä. Suomi ei tässä kehityksessä poikkea muista teollisuusmaista, ja myös Suomessa on havaittu 70-luvulta lähtien selvä nouseva trendi eriarvoisuuden mittareissa. Suomessa tuloerot ovat kuitenkin pysyneet pieninä suhteessa muihin teollisuusmaihin, ja Tilastokeskuksen tulonjakotilaston (2014) mukaan tuloerot ovat suomessa yhä EU:n keskiarvoa pienemmät.

Taloudellisen eriarvoistumisen lähteitä ja syitä pohdittaessa nousee usein esille teknologisen kehityksen vaikutus tuottavuuteen ja tuloihin. Useissa tutkimuksissa on nimittäin havaittu, että joskus uusien teknologioiden käyttöönoton yhteydessä myös tuloerot ovat kasvaneet. Teknologian yhteyttä kokonaistuloeroihin tarkastellaan usein erityisesti palkansaajien tulojen kautta, sillä muun muassa Faggio et al. (2007) mukaan yritysten teknologiapäätökset vaikuttavat ensisijaisesti työntekijöiden tuottavuuteen, ja tuottavuus taas vuorostaan vaikuttaa työntekijöiden palkkoihin. Kokonaistuloerojen lisäksi myös tuottavuus- ja palkkaerojen onkin havaittu kasvaneet etenkin Yhdysvalloissa ja Britanniassa (Faggio et al. 2007) (Britanniassa Acemoglu 2001), minkä myötä on alettu enenevässä määrin pohtia eri palkansaajaryhmien eriarvoistumiseen vaikuttavia tekijöitä.

Viime vuosina onkin julkaistu paljon tutkimuksia, jotka keskittyvät kokonaistuloerojen sijasta palkkaerojen muutosten ja niiden syiden tarkasteluun. Vaikka palkkaerot ovat kasvaneet Suomessa suhteellisen vähän verrattuna esimerkiksi Yhdysvaltoihin ja Britanniaan, on palkkahajonta jonkin verran kasvanut tämän tutkimuksen aikavälillä. (Tilastokeskus 2014, palkkarakennetilasto) Pienenkin palkkahajonnan kasvun takana olevia tekijöitä on kuitenkin mielenkiintoista tarkastella myös Suomessa, sillä tutkimuksen aikavälillä myös Suomen toimialoilla on tapahtunut huomattava teknologiamurros, kun etenkin 1990-luvun lopulla ICT-teknologian käyttöönotto yrityksissä nopeutui merkittävästi.

Tuottavuus, teknologia ja palkat liittyvät läheisesti toisiinsa, muun muassa siten, että teknologian kehittymisen katsotaan usein vaikuttavan työn tuottavuutta nostavalla tavalla. Koska työmarkkinoilla on tarjolla hyvin erilaisia työtehtäviä, voidaan teknologian kehityksen ja sen mukanaan tuoman tuottavuuden kasvun katsoa vaikuttavan toisten työtehtävien suorittamiseen enemmän kuin toisten. Niinpä uusien teknologioiden yleistyessä kysyntä niiden käytön nopeasti omaksuvalle työvoimalle kasvaa suhteessa muuhun työvoimaan, jolloin myös teorian mukaan kysyntäänsä kasvattaneen työvoiman palkat saattavat nousta. Eräs suosittu selitys palkkaerojen kasvulle on niin kutsuttu Skill-Biased Technical Change –hypoteesi, jonka mukaan teknologinen kehitys polarisoi työvoiman kysyntää koulutus- tai taitotason suhteen, ja näin ollen myös kasvattaa palkkaeroja korkeasti koulutettujen ja muun työvoiman välillä. Teknologia- ja tuottavuuspainotteisten teorioiden lisäksi palkkaeroja on pyritty selittämään esimerkiksi ammattiliittojen ja globalisaation vaikutusten avulla. Tässä tutkimuksessa keskitytään kuitenkin teknologian merkitystä painottaviin teorioihin.

Tässä tutkielmassa keskitytään tarkastelemaan toimialoittain yritysten välistä tuottavuushajontaa suomalaisella yritys- ja toimiala-aineistolla, sekä niiden yhteyttä yritysten väliseen palkkahajontaan. Aiemmin tuottavuus- ja palkkaeroja on tarkasteltu lähinnä teollisuuden toimialoilla, mutta nykykehityksen valossa esimerkiksi palvelujen merkitys taloudessa on kasvanut sekä Suomessa että muissakin teollistuneissa maissa. Aiemmissa tutkimuksissa on huomattu, että teollisuuden tuottavuus- ja palkkatrendit eroavat selvästi muista toimialoista (Faggio et al. 2007) Tämän vuoksi tuloksiin voi vaikuttaa suuresti se, millaisia toimialoja tarkasteluun otetaan mukaan, ja pelkästään teollisuuden aineistoa tarkastelemalla vaikutusta saatetaan aliarvioida. Siksi tässä tutkimuksessa ei tarkastella pelkästään teollisuuden toimialoja, vaan mukana on kattavasti dataa myös muilta päätoimialoilta.

2 Talouskasvu, teknologia ja tuottavuus

Teknologista kehitystä voidaan pitää talouskasvun tärkeänä komponenttina. Talouskasvun makrotaloudelliset vaikutukset huomioidaan myös neoklassisessa kasvuteoriassa, jonka mukaan pitkällä aikavälillä talouden kasvuaste on yhtä kuin teknologisen kehityksen aste summattuna väestön kasvuasteen kanssa. Kuitenkin esimerkiksi uusklassisiin kasvuteorioihin luettavan Solow'n kasvumallin yhtenä suurimmista puutteista on pidetty sen tapaa käsitellä teknologiaa eksogeenisena muuttujana, joka jää talouskasvua mallinnettaessa virhetermiin muiden havaitsemattomien muuttujien kanssa. Teknologisen kehityksen eksogeenisuusoletuksen sijaan pyritäänkin nykyään usein mittaamaan teknologista kehitystä ja arvioimaan sen vaikutuksen suuruutta taloudelliseen kehitykseen. Teknologisen kehityksen katsotaan olevan myös läheisesti yhteydessä tuottavuuden kasvuun. (Holly et al. 2000) Tämän takia seuraavaksi tarkastellaankin hieman tarkemmalla tasolla sekä teknologista kehitystä, että tuottavuutta.

Teknologiasta kuuleekin usein toivottavan veturia Suomenkin taloudelle muun muassa juuri tuottavuuden kasvun kautta, mutta myös kriittisiä äänenpainoja esiintyy aika-ajoin. Esimerkiksi huoli keskiluokkaisten työpaikkojen katoamisesta digitalisaation myötä nousee toisinaan esille. Tämän huolen vastapainoksi taas esitetään usein luovan tuhon mekanismia, eli yksinkertaistettuna sitä, että vaikka uusi teknologia tuhoaisi joitain työpaikkoja, se myös loisi uusia, mahdollisesti korkeamman tuottavuuden työpaikkoja. Tämän vuoksi seuraavissa osioissa esiteltävä Schumpeterilainen kasvuteoria liittyy läheisesti teknologian ja tuottavuuden tutkimukseen.

2.1 Talouskasvu

Talouskasvu ilmiönä on suhteellisen uusi, joten ennen teollistumista ja kaupungistumista, sekä 1900-luvun teknologista kehitystä taloustilanne länsimaissa perustui pitkälti maanviljelyyn ja pysytteli pitkään samanlaisena, lukuun ottamatta ulkoisia shokkeja, kuten huonosatoisia vuosia. Siirtyminen omavaraistaloudesta vaihdannaistalouteen ja markkinatalouteen sai aikaan talouden kasvua, ja sittemmin myös talouksien avautumisen globalisaation myötä katsotaan olleen suurimpia tekijöitä talouskasvun kannalta. Taloudellisen kehityksen alkuvaiheessa talouskasvun katsotaan syntyvän suurelta osin väestönkasvusta, kun taas nykyään teollisuusmaissa kasvua voidaan saavuttaa lähinnä työn tuottavuuden kasvun ja teknologian kehittymisen kautta. Teknologian kehittymisen lisäksi muita

tärkeitä talouskasvun komponentteja ovat investoinnit inhimilliseen ja fyysiseen pääomaan, hyvin toimivat rahoitusmarkkinat sekä tätä kautta myös rahoitusmarkkinoilla määräytyvä korkokanta. Hieman perusteellisemmin tarkasteltuna myös talouskasvua tukevien instituutioiden toimivuus on yksi talouskasvun edellytyksistä, ja muun muassa omistusoikeuden uskottavuus ja oikeusjärjestelmän toimivuus ovat avainasemassa vaikuttamassa osaltaan säästämiseen ja investointeihin. (Pohjola 2008) Talouskasvua mitataan yleensä BKT:n määrän kasvuna tai elintason, eli asukaslukuun suhteutetun bruttokansantuotteen, BKT/capita:n kasvuna. Seuraavissa kappaleissa kartoitetaan yleisimpiä kasvun mekanismeja käsitteleviä teorioita, joista jokaisessa painotetaan hieman erilaisia kasvun takana olevia tekijöitä.

2.1.1 Kasvuteorioita

Maailemansotien jälkeisinä vuosina talous kasvoi lähestulkoon kaikissa OECD-maissa ennätysvauhtia. Tämä voimakas talouden kasvu tapahtui osittain kasvuhakuisen talouspolitiikan seurauksena, mutta kasvu on ollut hyvin monen tekijän summa. Talouskasvun selittämiseksi onkin olemassa lukuisia erilaisia malleja, jotka painottavat eri tekijöiden vaikutusta talouskasvuun. Useimmissa malleissa työn tuottavuuden kasvu ja teknologinen kehitys nähdään yhtenä merkittävimmistä kasvun tekijöistä, mutta suhtautuminen teknologiamuuttuun vaihtelee mallien välillä. Talouskasvun teorit voidaankin luokitella endogeenisen ja eksogeenisen kasvun malleihin sen perusteella, miten ne suhtautuvat juuri teknologiseen kehitykseen. (Pohjola 2008)

Eksogeenisissä kasvumalleissa teknologisen kehityksen katsotaan olevan mallin ulkopuolinen, eli eksogeeninen muuttuja. Tällaisia malleja ovat muun muassa klassinen Solow'n kasvumalli, sekä Ramsey-Cass-Koopman -malli. Solow'n malli selittää vain investointeja kiinteään ja henkiseen pääomaan, ja olettaa teknologisen kehityksen ulkopuolelta annetuksi. Teknologinen kehitys sisältyy tässä mallissa niin kutsuttuun Solow'n residuaaliin, joka kuvastaa teknologisen kehityksen lisäksi myös muiden mallin eksogeenisten muuttujien vaikutusta talouskasvuun. Teknologisen kehityksen tasoa ei siis näin ollen pyritä tai pystytä mallissa eksplisiittisesti arvioimaan. Eksogeenisen kasvun malleissa kasvu koostuu pääasiassa työvoima- ja pääomapanoksista, jolloin eri talouksien kasvurien voidaan lopulta ajatella lähestyvän toisiaan. Eksogeenisen kasvun malleihin sisältyy myös vähenevien rajatuottojen oletus, jonka vuoksi kasvu ei voi näin olettaen olla loputon. Yksinkertaisimmillaan tällainen kasvu mallinnetaan tuotantofunktiolla seuraavasti:

$$(1) \quad Y = F(K, L),$$

joka kuvaa kokonaistuotantoa Y pääoman (K) ja työn tarjonnan (L) funktiona. Tarkemmin ajateltuna pelkästään työvoiman määrä eli väestön kasvu ei ohjaa kasvua, vaan myös työn tuottavuus. Tämä otetaan myös eksogeenisissa kasvuteorioissa huomioon tuottavuutta kuvaavalla parametrilla A . Niinpä esimerkiksi Solow-Swanin mallissa oletetaan seuraavanlainen Cobb-Douglas-tuotantofunktio:

$$(2) \quad Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)L(t))^{1-\alpha},$$

missä $Y(t)$ on kokonaistuotannon määrä, t kuvaa aikaa ja α tuotannon joustavuutta saaden arvon välillä $]0,1[$. $A(t)L(t)$ kuvaa efektiivistä työpanosta eli työpanosta kerrottuna työn tuottavuuteen vaikuttavalla teknologialla tai tiedolla. $K(t)$ puolestaan edustaa pääomapanosta. (Aghion et al. 2009)

Ramsey-Cass-Koopman -malli eroaa Solow'n kasvumallista siinä, että se käsittelee säästämisastetta endogeenisena muuttujana ja olettaa kulutuksen määrän vaihtelevan eri ajanhetkillä. (Pohjola 2008) Kun Solow-Swanin mallissa oletettiin kiinteä säästämisen aste, Ramsey-Cass-Koopmanin mallissa otetaan huomioon kuluttajien taipumus tasoittaa elinkaaren aikaista kulutusta, esimerkiksi siirtämällä kulutusta tulevaisuuteen säästämällä. Tällöin mukaan tulee rajahyödyn käsite, jolloin kotitalouksien voidaan olettaa pyrkivän maksimoimaan hyötyfunktioaan yli ajan:

$$(3) \quad W = \sum_0^T \beta^t u(c_t), \quad 0 < \beta < 1$$

Tässä kotitalouksien kulutuksesta eri aikoina saaman hyödyn summaavassa funktiossa hyötyfunktion kerroin β pienenee ajan t myötä. Tämä kuvaa kuluttajien kärsimättömyyttä, sillä vaikka kuluttajat huomioivat tällä ajanhetkellä kulutuksesta saatavan hyödyn lisäksi myös siitä tulevaisuudessa saatavan hyödyn, voidaan lyhyemmän aikavälin hyödyllä olettaa olevan enemmän painoa kuluttajien silmissä. (Aghion et al. 2009)

Koska tässä tutkimuksessa ollaan kiinnostuneita erityisesti teknologisesta kehityksestä, eksogeenisen kasvun malleja kiinnostavampia ovat teknologisen kehityksen tasoa mittaamaan pyrkivät teoriat sekä esimerkiksi innovaatioperusteiset kasvuteoriat - etenkin innovaatioiden laatua korostavat teoriat. Endogeenisen kasvun teorioihin kuuluvat muun muassa AK-malli, sekä R&D- ja Human Capital-mallit. Nämä mallit pyrkivät selittämään myös, miten teknologia kehittyy esimerkiksi tutkimus- ja kehitystoimintaan investoimalla, sekä kuinka yksittäisen työntekijän osaamisen ja taitotason kasvu vaikuttavat talouteen. Voidaan esimerkiksi ajatella, että mitä suurempi määrä tutkijoita työskentelee tieteen ja teknologian parissa, sitä parempi talouskasvun kannalta. (Pohjola 2008) Innovaatioperusteisista kasvuteorioista keskitytään tässä tutkimuksessa Schumpeterilaiseen kasvuteoriaan, sillä siinä keskeisenä taloudellisen kehityksen mekanismina pidetään juuri teknologista kehitystä.

Yksi ensimmäisiä kehitettyjä endogeenisen kasvun malleja on AK-malli Sen sijaan että teknologinen kehitys otettaisiin ulkoapäin annettuna, AK-mallissa teknologiaa käsitellään mallin sisäisenä, taloudellisten tekijöiden aikaansaamana kehityksenä. Tämä mahdollistaa oletuksen siitä, että rajatuotot eivät ole eksogeenisen kasvun teorioiden tapaan pieneneviä, vaan kokonaistuotos voidaan ilmaista lineaarisena pääoman funktiona. AK-malli olettaa lisäksi, että talouden pitkän aikavälin kasvuvauhti riippuu taloudellisista tekijöistä, kuten resurssien allokoinnin muutoksesta ja tehokkuudesta. Yksinkertaistettuna AK-mallin voi ilmaista seuraavalla lineaarisella tuotantofunktiolla:

$$(4) \quad Y = AK,$$

missä vakio A kuvaa pääoman rajatuottoa. Skaalatuotot ovat tässä funktiossa vakioiset, sillä aiemmin esitetyn Cobb-Douglas-funktion α (eli tuotannon joustavuus) saa tässä tapauksessa arvon 1. Variaatioita endogeenisen kasvun malleista ovat myöhemmin kehittäneet muun muassa Mankiw, Romer ja Weil (1992). Kyseisessä mallissa keskeistä on inhimillisen pääoman merkitys taloudelliselle kasvulle, joka on ilmaistu matemaattisesti kaavassa 10.

$$(5) \quad Y = K^\alpha H^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta},$$

missä uutena parametrina aiempaan, Solow-Swan –mallin yhteydessä esiteltyyn Cobb-Douglas-funktioon on inhimillisen pääoman määrää kuvaava H , joka tuo malliin mukaan investoinnit inhimilliseen pääomaan.

Endogeenisen kasvun malleja on kritisoitu siitä, että ne eivät tarjoa uskottavaa selitystä maiden väliselle konvergenssille, eli teorialle siitä, että hitaasti kasvavat taloudet ottavat lopulta kiinni nopeampaa kasvavat taloudet kasvuasteessa. Eksogeenisen kasvun mallien taas on havaittu selittävän hyvin tätä kasvun vaihetta ennen steady state –tilaan (talous saavuttaa tasapainopisteen) päätymistä, vaikeivat ne selitäkään, kuinka kasvua saadaan aikaiseksi tämän tilan saavuttamisen jälkeen. (Aghion et al. 2009)

Kasvuteoriat voidaan jakaa edelleen sen perusteella, mikä niissä nähdään pääasiallisena vaikuttimena taloudelliselle kasvulle – pääoman (henkisen tai fyysisen) vai tuottavuuden kasvu. Siinä missä neoklassinen kasvuteoria ja AK-mallit keskittyvät pääoman kerääntymiseen, esimerkiksi Schumpeterilainen kasvuteoria (Aghion et al. 1992) ja Product Variety -malli (Romer 1990) painottavat tuottavuutta kasvattavien innovaatioiden laatua tai määrää. Product Variety –mallissa uusien tuotevariaatioiden tuominen markkinoille kasvattaa tehokkuutta, ottamatta kantaa siihen, ovatko uudet tuotteet parempia kuin edeltäjänsä, kun taas Schumpeterilainen kasvuteoria painottaa niinsanotun luovan tuhon mekanismeja kasvun moottorina. (Aghion et al. 2009)

Schumpeterilaisen luovan tuhon malleissa T&K-intensiteetti ja innovaatioiden määrä vaikuttavat talouden kasvuvauhtiin. Tällaisissa malleissa uuden paremman innovaation ajatellaan syrjäyttävän vanhat tuotteet kokonaan, minkä seurauksena syntyy tehokkuuden ja talouden kasvua. (Valkonen 2007) Esimerkiksi Malirannan ja Määttäsen (2011) mukaan kansantalouden tai toimialan tuottavuus kasvaa lähinnä kahden eri mekanismin kautta; tuotantoyksiköissä tapahtuvan tuottavuuden kasvun eli within-komponentin, ja toimialojen mikrorakenteiden muutoksen eli rakennemuutoskomponentin kautta. Näistä jälkimmäistä mekanismeista, eli rakennemuutosta kutsutaan Schumpeterilaisessa kehikossa myös luovaksi tuhoksi. Malirannan ja Määttäsen mukaan tällainen toimialan rakenteiden muutos tapahtuu sen seurauksena, että uusia tuotantoyksiköitä tulee markkinoille samalla kun vanhoja poistuu, sekä kun eri toimijat kasvavat markkinoilla eri vauhtia. Malirannan (2003a) mukaan juuri tällä mekanismilla näyttäisi olevan vaikutusta Suomessa eri ajanjaksojen, toimialojen ja alueiden välisiin tuottavuuseroihin.

Yksinkertaisimmillaan Schumpeterilaista kasvumallia kuvaa seuraava yhtälö:

$$(6) \quad Y_t = (A_t L)^{1-\alpha} x_1^\alpha,$$

missä Y_t on kokonaistuotos ajanhetkellä t , A_t kuvaa välituotteen tuottavuutta kyseisellä ajanjaksolla. x_1 on puolestaan tuotannossa käytetyn välituotteen määrä, ja L kuvaa työn kokonaistarjontaa taloudessa.

2.2 Tuottavuus ja sen mittaaminen

Tuottavuuden voidaan sanoa olevan panoksen ja tuotoksen välinen suhde, joka kuvaa tuotannon tehokkuutta, eli sitä, kuinka paljon tuotosta saadaan aikaan milläkin panoksella. Tuottavuuden mittaamiseen ei ole olemassa yhtä oikeaa tapaa ja usein tuottavuuden mittaria valitessa täytyy miettiä sitä, mikä on järkevintä käyttötarkoituksen kannalta. Usein tutkimuksissa kohdataan myös rajoitteita tuottavuusdatan saatavuudessa, joten saatavilla oleva tuottavuusmitta ei aina ole välttämättä kaikkein optimaalisin mittari.

Tuottavuusmittarit voidaan jakaa karkeasti kahteen luokkaan; yhden tekijän tuottavuusmittarit sekä useammasta eri tekijästä muodostuvat tuottavuusmittarit. Yhden tekijän mittareissa tyypillistä on, että tuotos suhteutetaan yhteen tuotannossa käytettyyn panokseen, yleensä joko pääomaan tai työvoimaan. Tuotosta voidaan arvioida myös suhteessa useisiin eri tuotantopanoksiin, ja panoksena voi olla sekä työvoima että pääoma, tai vaihtoehtoisesti näiden lisäksi vielä välituotteita, esimerkiksi energia tai raaka-aineet. Lisäksi eri tuottavuusmittarit eroavat toisistaan siinä, mitä suuretta käytetään tuotoksen arvioinnissa. Etenkin yritys- ja toimialatason tuottavuudesta puhuttaessa on hyvä erottaa, tarkastellaanko tuottavuutta bruttotuotoksen ja siihen käytettyjen panosten suhteena, vai käytetäänkö tuotoksen arvioimiseen arvonlisäyksen käsitettä. Tuottavuusmittarit voidaan edelleen jakaa myös sen perusteella, ovatko niiden muodostamiseen käytetyt menetelmät parametrisia vai eivät. Parametrisissa menetelmissä estimoidaan ekonometrian avulla tuotantofunktion parametreja, ja näin ollen saadaan suora arvio tuottavuuden kasvusta. Ei-parametrisiksi menetelmäksi puolestaan lasketaan esimerkiksi Growth Accounting –lähestymistapa, jossa tuottavuuden kasvua arvioidaan talousteorian ja tuotantofunktion ominaisuuksien pohjalta. (Schreyer et al. 2001)

Kasvuteorioiden yhteydessä mainittiin, että osa kasvuteorioista painottaa pääoman merkitystä kokonaistuotoksen takana, ja osa nimenomaan tehokkuuden kasvun vaikutusta taloudelliseen kehitykseen. Sitä, kuinka suuri osa kasvusta on syntynyt tuottavuuden kasvun seurauksena ja kuinka suuri osa pääoman kertymisestä on pyritty mittaamaan Growth Accounting –mallilla. Tämä liittyykin läheisesti tuottavuuden mittaamiseen, sillä yksi Growth Accounting –komponenteista on tuottavuuden mittaamiseen käytetty TFP, eli total factor productivity. TFP on alunperin Solow'n (1957) kehittämä mittari, joka ottaa huomioon panosten jakautumisen pääomaan, työvoimaan ja materiaalipanoksiin (kaava 12).

$$(7) \quad Y_t = A_t F(K_t, L_t, M_t),$$

missä Y_t on tuotannon määrä ja $F(K_t, L_t, M_t)$, on havaittavissa olevien pääoma- (K_t) työ- (L_t) ja materiaalipanosten (M_t) funktio. A_t kuvastaa tässä yhtälössä TFP:tä, selittäen näin ollen sellaiset muutokset tuotannossa Y_t , joita muut mallin panokset eivät selitä. (Syverson 2011)

Tuottavuutta mitataan usein kuitenkin työn tuottavuutta, eli saatua tuotosta suhteessa siihen käytettyyn työpanokseen, tarkastelemalla. On nimittäin huomattu, että tällainen tuottavuusmittaus antaa monesti samansuuntaisia tuloksia kuin kokonaistuottavuuden mittaaminen. Kokonaistuottavuutta mitattaessa, eli otettaessa työn tuottavuuden lisäksi huomioon myös pääomapanos, vastaan tulee erinäisiä ongelmia. Muun muassa pääomapanoksen mittaaminen ei ole kovinkaan tarkkaa, eikä pääoman käyttöastetta pystytä mittaamaan lainkaan. (Maliranta ja Määttänen 2011) Käytännössä tuottavuutta on hankala mitata. Malirannan ja Määttäsen mukaan tämä johtuu muun muassa siitä, että tuotannossa panoksina käytettävien eri tuotannontekijöiden suhteet vaihtelevat, ja vaikuttavat näin ollen suuresti mitattavaan tuottavuuden kasvuun. Myös tuotteiden laadun mittaus on hankalaa. Lisäksi jotkut politiikkatoimenpiteet saattavat vääristää tuotannontekijöiden allokoitumista toimialan eri yritysten välillä, ja näin esimerkiksi jonkin yksittäisen yrityksen tai tuotantoyksikön tuottavuutta kasvattava toimenpide ei automaattisesti tarkoita koko toimialan tuottavuuden kasvua, vaan saattaa jopa heikentää sitä mikrorakenteiden epäedullisen muutoksen kautta.

Lisäksi tuottavuuteen on usein katsottu vaikuttavan niin teknologian käyttöönotto, investoinnit inhimilliseen pääomaan, säännökset kuin johtamistaitokin. Tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä on yhä enenevässä määrin tutkittu empiirisesti mikrotason pitkittäisaineiston avulla. Bartelsmanin (et al. 2010) mukaan yritystason aineistoja tarkastelemalla on huomattu, että firmojen välisessä

tuottavuudessa on erittäin suurta hajontaa, ja että korkean tuottavuuden yritykset ovat myös usein tuottavia yli ajan. On myös havaittu, että suuri osa tuottavuuden kasvusta tulisi resurssien allokoinnin, eli schumpeterilaisen luovan tuhon kautta. Tutkimuksessa huomataan, että hajonta firmojen välisessä tuottavuudessa ja työpaikkojen vaihtuvuus teknologiaintensiivisillä aloilla on kasvanut vuoden 1995 jälkeen. Bartelsman (et al. 2000) korostaa, että tuottavuuden kasvuun vaikuttavia tekijöiden tärkeyttä on vaikea pisteyttää, mutta joitain johtopäätöksiä on kuitenkin tehtävissä. Yksi näistä on se, että resurssien tehokkaan allokoimisen estävä säännöstely saattaa vaikuttaa negatiivisesti tuottavuuden kasvuun. On myös huomattu, että teknologian vaikutusta tuottavuuteen ei pystytä mittaamaan pelkästään tuotantopanosten määrällä, sillä teknologiaintensiivisyys on yhteydessä esimerkiksi inhimilliseen pääomaan ja johtamistaitoon, jotka myös korreloivat tuottavuuden kanssa.

2.3 Teknologisen kehityksen mittaaminen

Toisin kuin eksogeenisen kasvun teorioissa, pyritään esimerkiksi schumpeterilaisissa kasvuteorioissa mittaamaan teknologisen kehityksen tasoa. Teknologisen kehityksen tasoa käytetään usein myös selittävänä muuttujana tuottavuus- ja palkkaeroja tutkittaessa. Teknologisen kehityksen mittaaminen ei ole kuitenkaan yksiselitteistä, joten kasvua ja teknologiaa käsittelevässä tutkimuksessa on käytetty erilaisia proxy-muuttujia kuvaamaan teknologista kehitystä. Eri muuttujat painottavat teknologisen kehityksen eri osa-alueita, joten kaikissa mittareissa on omat puutteensa ja käytetyllä mittarilla on myös suuri vaikutus tutkimuksen tuloksiin.

Eräänä teknologisen kehityksen mittarina käytetään usein liiketoiminnassa käytetyn teknologian määrää, esimerkiksi tietokoneiden määrää yrityksessä, toimialalla tai maassa. Myös investointeja T&K -toimintaan on käytetty teknologisen kehityksen tason arvioimiseen. Toisin kuin useat ICT-teknologian käytöstä kertovat proxyt, tutkimus- ja kehitystoiminnan määrä kuvaa hieman laajemmin erilaista teknologian kehitystä, eikä kerro jonkin tietyn tyyppisen teknologian käytöstä. Lisäksi investoinnit tutkimus- ja kehitystoimintaan saattavat näkyä vasta vuosien kuluttua investoinnin alkuaikakohdasta, jolloin vaikutusten empiirisen todistamisen voi ajatella olevan hankalampaa. Siispä tutkiessa esimerkiksi osaamispainotteista teknologiamuutosta, on ehkä kuvaavampaa tarkastella jotain tietyn tyyppistä teknologiaa, jolloin voidaan analysoida, onko kyseinen teknologia osaamispainotteista ja kenties vaikuttanut työvoiman kysynnän rakenteeseen tai työvoiman

tuottavuuteen. Myös aiemmin esiteltyä Solow'n (1957) TPF –mittaria on perinteisesti käytetty kokonaan tai talouden laajuisen teknologisen kehityksen arvioimiseen. (Aghion 2002)

3 Tulonjako ja teknologinen kehitys

Teknologisen kehityksen katsotaan olevan usein pääasiallinen vaikutin palkka- ja tuottavuuserojen taustalla. On nimittäin havaittu, että samankin toimialan yritykset omaksuvat uusia teknologioita vaihtelevalla menestyksellä. Tästä vuorostaan seuraa se, että uuden teknologian käyttöönotossa paremmin onnistuneiden yritysten tuottavuus suhteessa epäonnistuneisiin yrityksiin kasvaa, mikä erään hypoteesin mukaan vuorostaan kasvattaa palkkaeroja saman toimialan eri yritysten välillä. (Faggio et al. 2007) Tässä tutkimuksessa keskitytään selittämään tuottavuus- ja palkkaeroja nimenomaan teknologisen kehityksen avulla. Tämän vuoksi seuraavassa osiossa esitellään ensin hieman tulojaon teoriaa, minkä jälkeen käydään läpi teoriaa ja tutkimusta teknologisen kehityksen yhteydestä tulonjakoon.

3.1 Tulonjako

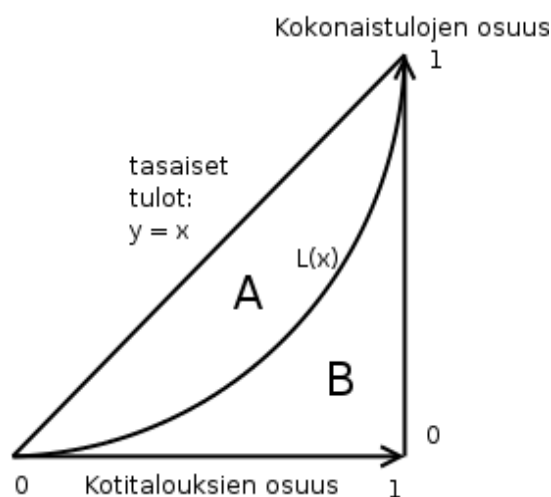
Teollisuusmaiden tuloerojen kehityksen syistä ja niiden merkityksestä esimerkiksi talouteen on kehitetty monenlaisia teorioita ja tutkimuksia. Joissain empiirisissä tutkimuksissa on havaittu, että monissa OECD-maissa tuloerot tasoittuivat toisen maailmansodan jälkeen selvästi, minkä jälkeen tuloerojen on havaittu kääntyneen vuorostaan nousuun maasta riippuen 80- ja 90- luvulla. Onkin esitetty, että tuloerojen kehityksessä olisi havaittavissa niin sanottu U-käyrä, eli että tuloerot olisivat nousseet erittäin jyrkästi sodanjälkeisten vuosien laskun jälkeen jatkaen edelleen nousuaan, kun taas toiset pitävät tuloerojen kasvua erittäin maltillisena ja lyhempiaikaisena ilmiönä. U-käyrän olemassaololle on olemassa etenkin Suomen ja Ruotsin kohdalla empiirisiä todisteita (Atkinson 2003).

Tämän U-käyrä perustuu kuuluisaan Kuznetsin hypoteesiin, jonka mukaan kehitysvaiheessa olevissa talouksissa tuloerot kasvavat, kun taas tietyn taloudellisen kehityksen tason saavutettuaan tuloerot alkavat pienetä (Kuznets 1955). Taloudellisen epätasa-arvoisuuden kasvu johtuu Kuznetsin mukaan aluksi kasvavista palkkaeroista teollisuuden ja maatalouden palkkojen välillä. Myös matalampi kuolleisuus ja korkeampi syntyvyys, sekä investoiminen uuteen teknologiaan kasvattavat tuloeroja teollistumisen alkuvaiheessa. Myöhemmin tuloerot kuitenkin Kuznetsin hypoteesin mukaan tasoittuvat teollistumisen myötä, kun yhä suurempi osuus ihmisistä siirtyy parempipalkkaisiin töihin

Tuloeroista puhuttaessa on hyvä tietää, millaisia mittareita tuloerojen arvioimisessa yleisesti käytetään. Mittaustavasta riippuen tuloerot voivat olla hyvinkin erisuuruisia, sillä eri mittareissa painotetaan usein erilaisia asioita. Joku mittari voi esimerkiksi painottaa eroja ääripäiden, eli kaikkein suuri- ja pienituloisimpien välillä, ottamatta niinkään kantaa tulojakauman keskivaiheille sijoittuvien tuloihin, kun taas jotkut mittarit painottavat esimerkiksi eroja pienituloisten ja mediaanituloisten välillä. Tässä osiossa esitellään joitain yleisimmistä tavoista mitata taloudellista epätasa-arvoisuutta, mittauksessa yleisimmin käytettyjä tulokäsitteitä sekä käsitellään hieman tulo- ja palkkaerojen yleistä kehitystä Suomessa.

3.1.1 Tuloerojen mittaaminen

Yksi yleisimmin käytetyistä tulonjaon mittareista on Gini-kerroin, joka ilmaisee karkeasti, kuinka tasaisesti varallisuus on jakautunut esimerkiksi jonkin maan kansalaisten kesken. Gini-kerroin voi teoriassa saada arvoja nollan ja yhden väliltä; mikäli arvo olisi yksi, se tarkoittaisi, että kaikki varallisuus on yhdellä henkilöllä, kun sen sijaan arvo nolla tarkoittaisi, että tuloeroja ei olisi lainkaan. Tätä voidaan havainnollistaa Lorenz-käyrällä seuraavasti:



Lorenz-käyrää tulkitaan yksinkertaisuudessaan siten, että mitä suurempi on alueen A pinta-ala, sitä suurempi taloudellinen epätasa-arvoisuus vallitsee. Mikäli Lorenz-käyrä kulkisi diagonaalisuoran kanssa samansuuntaisesti, tarkoittaisi se täysin tasaista tulonjakoa.

Matemaattisesti Gini-kerroin määritellään seuraavasti:

$$(8) \quad GINI = \frac{1}{2\mu} \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |x_i - x_j|,$$

missä n on kotitalouksien määrä, μ kotitalouksien keskimääräinen tulo, sekä x_i ja x_j kaksi havaintoa populaation sisällä. Maiden ja alueiden välistä vertailua tehdessä Gini-kerroin ei itsessään kuitenkaan ole täysin luotettava tulonjaon mittari, koska kaikki sillä mitattu data ei välttämättä ole keskenään vertailukelpoista. Gini-kertoimia ei ole aina laskettu johdonmukaisesti eri aikoina tai eri maissa. Esimerkiksi joissain maissa tulonjakotiedot kerätään kotitalouksittain, kun taas jossakin tiedot kerätään yksilötasolla. Tällaisen harhan korjaamiseksi on muun muassa alettu käyttää verotietoja epätasa-arvoisuuden mittaamiseen. Verotiedot sopivat nykykäsityksen mukaan todellisen taloudellisen epätasa-arvoisuuden mittaamiseen, mutta niidenkään käyttäminen ei ole ongelmaton. Mahdollisen veronkierron takia tulokset saattavat vääristyä, koska kaikkien tuloista ei saada todenmukaista kuvaa. (Malinen 2012)

Muita käytettyjä tulonjakomittoja ovat muun muassa logaritmisen tulon varianssi sekä variaatiokerroin. Logaritmisen tulon varianssi on nimensä mukaisesti varianssi logaritmoidusta tulosta. Tulojakauma on yleensä vino, ja hyvin suuret tulot saattavatkin vääristää tutkimustuloksia, ellei niitä oteta huomioon. Suurin osa tulonsaajista sijoittuu nimittäin tulojakauman alapäähän, kun taas keskituloisista ylöspäin tienaavat ovat harvemmassa, ja samalla erittäin suuret tulot aiheuttavat jakauman hännän pitenemisen. Tämän vuoksi tuloille tehdäänkin usein logaritmimuunnos, joka tasoittaa jakaumaa normaalijakauman suuntaan. Kaikissa tuloeroja koskevissa tutkimuksissa tätä ei ole välttämättä otettu huomioon, mikä aiheuttaa harhaa päätelmissä (Taimio 2007). Variaatiokerroin puolestaan on mittayksiköstä riippumaton suure, joka ilmaisee tulojen keskihajonnan suhteessa keskimääräiseen tuloon, ja ilmaistaan näin ollen keskihajonnan ja keskiarvon osamääränä. Variaatiokerrointa käytetään keskihajonnan sijasta esimerkiksi silloin, kun vertaillaan jakaumiltaan erilaisia aineistoja (Everitt 2002). Matemaattisesti variaatiokerroin määritellään seuraavasti:

$$(9) \quad CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%, \text{ jossa } s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

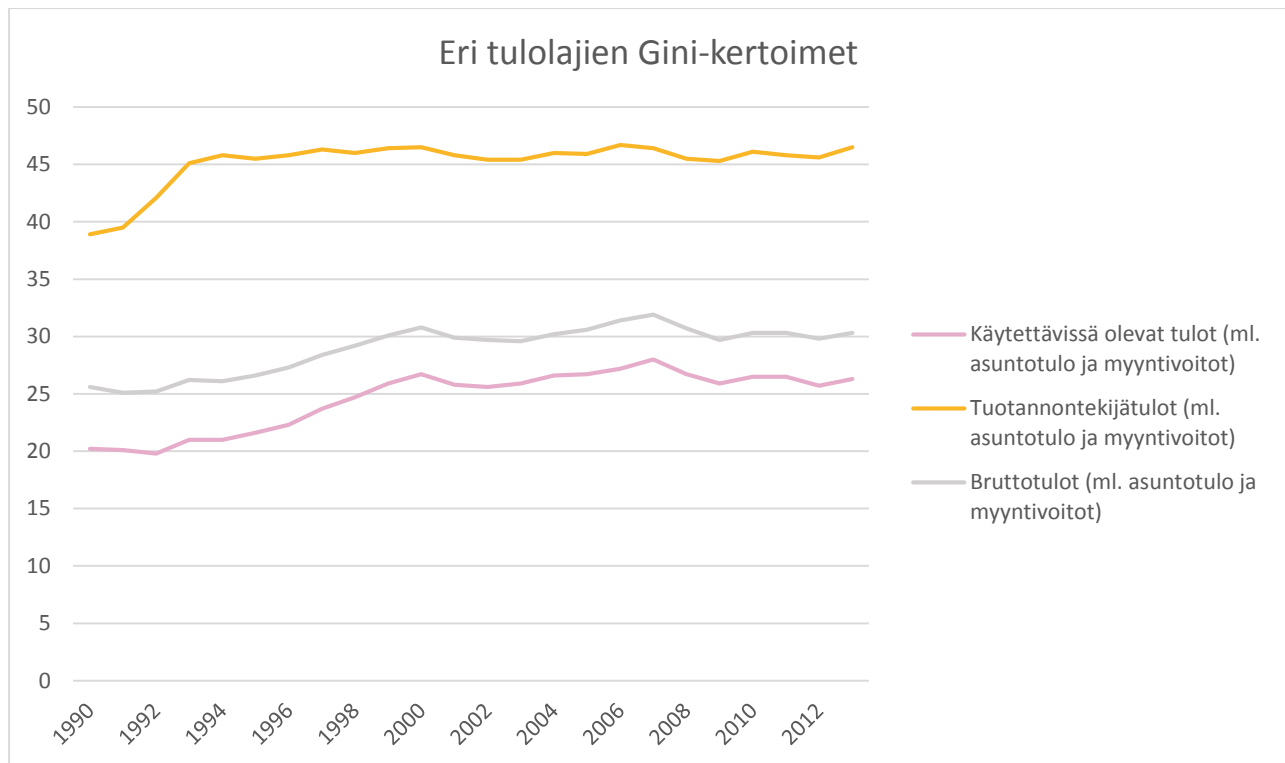
Edellä mainitut mitat eivät kuitenkaan ole puhtaasti tilastollisia eli positiivisia mittoja, sillä ne perustuvat osittain implisiittisiin tulonjakoarvostuksiin. Esimerkiksi kun Gini-kerroin pienenee, se ei kaikkien mielestä tarkoita automaattisesti eriarvoisuuden pienenemistä. Tämän vuoksi on kehitetty myös niin kutsuttuja normatiivisia tulonjakomittoja, jotka perustuvat eksplisiittisesti tulonjakoarvostuksiin. Tällaisista mitoista esimerkkejä ovat muun muassa Daltonin mitta ja Atkinsonin mitta. Daltonin mitta vertaa yhteiskunnan hyvinvointia siihen hyvinvoinnin tasoon, joka saataisiin, mikäli kokonaistulo jaettaisiin tasan. Atkinsonin mitta taas ottaa tulonjakotavoitteita kuvaavaa parametrin β avulla huomioon sen, kuinka paljon yhteiskunnassa painotetaan tuloerojen tasaamista. Kun β saa arvon 0, on yhteiskunta tulonjaon suhteen indifferentti. β :n arvon kasvaessa yhteiskunnan kiinnostus pienituloisimpaa tulonsaajaryhmää kohtaa kasvaa, ja β voi teoriassa saada arvoja välillä $[0, \infty]$. Eriarvoisuuden lisäksi Atkinsonin mitta ilmaisee tulojen uudelleenjaosta mahdollisesti saatavan hyvinvoinnin muutoksen. (Tuomala 2009)

3.1.2 Tulokäsitteitä

Tuloeroja voidaan tarkastella monelta eri kannalta, ja usein esimerkiksi ginikerroin lasketaan tulotyyppien mukaan. Nämä tulotyyppit voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri ryhmään; palkkoihin, tulonsiirtoihin sekä yrittäjätuloihin. Tuloeroista puhuttaessa onkin oleellista määrittää, tarkastellaanko kotitalouksien vai yksilöiden välisiä tuloeroja, maiden keskinäisiä tuloeroja vai kenties jotain muuta. Tärkeää on myös miettiä, mitä tulokäsitteitä tai tulolajeja tarkastelussa käytetään. Usein tulokehitystä tutkittaessa vertaillaan keskenään tuotannontekijätulojen, bruttotulojen ja käytettävissä olevien tulojen kehittymistä. Markkinoilta saatavat tulot, kuten työ-, yrittäjä- ja omaisuustulot muodostavat yhdessä tuotannontekijätulot. Bruttotulot vuorostaan saadaan, kun lisätään tuotannontekijätuloihin kotitalouksien saamat tulonsiirrot, kuten esimerkiksi eläkkeet ja sosiaaliavustukset. Kotitalouksien käytettävissä olevat tulot saadaan vähentämällä bruttotuloista kotitalouksien maksamat tulonsiirrot, eli tuloverot ja muut veroluonteiset maksut. (Pohjola 2008)

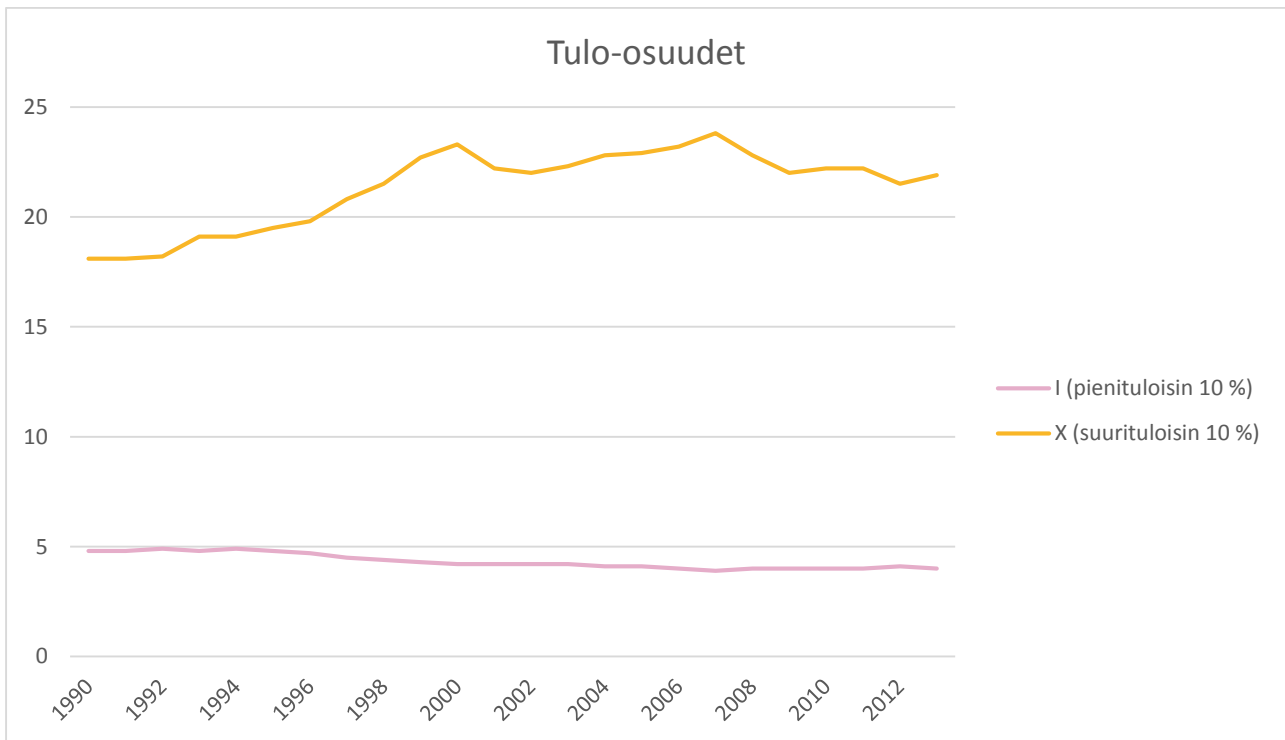
Kuviosta 1 huomataan, että eri tulolajien jakautumisessa saattaa olla suuriakin eroja. Kuviosta näkee, että Suomessa kaikkein epätasaisimmin ovat kyseisellä aikavälillä jakautuneet nimenomaan tuotannontekijätulot, eli tulot ilman saatujen ja maksettujen tulonsiirtojen vaikutusta. Kaikkein pienin ginikerroin on luonnollisesti käytettävissä olevilla tuloilla, joissa on huomioitu kotitalouksien saamat tulonsiirrot, maksetut verot jne. Myös tuotannontekijätulojen trendi näyttää hieman erilaiselta kuin

käytettävissä olevien tulojen ja bruttotulojen kohdalla. 1990-luvun alkuvuosina tuotannontekijätuloissa havaitaan esimerkiksi suurempi hajonnan kasvu kuin muissa tulotyypeissä. Yleisesti ottaen tuloerot näyttävät kasvaneen Suomessa kaikilla tulolajeilla mitattuna vuodesta 1990 vuoteen 2012.



Kuvio 1. Eri tulolajien jakautuminen Gini-kertoimella mitattuna Suomessa vuosina 1990-2012. (Tilastokeskuksen tulonjakotilasto)

Edellä kuvatuissa tulolajeissa oli mukana sekä ansio- että pääomatulot, eli kaikki markkinoilta saatavat tulot. Kuitenkin Suomessa on havaittu, että etenkin vuoden 1994 veromuutoksen jälkeen pääomatulojen ja ansiotulojen kehityksen on huomattu eriytyneen (Taimio 2007). Tuolloin pääomatulojen verotusta kevennettiin suhteessa palkkatuloihin, ja suuri osa kokonaistuloeroista muodostuukin Suomessa pääomatulojen hajonnasta. Pelkkiä palkkaeroja tarkasteltaessa ovat tuloerot etenkin Suomessa suhteellisen pieniä, mutta pääomatulojen ollessa mukana tarkastelussa huomataan, että ylimmän tulokymmenyksen tulo-osuus on kasvanut muihin tulonsaajaryhmiin nähden 90-luvun laman jälkeen. Kuvio 2 havainnollistaa ylimmän ja alimman tulokymmenyksen tulo-osuuksien kehitystä.



Kuvio 2. Ylimmän ja alimman tulodesiilin tulo-osuuksien kehittyminen Suomessa vuosina 1990-2012. (Tilastokeskus tulonjakotilasto)

Myös varallisuuseroja on tutkittu jonkin verran, mutta vuonna 2005 tehdyn varallisuusveron poistamisen jälkeen ei ole enää ollut saatavilla tietoa Suomen varallisuuserojen kehittymisestä. Kuitenkin aineisto vuoteen 2005 asti osoittaa, että varallisuuserot ovat tuloerojen tavoin kasvaneet vuosikymmenen ajan. (Taimio 2007)

3.1.3 Palkkaerot

Palkkaeroista puhuttaessa otetaan huomioon vain ansiotulot, jolloin esimerkiksi pääomatulot ja varallisuus jätetään pois tarkastelusta. Palkkaeroja tutkittaessa keskitytään ainoastaan palkansaajien tuloihin, eikä näin ollen huomioida esimerkiksi työttömien tai eläkeläisten tulotasoa. Suomessa palkkaerot ovat olleet tähän mennessä varsin maltillisia (Tilastokeskus 2014), kun taas esimerkiksi Yhdysvalloissa ja Iso-Britanniassa palkkaerot ovat kasvaneet huomattavasti 80-luvun alusta 2000-luvulle (Acemoglu et al. 2001). Vaikka Suomessa palkkaerot ovat kasvaneet suhteellisen vähän, on suomalaistenkin palkkaeroissa havaittu Tilastokeskuksen palkkarakennetilaston mukaan hajonnan lisääntymistä vuoden 1995 jälkeen. Viimeisin (2014) kokoaikaisten palkansaajien ansioista laskettu

suhdeluku on 2,4, eli Suomen parhaiten palkattu kymmenys ansaitsee 2,4 kertaa enemmän kuin pienipalkkaisin kymmenys palkansaajista. Palkkarakenteen on myös havaittu polarisoituneen (Asplund et al. 2011), mikä tarkoittaa, että yhä useampi suomalainen työskentelee ammateissa, joissa tulot ovat palkkajakauman ala- tai yläpäässä, mutta keskipalkkaisissa ammateissa (esim. teollisuus ja rakentaminen) työskentelevien määrä on vähentynyt. Esimerkiksi asiantuntijoina ja palveluammateissa työskentelevien henkilöiden määrä on lisääntynyt huomattavasti. Asiantuntijat ovat usein hyväpalkkaisimmasta päästä, kun taas palvelualoilla palkat ovat jakauman pienimmästä päästä. Suurin muutos tästä ansioiden jakautumisesta on tapahtunut yksityisen sektorin puolella (Tilastokeskus 2014).

3.1.4 Palkkaerojen mittaaminen

Palkkaeroja voidaan mitata usealla eri menetelmällä, riippuen siitä, millaisia muutoksia tarkastelussa halutaan painottaa. Kuten kokonaistuloeroja mitattaessa, myös palkkaeroja voidaan mitata keskittyen joidenkin tiettyjen palkansaajaryhmien vertaamiseen. Eräs tapa kuvata palkkaeroja on palkkasuhdemittarit, joista yleisimmin käytetään kolmea eri suhdelukua; suuri- ja pienituloisten, suuri- ja mediaanituloisten sekä mediaani- ja pienituloisten palkkasuhdetta. Suuri- ja pienituloisten palkkasuhdetta (P90/P10) voidaan tarkastella vertailemalla alimman ja ylimmän tulokymmenyksen palkkatasoja. Mittari lasketaan laittamalla ensin palkat suuruusjärjestykseen, ja muodostamalla tämän jälkeen saadusta jakaumasta kymmenen yhtä paljon havaintoja sisältävää palkansaajaryhmää, tulokymmenystä eli tulodesiiliä. P90/P10 on näin ollen pieni- ja suurituloisimpien 10 % palkkojen suhdeluku. Suuri- ja pienituloisten palkkasuhdemittarissa korostuukin jakauman ääripäiden väliset eroavaisuudet. Samalla logiikalla voidaan vertailla myös suurituloisten ja mediaanituloisten välisiä palkkaeroja (P90/P50), jolloin tarkastellaan palkkaeroja jakauman yläpäässä. Tällöin suhdeluvun kasvu tarkoittaa palkkaerojen kasvua. Palkkajakauman alemman puolen eroavaisuuksia (P10/P50) mitataan palkkasuhdemittarilla, joka kuvaa palkkajakauman alimman desiilin suhdetta mediaanipisteen palkkoihin. Toisin kuin P90/P50 –suhdelukua tarkasteltaessa, palkkaerojen voidaan tulkita kasvavan P10/P50 –suhdeluvun pienentyessä. (Asplund 2008)

Kuten kokonaistuloeroja tarkasteltaessa, myös palkkaeroja voidaan mitata aiemmin kuvatulla Gini-kertoimella. Tällöin palkkaerojen muutokset jakauman keskivaiheilla korostuvat, sillä Gini-kerroin

on hajontalukuja vakaampi vinoja jakaumia analysoitaessa, ja reagoi näin ollen hajontalukuja heikommin ääripäiden havaintoihin. Hajontalukuihin kuuluu muun muassa hieman harvemmin käytetty Theilin indeksi (T), joka taasen korostaa muutoksia palkkajakauman yläosassa. Theilin indeksi määritellään matemaattisesti seuraavasti:

$$(10) \quad T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\bar{x}} \ln \left(\frac{x_i}{\bar{x}} \right)$$

Kun palkkaeroja kuvataan logaritmin varianssilla (LV), variaatiokertoimella (CV) tai logaritmin keski-poikkeamalla (MLD), painottuvat vuorostaan pienimmissä palkoissa tapahtuvat muutokset. (Asplund 2008) Variaatiokerroin määriteltiin matemaattisesti kokonaistuloerojen yhteydessä, joten seuraavaksi esitellään logaritmin varianssin ja logaritmin keski-poikkeaman matemaattiset määritelmät. Logaritmin varianssi kertoo, kuinka suurilla havaintojen neliöidyt poikkeamat geometrisesta keskiarvosta (\tilde{x}) keskimäärin ovat, kun taas logaritmin keski-poikkeaman määritelmässä käytetään aritmeettista keskiarvoa (\bar{x}).

$$(11) \quad LV = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(\ln x_i - \ln \tilde{x})^2$$

$$(12) \quad MLD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln \left(\frac{\bar{x}}{x_i} \right)$$

3.2 Skill-Biased Technical Change ja General Purpose Technology

Puhuttaessa palkkaerojen synnystä, työn taloustieteen tutkimuksessa nousee usein esille niin kutsuttu *Skill-Biased Technical Change (SBTC)*. Tämä on teoria siitä, että uusi teknologia voi hyödyttää koulutettua työvoimaa kouluttamattoman kustannuksella, kasvattamalla koulutetun työvoiman suhteellista kysyntää ja näin ollen myös näiden kahden ryhmän välisiä palkkaeroja. Erityisesti ICT-teknologian on havaittu olevan tällaista tuottavuushajontaa kasvattavaa teknologiaa, ja viime vuosikymmeninä tapahtuneen, laajamittaisen informaatioteknologian kehittymisen on havaittu

suurentaneen palkkaeroja, ainakin uuden teknologian käyttöönottoaiheessa. (Acemoglu et al. 2001) Tämän vuoksi teknologisesta muutoksesta on tullut tärkeä komponentti myös tulonjakokeskustelussa.

Vastakohtana tällaiselle osaamisen suhteen vinoutuneelle tekniselle kehitykselle on myös olemassa oma käsitteensä, josta käytetään usein nimitystä *De-skilling*. Tällaisesta kehityksestä puhutaan silloin, kun uusi teknologia on sellaista, ettei sen käyttämiseen ei tarvita pitkää koulutusta. Tällaisten teknologioiden käyttöönotosta vuorostaan hyötyy kouluttamaton työvoima. Hyödyn voidaan olettaa tulevan samaa kautta kuin SBTC:n tapauksessa, mutta De-skilling-tyyppisten teknologioiden käyttöönotossa matalammin koulutetun työvoiman kysyntä ja tuottavuus suhteessa korkeasti koulutettuun työvoimaan kasvaa. Uusi teknologia voi olla myös neutraalia sitä käyttävän työvoiman suhteen, jolloin uuden teknologian käyttöönotto ei muuta työvoiman kysynnän rakennetta. (Caselli 1999)

Erään näkemyksen mukaan osaamispainotteinen teknologinen muutos on kiihtynyt 1970-luvulta lähtien, ja syynä tähän pidetään usein nimenomaan ICT-teknologian leviämistä, niin sanottua teknologiamurrosta. Teknologiamurrosten yhteydessä puhutaan usein *General Purpose Technologysta*. Tätä termiä käytetään usein kuvaamaan koko talouden tasolla vaikuttavia uusia innovaatioita ja teknologioita. Tällaisiin teknologioihin katsotaan usein kuuluvaksi muun muassa informaatioteknologia, jonka kehittyminen on muun muassa mahdollistanut yhä suurempien datamassojen käsittelyn nopeampaa kuin koskaan aikaisemmin. General purpose technology – tyyppisten innovaatioiden voidaan ajatella kuuluvan schumpeterilaisessa kasvuteoriassa korostettuihin niin sanottuihin parempiin innovaatioihin, jotka syrjäyttävät suurilta osin vanhoja tuotteita, näin ollen edesauttaen luovaa tuhoa. (Aghion et al. 2002b)

3.3 Koulutuspremio ja muita palkkaeroihin vaikuttavia tekijöitä

Koulutuspremiosta (*Skill premium*) puhuttaessa tarkoitetaan suhteellista palkkaeroa korkeasti koulutetun ja kouluttamattoman työvoiman välillä. Esimerkiksi Yhdysvalloissa koulutuspremio nousi 80-luvun alussa, johon syynä pidetään yleisesti teknologista kehitystä ja globalisaatiota. Siksi koulutuspremiota tarkastellessa tutkitaan usein myös kansainvälisen kaupan vaikutusta koulutuspremiioon ja palkkahajontaan. Teorian mukaan kansainvälinen kauppa nostaa koulutuspremiota maissa, joilla on kilpailuetu tietointensiivisillä sektoreilla, ja päinvastoin laskee

koulutuspreemiota muissa maissa. Useissa tutkimuksissa koulutuspreemion arvioimiseen on käytetty Heckscher-Ohlin –mallia. Kyseisessä mallissa koulutetun työvoiman (h) suhde kouluttamattomaan työvoimaan (l) sektorilla j ilmaistaan seuraavasti:

$$(13) \quad \frac{h}{l} = \frac{\alpha_j}{1 - \alpha_j} \left(\frac{s}{w} \right)^{-\rho},$$

missä α_j on sektorikohtainen ominaispiirre, s kuvaa korkeasti ja w matalasti koulutettujen palkkoja. ρ taas kuvaa korkeakoulutetun ja kouluttamattoman työvoiman välistä substituutiojoustoa. (Burstein et al. 2012)

Kansainvälisen kaupan vaikutus palkkaeroihin on kiistanalainen, mutta joissain empiirisissä tutkimuksissa havaittu ilmiö. Teorian mukaan esimerkiksi Yhdysvalloissa kasvanut palkkaero eri osaamistason omaavien ryhmien välillä on ollut seurausta lisääntyneestä kaupasta kehittyvien maiden kanssa. Tämän perusteena käytetään sitä, että 1990-luvun puoliväliin mennessä kehittyneiden maiden kanssa käydyn kaupan, ja tarkemmin ottaen tuonnin, suhde oli yli nelinkertainen 1970-luvun alun tilanteeseen nähden. (Acemoglu 2003)

Eräs usein tutkittu selitys palkka- ja tuottavuuserojen syntymiselle ovat erilaiset institutionaaliset tekijät, kuten ammattiliittojen vahvuus. Onkin usein havaittu, että vaikutusvaltaisilla ammattiliitoilla on tapana kaventaa palkkaeroja, sillä ne neuvottelevat palkoista koko toimialan laajuudella. Esimerkiksi Yhdysvaltoja ja Iso-Britanniaa koskevissa tutkimuksissa on havaittu, että palkka-ansioden hajonnan ja liittoon kuuluvien työntekijöiden osuuden välillä vallitsee negatiivinen korrelaatio. (Acemoglu et al. 2001) Institutionaalsiin tekijöihin keskittyy muun muassa Acemoglun (et al. 2001) tutkimus, jonka pääargumenttina on, että teknologinen kehitys on vaikuttanut suuresti ammattiliittojen voiman murenemiseen Iso-Britanniassa ja USA:ssa. Tutkimuksessa esitetään, että koska uuden teknologian myötä kyvykkäät työntekijät löytävät uusia mahdollisuuksia ulkopuolelta, he irtautuvat liitoista paremman tulotason houkuttelemisella. Tämä puolestaan on osaltaan vahvistanut palkkajakauman eriytymistä tehokkuuserojen kasvun lisäksi. Vaikka kansainvälisen kaupan vaikutusta palkkaeroihin ei ole kaikissa tutkimuksissa havaittu, Acemoglu (2003) löytää tutkimuksessaan todisteita siitä, että kansainvälinen kaupankäynti on osaltaan vahvistanut osaamispainotteisen teknologian leviämistä ja näin ollen vaikuttanut myös palkkaerojen kasvuun

Yhdysvalloissa. Tässä tutkimuksessa Acemoglu tarkastelee koulutuspreemioon mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä, eli kansainvälistä kauppaa, teknologiaa ja instituutioita.

Uusissa tutkimuksissa on kuitenkin kyseenalaistettu tällaisten institutionaalisten tekijöiden merkitys palkkaeroihin, ja sen sijaan esimerkiksi Faggio (et al. 2007) pitävät suurempana tekijänä palkkaerojen muodostumisessa yritysten välisiä, teknologiseen kehitykseen liittyviä tuottavuuseroja. Faggio et al. perustavat väitteensä sille havainnolle, että suurimman osan palkkaerojen kasvusta on havaittu koostuvan yritysten välisistä, eikä niinkään yritysten sisäisistä palkkaeroista.

3.4 Aikaisempaa tutkimusta

Teknologisen kehityksen suhdetta tulonjakoon on tutkittu paljon makrotasolla, mutta viime aikoina tutkimus on laajentunut myös toimialojen välisten ja toimialojen sisäisten palkkaerojen tarkasteluun. Tällaisen tutkimuksen määrän kasvuun on vaikuttanut erityisesti mikrodatan saatavuus, joka on aiemmin ollut heikkoa, ja esimerkiksi ICT-muuttujista ei useinkaan ole ollut yritystasolla saatavilla tarpeeksi pitkiä aikasarjoja. (Faggio et al. 2007) Tutkimusten näkökulmat ja niissä tarkastellut muuttujat vaihtelevat, mutta useissa tutkimuksissa on havaittu yhteys teknologisen kehityksen ja tuottavuus- tai palkkahajonnan välillä. Seuraavaksi esitellään aiemmin aiheen parissa tehtyä tutkimusta.

Esimerkiksi Casellin (1999) kehittämässä mallissa palkka- ja tehokkuuserojen kasvun huomataan olevan yhteydessä uusien teknologioiden käyttöönottoon. Tutkimuksessaan Caselli tarkastelee palkka- ja kokonaistuloerojen muutosta Yhdysvalloissa 1970-luvulta lähtien, ja havaitsee empiirisen tarkastelun avulla, että viime vuosikymmenien aikana havaittu palkkaerojen kasvu korreloi vahvasti tuotannon pääomaintensiteetin kanssa. Yhteydessä on kuitenkin havaittavissa aikaviive. Esimerkiksi USA:ssa palkkaerot lähtivät nousuun vuonna 1971, mutta nousevan trendin pääomaintensiteetin hajonnassa havaitaan alkaneen vasta vuoden 1974 tienoilla. Caselli jakaa mallissaan työvoiman ja työssä käytetyt koneet pääryhmiin sen perusteella, mikä on työntekijöiden taitotaso ja kuinka paljon minkäkin koneen käytön opetteleminen luo kustannuksia. Näin ollen oletetaan, että koulutetummalla työntekijäryhmällä kustannus uuden teknologian opettelemiseen on pienempi kuin vähän koulutetulla. Kun teknologiamuutos on osaamisen suhteen vinoutunut (skill-biased), on tällöin uuden teknologian opettelemisen kustannukset Casellin mukaan suurempia kuin edeltävien,

vanhempaa teknologiaa edustavien laitteiden käytön opettelemiseen vaaditut kustannukset. Jos teknologinen muutos taas on päinvastaista, *de-skilling*, vaatii uusien laitteiden käytön opettelu vähemmän investointeja osaamiseen kuin edeltävien laitteiden opettelu. Suuret teknologiset muutokset siis aiheuttavat Casellin mukaan työtehtävien uudelleenjakoa ja työn tarjonnan rakenteen muutosta, sillä kysynnän kasvaessa joko korkeasti tai heikosti koulutetun työvoiman osalta, vastaavasti toisen ryhmän työntekijöiden työpanoksen kysyntä pienenee ja palkat laskevat suhteessa tilanteesta hyötyvään ryhmään.

Aghion (2002) tiivistää tutkimuksessaan, että juuri osaamisen suhteen vinoutuneen teknisen kehityksen on havaittu lukuisissa tutkimuksissa olevan palkkojen eriytymisen taustalla, kun taas suosituille teorioille työntekijöiden liittoutuneisuuden ja kaupan vapauttamisen vaikutuksille ei ole USA:n aineistolla löydetty todisteita. Aghion itse keskittyy selittämään kahden Schumpeterilaisten kasvumekanismin kautta, miksi SBTC on kiihtynyt 70-luvun lopun jälkeen, ja miksi tällainen teknologinen kehitys on vaikuttanut myös ryhmien sisäisiin palkkaeroihin. Ensimmäinen näistä mekanismeista korostaa ammattitaitoisen työvoiman tarjonnan ja endogeenisen innovaatiomäärän välistä suhdetta ja toinen erityisesti GPT:n leviämistä.

Dunne (et al. 2004) tarkastelee yritysten välisiä palkka- ja tuottavuuseroja Yhdysvaltain teollisuudessa, käyttäen selittäväksi muuttujana eroja eri yritysten tietokoneisiin investoimisessa. Kyseisessä tutkimuksessa pyritään tarkastelemaan yhtäaikaaisesti sekä palkka- että tuottavuuserojen kasvua suhteessa tietokoneiden käyttöön yrityksissä ja toimialoilla, siinä missä aiemmat tutkimukset ovat keskittyneet yleensä teknologisen kehityksen vaikutukseen joko tuottavuus- tai palkkaeroihin. Myös tässä tutkimuksessa saadaan tukea jo aiemmin mainitulle huomiolle siitä, että yritysten väliset palkka- ja tuottavuuserot ovat kasvaneet merkittävästi Yhdysvalloissa 70-luvun jälkeen. Hajonnan kasvaminen etenkin palkkojen osalta selittyy Dunnen mukaan muutoksella eri yritysten tavoissa investoida teknologiaan, erityisesti tietokoneisiin. Varianssianalyysin avulla tutkittiin lisäksi, kuinka suuri osa palkkojen ja tuottavuuden kokonaishajonnasta Yhdysvaltain teollisuudessa tapahtui yritysten välillä (between-komponentti) ja kuinka suuri osa vastaavasti yritysten sisällä (within-komponentti) vuosina 1975-1992. He havaitsivat empiirisen tarkastelun kautta, että tällä aikavälillä kokonaishajonta Yhdysvaltain teollisuuden työntekijöiden palkoissa aiheutuu between-komponentista, eli eri yritysten välisten tehokkuuden ja palkkojen erojen kasvusta. Empiirisen analyysin perusteella yritysten väliset palkkaerot ovat enenevissä määrin merkittäviä selitettäessä palkkaeroja kokonaisuudessaan, ja suuri osa tästä palkkojen hajonnan kasvusta näyttää tapahtuneen

toimialojen sisällä, eli saman toimialan yritysten välillä. Samaisessa tutkimuksessa tarkastellaan myös erikseen tuottavuuden ja palkkojen välistä yhteyttä. Tällöin havaitaan, että yritysten väliset tuottavuus- ja palkkaerot kasvoivat molemmat Yhdysvalloissa vuosien 1975 ja 1992 välillä, ja että palkkojen ja tuottavuuden välillä vallitsi tuolla aikavälillä vahva positiivinen korrelaatio. He havaitsivat myös, että vaikka palkkahajonta ja erot tuottavuudessa ovat kehittyneet saman tyyppisen trendin mukaan, ovat notkahdukset ja nousut tapahtuneet hieman eri aikaväleillä.

Faggio (et al. 2007) havaitsee, että merkittävä osa palkkaerojen kasvusta Britanniassa on viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana tapahtunut näkyvien ominaisuuksiensa puolesta toisiinsa verrattavissa olevien työntekijäryhmien sisällä, saman toimialan yritysten välillä. Heidän mukaansa suurin osa yksilöiden välisistä palkkaeroista johtuukin nimenomaan firmojen välisistä eroista toimialojen sisällä, jolloin yksittäisten yritysten sisäisten palkkaerojen kasvulla on ollut pienempi merkitys palkkaerojen kasvuun kokonaisuudessaan. Tutkimuksessa tarkasteltiin palkkoja Britanniassa yritystasolla ja huomattiin, että tuottavuus- ja palkkaerot firmojen välillä ovat kasvaneet 1980-luvun alusta. Tutkimuksessa huomataan, että nämä palkkaerot eivät ole selitettävissä työntekijöiden työmarkkinatulemiin vaikuttavilla ominaisuuksilla, eli iällä, sukupuolella, kokemuksen määrällä tai koulutustasolla. Tästä voidaan heidän mukaansa päätellä, että eri yrityksissä työskentelevien, muutoin homogeenisten työntekijöiden välisiin palkkaeroihin voisi vaikuttaa enemmänkin eri firmojen väliset erot tuottavuudessa. Nämä tuottavuuserot taas aiheutuvat kyseisen tutkimusryhmän mukaan siitä, että eri firmat omaksuvat uutta teknologiaa eri vauhdilla, jolloin teknologian käyttöönotossa ja hyödyntämisessä onnistuneiden yritysten tuottavuus kasvaa suhteessa jäljessä tuleviin firmoihin. Mikäli halutaan ymmärtää Britannian kehityksen kaltaista palkkaerojen kasvua, onkin Faggio et al. (2007) mukaan tärkeää tarkastella ja ymmärtää yritysten välistä tuottavuushajontaa. He löytävät tutkimuksessaan näyttöä siitä, että muutokset työn tuottavuudessa ovat johtuneet pääosin muutoksissa TFP:ssä (Total Factor Productivity) ja tuottavuushajonta on kasvanut vahvimmin aloilla, joilla ICT-intensiteetti on kasvanut nopeimmin. Tämän vuoksi on syytä epäillä, että teknologiset erot firmojen välillä voivat olla perimmäinen syy Britannian huomattavaan palkkaerojen kasvuun. Faggion (et al.) mukaan kaikkein todennäköisin tekijä tuottavuus- ja palkkaerojen kasvuun on juuri ICT:n käyttöönotto. Tutkimuksessa havaitaan myös, että Britannian teollisuudessa tuottavuuserot ovat kasvaneet huomattavasti vähemmän kuin yksityisten palveluiden saralla. Myös teollisuuden merkitys Britannian taloudessa on pienentynyt verrattuna muihin toimialoihin. Tämän vuoksi aikaisemmat tutkimukset ovat saattaneet aliarvioida yritysten välisten tuottavuuserojen kasvua keskittyessään pelkästään teollisuuden aineistoihin. Paneeliaineiston

estimoinnissa on jätetty pois maatalouden, kaivostoiminnan, terveydenhuollon sekä koulutuksen toimialat, sillä nämä toimialat ovat Britanniassa vahvasti valtion vaikutuksen piirissä. Myös rahoitustoiminta on jätetty pois, sillä vakuutus- ja pankkialalla tuottavuuden mittaaminen on tunnetusti haasteellista. Yrityskohtaista ICT-aineistoa on käytössä hyvin lyhyeltä aikaväliltä, joten ICT-tekniikan kehitystä arvioidaan toimialatasolla (kaksinumerotaso). Yritysten välisiä tuottavuuseroja mitataan ottamalla logaritmi ylimmän ja alimman tuottavuuskymmenyksen differenssistä. Regressiomalleissa selitettävänä muuttujana käytettiin työn tuottavuushajontaa, jota selitettiin ICT-intensiteetillä, kontrolloiden muun muassa naisten ja korkeasti koulutettujen osuus toimialalla, sekä tehtyjen työtuntien määrä. Paneeliestimoinnissa otettiin huomioon, kuuluuko toimiala teollisuuden piiriin vai ei.

Michaels et al. (2014) ovat tarkastelleet empiirisesti sitä, onko ICT-tekniikka polarisoinut työvoiman kysyntää taito- ja koulutustason suhteen. Analyysit perustuvat tässäkin tutkimuksessa käytettyyn EUKLEMS-aineistoon, joka sisältää laajasti toimialakohtaista informaatiota muun muassa työvoiman koostumuksesta, tuotantopääomasta sekä tuotannon tehokkuudesta. Tarkastelu on tehty aikavälillä 1980-2005, 11 maan aineistolla ja 27 eri toimialalla. Vastemuuttujana analyysissa käytetään korkeasti koulutetun työvoiman osuutta maksetuista palkoista ja vastaavasti keskiasteen koulutuksen saaneiden osuutta toimialan palkkasummasta. Teknologisen kehityksen tason kuvaamiseen käytetään pääasiallisesti ICT-pääomaa arvonlisäyksellä jaettuna, joskin myös T&K-investointeja käytetään osassa analyysia, sillä se kuvaa kirjoittajien mukaan teknologista kehitystä laajemmin kuin pelkän ICT-tekniikan huomioonottaminen. Michaels et al. tarkastelevat myös koulutustason ja työtehtävien tyypin välistä suhdetta, ja havaitsevat, että ammattiteissa, joissa keskiasteen koulutuksen saaneiden osuus on suurin, on usein myös suurin määrä rutiininomaisia kognitiivisia ja manuaalisia tehtäviä, kun taas korkeakoulutettujen ja vähiten koulutettujen ryhmissä taas tällaisia rutiininomaisia tehtäviä oli vähemmän. Jos ajatellaan ICT-tekniikan vaikuttavan työtehtävien tehostumiseen ainoastaan automaation kautta, eli korvaamalla rutiininomaisia tehtäviä, tarkoittaisi se ICT-tekniikan yleistymisen hyödyttävän korkeasti- ja matalasti koulutettuja työntekijäryhmiä keskiasteen koulutuksen saaneiden kustannuksella. Käytännössä on kuitenkin realistisempaa olettaa, (Autor et al. 2005) että tietotekniikan kehittyminen vaikuttaa rutiinitehtävien automatisoinnin lisäksi myös tehostamalla ei-rutiininomaisia, erityisesti kognitiivisten tehtävien suorittamista. Näin olettamalla voidaan päätellä, että tietotekniikan kehittyminen hyödyttäisi korkeasti koulutettua työvoimaa keskiasteen koulutuksen saaneiden kustannuksella, mutta teoria ei anna tukea vaikutuksesta matalasti koulutettuun ryhmään. Empiirisessä analyysissä käytettiin

instrumenttimuuttujia kontrolloimaan endogeenisyysongelmaa. Sopivia instrumenttimuuttujia ovat tässä tapauksessa muuttujat, jotka vaikuttaisivat selittävään muuttujaan, eli teknologiseen kehitykseen, vaikuttamatta kuitenkaan muihin palkkahajontaa selittäviin muuttujiin. Instrumenttimuuttujan (z_i) täytyy siis olla muuttuja, joka selvästi vaikuttaa selittävään muuttujaan (s_i), mutta ei korreloi muiden lopputulosta määrittävien muuttujien (A_i) eikä yhtälön virhetermin (v_i) kanssa (Angrist et al. 2008).

$$(14) \quad Y_i = \alpha + \rho s_i + A_i \gamma + v_i$$

Michaels et al. (2014) käyttävät tutkimuksessaan eräinä instrumenttimuuttujina toimialojen teknologisen kehityksen tasoa Yhdysvalloissa tarkasteluajanjakson ensimmäisenä vuotena (1980), sekä rutiinomaisten työtehtävien määrää toimialalla. Selittävänä muuttujana tutkimuksessa on ICT-teknologian osuuden kasvu/muutos toimialoittain. Vuoden 1980 Yhdysvaltain teknologiatason käyttämistä instrumenttina he perustelevat sillä, että teknologiajohtajamaana Yhdysvaltojen toimialojen alkuperäinen teknologiaintensiivisyys indikoi toimialojen potentiaalista ICT-teknologian käyttöä tulevaisuudessa. He ehdottavatkin, että ICT-teknologian suhteellisten hintojen lasku 1980-luvusta lähtien olisi vaikuttanut erityisen suuresti niillä toimialoilla, joissa teknologiaintensiivisyys oli alun perinkin Yhdysvalloissa korkea. Jälkimmäinen instrumenttimuuttuja on valittu tutkimukseen sillä perusteella, että rutiinityötehtävien korkean määrän toimialalla katsotaan usein lisäävän todennäköisyyttä ICT-teknologian käytön lisääntymiseen toimialan yrityksissä (Autor et al. 2009). Tilastollisessa analyysissä havaitaan, että kyseisellä aineistolla ja aikavälillä korkeasti koulutettujen osuus palkoista korreloi positiivisesti ICT-kehityksen kanssa, ja vastaavasti keskiasteen koulutuksen saaneiden osuus palkoista korreloi negatiivisesti ICT-intensiiviteetin kanssa. Toisin sanoen näyttäisi siltä, että ICT-teknologian käyttöönotto on lisännyt tutkimuksen otoksessa työvoiman kysynnän polarisaatiota koulutustason suhteen, ja myös regressioanalyysin tulokset tukevat väittämää. Michaels (et al. 2014) arvioi, ICT-teknologian kehitys olisi aiheuttanut jopa neljänneksen korkeasti koulutetun työvoiman kysynnän kasvusta. Tutkimuksessa havaitaan myös yhteys kaupan avoimuuden ja työn kysynnän polarisaation välillä, mutta tulokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä, kun otetaan huomioon T&K-investointien taso.

Kremer (et al. 1996) esittävät tutkimuksessaan, että kasvaneiden tuloerojen ohella palkkojen eriytyminen korkeasti ja heikommin koulutettujen välillä on syventynyt entisestään. Käytännössä tällä tarkoitetaan, että korkeasti koulutetut työntekijät keskittyvät yhä enenevässä määrin samoihin yrityksiin, jolloin eri firmojen väliset erot työvoiman rakenteessa kasvavat. Tutkimuksen tukena käytetään aineistoa Ranskan, Yhdysvaltain ja Britannian työmarkkinoista. Empiirisen tarkastelun tuloksena huomattiin myös, että kouluttamattoman työvoiman reaalipalkan taso laskee. Yksi mallin pääväittämistä on, että kun taitotasot ovat eriytyneet tarpeeksi paljon, keskimääräisen koulutustason nousu nostaa korkeasti koulutettujen palkkoja, mutta laskee heikosti koulutettujen palkkoja, kasvattaen näin ollen myös kokonaistuloeroja.

Mallissa oletetaan, että

- (i) eri taito- tai koulutustason omaavat työntekijät ovat epätäydellisiä substituutteja toisilleen
- (ii) eri tehtävät yrityksen sisällä ovat toistensa komplementteja (complementary)
- (iii) eri tehtävät yrityksen sisällä suhtautuvat eri lailla tekijän taitotasoon, eli toisissa tehtävissä osaaminen on kriittisempää lopputuloksen kannalta kuin toisissa.

Suomessa Skill-Biased Technical Change -ilmiötä kotimaan teollisuudessa on tutkinut Einiö (2006), joka havaitsee Suomessakin esiintyneen teknologiasta aiheutunutta koulutetun työvoiman kysynnän lisääntymistä teollisuuden päätoimialalla. Einiö toteaa myös, että T&K –toiminnan intensiteetti on negatiivisesti korreloitunut tutkimuksessa käytetyn SBTC-indeksin kanssa, jolloin löytyy tukea oletukselle, jonka mukaan tutkimus- ja kehitystyön määrä osaltaan vaikuttaa osaamisen suhteen vinoutuneeseen tekniseen kehitykseen. Tutkimuksessaan Einiö käyttää Tilastokeskuksen IS-tietokantaa, joka sisältää paljon erilaisia toimialakohtaisia muuttujia.

4 Empiria

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan tuloerojen ja teknologisen kehityksen välistä yhteyttä Suomessa vuosina 1996-2011, eri toimialojen palkka-, tuottavuus- ja teknologiaerojen kautta. Mielenkiinnon kohteena on myös se, onko palkka- ja tuottavuushajonta kasvanut tällä aikavälillä joillain toimialoilla enemmän kuin toisilla, ja millaista on ollut keskipalkkojen ja työn tuottavuuden kehitys eri toimialoilla. Samalla analysoidaan työn tuottavuuden hajonnan ja palkkahajonnan välistä suhdetta. Vaikka Suomessa palkkaerot eivät olekaan kasvaneet yhtä paljon kuin esimerkiksi Yhdysvalloissa ja Britanniassa, tarkastellaan myös, onko Suomen aineistoissa havaittavissa useissa ulkomaisissa tutkimuksissa tunnistettua *Skill-Biased Technical Change* (SBTC) -ilmiötä. SBTC:tä tarkastellaan vertaamalla korkeakoulutettujen ja keskiasteen koulutuksen saaneiden palkkaosuuksia koko toimialan palkoista, ja selittämällä näitä toimialan teknologiaintensiivisyydellä (Vrt. Michaels et al. 2014).

4.1 Menetelmät

Usein ekonometrisessä tutkimuksessa pyritään selittämään palkanmuodostusta yksilötasolla, ottaen huomioon työntekijän ominaisuuksia, kuten työkokemus, sukupuoli, koulutustaso tai ikä. Tutkittaessa palkkaeroja on näkökulma kuitenkin hieman eri, ja palkkojen vaihtelua tarkasteltaessa voidaan erotella ryhmien sisäisten ja eri ryhmien välisten palkkaerojen vaikutus palkkaeroihin kokonaisuudessaan. (Asplund 2008) Esimerkiksi toimialatasolla tutkittaessa voidaan vertailla, onko suurin osa muutoksesta tapahtunut toimialojen sisällä eri yritysten välillä, vai kenties eri toimialojen välillä. Nykyään tarkastelu ulottuu usein tarkemmalle tasolle, ja mikrotason aineistolla on mahdollista analysoida myös sitä, missä määrin muutokset palkkaeroissa ovat tapahtuneet yritysten sisällä ja yksilöiden välillä, ja missä määrin taas eri yritysten välillä.

Tässä tutkimuksessa vertaillaan toimialoja keskenään mielenkiinnon kohteena olevien muuttujien suhteen. Aluksi tehdään aineiston kuvailua ja tarkastellaan etenkin tuottavuus- ja palkkakehitystä, sekä sitä, vallitseeko tuottavuus- ja palkkahajonnan välillä korrelaatio, kuten useissa aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu. Myös laajempaa muuttujien välistä korrelaatiotarkastelua tehdään ennen paneeliaineiston analyysia. Tämän jälkeen teknologisen kehityksen yhteyttä tuottavuuseroihin pyritään selvittämään regressioanalyysin avulla, muodostamalla useita vaihtoehtoisia malleja

pienimmän neliösumman estimointimenetelmällä, ja muodostetaan niin kutsuttu poolattu regressio (*Pooled Regression*), eli yhdistämällä eri poikkileikkausryhmien havainnot keskenään, ja muodostamalla paneeliaineiston pohjalta tavallinen pienimmän neliösumman regressio:

$$(15) \quad Y_{it} = \beta_1 X_{it} + u_{it},$$

On kuitenkin syytä olettaa, että palkkaeroihin vaikuttaa myös tutkijalle havaitsemattomia muuttujia. Näistä havaitsemattomista muuttujista aiheutuvaa harhaa pyritään poistamaan soveltamalla aineistoon kiinteiden vaikutusten mallia, eli fixed effects -metodia, joka kontrolloi havaitsematonta toimialojen yli ulottuvaa muutosta, joka kuitenkin pysyy ajassa muuttumattomana (Kaava 14).

$$(16) \quad Y_{it} = \beta_1 X_{it} + \alpha_i + u_{it},$$

missä α_i kuvaa toimialoittain vaihtelevaa, havaitsematonta muutosta. Myös ajassa muuttuvia, kaikilla toimialoilla samanlaisia vaikutuksia voidaan kontrolloida fixed effects -regressiolla seuraavasti:

$$(17) \quad Y_{it} = \beta_1 X_{it} + \lambda_i + u_{it},$$

missä λ_i kuvaa aikavaikutuksia. Kun kontrolloidaan sekä aika- että poikkileikkausvaikutukset, on fixed effects –yhtälö seuraavanlainen:

$$(18) \quad Y_{it} = \beta_1 X_{it} + \alpha_i + \lambda_i + u_{it}, \quad i = 1, \dots, n, \quad t = 1, \dots, T$$

Kiinteiden vaikutusten mallissa oletetaan, että

- 1) Virhetermien odotusarvo on nolla $E(u_{it}|X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{it}, \alpha_i) = 0$.
- 2) $(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iT}, u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{iT})$, $i = 1, \dots, n$ ovat riippumattomia ja identtisesti jakautuneita.
- 3) Suuret poikkeavat havainnot ovat epätodennäköisiä
- 4) Ei esiinny täydellistä multikollinearisuutta. (Stock et al. 2011)

Yksi regressioanalyysissä käytetyistä estimointimenetelmistä on between effects -malli, jonka avulla poistetaan sellaisista puuttuvista muuttujista aiheutuvaa harhaa, jotka muuttuvat ajassa mutta eivät

poikkileikkaus-, eli tässä tapauksessa toimialatasolla. Koska between effects -estimoinnissa häviää aikaan liittyvää informaatiota, ei se välttämättä ole optimaalisin estimointimenetelmä paneeliaineiston analyysille. Between -estimointi onkin lähinnä mielenkiintoinen siksi, että se muodostaa osaltaan satunnaisvaikutusten mallin.

Tämän tutkielman empiirisessä osiossa testataan myös satunnaisvaikutusten mallia, jossa satunnaisvaikutukset ajatellaan olevan riippumattomia satunnaismuuttujia. Kuten kiinteiden vaikutusten, myös satunnaisvaikutusten oletetaan olevan riippumattomia ja samavarianssisia. Erona kiinteiden vaikutusten malliin oletetaan lisäksi satunnaisvaikutusten ja keskivirheiden olevan riippumattomia keskenään. (Angrist et al. 2008) Matemaattisesti ilmaistuna satunnaisvaikutusten malli muodostuu kaavan 18 mukaisesti:

$$(19) \quad Y_{it} = \beta X_{it} + u_t + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, \dots, n, \quad t = 1, \dots, T,$$

missä u_t on poikkileikkaustasoon liittyvä satunnaisefekti (between-efekti), ja ε_{it} on havaintoon liittyvä virhetermi.

Puuttuvan muuttujan harhaa pyritään kontrolloimaan myös first-difference -menetelmällä (FD). Kyseinen estimaatti saadaan muodostamalla poolattu regressio siten, että selitettävänä muuttujana on ΔY_{it} ja selittävänä muuttujana ΔX_{it} . FD-menetelmä poistaa näin ollen ajassa muuttumattomien havaitsemattomien muuttujien c_i vaikutukset seuraavalla tavalla:

$$(20) \quad \begin{aligned} Y_{it} &= X_{it}\beta + c_i + u_{it}, & t = 1, \dots, T, \\ Y_{it-1} &= X_{it-1}\beta + c_i + u_{it-1}, & t = 2, \dots, T. \end{aligned}$$

Kun näistä molemmista yhtälöistä otetaan differenssi, saadaan:

$$(21) \quad \Delta Y_{it} = Y_{it} - Y_{it-1} = \Delta X_{it}\beta + \Delta u_{it}, \quad t = 2, \dots, T,$$

jolloin havaitsematon c_i häviää. FD-estimaattori saadaan siis muodostamalla OLS-estimoitu regressio muutoksista muutoksien suhteen.

4.2 Aineisto

Tässä työssä tehty analyysi perustuu Tilastokeskuksen, OECD:n ja Euroopan komission julkisista tietokannoista kerättyyn paneeliaineistoon, joka sisältää toimialatasolla muun muassa teknologisen kehityksen, palkkojen ja työn tuottavuuden tasosta, sekä työvoiman ja pääoman koostumuksesta kertovaa dataa. Toimialaluokitukset noudattavat Euroopan Yhteisön NACE –luokitusta (*Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne, engl. Statistical classification of economic activities in the European Community*), joka vastaa Tilastokeskuksen TOL2008-luokitusta. Luokitus sisältää niin kutsutun kirjaintason päätoimialoja, jotka puolestaan jakautuvat alatoimialoihin, ja esimerkiksi teollisuuden päätoimiala (kirjaintaso C, sisältää alatoimialat 10-33) on jaoteltu kaksinumerotasolla useisiin eri toimialoihin. Esimerkiksi elintarvikkeiden, juomien ja tupakkatuotteiden valmistus (10-12) on yksi teollisuuden alatoimialoista, ja tämä on edelleen jaettu erikseen elintarvikkeiden valmistukseen (10) ja juomien valmistukseen (11). Samalla logiikalla tupakkatuotteiden valmistuksen toimialakoodi on 12, tosin tätä teollisuudenalaa ei Suomessa ole. Teknologia- ja työvoimamuuttujista kertovaa dataa ei kuitenkaan ole saatavilla näin tarkalla tasolla, joten tilastollista analyysia tehdään pääasiassa päätoimialatasolla tai kaksinumerotasolla. Havaintoja kaikista muuttujista on vuosilta 1998-2011, eli 13 vuoden ajalta. Lisäksi tuottavuudesta ja palkoista kertovista muuttujista on havaintoja vuodesta 1996 lähtien, eli yhteensä 15 vuoden ajalta.

Analysoitavasta aineistosta on jätetty pois hyvin pienet toimialat, sillä tällaisilla toimialoilla yksittäisen yrityksen vaikutus koko toimialan dataan voi olla kohtuuttoman suuri, jolloin tuloksien robustius voisi kärsiä. Lisäksi analysoitavasta aineistosta on jätetty pois esimerkiksi kiinteistö- ja rahoitustoiminta, sillä näillä toimialoilla tuottavuuden mittaamista pidetään usein ongelmallisena. (Faggio et al. 2007) Tämä näkyy käytännössä siinä, että kiinteistö- ja rahoitusalan tuottavuushajonnan aikasarjakuvaajia tämän tutkimuksen käytettävissä olevalla aineistolla piirrettäessä huomattiin, että näillä toimialoilla on paljon suurempia heittelyitä tuottavuushajonnassa kuin muilla toimialoilla, ja näin ollen hajonnan skaalakin on paljon laajempi kuin muilla toimialoilla. Lopullisessa aineistossa on mukana 20 toimialaa, jotka on lueteltu liitetaulukossa A.

Suomen toimialakohtaista palkka- ja tuottavuusvertailua varten käytetään Kauhanen et al. (2014) sekä Malirannan (2014) tutkimuksia varten koostettua aineistoa, joka mahdollistaa toimialojen välisten

erojen lisäksi myös yritysten välisten palkka- ja tehokkuuserojen tarkastelun. Aineisto perustuu yritysaineistosta tehtyihin laskelmiin, eivätkä siinä ole mukana alle 10 hengen yritykset. Pois on jätetty myös ne yritykset, joilta ei ole saatu kaikkia tarvittavia tietoja, tai joiden havainnot poikkeavat huomattavasti muista vastauksista, ja ovat näin luokiteltavissa outlierieiksi. Tarkasteltu aikaväli käsittää tietoa vuosista 1996-2011, jolloin Suomessa koettiin myös huomattava teknologiamurros. Palkkaeroja ja tuottavuuden hajontaa analysoidaan yritystasolla, eli tarkastellaan toimialan yritysten välisiä eroja. Palkkahajonta on laskettu logaritmisen keskipalkan keskihajontana yritysten välillä, jossa yrityksen keskipalkka on laskettu jakamalla palkkasumma henkilöresurssien määrällä. Samalla tavalla erot työn tuottavuudessa on laskettu logaritmisen työn tuottavuuden keskihajontana yritysten välillä, myöskin työntekijämäärillä painotettuna. Jotta voidaan suhteuttaa palkkojen ja tuottavuuden hajonta keskiarvoon, on aineiston perusteella laskettu myös variaatiokertoimet sekä palkoille että työn tuottavuudelle, jakamalla keskihajontaluku keskiarvolla.

Tietoa työntekijöiden koulutustasosta, sukupuolesta ja iästä (sekä näiden perusteella koostettujen eri työntekijäryhmien palkkaosuuksista) on kerätty EUKLEMS- aineistosta, joka on Euroopan komission rahoittama, toimialatasoinen paneeliaineisto. Mukana on dataa Euroopan Unionin maista, Yhdysvalloista, Japanista, sekä muutamista muista maista, mutta tässä tutkimuksessa keskitymme analysoimaan Suomen taloutta koskevaa aineistoa. Suomen kohdalla tiedot ovat peräisin Tilastokeskukselta, jonka perusteella EU KLEMS:in kuudenteen ja seitsemänteen *Framework Programme:en* osallistuneet taloustutkijat ovat muodostaneet useista eri muuttujista koostuvan paneelin. Aineistossa jaotellaan työntekijät kolmeen eri ikäryhmään; 15-29, 30-49 ja yli 50 vuotiaisiin. Koulutustasosta kertoo kategorinen muuttuja, joka jakaa työntekijät niin ikään kolmeen ryhmään; korkeakoulututkinnon omaavat työntekijät, keskiasteen suorittaneet työntekijät sekä työntekijät, joilla ei ole perusasteen jälkeistä tutkintoa. Käyttämällä näiden muuttujien kaikkia eri yhdistelmiä, muodostetaan aineistossa erilaisia työntekijäryhmiä, esimerkiksi 15-29 -vuotiaat korkeakoulutetut miehet, joiden osuutta työvoimasta tarkastellaan vuosittain eri toimialoilla. Kyseisen aineiston perusteella on laskettu tämän tutkimuksen regressioanalyysia varten kontrollimuuttujia toimialojen työntekijöiden ikä- ja sukupuolijakaumasta sekä koulutustasosta. Erityyppisen työvoiman kysynnän muutoksen tarkastelua varten on myös laskettu korkeakoulututkinnon, keskiasteen tutkinnon ja perusasteen koulutuksen saaneiden osuudet koko toimialan palkkasummasta. Myös toimialojen teknologisen kehityksen tason arviointiin käytetään EUKLEMS-aineiston sisältämää tietoa tuotannossa käytetyn pääoman koostumuksesta. Toisena teknologiamuuttujana on ICT-teknologian osuus kokonaispääomasta. Koska teknologisesta

kehityksestä kertovat mittarit eivät ole aukottomia, käytetään tutkimuksessa myös vaihtoehtoista teknologiamuuttujaa, joka perustuu ICT-investointien määrään toimialoilla.

Koska uuden teknologian käyttöönoton vaikutuksen voidaan olettaa näkyvän toimialalla viiveellä, on muuttujista laskettu 3 vuoden muutokset lopullista analyysia varten. Ensimmäinen aikahavainto on näin ollen siis muutos vuodesta 1996 vuoteen 1999 ja viimeinen aikaväli 2008-2011. Ainoa poikkeus on työvoiman ominaisuuksista kertova data (EUKLEMS), jota on vain vuodesta 1998 lähtien. Näiden kohdalla ensimmäinen aikahavainto imputoitiin muutoksella vuodesta 1998 vuoteen 1999. Tällöin ei menetetä vuoden 1998 informaatiota, mutta tämä täytyy kuitenkin ottaa huomioon tuloksia tulkittaessa.

Joillekin muuttujille tehtiin logaritmuunnos, sillä kuten liitteen B histogrammeista huomataan, ei esimerkiksi teknologiapääomasta kertova muuttuja D3_CAPIT (missä D3 tarkoittaa 3 vuoden muutosta) näyttäisi olevan normaalisti jakautunut, mutta luonnollisen logaritmin ottamisen jälkeen jakauma näyttää tasaisemmalta (D3_ln_CAPIT). Sen sijaan indeksoitu teknologiamuuttuja D3_CAP_QI (ICT-investointien määrä toimialalla) näyttäisi noudattavan normaalijakaumaa. Tuottavuus- (D3_ln_std_lp_t) ja palkkahajonnasta (D3_ln_std_ew_t) kertovat muuttujat on laskettu logaritmisista arvoista, joskin etenkin palkkahajonnan jakaumassa on nähtävissä yhä vinoumaa oikealle. Työvoiman koostumuksesta kertovissa muuttujissa havaitaan puutteita normaaliudessa, mikä on otettava myös huomioon regressioanalyysissa. Näistä kontrollimuuttujiksi on valittu korkeakoulutettujen osuus työvoimasta (D3_H_shares_high), miesten osuus toimialalla tehdyistä työtunneista (D3_H_shares_M) sekä niin sanotusti parhaassa työiässä olevien työntekijöiden, eli EUKLEMS-aineiston keskimmäisen ikäryhmän osuus työvoimasta toimialalla (D3_H_shares_mid).

4.3 Aineiston kuvailua

Tarkastellaan aluksi päätoimialojen kokoja Suomessa työntekijämäärien perusteella. Kuviosta 3 nähdään, että suurimmat toimialat Suomessa ovat teollisuus, tukku- ja vähittäiskauppa sekä rakentaminen. Teollisuus on monessakin suhteessa merkittävä toimiala Suomessa, ja sekä henkilöstömäärällä että liikevaihdolla mitattuna se on ollut Suomen suurin toimiala myös viime vuosina kaupan toimialan ohella (Tilastokeskus 2014).

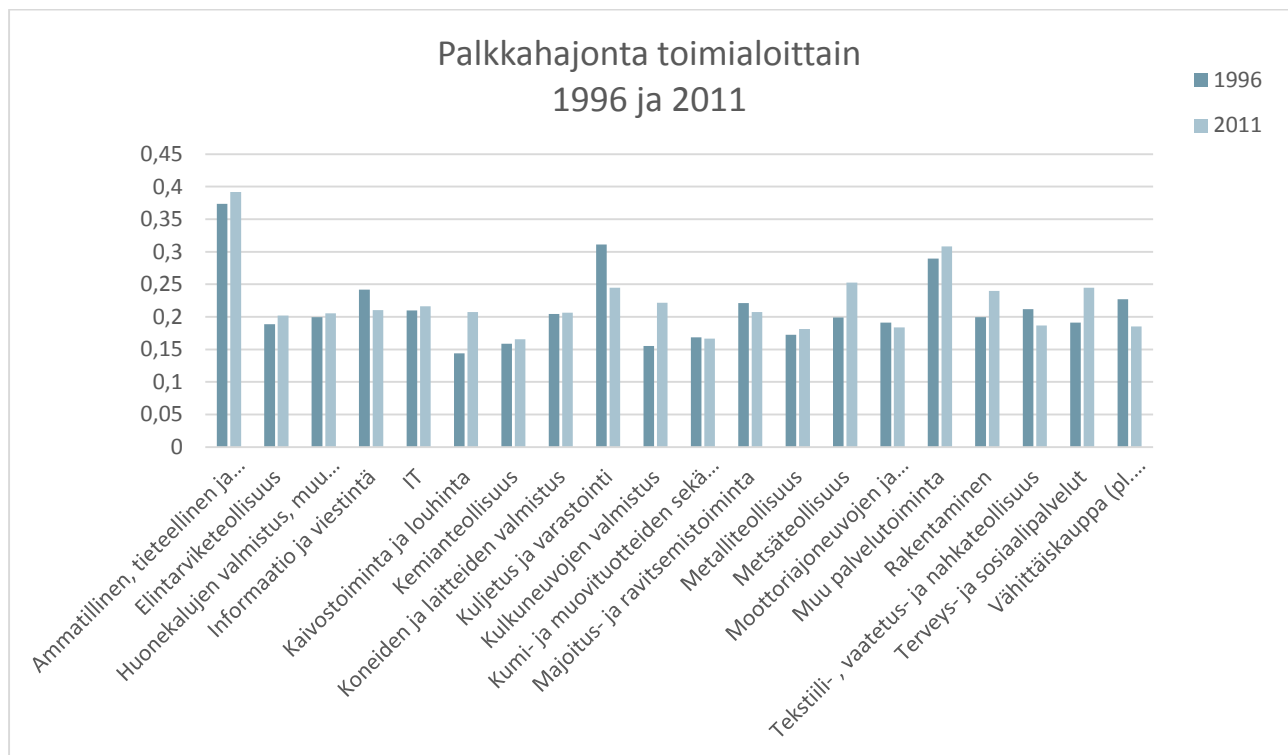


Kuvio 3. Työntekijämäärät päätoimialatasolla Suomessa vuonna 2011. (Tilastokeskus yritystilasto)

Tässä tutkimuksessa teollisuus on mukana alatoimialoihin jaoteltuna, kun taas esimerkiksi rakentamista tarkastellaan päätoimialatasolla. Perusteluna tälle on se, että teollisuudessa on mukana hyvin erityyppisiä alatoimialoja, joista osa on korkean ja osa matalan teknologian alatoimialoja. Toimialat on tässä jaettu sopivan kokoisiin ryhmiin siten, ettei päällekkäisyyksiä esiinny (esimerkiksi niin, että joku teollisuuden alatoimiala olisi mukana kahdessa eri ryhmittelyssä). Aiemmin mainittiin, että analyysistä suljettiin pois joitain pienimmistä toimialoista, sillä niiden mukaan ottaminen saattaa vääristää lopputuloksia. Esimerkiksi rahoitus- ja vakuutus toiminta, koulutus, kiinteistöalan toiminta sekä taiteet, viihde ja virkistys ovat alle 5000 työntekijän toimialoja, ja niiden keskipalkka- ja tuottavuuskuvaajat poikkeavat huomattavasti muista tarkastelluista toimialoista. Näillä toimialoilla vuosittainen vaihtelu on sekä palkkojen että tuottavuuden suhteen suurempaa, ja voi johtua esimerkiksi siitä, että pienellä toimialalla yksittäisten yritysten vaikutus aggregaattisuureisiin korostuu.

Seuraavaksi tarkastellaan analyysissä mukana olevien toimialojen palkkahajontaa yritysaineiston perusteella. Koska palkkahajonta vaihtelee useimmilla toimialoilla vuosittain, vertaillaan koko aikasarjan esittämisen sijasta aikasarjan ensimmäistä ja viimeistä havaintovuotta, eli muutosta

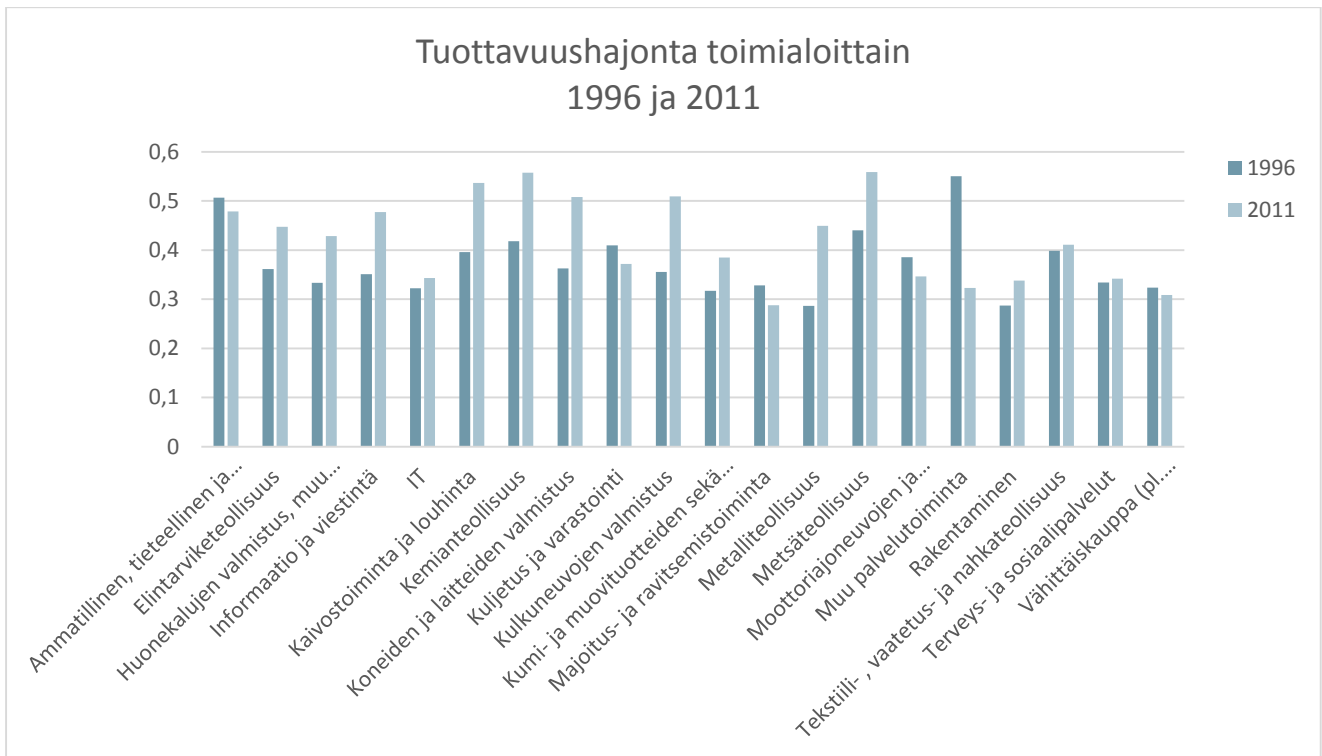
vuodesta 1996 vuoteen 2011. Huomataan, että suurin palkkahajonta on ammatillisen, tieteellisen ja teknisen toiminnan ja hallinto- ja tukipalvelutoiminnan toimialalla. Myös esimerkiksi palvelutoiminnassa palkkahajonta on ollut verrattain suurta. Suurimmalla osalla toimialoista palkkahajonta on kasvanut vuodesta 1996 vuoteen 2011 tai pysynyt ennallaan, mutta kuudella toimialalla palkkahajonta on kuitenkin pienentynyt tällä aikavälillä. Yksi näistä kuudesta toimialasta on vähittäiskauppa, joka on mielenkiintoinen, koska se on yksi suurimmista päätoimialoista. Myös informaation ja viestinnän alalla palkkahajonta on pienentynyt, vaikka mukana onkin myös korkean teknologian yrityksiä, esimerkiksi ohjelmistoalan yrityksiä. Jos tarkastellaankin erikseen IT-alaa informaation ja viestinnän yhteistoimialan sisällä, huomataan että siellä palkkahajonta on päinvastoin hieman kasvanut näiden kahden vertailuvuoden välillä. (Kuvio 4)



Kuvio 4. Palkkahajonta toimialoittain, vertailu vuosista 1996 ja 2011. (Asplund & Maliranta yritysaineisto)

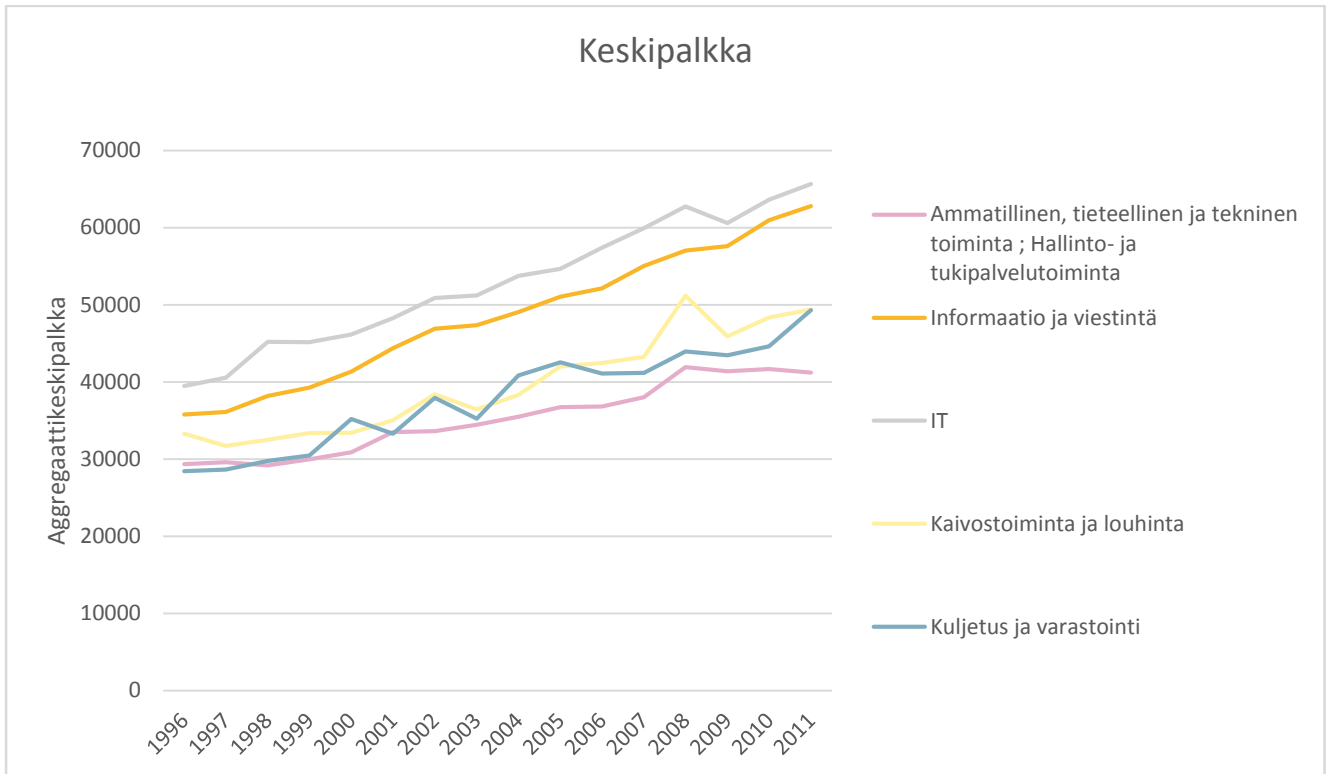
Tuottavuushajonta on myös laskenut kuudella toimialalla, loppuilla toimialoilla se on kasvanut vuodesta 1996 vuoteen 2011. Tuottavuushajonta näyttäisi olleen näinä vuosina suurimmillaan metsäteollisuudessa sekä kemianteollisuudessa. Myös palvelutoiminnassa tuottavuushajonta on ollut suurta vuonna 1996, mutta on vuorostaan laskenut huomattavasti vuoteen 2011 mennessä. Ammatillisen, tieteellisen ja teknisen toiminnan alalla tuottavuushajonta on myös ollut keskimääräistä suurempaa, mutta se on laskenut hieman vuosien 1996 ja 2011 välillä, pysytellen silti

korkealla tasolla suhteessa muihin toimialoihin. (Kuvio 5) Pääsääntöisesti tuottavuus- ja palkkahajonta näyttäisivät kehittyneen toimialakohtaisesti samaan suuntaan, joitain poikkeuksia, kuten ammatillista, tieteellistä ja teknistä toimintaa, informaation ja viestinnän alaa, tekstiiliteollisuutta sekä muuta palvelutoimintaa lukuun ottamatta.

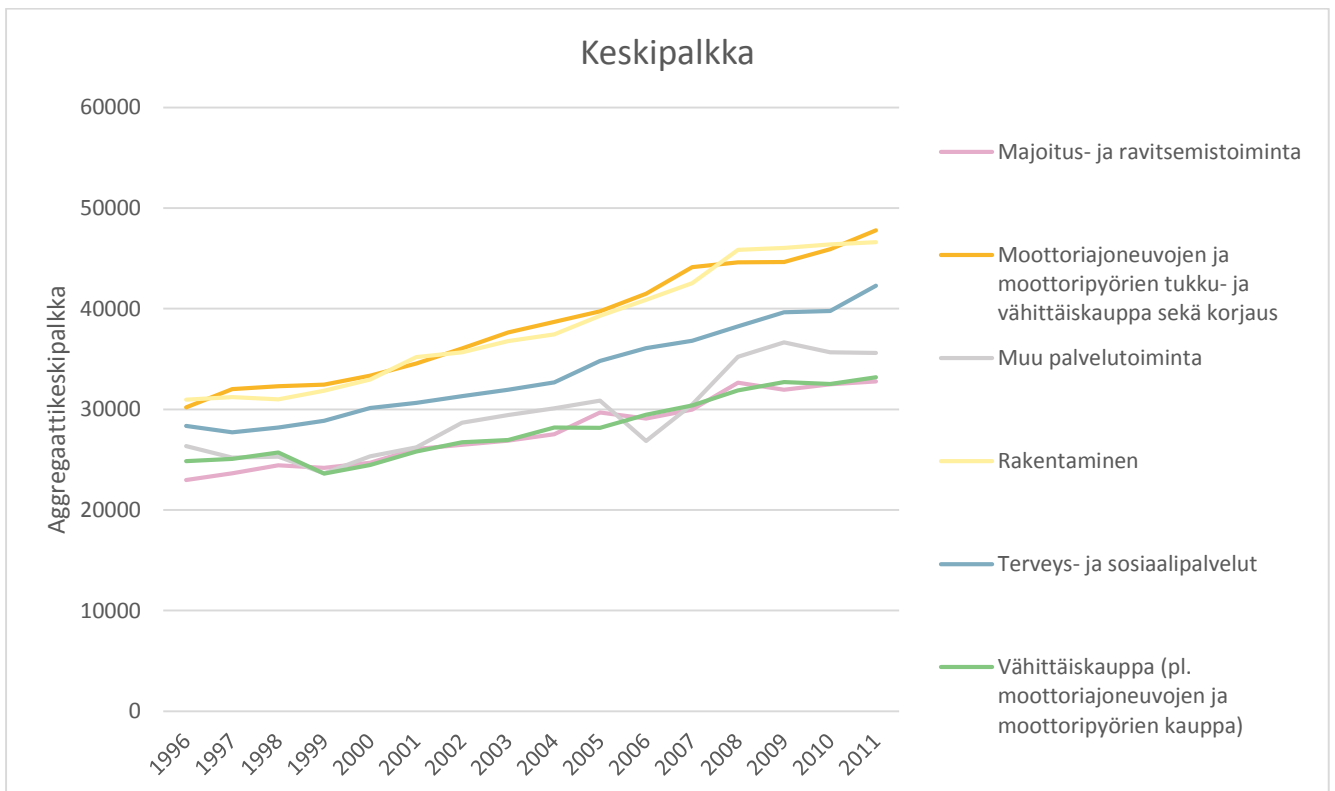


Kuvio 5. Tuottavuushajonnan muutos toimialoittain vuodesta 1996 vuoteen 2011. (Asplund & Maliranta yritysaineisto)

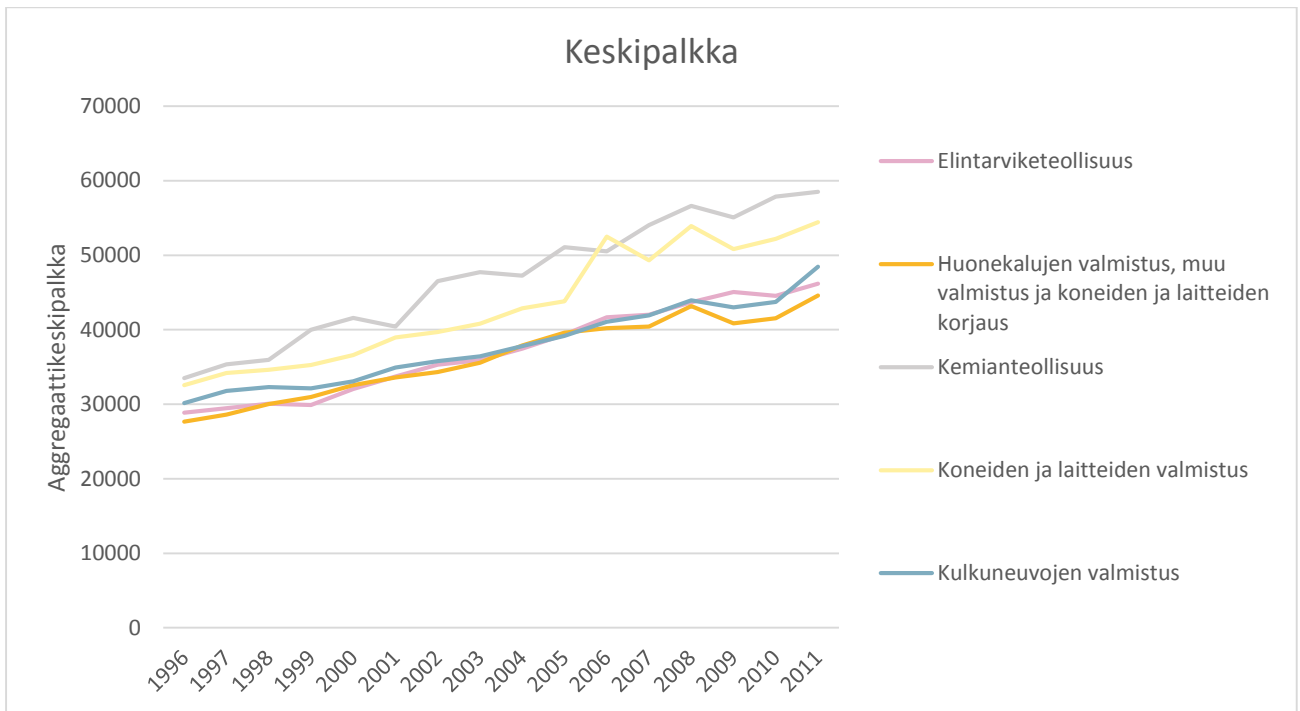
Nimellisiä keskipalkkoja toimialoittain tarkasteltaessa huomataan, että sekä teollisuudessa, että teollisuuden toimialan ulkopuolisilla toimialoilla keskipalkkojen taso on noussut trendinomaisesti. Kuvioista 6 - 9 huomataan, että Suomen toimialoilla vuosina 1996-2011 palkat ovat odotettavasti nousseet jokaisella toimialalla. Joillain toimialoilla huomataan myös notkahdus alaspäin keskipalkkoissa vuoden 2008 jälkeen, mutta osalla toimialoista palkkakehitys on jatkunut lähes aiempaan tapaan 2000-luvun lopun finanssikriisistä huolimatta.



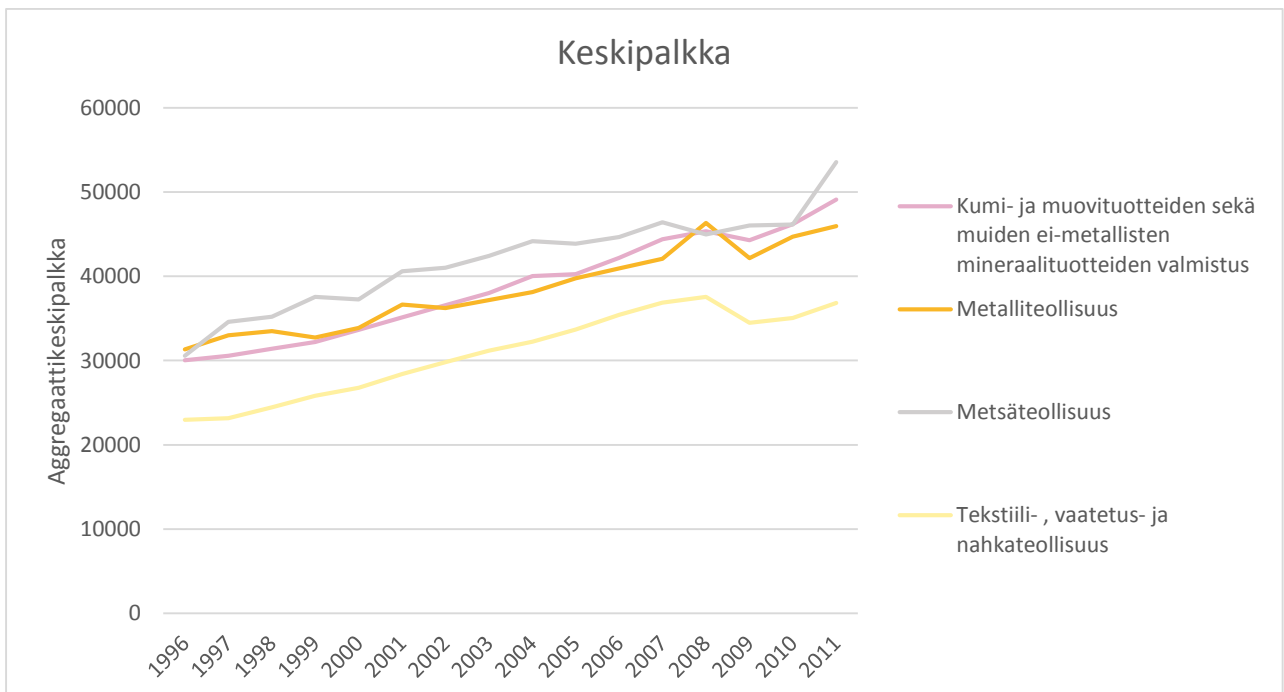
Kuvio 6. Aggregaattikeskipalkan (nimellispalkat) kehitys muilla kuin teollisuuden toimialoilla. (Asplund & Maliranta yritysaineisto)



Kuvio 7. Aggregaattikeskipalkan (nimellispalkat) kehitys muilla kuin teollisuuden toimialoilla. (Asplund & Maliranta yritysaineisto)

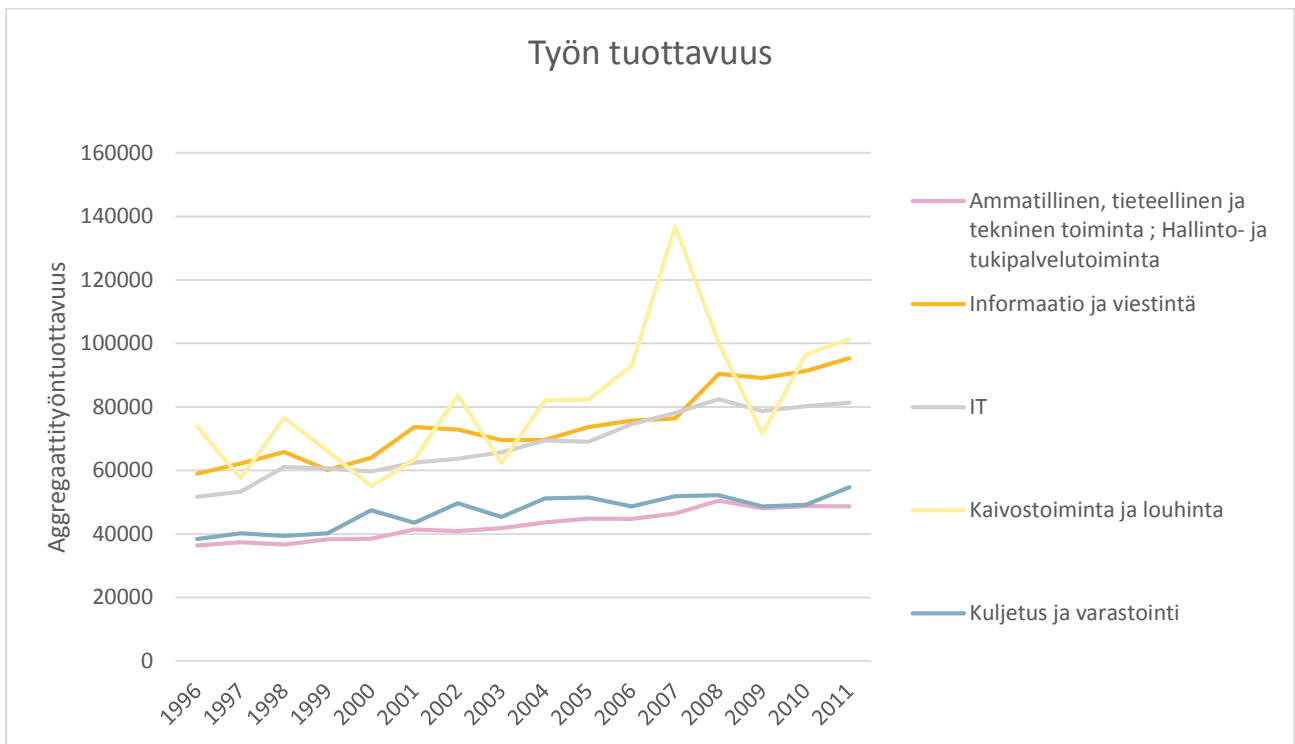


Kuvio 8. Aggregaattikeskipalkan (nimellispalkat) kehitys teollisuuden toimialoilla. (Asplund & Maliranta yritysaineisto)

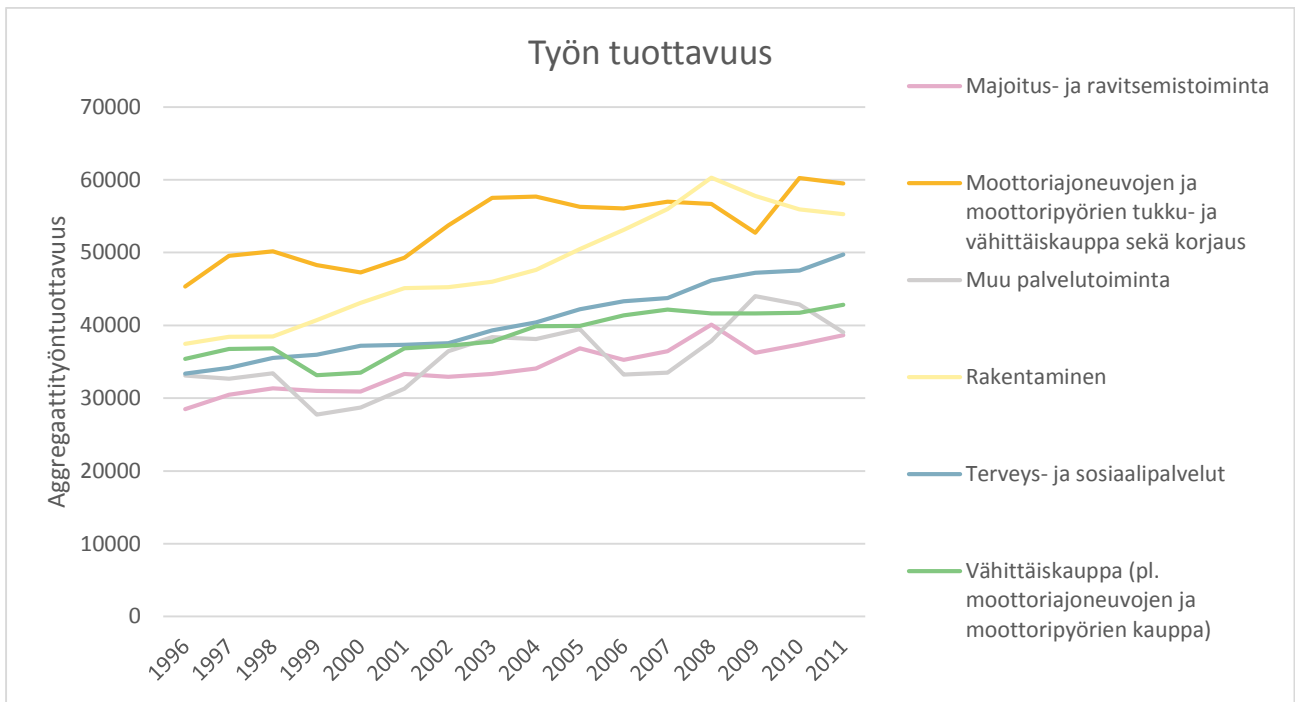


Kuvio 9. Aggregaattikeskipalkan (nimellispalkat) kehitys teollisuuden toimialoilla. (Asplund & Maliranta yritysaineisto)

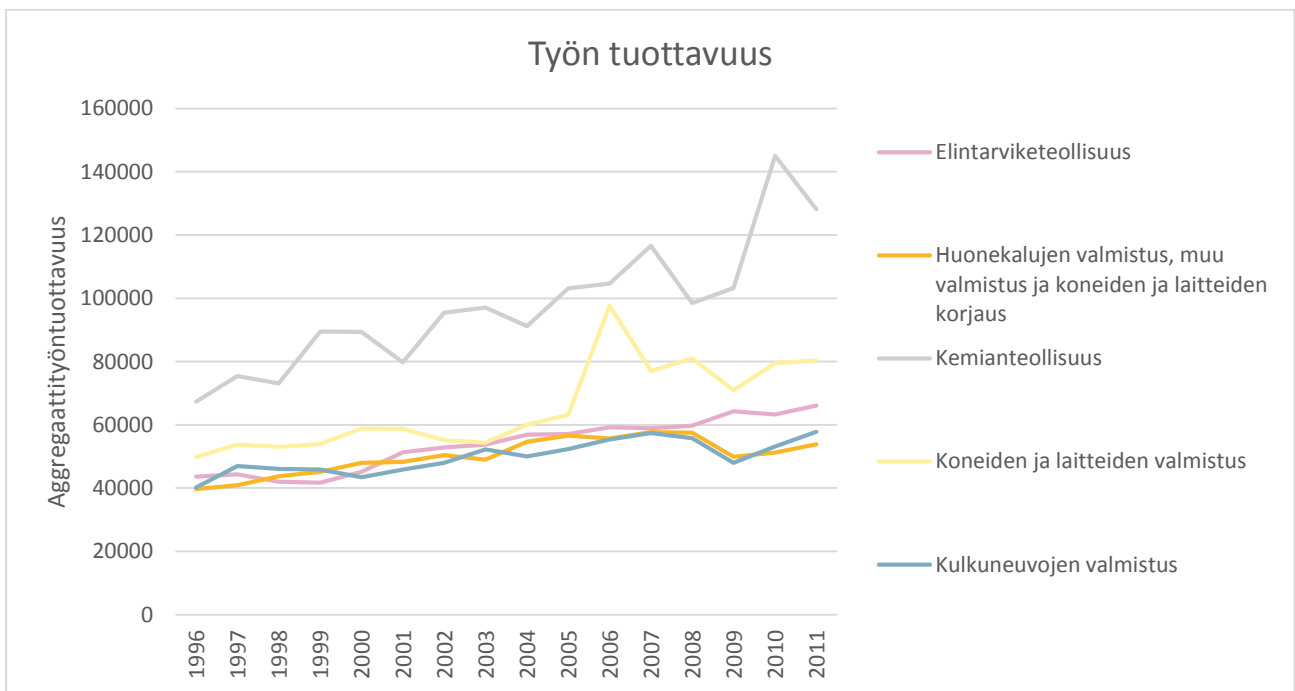
Myös työn tuottavuus näyttää yleisesti ottaen kasvaneen jokaisella toimialalla lähtötilanteeseen nähden, mutta vuoden 2008 finanssikriisin tienoilla on selvästi usealla toimialalla havaittavissa piikki alaspäin. Useilla toimialoilla tuottavuus on tämän jälkeen lähtenyt hiljalleen kasvuun, muttei ole välttämättä palannut kriisiä edeltävälle tasolle vuoteen 2011 mennessä. Muutamalla alalla tuottavuus näyttäisi kasvaneen selvästi enemmän kuin muilla. Esimerkiksi paperin, paperituotteiden ja kartongin valmistuksessa työn tuottavuus näyttäisi nousseen vuoden 2009 jälkeen huomattavasti. Tämä voisi johtua siitä, että paperiteollisuudessa myynnit ja vienti pysyivät suhteellisen korkealla tasolla myös vuoden 2008 jälkeen, mutta työntekijöitä vähennettiin 2007-2008 alkaneiden yt-neuvotteluiden seurauksena.



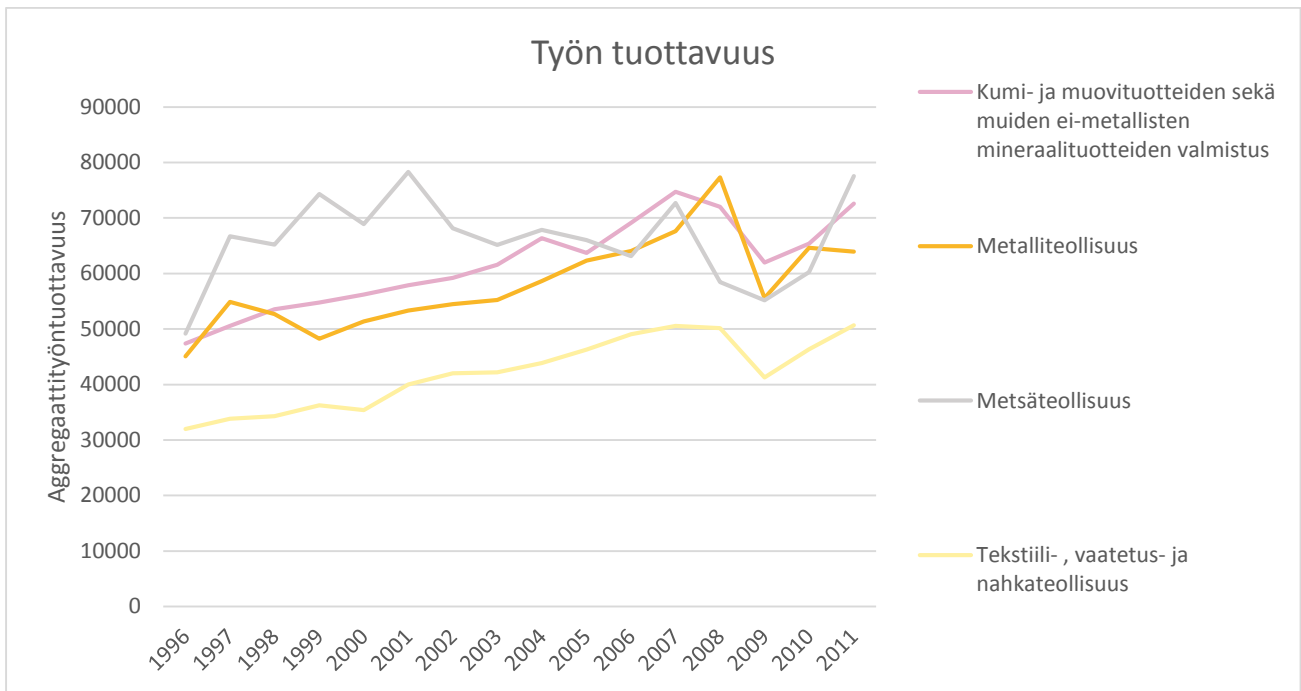
Kuvio 10. Työn tuottavuuden kehitys muilla kuin teollisuuden toimialoilla. (Asplund & Maliranta yritysaineisto)



Kuvio 11. Työn tuottavuuden kehitys muilla kuin teollisuuden toimialoilla. (Asplund & Maliranta yritysaineisto)



Kuvio 12. Työn tuottavuuden kehitys teollisuuden toimialoilla. (Asplund & Maliranta yritysaineisto)

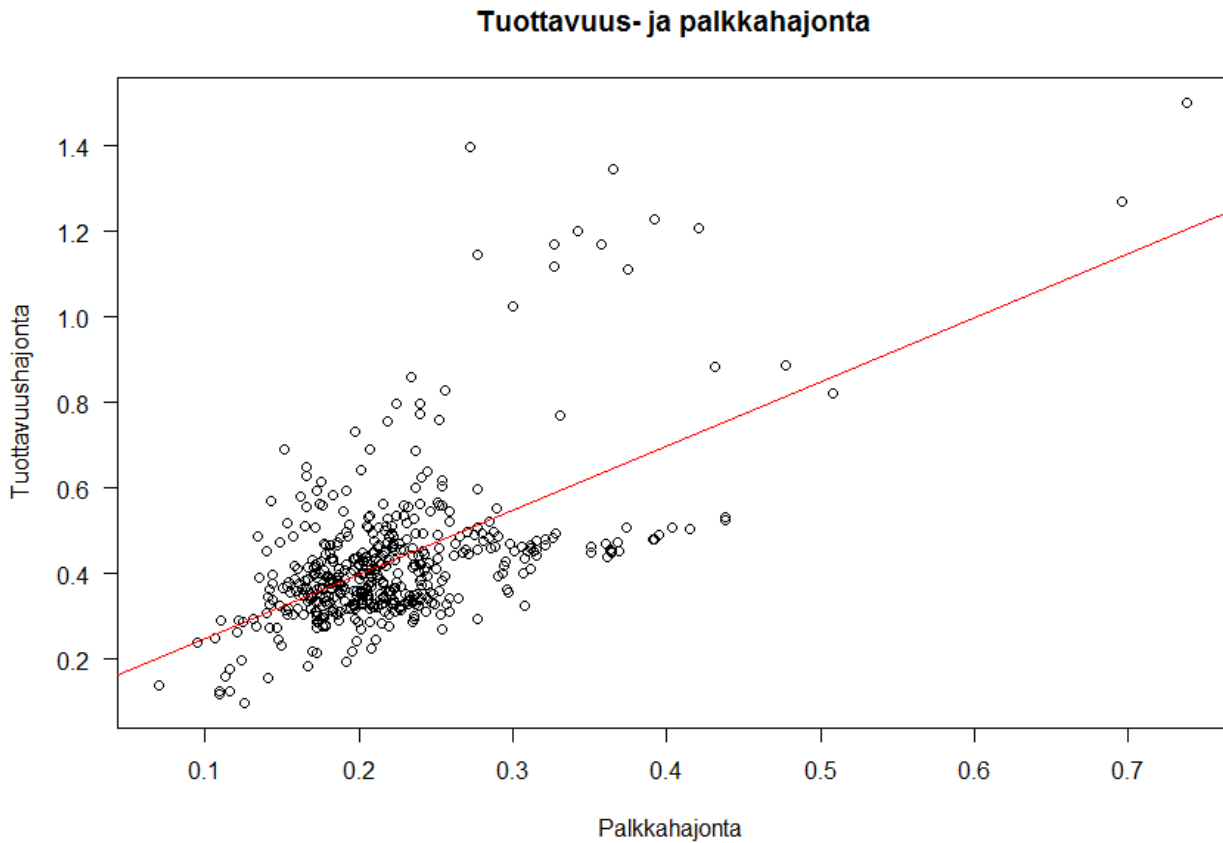


Kuvio 13. Työn tuottavuuden kehitys teollisuuden toimialoilla. (Asplund & Maliranta yritysaineisto)

Yleisesti ottaen vaikuttaisi, että työn tuottavuus on vaihdellut aikavälillä 1996-2011 enemmän kuin palkkojen kehitys. Vaikka palkkojen voi ajatella heijastavan osittain työn tuottavuutta, on käytännössä palkkojen kehitys jähmeämpää, sillä Suomessa palkoista neuvotellaan työmarkkinajärjestöjen ja hallituksen välillä, ja palkankorotusten pidätykset ja etenkin palkanalennukset ovat hyvin harvinaisia. Tuottavuuden taso näyttääkin reagoineen palkkatasoa herkemmin esimerkiksi 2008 vuoden finanssikriisiin. Tästä voitaisiin päätellä, että palkat eivät ole välttämättä aina linjassa työn tuottavuuden kanssa.

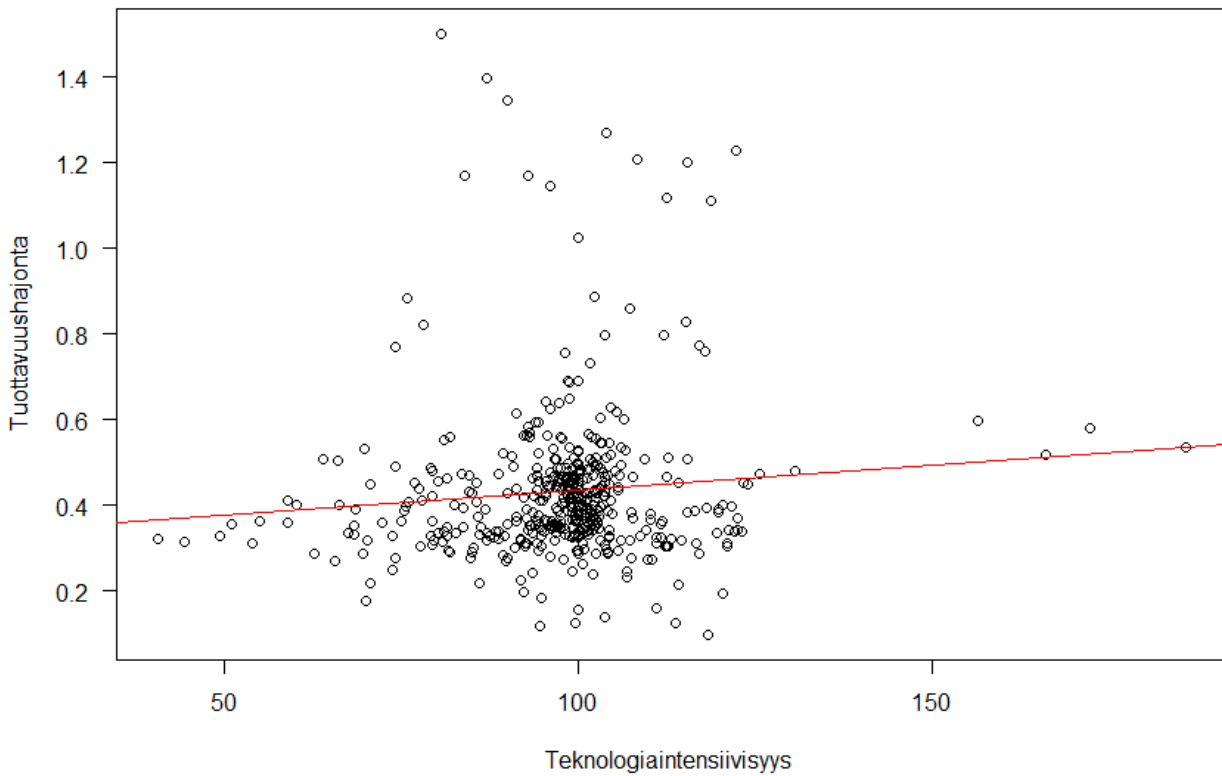
4.4 Korrelaatiotarkastelu

Tässä kappaleessa tarkastellaan korrelaatioita myöhemmin regressioanalyysissä käytettävien muuttujien välillä. Myös näiden muuttujien suhdetta palkkahajontaan tarkastellaan tarkemmalla tasolla, vaikka varsinainen selitettävä muuttuja regressioanalyysissä onkin tuottavuushajonta. On kuitenkin mielenkiintoista selvittää, korreloivatko esimerkiksi tuottavuus- ja palkkahajonta keskenään hypoteesin mukaisesti, eli voidaanko palkkahajontaa mahdollisesti selittää tuottavuushajonnan kautta.



Kuvio 14. Hajontakuvio tuottavuus- ja palkkahajonnasta, x-akselilla palkkahajonta. (Asplund & Maliranta yritysaineisto)

Tuottavuushajonta ja teknologinen kehitys



Kuvio 15. Hajontakuvio tuottavuushajonnan ja teknologisen kehityksen suhteesta, x-akselilla teknologinen kehitys. (Asplund & Maliranta yritysaineisto)

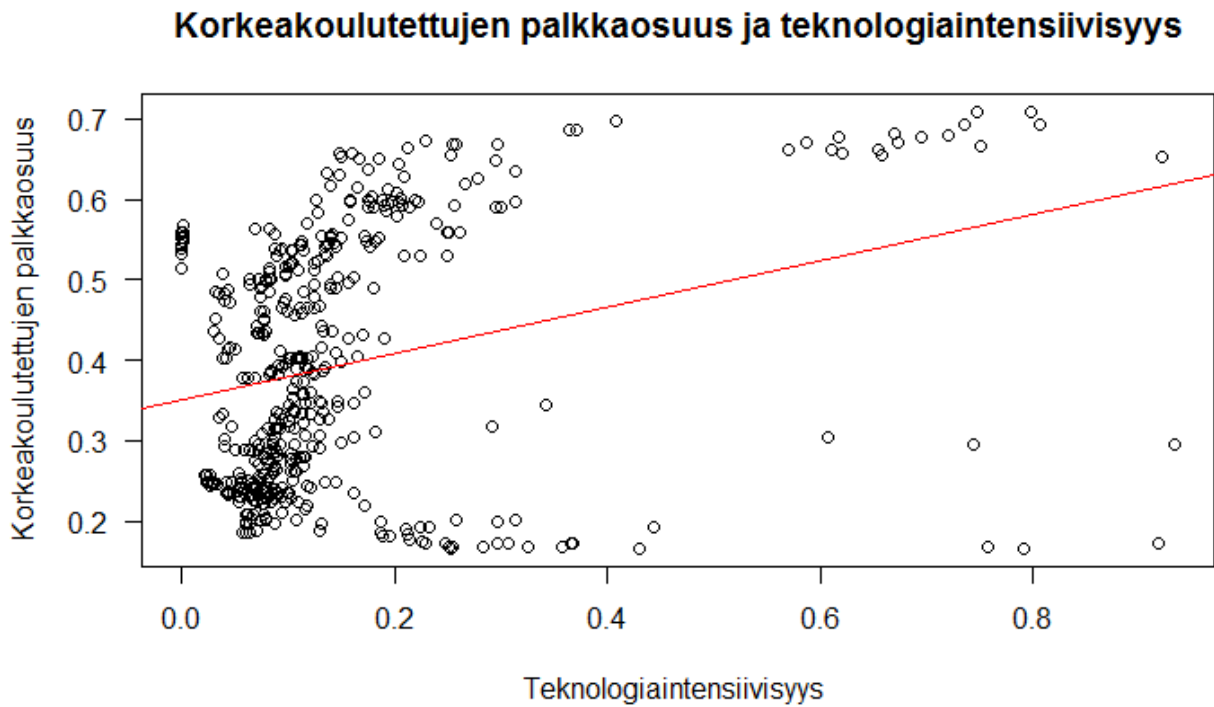
Kuvioiden 14 ja 15 perusteella ei voida suoraan havaita vahvoja korrelaatioita, mutta ainakin kuviosta 14 voisi jo silmämääräisesti arvata, että tuottavuus- ja palkkahajonta korreloivat keskenään positiivisesti. Korrelaatiokertoimet on ilmaistu tarkemmalla tasolla taulukossa 1, josta huomataan, että tuottavuus- ja palkkahajonta todella näyttäisivät korreloivan keskenään positiivisesti näillä havainnoilla. Korrelaatiokerroin on 0,32, mikä on vahvimpia korrelaatioita koko taulukossa. Muita huomionarvoisia korrelaatioita on muun muassa korkeakoulutettujen osuuden sekä palkkahajonnan välinen positiivinen 0,21 suuruinen korrelaatio, joka kertoo siis, että mitä suurempi on korkeakoulutettujen osuus toimialalla, sitä suurempi näyttäisi myös olevan palkkahajonta. Myös teollisuus-dummin ja tuottavuushajonnan välillä näyttäisi vallitsevan positiivinen, 0,18 suuruinen korrelaatio.

Teollisuuden toimialoilla tuottavuushajonta saattaa siis olla suurempi kuin muilla toimialoilla Suomessa. Teollisuus-dummy näyttäisi olevan yhteydessä myös ICT-investointeihin. Korrelaatiokerroin on negatiivinen -0,33, mikä voisi indikoida, että teollisuudessa ICT-investointien määrä olisi pienempi kuin muilla toimialoilla. Lisäksi ICT-investoinnit näyttäisivät korreloivan sekä palkka- että tuottavuushajonnan kanssa positiivisesti. Kontrollimuuttujien välillä näyttäisi myös olevan korrelaatioita, ja esimerkiksi miesten osuus ja korkeakoulutettujen osuus toimialan työvoimasta näyttäisivät korreloivan keskenään vahvan positiivisesti (0,69). Liitteessä D on esitetty hajontakuviot tärkeimpien muuttujien välisistä korrelaatioista.

	Tuottavuushaj.	Palkkahajonta	ICT-pääoma	ICT-investoinnit	Koulutus	Teollisuus	Sukupuoli	Ikä
Tuottavuushaj.	1							
Palkkahajonta	0,32	1						
ICT-pääoma	-0,04	-0,04	1					
ICT-investoinnit	0,13	0,12	0,02	1				
Koulutus	0,06	0,21	-0,09	0,36	1			
Teollisuus	0,18	-0,01	-0,13	-0,33	0,06	1		
Sukupuoli	-0,03	0,07	-0,05	0,22	0,69	0,03	1	
Ikä	-0,08	0,07	-0,09	0,27	0,8	0,02	0,92	1

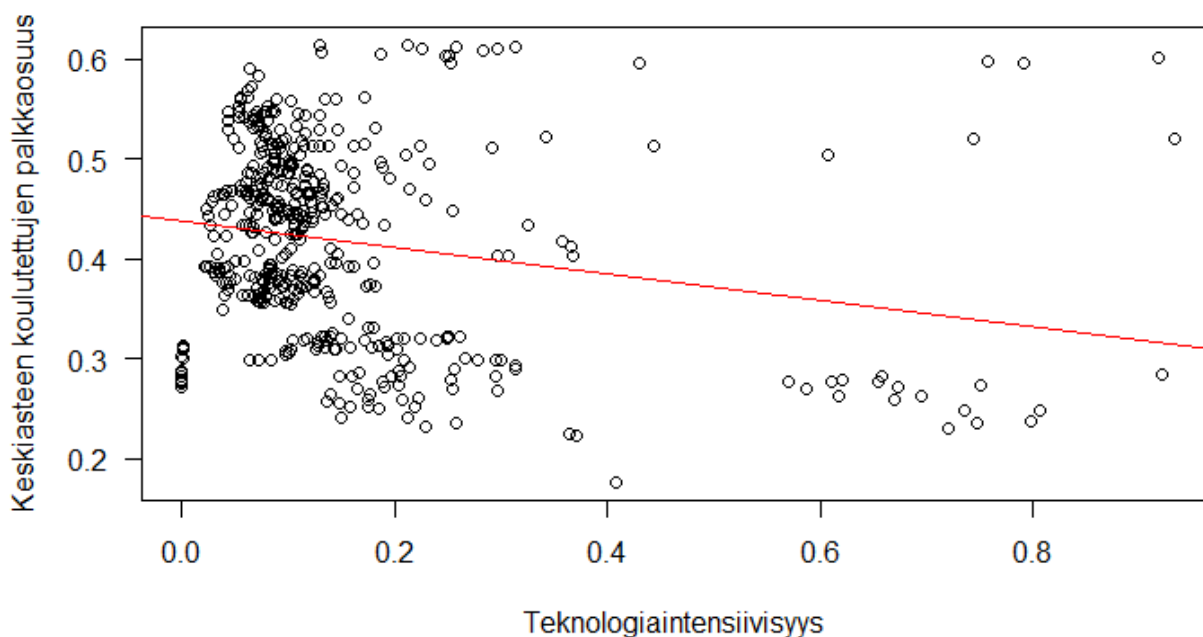
Taulukko 1. Korrelaatiokertoimet eri muuttujien välillä. Koulutus kuvaa korkeakoulutettujen osuutta, sukupuoli miesten osuutta ja ikä keskimmäisen ikäryhmän osuutta työvoimasta.

Lopuksi testataan vielä niin kutsuttua Skill-Biased Technical Change –hypoteesia, joka siis tarkoitti sitä, että mikäli teknologia on osaamisen suhteen vinoutunutta (skill-biased), sen käyttöönotto kasvattaa korkeasti koulutetun työvoiman kysyntää suhteessa muihin työntekijäryhmiin. Kuvioissa 16-18 esitetään hajontakuviot teknologiaintensiivisyyden ja eri koulutustason omaavien työntekijöiden palkkaosuuksien välisistä korrelaatioista.



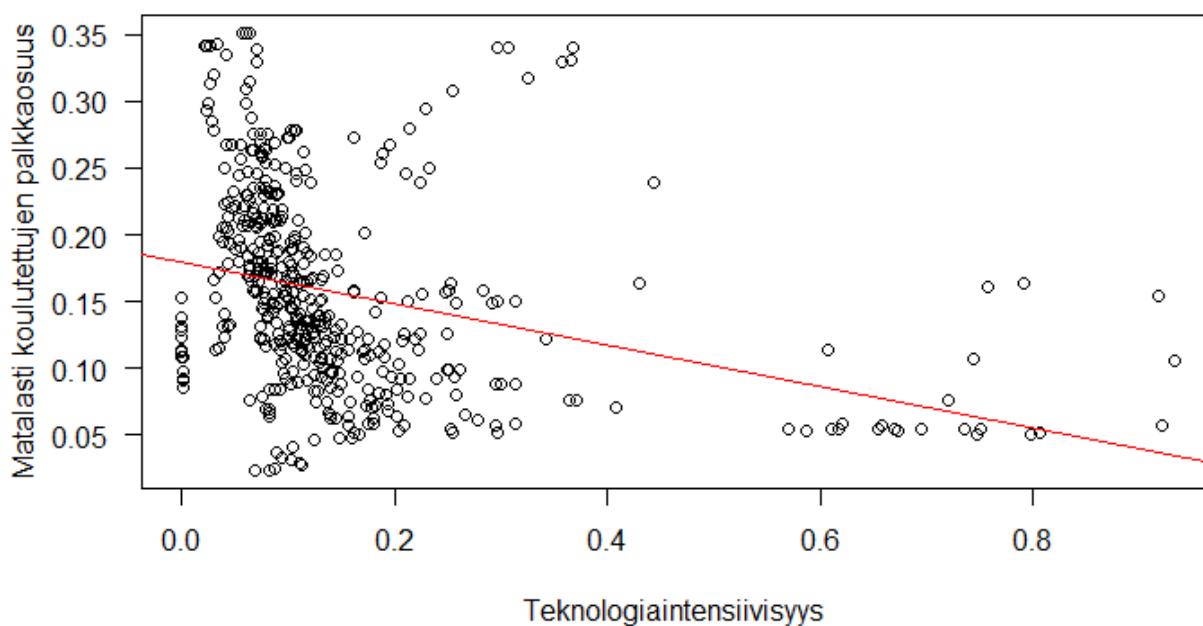
Kuvio 16. Hajontakuviot ja sovite teknologiaintensiivisyyden ja korkeakoulutettujen palkkaosuuden välisestä suhteesta. Teknologiamuuttujana ICT-pääoman määrä suhteessa kokonaispääomaan.

Keskiasteen koulutettujen palkkaosuus ja teknologiaintensiivisyys



Kuvio 17. Hajontakuviota ja sovite teknologiaintensiivisyyden ja keskiasteen koulutuksen omaavien palkkaosuuden välisestä suhteesta. Teknologiamuuttujana ICT-pääoman määrä suhteessa kokonaispääomaan.

Matalasti koulutettujen palkkaosuus ja teknologiaintensiivisyys



Kuvio 18. Hajontakuviota ja sovite teknologiaintensiivisyyden ja matalan koulutusasteen työntekijöiden palkkaosuuden välisestä suhteesta. Teknologiamuuttujana ICT-pääoman määrä suhteessa kokonaispääomaan.

Hajontakuviot Suomen aineistolla näyttäisivät tukevan teoriaa siitä, että ICT-teknologia olisi osaamisen suhteen vinoutunutta teknologiaa. Tämä päätelmä perustuu siihen, että teknologiaintensiivisyyden kasvu näyttää korreloivan positiivisesti korkeasti koulutettujen palkkaosuuden kanssa, mutta negatiivisesti keskiasteen koulutettujen palkkaosuuden kanssa. Tarkasteltaessa korrelaatiota matalasti koulutetun työnvoiman palkkaosuuden ja teknologiaintensiivisyyden välillä, havainnot näyttävät jakautuvan hieman epätasaisemmin, ja hajontakuviioon voisi sovittaa erilaisia vaihtoehtoisia käyriä. Kuvioiden perusteella teknologiaintensiivisyyden ja eri työntekijäryhmien palkkaosuuksien välillä näyttäisi olevan yhteys, joka kuitenkin näyttää epälineaariselta. Nämä havainnot ovat linjassa Michaels et al. (2014) tutkimuksen kanssa, jossa käytetään teknologiaintensiivisyyden mittaamiseen ICT-pääoman osuutta koko pääomasta, arvonlisäyksellä jaettuna.

4.5 Regressioanalyysi

Edellä tarkasteltiin tärkeimpien muuttujien välisiä yhteyksiä ja korrelaatioita, ja esimerkiksi työn tuottavuuden hajonta näytti korreloivan melko vahvasti palkkahajonnan kanssa. Tämä ei kuitenkaan kerro vielä mitään syy-seuraussuhteista, tai siitä onko havaittu korrelaatio kenties vain sattumaa tai jonkun ulkopuolisen tekijän vaikutusta. Vaikka korrelaatioiden ja trendien tarkastelu on jo itsessään mielenkiintoista ja informatiivista, halutaan seuraavaksi kuitenkin pureutua hieman syvemmälle ongelmaan regressioanalyysin avulla.

Kuten aiemmin on jo tullut ilmi, hypoteesina on, että yritysten teknologiavalinnat vaikuttavat työntekijöiden tuottavuuteen, josta seuraa erilaisia teknologiavalintoja tehneiden yritysten välille eroja myös tuottavuudessa. Tuottavuutta kasvattava teknologia edelleen vaikuttaa myös yritysten työntekijöiden palkkoihin, jolloin voidaan ajatella teknologian vaikuttavan välillisesti myös palkkoihin, joskin tuottavuuden kasvu on suora seuraus modernin teknologian onnistuneesta käyttöönotosta. Vaikka mielenkiinnon kohteena on yhtä lailla myös palkkahajonta ja suuremmassa mittakaavassa myös teknologian merkitys kokonaistulonjakoon palkkahajonnan kautta, muodostetaan regressioasetelma kuitenkin niin, että pyritään ensisijaisesti selittämään nimenomaan tuottavuushajontaa käytettävissä olevalla datalla, eli teknologisella kehityksellä sekä joukolla erilaisia kontrollimuuttujia.

Koska vuosittaiset muutokset toimialadatan muuttujissa ovat yleisesti ottaen hyvin pieniä ja voidaan olettaa, ettei esimerkiksi tuottavuushajonta toimialalla muutu hetkessä, lasketaan aineistosta myös pidemmän aikavälin muutokset. Tässä tapauksessa laskettiin kolmen vuoden muutokset, jolloin esimerkiksi ensimmäinen tutkimusajankohta on muutos vuodesta 1996 vuoteen 1999. Tämän voidaan väittää olevan vuosimuutoksia jonkin verran robustimpi mittaustapa, sillä tarkastelemalla pidempää aikaväliä voidaan vähentää satunnaista heittelyä muuttujien arvoissa. Seuraavien kappaleiden analyyseissä lopulta muodostettava regressiomalli, joka sisältää kaikki kontrollimuuttujat, voidaan ilmaista seuraavalla tavalla:

$$\begin{aligned} \Delta(\text{Tuottavuushajonta}) \\ = \Delta \ln(\text{ICT-pääoma} / \text{Kokonaispääoma}) + \Delta(\text{Korkeakoulutettujen osuus}) \\ + \Delta(\text{Miesten osuus}) + \Delta(\text{30-49 -vuotiaiden osuus}) + \text{Teollisuus-dummy} \end{aligned}$$

4.5.1 PNS-estimointi

Verrataan keskenään eri estimointimenetelmiä ja malleja. Aloitetaan muodostamalla poolattu regressio, mikä tarkoittaa käytännössä normaalia pienimmän neliösumman estimointimenetelmää. Koska kyseessä on kuitenkin paneelidata, täytyy poikkileikkaus- ja aikavaikutukset jättää huomioimatta, eli näiden havainnot yhdistetään keskenään.

Poolatun regression ajaminen kaikilla viidellä kontrollimuuttujalla, käyttäen teknologiamuuttujana ICT-pääoman osuutta kokonaispääomasta, tuottaa tilastollisesti merkitsevät kertoimet kahdelle parametrille. Korkeasti koulutettujen työvoimaosuuden OLS-estimaatti on positiivinen (0,43) ja merkitsevä 5 prosentin riskitasolla ($P \sim 0,02$). Tämä tukee teoriaa siitä, että korkeasti koulutettujen osuuden kasvu vaikuttaa tuottavuushajontaa kasvattavasti. Toinen tilastollisesti merkitsevä kontrollimuuttuja on tässä mallissa toinen työntekijöiden ominaisuuksista kertova tekijä, eli ikäjakauma. 30-49 –vuotiaiden työntekijöiden osuuden kasvu vaikuttaa tämän estimoinnin mukaan tuottavuushajontaa alentavasti. Tämä muuttuja saa mallissa kertoimen -0,42 viiden prosentin riskitasolla ($P \sim 0,02$). Mallin selitysaste on kuitenkin heikko, ($R^2 \sim 0,09$) ja mallin muuttujat näyttäisivät selittävän vain noin 10 % muutoksista tuottavuushajonnassa. Kertoimien suuruuden tulkinta on hieman hankalaa eikä tässä välttämättä edes mielekäästä, esimerkiksi siksi että selitettävän muuttujan vaihtelut ovat erittäin pieniä ja lisäksi hajonta on laskettu tuottavuuden

logaritminuunnoksesta. Myös teknologiaintensiivisyyttä kuvaavasta muuttujasta on logaritmisessa muodossa.

Koska teknologisen kehityksen mittaaminen ei ole ollenkaan yksiselitteistä, kokeillaan käyttää regressiossa selittävänä muuttujana toista teknologiasta kertovaa muuttujaa EU KLEMS-aineistosta, ”computing equipment”. Näin toimimalla poolatun regression ajaminen antaa 95 prosentin luottamusvälillä positiivisen kertoimen teknologiamuuttujalle (0,24). Tämä mukailee teoriaa ja aiempien tutkimusten tuloksia siinä, että teknologinen kehitys vaikuttaisi toimialalla tuottavuushajontaa kasvattavasti. Muita 5 prosentin riskitasolla merkitseviä kerroinparametreja saavat teollisuus-dummy, sekä ikämuuttuja. Teollisuuden päätoimialan alle kuulumisen näyttäisi nostavan tuottavuushajontaa pienellä kertoimella, 0,07, ja keskimmäisen ikäryhmän osuus työvoimasta taas näyttäisi vaikuttavan tuottavuushajontaa pienentävästi, kuten oli myös ensimmäisessä regressiomallissa. Korkeasti koulutettujen osuuden kerroin ei enää ole merkitsevä 5 prosentin riskitasolla, mutta näyttäisi olevan sitä 10 prosentin riskitasolla ($P \sim 0,09$). Kerroin on tässäkin mallissa positiivinen (0,32). Mallin selitysasteeksi saadaan 0,13, mikä on yhä pieni, mutta hieman korkeampi kuin edellisessä, toisella teknologiamuuttujalla ajatusmallissa.

Jotta voitaisiin arvioida eri menetelmien toimivuutta analysoitavaan dataan, testataan OLS-estimoinnin validiutta vertaamalla sitä satunnaisvaikutusten malliin (random effects) Breusch-Pagan Lagrange multiplier (LM) -testin avulla. Nollahypoteesina testissä on, että poikkileikkausalottuvuuksien välillä ei ole eroja. Testatessa tällä aineistolla $p:n$ arvoksi saadaan 0,006. Arvo on erittäin pieni, mikä johtaa nollahypoteesin hylkäämiseen ja osoittaa, että toimialojen välillä on vaihtelua. Tällöin pienimmän neliösumman poolattu regressio ei ole riittävä kuvaamaan datan vaihtelua, joten preferoidaan satunnaisvaikutusten mallia.

4.5.2 Satunnaisvaikutusten malli

Seuraavaksi sovitetaan dataan satunnaisvaikutusten mallia. Käytettäessä ICT-pääoman muutosta kuvaamaan teknologiaa, saadaan edelleen tilastollisesti merkitsevä ja positiivinen (0,44) kerroinparametri korkeasti koulutetun työvoiman osuudesta kertovalle muuttujalle. Tämän mallin selitysaste on 0,09.

Kun taas selitetään tuottavuushajontaa kaikilla kontrollimuuttujilla ja käyttäen selittävänä teknologiamuuttujana tietokoneiden määrää, saadaan satunnaisvaikutusten mallilla kaikille muuttujille merkitsevät kertoimet joko 90 tai 95 prosentin luottamusvälillä. Teknologiamuuttuja saa jälleen positiivisen kertoimen (0,28) 5 prosentin riskitasolla, kuten myös teollisuus-dummy (0,07, $P \sim 0,02$). Korkeasti koulutettujen osuus työvoimasta saa taas positiivisen kertoimen 0,33, mutta on merkitsevä vain 10 prosentin riskitasolla. Myös miesten sekä 30-49 -vuotiaiden osuus työvoimasta saavat samansuuntaisia kertoimia kuin aiemmin, joskin vain 90 prosentin luottamusvälillä. Selitysaste nousee hieman edellisestä ollen nyt 0,14.

4.5.3 Between effects -estimointi

Between –menetelmällä mallintamalla saadaan tilastollisesti merkitsevät kertoimet kolmelle muuttujalle, sekä vakiotermille. Korkeasti koulutettujen aste saa kyseisellä estimointimenetelmällä kertoimeksi 0,61 ja on merkitsevä viiden prosentin riskitasolla ($P \sim 0,02$), mikä viittaa siihen, että korkeasti koulutettujen määrän kasvu toimialalla nostaisi myös yritysten välistä tuottavuushajontaa. Teollisuus-dummy saa tässä tapauksessa myös positiivisen (0,04) ja tilastollisesti merkitsevän ($P \sim 0,007$) kertoimen. Näin mallinnettuna se, että toimiala kuuluu teollisuuden päätoimialan alle, näyttäisi vaikuttavan yhden prosentin riskitasolla positiivisesti, joskin erittäin pienissä määrin, toimialan yritysten väliseen tuottavuushajontaan. Miesten osuus työvoimasta saa myös tilastollisesti merkitsevän kertoimen (0,57) 99 prosentin luottamusvälillä. Mallin selitysaste on 0,72.

Suoritettaessa edellisenkaltainen analyysi, sillä erolla, että selittävänä teknologiamuuttujana käytetään tietokoneinvestointeja, saadaan 1 prosentin riskitasolla positiiviset kertoimet sekä teollisuus-dummylle että miesten osuudelle toimialan työntekijöistä. Myös vakiotermi on merkitsevä korkeimmalla tasolla. (Taulukko 3) Korkeasti koulutettujen osuus työvoimasta saa edelleen positiivisen kertoimen, tässä tapauksessa 5 prosentin riskitasolla. Teknologiamuuttujalla ei tässä mallissa ole tilastollisesti merkitsevää vaikutusta tuottavuushajontaan, kuten ei myöskään ikäjakaumalla. Mallin selitysasteeksi saadaan 0,72.

4.5.4 First differences -estimointi

Ajettaessa sama regressio FD-menetelmällä, eivät mitkään muuttujista saa tilastollisesti merkitseviä kertoimia. Kuitenkin käytettäessä selittävänä muuttujana tietokoneinvestointien määrää ensin käytetyn ICT-pääoman sijasta, saadaan tilastollisesti merkitsevä kerroin kyseiselle

teknologiamuuttujalle. Tietokoneinvestointien määrä saa positiivisen kertoimen (0,48), mikä indikoi, että teknologinen kehitys toimialalla vaikuttaisi yritysten välistä tuottavuushajontaa kasvattavasti. Kontrollimuuttujat eivät saa tässä regressiossa merkitseviä kerroinparametreja. Mallin selitysasteeksi jää 0,08, joten malli selittää vain noin 8 prosenttia tuottavuushajonnan vaihteluista.

4.5.5 Fixed effects -estimointi

Estimoidaan seuraavaksi aineistoa kiinteiden vaikutusten mallilla, joka ottaa huomioon sekä kiinteät aika- että toimialavaikutukset. Käytettäessä teknologisen kehityksen tasoa mittaavana muuttujana logaritmista ICT-pääoman osuutta kokonaispääomasta, ei mikään kertoimista näyttäisi olevan tilastollisesti merkitsevä normaalilla 95 prosentin luottamusvälillä. Kuitenkin sekä korkeasti koulutettujen, että 30-49 -vuotiaiden osuudet työvoimasta ovat tässä mallissa merkitseviä 90 prosentin luottamusvälillä. Koulutuksen vaikutus on aiempien mallien mukaisesti positiivinen, 0,42 ($P \sim 0,06$) ja yli 30-40 -vuotiaiden osuuden negatiivinen (-0,37, $P \sim 0,07$). Mallin selitysaste on hyvin pieni, 0,054.

Kun taas käytetään teknologiamuuttujana tietokoneiden määrää, saa teknologiamuuttuja positiivisen kertoimen (0,33) 10 prosentin riskitasolla ($P \sim 0,06$). Myös ikäjakaumasta kertova muuttuja saa edellisiä malleja mukailleen negatiivisen (-0,35) kertoimen 10 prosentin riskitasolla ($P \sim 0,08$). Selitysaste mallilla on 0,09, eli malliin sisällytetyt muuttujat selittäisivät vain 9 prosenttia muutoksista tuottavuushajonnassa.

	Malli 1	Malli 2	Malli 3	Malli 4	Malli 5	Malli 6
Teknologiapääoma	-0.012 (0.032)	-0.003 (0.032)	-0.010 (0.031)	-0.011 (0.036)	-0.007 (0.032)	0.038 (0.041)
Teollisuus		0.049* (0.028)	0.044 (0.027)		0.043 (0.027)	0.039*** (0.013)
Koulutus		0.058 (0.112)	0.433** (0.186)	0.420* (0.221)	0.449** (0.187)	0.605** (0.224)
Sukupuoli			0.184 (0.128)	0.136 (0.152)	0.207 (0.130)	0.576*** (0.150)
Ikä			-0.419** (0.175)	-0.368* (0.204)	-0.374 (0.237)	-0.212 (0.150)
FE				x		
RE					x	
BE						x
R²	0.001	0.034	0.094	0.054	0.093	0.715

Taulukko 2. Regressioanalyysin kerroinparametrit ja mallien selitysasteet. Selittävänä muuttujana ICT-pääoman osuus kokonaispääomasta.

	Malli 1	Malli 2	Malli 3	Malli 4	Malli 5	Malli 6
Tietokone- investoinnit	0.148 (0.105)	0.252 (0.118)	0.243** (0.116)	0.328* (0.172)	0.279** (0.119)	0.086 (0.079)
Teollisuus		0.073 (0.029)	0.067** (0.029)		0.070** (0.028)	0.044*** (0.014)
Koulutus			0.322* (0.190)	0.267 (0.230)	0.333* (0.189)	0.510 ** (0.209)
Sukupuoli			0.185 (0.125)	0.138 (0.148)	0.222* (0.126)	0.528 *** (0.145)
Ikä			-0.409** (0.171)	-0.352* (0.197)	-0.405* (0.222)	-0.271 (0.340)
FE				x		
RE					x	
BE						x
R²	0.018	0.073	0.130	0.092	0.138	0.720

Taulukko 3. Regressioanalyysin kerroinparametrit ja mallien selitysasteet. Selittävänä muuttujana ICT-investointien määrä.

5 Johtopäätökset

Tutkielman empiirisessä analyysissä havaitaan, että yritysten välinen tuottavuus- ja palkkahajonta ovat kasvaneet tutkitulla aikavälillä useimmilla toimialoilla Suomessa. Myös keskimääräinen työn tuottavuus ja nimellinen palkkataso ovat kasvaneet tasaisesti vuodesta 1996 vuoteen 2011, mutta työn tuottavuudessa huomataan vuoden 2008 kohdalla suurempi pudotus kuin palkkojen tasossa. Tästä voidaan päätellä, että palkat ovat kehittyneet toimialoilla nopeampaa kuin työn tuottavuus. Havainto ei ole yllättävä, ottaen huomioon, että Suomessa palkkojen kehitys määräytyy suurelta osin työmarkkinajärjestöjen ja hallituksen välisten sopimusten pohjalta, kun taas työn tuottavuuden voidaan olettaa olevan alttiimpi markkinavoimien vaikutukselle. Esimerkiksi aineiston analyysissä havaittu jyrkkä pudotus työn tuottavuudessa vuoden 2008 tienoilla voi selittyä muun muassa sillä, että tuotannon määrä toimialoilla on laskenut talouskriisin seurauksena, mutta työvoima ei ole mukautunut samalla nopeudella. Palkka- ja tuottavuushajonnan välillä havaitaan lisäksi Suomen aineistolla positiivinen korrelaatio, kuten esimerkiksi Faggio (et al. 2007) tutkimuksessa on huomattu aiemmin. Vaikka tämä ei kerro vielä mitään kausaalisuuden suunnasta, tukee havainto kuitenkin teoriaa siitä, että tuottavuus- ja palkkahajonnan välillä olisi yhteys, ja että tuottavuushajontaa selittämällä voidaan tehdä päätelmiä myös palkkahajonnan kehittymisestä.

Empiirisen analyysin tuloksia tulkittaessa täytyy ottaa huomioon käytetyn aineiston rajoitukset, ja muun muassa tästä mahdollisesti seuraava puuttujan muuttujan harha. Esimerkiksi Faggio (et al. 2007) selittävät muutosta yritysten välisessä tuottavuushajonnassa lisäksi toimialan osa-aikaisten työsuhteiden määrällä ja ammattiliittojen vaikutusvallalla. Kontrollimuuttujina kyseisessä tutkimuksessa käytetään myös tehtyjen työtuntien hajontaa, sillä pidettiin mahdollisena, että tuottavuuden hajonnan kasvua selittäisi yksinkertaisesti työntuntien hajonnan kasvu. Lasketuilla tehtyjen työtuntien hajontaa kuvaavilla muuttujilla ei kuitenkaan ollut Britannian aineistolla tehdyssä tutkimuksessa vaikutusta tuottavuushajontaan. Yrityksaineisto ei Suomessa ole avointa, joten tällaista tietoa ei ollut tässä tutkimuksessa käytössä.

Puuttuvan muuttujan harhaa on tässä tutkimuksessa pyritty kuitenkin minimoimaan tähän tarkoitettuilla paneeliestimointimenetelmillä, kuten kiinteiden vaikutusten mallilla. Vaikka eri mallien selityksasteet ja kerroinparametrien merkitsevyysasteet vaihtelevat, ovat eri menetelmillä saadut tulokset linjassa keskenään. Varovaisia tulkintoja voisi tehdä esimerkiksi korkeasti koulutetun työvoiman osuuden vaikutuksesta tuottavuushajontaan. Useilla eri estimointimenetelmillä saatiin

tälle muuttujalle positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä kerroin. Tämä tarkoittaa, että toimialoilla joiden työvoimasta merkittävä osa on korkeasti koulutettua, myös työn tuottavuushajonta saattaa olla suurempi. Tämä tulos on linjassa useiden aiempien tutkimusten kanssa, ja esimerkiksi Faggio (et al. 2007) saavat empiirisessä tutkimuksessaan samansuuntaisia kertoimia tälle muuttujalle. Regressioanalyysi antaa myös osviittaa siitä, että tietokoneinvestointien määrän kasvu vaikuttaisi tuottavuushajontaa kasvattavasti. Käytettäessä selittävänä muuttujana ICT-investointien määrää, saatiin teknologiamuuttujalle aiempien tutkimusten suuntaisesti positiivinen kerroin, joka indikoi, että teknologiavalinnoilla saattaa olla vaikutus tuottavuushajontaan. Tämän perusteella voitaisiin siis päätellä, että mitä korkeampi on teknologisen kehityksen taso toimialalla, sitä suurempi on myös toimialan palkkahajonta.

Suuri osa palkka- ja tuottavuushajontaa sekä teknologiaa koskevasta aiemmasta tutkimuksesta on tehty Yhdysvaltain ja Britannian aineistolla, ja näissä maissa palkka- ja tuottavuushajonnan kasvu onkin ollut erittäin selkeä. Suomen elinkeinoelämän rakenteet ovat hyvin erilaiset verrattuna näihin maihin, ja eri tekijät voivat vaikuttaa palkkoihin ja tuottavuuteen eri tavalla. Suomessa myöskään palkkaerot eivät ole kasvaneet yhtä paljoa kuin esimerkiksi Yhdysvalloissa ja Britanniassa. On kuitenkin mielenkiintoista havaita, että myös Suomessa yritysten väliset palkka- ja tuottavuuserot ovat todella kasvaneet useilla mukana olleilla toimialoilla. Mielenkiintoista oli myös, että tässä tutkimuksessa teollisuus-dummy sai järjestelmällisesti positiivisen kertoimen, toisin kuin esimerkiksi Faggio (et al. 2007) tutkimuksessa. Kyseisessä, Britannian aineistolla tehdyssä tutkimuksessa tulkitaan teollisuuden toimialoilla olevan pienempi palkkahajonta kuin muilla toimialoilla, joskaan kertoimet eivät ole aina merkitseviä tai kovin suuria. Vaikka tässä tutkimuksessa kerroin oli päinvastoin positiivinen ja joissain tapauksissa myös tilastollisesti merkitsevä, näyttää sen merkitys olevan kuitenkin hyvin pieni (suurimmillaan 0,07). Mikäli tällainen eroavaisuus kuitenkin on olemassa, saattaisi sitä osaltaan selittää Suomen erityinen toimialarakenne. Esimerkiksi korkean teknologian yritys Nokia on kuulunut tutkitulla aikavälillä teollisuuden päätoimialan alle. Lisäksi tässä tutkielmassa käytetyssä aineistossa muilla kuin teollisuuden toimialoilla data vaikuttaisi olevan heterogeenisempää kuin eri teollisuuden toimialojen välillä. Useissa aiemmissä empiirisissä tutkimuksissa onkin analysoitu vain teollisuuden aineistoa.

Koska suuri osa aihepiirin tutkimuksesta koskee Yhdysvaltoja ja Britanniaa, olisi jatkossa mielenkiintoista vertailla tuloksia esimerkiksi muiden Pohjoismaiden tai Benelux-maiden kanssa, joiden sosiaalipolitiikassa ja elinkeinorakenteessa on joitain yhtäläisyyksiä Suomen kanssa. Yksi

looginen suunta jatkotutkimukselle olisi myös tarkemman tason aineiston käyttäminen tuottavuushajonnan tarkastelemiseen Suomessa. Kun tässä tutkimuksessa vertailtiin tuottavuus- ja palkkahajontaa toimialoittain ja käytettiin tuottavuushajontaa selittämiseen muun muassa toimialatasoista demografiadataa, voisi tarkemman tason datan avulla tutkia ilmiötä yritys- ja yksilötasolla. Tällainen aineisto on tietysti hankalammin saatavilla eikä usein yhtä kattavaa kuin ylemmän tason data, mutta mikroaineistoja keräämällä ja kehittämällä voitaisiin päästä perehtymään tuottavuus-, palkka- ja teknologiaerojen välisiin mekanismeihin entistä tarkemmalla tasolla.

Lähteet

Acemoglu, D., P. Aghion & G. L. Violante (2001), 'Deunionization, technical change and inequality.' *Carnegie-Rochester Conference Series of Public Policy*, 55(1), 229–264.

Acemoglu, D. (2003), 'Patterns of skill premia.' *The Review of Economic Studies* 70.2: 199-230.

Aghion, P., & Bolton, P. (1992), 'Distribution and growth in models of imperfect capital markets.' *European Economic Review*, 36(2), 603-611.

Aghion, P. (2002), 'Schumpeterian Growth Theory and the Dynamics of Income Inequality.' *Econometrica* 70 (3), 855-882.

Aghion, P., P. Howitt & G. L. Violante (2002a), 'Technological progress, luck and the variability of earnings.' Harvard University.

Aghion, P., P. Howitt & G. L. Violante (2002b), 'General purpose technology and wage inequality.' *Journal of Economic Growth*, 7(4), 315–345.

Aghion, P. & P. Howitt. (2009), 'The economics of growth.'

Angrist, J. & J. Pischke (2008), 'Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion.' Princeton university press.

Asplund, R. (2008), 'Sukupuolten palkkaerot Suomessa.' Helsinki: Yliopistopaino.

Asplund, R., Barth, E., Lundborg, P. & Nilsen, K. M. (2011), 'Polarization of the Nordic Labour Markets.' *Finnish Economic Papers* 24 (2), 87-110.

Atkinson, A. B. (2003), 'Income Inequality in OECD Countries: Data and Explanations.' *CESifo Economic Studies* 49 (4), 479-513.

Autor, D. H., L. F. Katz & M. S. Kearney (2005), 'Trends in US wage inequality: re-assessing

the revisionists.’ NBER Working Paper No. 11627.

Autor, D., D. Dorn (2009), ‘Inequality and Specialization: The Growth of Low-Skill Service Jobs in the United States.’ NBER working paper 15150 (2009).

Bartelsman, E. J., Gautier, P. A. & De Wind, J. (2010), ‘Employment protection, technology choice, and worker allocation.’

Bartelsman, E. J. & M. Doms (2000), ‘Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Microdata.’ *Journal of Economic Literature*, 38(3): 569-94.

Burstein, A. & J. Vogel (2012), ‘International trade, technology, and the skill premium.’ Manuscript, Columbia University and UCLA.

Caselli, F. (1999), ‘Technological revolutions.’ *American Economic Review*, 89(1), 78–102.

Dunne, T., L. Foster, J. Haltiwanger & K. R. Troske (2004), ‘Wage and productivity dispersion in US manufacturing: the role of computer investments.’ *Journal of Labour Economics*, 22(2), 397–429.

Einiö, E. (2006), ‘Skill-biased Technical Change in Finnish Manufacturing.’ University of Helsinki.

Everitt, B. (2002), ‘The Cambridge Dictionary of Statistics.’ Cambridge, UK: Cambridge University Press. ID: Accession Number: 120231.

Faggio, G., K. G. Salvanes & J. Van Reenen (2007), ‘The evolution of inequality in productivity and wages: panel data evidence.’ NBER Working Paper No. 13351.

Holly, S. & Weale, M. (2000), ‘Econometric modelling: Techniques and applications.’ Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Kauhanen, A. & Maliranta, M. (2014), 'Industry- and Firm-Level Mechanisms of Competitiveness.' In T. Valkonen & V. Vihriälä (Eds.), *The Nordic Model -- Challenged but Capable of Reform* (pp. 93-112): Norden.

Kremer, M. & Maskin, E. (1996). 'Wage inequality and Segregation by Skill.' NBER Working PaperNo. 5718.

Malinen, T. (2012), 'Estimating the long-run relationship between income inequality and economic development.' *Empirical Economics*, 42(1), 209-233.

Maliranta, M. (2003), 'Micro Level Dynamics of Productivity Growth. An Empirical Analysis of the Great Leap in Finnish Manufacturing Productivity in 1975-2000.' ETLA A.

Maliranta, M. & Määttänen, N. (2011), 'Luova tuho yrityssektorilla–tuottavuuden avain ja politiikan haaste.' *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 107 (3), 234-255.

Mankiw G., D. Romer & D. N. Weil. (1992) 'A contribution to the empirics of economic growth.' *Quarterly Journal of Economics* 107.2: 407-437.

Michaels, G., Natraj, A. & Van Reenen, J. (2014), 'Has ICT polarized skill demand? Evidence from eleven countries over 25 years.' *Review of Economics and Statistics*, 96 (1). pp. 60-77. ISSN 0034-6535

Pohjola, M. (2008), 'Taloustieteen oppikirja.' Helsinki: WSOY Oppimateriaalit.

Schreyer, P. & D. Pilat. (2001), 'Measuring productivity.' *OECD Economic studies* 33.2: 127-170.

Stock, J. H. & Watson, M. W. (2011), 'Introduction to econometrics.' Boston: Pearson Education

Taimio, H. (2007), 'Taloukasvun hedelmät: kuka sai ja kuka jäi ilman?' Työväen sivistysliitto.

Tuomala, M. (2009), 'Julkistalous.' ([Uud. p.]. painos) Helsinki: Gaudeamus.

Valkonen, T. (2007), 'Tutkimus- ja tuotekehitysinvestointien verotuki.' ETLA.

Tilastokeskus. Palkkarakennetilasto.

http://www.stat.fi/artikkelit/2014/art_2014-05-26_002.html?s=0

Tilastokeskus. Tulonjakotilasto.

http://tilastokeskus.fi/til/tjt/2012/04/tjt_2012_04_2014-05-27_tie_001_fi.html

Tilastokeskus. Tuottavuustilasto.

http://193.166.171.75/Database/StatFin/kan/ttut/ttut_fi.asp

Tilastokeskus. Yritysten rakenne- ja tilinpäätöstilasto.

http://www.stat.fi/til/yrti/2013/yrti_2013_2014-12-18_tau_001_fi.htm

Tilastokeskus. Teollisuuden alue- ja toimialatilasto.

<http://www.stat.fi/til/atoi/kas.html>

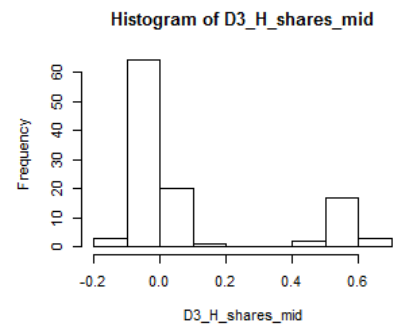
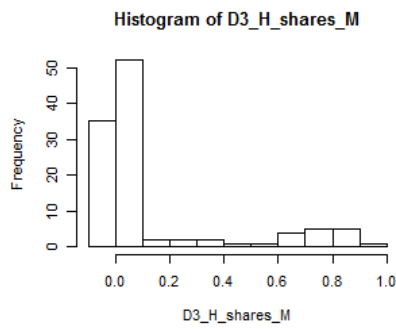
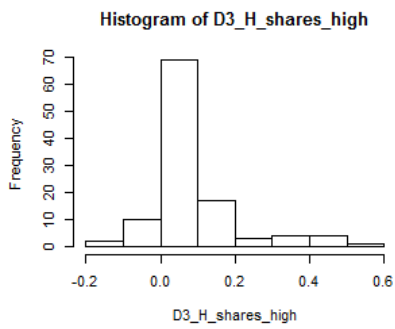
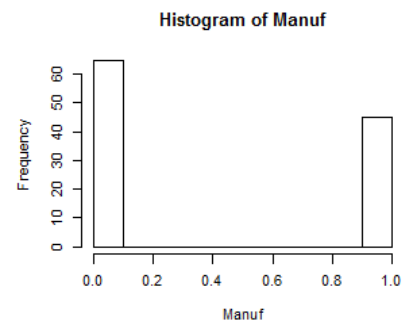
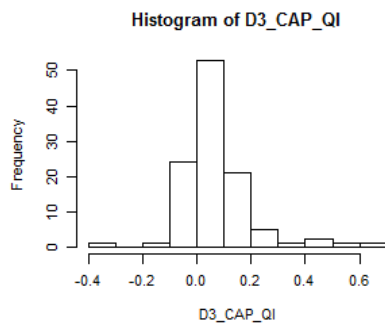
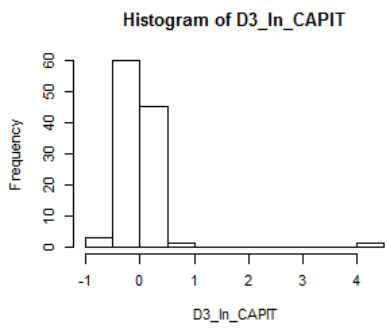
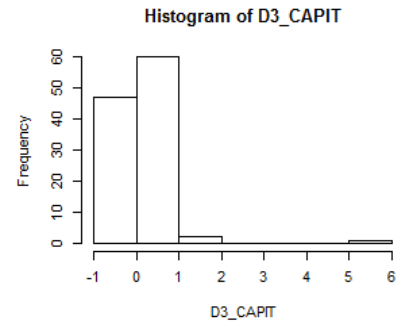
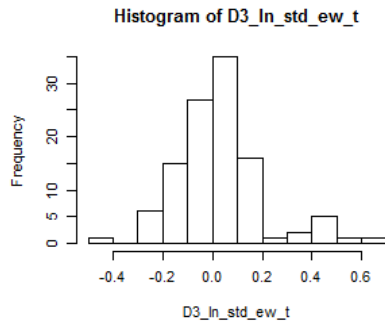
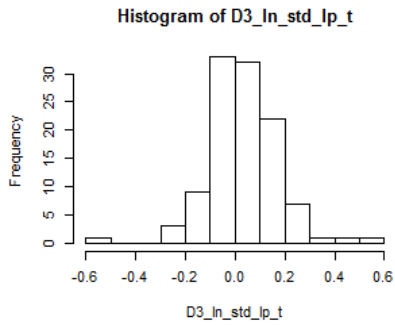
Liitteet

Liite A : Valitut toimialat

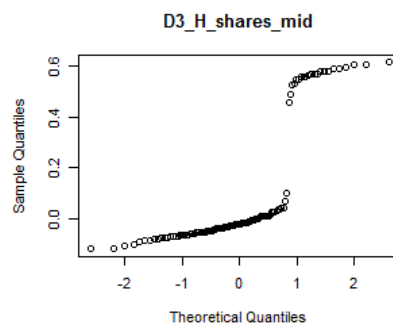
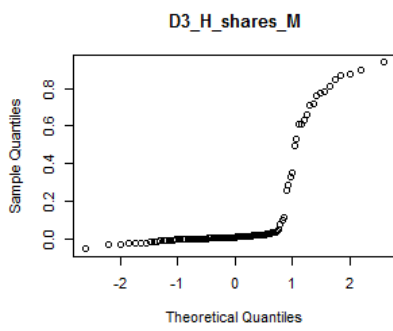
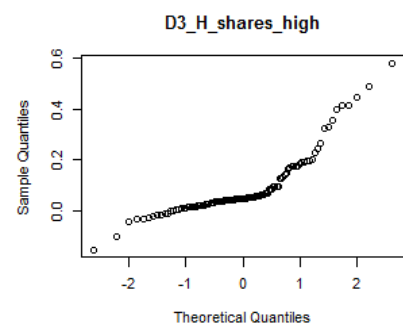
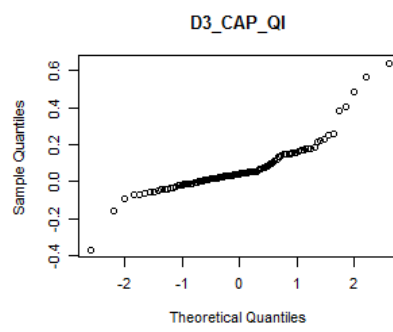
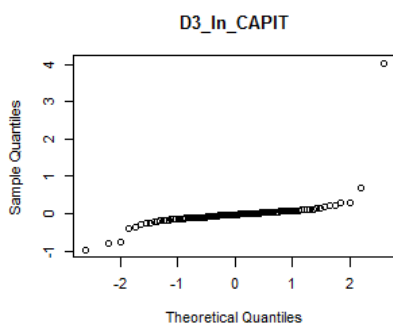
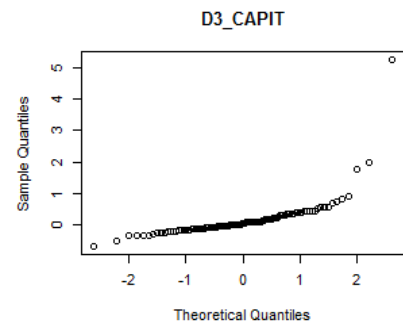
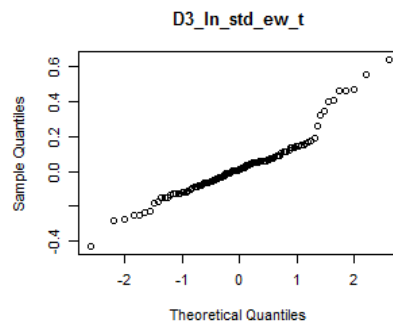
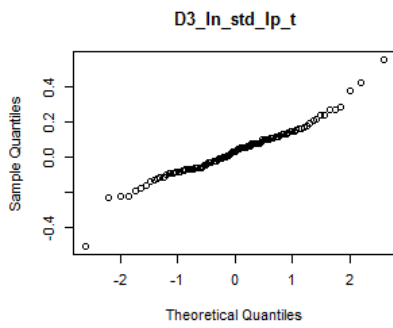
Toimiala	Koodi
Kaivostoiminta ja louhinta	D07T09
Elintarviketeollisuus	D10T12
Tekstiili- , vaatetus- ja nahkateollisuus	D13T15
Metsäteollisuus	D16T18
Kemianteollisuus	D20T21
Kumi- ja muovituotteiden sekä muiden ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	D22T23
Metalliteollisuus	D24T25
Koneiden ja laitteiden valmistus	D26T28
Kulkuneuvojen valmistus	D29T30
Huonekalujen valmistus, muu valmistus ja koneiden ja laitteiden korjaus	D31T33
Rakentaminen	D41T43
Moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien tukku- ja vähittäiskauppa sekä korjaus	D45
Tukkukauppa (pl. moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien kauppa)	D46
Vähittäiskauppa (pl. moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien kauppa)	D47
Kuljetus ja varastointi	D49T53
Majoitus- ja ravitsemistoiminta	D55T56
Informaatio ja viestintä	D58T63
Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta ; Hallinto- ja tukipalvelutoiminta	D69T82
Terveys- ja sosiaalipalvelut	D86T88
Muu palvelutoiminta	D94T96

Liitetaulukko 1. Mukana olevat TOL2008-luokituksen mukaiset toimialat

Liite B : Muuttujien jakaumat



Liite C : Normaaliustarkastelu



Liite D : Hajontakuvioita

