

**PÄÄSTÖKAUPAN VAIKUTUS
SUOMALAISYRITYSTEN TALOUDELLISEEN
MENESTYKSEEN**

**Jyväskylän yliopisto
Kauppakorkeakoulu**

Pro gradu -tutkielma

2019

**Tekijä: Ilmari Grotenfelt
Oppiaine: Taloustiede
Ohjaaja: Mika Maliranta**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

TIIVISTELMÄ

Tekijä Ilmari Grotenfelt	
Työn nimi Päästökaupan vaikutus suomalaisyritysten taloudelliseen menestykseen.	
Oppiaine Taloustiede	Työn laji Pro gradu -tutkielma
Aika (pvm.) 28.5.2019.	Sivumäärä 47
Tiivistelmä <p>Tässä tutkielmassa tarkastellaan Euroopan Unionin päästökaupan vaikutusta suomalaisyritysten taloudelliseen menestykseen käyttäen suomalaista tilinpäätösaineistoa. Keskeisimmät huolet päästökaupan vaikutuksista liittyvät päästökaupan aiheuttamiin kustannuksiin, jotka teorian mukaan heikentävät päästökauppayritysten kilpailukykyä. Päästökauppa on siis saattanut vaikuttaa päästökauppayritysten kykyyn pärjätä kilpailussa suhteessa päästökauppaan kuulumattomiin yrityksiin ja siten vaikuttanut päästökauppayritysten taloudelliseen menestykseen. Tässä työssä estimoidaan päästökaupan vaikutusta kolmeen indikaattoriin, liikevaihtoon, työntekijöiden määrään ja liikevoittoon. Estimointimenetelmänä käytetään semiparametrista difference-in-differences -menetelmää, jossa kontrolliryhmä muodostetaan propensity score -kaltaistamisella. Tulosten perusteella näyttäisi, ettei päästökaupalla ole ollut negatiivisia vaikutuksia yritysten liikevaihtoon, työntekijöiden määrään tai liikevoittoon. Tulosten mukaan päästökaupan kolmannessa vaiheessa päästökauppa on kasvattanut päästökauppayritysten työntekijöiden määrää suhteessa päästökaupan ulkopuolisiin yrityksiin.</p>	
Asiasanat Päästökauppa, ympäristösäätely, kilpailukyky	
Säilytyspaikka Jyväskylän yliopiston kirjasto	

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	TAUSTAA	9
2.1	Euroopan Unionin päästökauppa	9
2.1.1	Päästökaupan vaiheet	10
2.1.2	Päästökauppa Suomessa	11
2.2	Ympäristösääntely ja kilpailukyky.....	11
2.2.1	Ympäristösääntely ja työpaikat.....	13
2.2.2	Kilpailukyvyn mittaaminen.....	14
3	KIRJALLISUUSKATSAUS.....	15
3.1	Ilmaisjako ja hiilivuotoriski.....	17
3.2	Johtopäätöksiä aiemmista tutkimuksista	18
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	21
4.1	Aineisto	21
4.2	Menetelmät	24
4.2.1	Semiparametrinen DID estimaatti	24
4.2.2	Propensity score matching -menetelmä.....	25
4.3	Identifikaatio-oletukset	26
5	TULOKSET.....	28
5.1	Kaltaistamisen tulokset.....	28
5.1.1	Samankaltaiset trendit	30
5.2	Estimointitulokset.....	32
5.2.1	Teollisuustarkastelu	36
6	JOHTOPÄÄTÖKSIÄ.....	40
7	YHTEENVETO	43
	LÄHTEET.....	45

1 JOHDANTO

Euroopan unionin päästökauppa on herättänyt paljon keskustelua koko sen olemassa olon ajan. Päästökauppaa on pidetty tehottomana liian suuren päästöoikeuksien määrän vuoksi, mutta toisaalta päästökaupan on myös pelätty aiheuttavan kustannuksia yrityksille. Tässä tutkielmassa tarkastellaan Euroopan unionin päästökaupan vaikutusta yritysten taloudelliseen menestykseen sekä toteutetaan empiirinen analyysi päästökaupan vaikutuksista suomalaisella yritystason aineistolla. EU:n päästökaupan vaikutuksia on tällä vuosikymmenellä tutkittu laajasti Euroopassa. Tutkimuksia on tehty maakohtaisesti sekä usean maan aineistolla, mutta tutkimusta päästökaupan vaikutuksesta suomalaisiin yrityksiin ei ole tehty. Hokkasen (2015) mukaan tämän tyyppinen tutkimus suomalaisella aineistolla olisi tärkeä, sillä aiempien tutkimusten kansantaloudet, esimerkiksi Ranska ja Saksa, poikkeavat Suomen kansantaloudesta. Aihe on ajankohdainen poliittisesti, sillä ympäristösääntelyt ovat keskeisiä työkaluja ilmastonmuutoksen hillinnässä ja päästökauppa EU:n kulmakivi euroalueen kasvihuonepäästöjen vähentämisessä. Päästökaupan vaikutusten arviointi on tärkeää päästökaupan ja muiden ympäristösääntelymenetelmien kehittämisessä.

EU:n päästökauppa oli ensimmäinen ja edelleen suurin kansainvälinen päästökauppajärjestelmä, joka alkoi vuonna 2005. Päästökaupan tarkoituksena on vähentää kasvihuonepäästöjä kustannustehokkaasti, mutta sen vaikutukset yritysten taloudelliseen toimintaan, kuten liikevaihtoon, investointeihin ja työntekijöiden määrään, on alusta lähtien aiheuttanut huolta varsinkin yritysten keskuudessa. Päästökauppa on siis saattanut vaikuttaa yritysten kykyyn pärjätä kilpailussa niiden yritysten kanssa, jotka eivät kuulu päästökauppaan, ja päästökaupparyitykset pärjäisivät siten taloudellisesti heikommin. Näin määriteltyä kilpailukykyä tarkastellaan tässä analyysissä kolmen indikaattorin, liikevaihdon, työntekijöiden määrän ja liikevoiton avulla.

Keskeisimmät huolet liittyvät yritysten kilpailukyvyn heikkenemiseen nousvien tuotantokustannusten myötä sekä yritysten tuotannon siirtämiseen vähemmän ympäristösääntelyn alueille. Kilpailukykyvaikutukset ja siitä seuraava hiilivuodon riski on ollut perusteena päästöoikeuksien ilmaisjaoille, jota on jatkettu päästökaupan kolmanteen vaiheeseen, vaikka ensisijainen jakomenetelmä

on huutokauppa. Ilmaisjakoa on aiemmassa kirjallisuudessa kritisoitu ja esimerkiksi Martin et al. (2014) mukaan ilmaisjakoa voitaisiin vähentää huomattavasti ilman että hiilivuodon riski kasvaa.

Myöskin aiemman päästökaupan kilpailukykyvaikutuksia tutkivan kirjallisuuden perusteella näyttäisi, että päästökaupan negatiiviset vaikutukset yritysten kilpailukykyyn ovat olleet korkeintaan lieviä. Esimerkiksi Calel et al. (2017) ja Petrick ja Wagner (2014) eivät löytäneet lainkaan negatiivisia vaikutuksia kilpailukykyyn. Toisaalta Wagner et al. (2014) löysivät pientä näyttöä negatiivisesta vaikutuksesta työllisyyteen ja Chan et al. (2013) pieniä negatiivisia vaikutuksia energia-alalta. Kilpailukykyyn mittareina aiemmissa tutkimuksissa on käytetty esimerkiksi yritysten liikevaihtoa, liikevoittoa, työntekijöiden määrää, vientiä ja yksikkökustannuksia.

Tässä tutkielmassa tarkastellaan päästökaupan vaikutuksia suomalaisyritysten taloudelliseen menestykseen empiirisellä analyysillä suomalaisesta tilinpäätösaineistosta. Tutkielmassa käytettävä aineisto muodostetaan linkittämällä European Union Transaction Log:sta saatavat tiedot suomalaisista päästökauppayrityksistä suomalaiseen tilinpäätösaineistoon ja estimointimenetelmänä käytetään semiparametrista difference-in-differences -menetelmää, jossa kontrolliryhmä muodostetaan propensity score -kaltaistamisella. Kohderyhmä muodostuu päästökauppaan kuuluvista yrityksistä ja kontrolliryhmä päästökaupan ulkopuolelle jäävistä yrityksistä. Kontrolliryhmä muodostetaan etsimällä kohdeyritykselle kontrolliyritys, jonka ominaisuudet ovat mahdollisimman samankaltaiset. Tämän jälkeen ryhmien eroja liikevaihdossa, työntekijöiden määrässä ja liikevoitossa estimoidaan difference-in-differences -menetelmällä.

Tulosten perusteella näyttäisi, ettei päästökauppa ole vaikuttanut negatiivisesti suomalaisten päästökauppayritysten taloudelliseen menestykseen eikä siten päästökauppayritysten kilpailukykyyn ainakaan näiden kilpailukykyindikaattorien perusteella. Myöskään pelkkiä teollisuuden toimialoja tarkasteltaessa, joista suurin osa on määritelty riskialttiiksi toimialoiksi, ei löydetä tilastollisesti merkitsevää vaikutusta liikevaihtoon tai työntekijöiden määrään. Päästökaupan vähäiset vaikutukset todennäköisesti johtuvat ensimmäisen ja toisen päästökauppavaiheen liian suuresta päästöoikeuksien määrästä sekä kolmannessa vaiheessa jatkuneesta ilmaisjaosta. Vähäiset vaikutukset voivat johtua myös siitä, että päästöoikeuden hinta on luultavasti siirtynyt sähkön hintaan ja siten vaikuttanut kaikkiin yrityksiin eikä vain päästökauppayrityksiin.

Työ etenee siten, että ensin kuvataan päästökauppaa yleisesti, jonka jälkeen käsitellään ympäristösääntelyn ja kilpailukykyyn yhteyttä. Tämän jälkeen esitellään aiempia tutkimuksia EU:n päästökaupan vaikutuksesta yritysten kilpailukykyyn ja päästöihin. Neljännessä ja viidennessä osiossa tarkastellaan empiiristä analyysiä suomalaisella aineistolla ja sen tuloksia. Lopussa on keskustelua johtopäätöksistä sekä tutkielman yhteenveto.

2 TAUSTAA

2.1 Euroopan Unionin päästökauppa

Euroopan unionin päästökauppa on ensimmäinen ja edelleen suurin kansainvälisesti toimiva päästökauppa. Päästökauppa perustettiin vuonna 2005 ja se on EU:n ensisijainen työkalu vähentää kasvihuonepäästöjä. Päästökauppa toimii 31 maassa ja kattaa noin 45 % EU:n kasvihuonepäästöistä. Päästökaupan tavoitteet pohjautuvat Kioton ilmastopöytäkirjan mukaiseen sitoutumiseen teollisuusmaiden kasvihuonepäästöjen vähentämiseen.

Päästökaupan toimintatapa perustuu EU:n asettamaan päästöoikeuksien kokonaismäärään, jota pienennetään ajan myötä. Päästöoikeuksien ensisijainen jakotapa on huutokauppa, mutta iso osa oikeuksista jaetaan edelleen yrityksille ilmaiseksi. Yritykset voivat halutessaan käydä päästöoikeuksilla kauppaa muiden toimijoiden kanssa. Yrityksillä täytyy olla jokaisen vuoden päätteeksi omia päästöjään vastaava määrä oikeuksia ja mikäli yritykselle on kertynyt ylimääräisiä oikeuksia, voi se säästää ne ensi vuoteen tai myydä muille toimijoille, joilla on vajetta oikeuksista.

Yritykset osallistuvat päästökauppaan niiden laitosten tuotannollisten ominaisuuksiensa perusteella. Laitoskohtaisia kriteerejä on yhteensä 28, esimerkiksi polttoaineiden poltto laitoksissa, joiden nimellinen kokonaislämpöteho on yli 20 megawattia, mineraaliöljyn jalostus, raudan- ja teräksen tuotanto ja paperin ja kartongin valmistus, jos tuotantokapasiteetti on yli 20 tonnia päivässä. Tämän tyyppisen tuotannolliset kriteerit johtavat siihen, että päästökauppaan kuuluu keskimäärin suuremmat laitokset ja sen myötä suuremmat yritykset.

Päästökaupan sanotaan olevan kustannustehokas. Järjestelmä perustuu siihen, että yrityksillä on vaihtoehtona vähentää päästöjään tai ostaa päästöjään vastaava määrä päästöoikeuksia. Tämän seurauksena päästöjään vähentävät ne yritykset, joille vähentäminen on halvinta. Toisin sanoen, jos jollekin yritykselle päästöjen vähentäminen olisi erityisen kallista, sen ei ole pakko vähentää päästöjään vaan se voi ostaa tarvittavan määrän päästöoikeuksia. Vaikka oikeudet jaettiin kahdessa ensimmäisessä päästökaupan vaiheessa ilmaiseksi, on yrityksillä

ollut kannustin vähentää päästöjään, sillä oikeuden käyttämisen vaihtoehtoiskustannuksena on sen myymisestä saatu tulo (Goulder ja Parry, 2008). Goulder ja Parry (2008) mukaan kustannustehokkuuden maksimoimiseksi kaikkien toimijoiden pitäisi kohdata sama päästöjen hinta. Tämä ei kuitenkaan yleensä käytännössä toteudu ja esimerkiksi EU:n päästökauppa kattaa vain noin puolet EU:n kasvihuonepäästöistä. Toisaalta kaikki kaupassa mukana olevat yritykset kohtaavat kuitenkin saman hinnan.

2.1.1 Päästökaupan vaiheet

EU:n päästökaupassa eletään tällä hetkellä kolmatta vaihetta. Eri vaiheiden aikana päästökauppaan on tehty muutoksia, joilla kaupan toimivuutta ja tehokkuutta on pyritty parantamaan. Päästökauppa perustettiin vuonna 2005 ja se kattoi ainoastaan hiilidioksidipäästöjä voimalaitoksista ja energiaintensiivisiltä toimialoilta. Ensimmäisessä vaiheessa päästöoikeudet jaettiin yrityksille ilmaiseksi. Oikeudet jaettiin maakohtaisesti ja oikeuksien kokonaismäärä määrittyi jokaisen maan ilmoittaman määrän summana. Tämän seurauksena maiden välillä saattoi olla eroja päästöoikeuksien määrässä. Ellerman et al. (2008) mukaan tämä saattoi aiheuttaa kansainvälisille markkinoille kilpailun vääristymiä, sillä epätasaisesti jakautuneet päästöoikeudet antavat enemmän lupia saaneille yrityksille kilpailuetua.

Ensimmäisen vaiheen tehokkuutta on laajasti tutkittu ja sen pienet vaikutukset johtuivat todennäköisesti oikeuksien liikajasta. Ensimmäisessä vaiheessa suurin osa maista jakoi oikeudet perustuen yritysten päästöhistoriaan. Ongelmana oli, ettei pätevää aineistoa eikä sopivia malleja ollut käytössä, joilla olisi voinut ennustaa päästökauppa-alojen päästöjä (Ellerman et al. 2008). Aiheuttuvia päästöjä pystyttiin siis vain arvioimaan, mikä johti päästöoikeuksien liiallisen määrään.

Toisessa vaiheessa EU asetti maille konkreettiset tavoitteet, jotka niiden tulee saavuttaa. Päästöoikeuksien kokonaismäärää pienennettiin noin 6,5 %, mutta suurin osa (noin 90 %) oikeuksista jaettiin edelleen ilmaiseksi. Verrattuna ensimmäiseen vaiheeseen päästökaupan toinen vaihe toimi paremmin, sillä oikeuksien määrää vähennettiin ja käytössä oli nyt ensimmäisestä vaiheesta kerätty kattavampi aineisto, jonka perusteella ilmaisjako onnistui paremmin.

Kolmannen vaiheen suurin muutos oli huutokaupan perustaminen ensisijaiseksi päästöoikeuksien jakotavaksi ilmaisjaon sijaksi. Oikeuksia jaettiin kuitenkin edelleen runsaasti ilmaiseksi, noin 70 % vuonna 2013 ja vuoteen 2020 mennessä tavoitteena on, että ilmaiseksi jaettavien oikeuksien määrä on enää 30 % kaikista oikeuksista. Vuonna 2017 ilmaiseksi jaettavien oikeuksien määrä oli noin 50 %, joten vaikka huutokauppa on ensisijainen jakotapa, on ilmaiseksi jaettavien oikeuksien määrä edelleen huomattava. Kolmannessa vaiheessa luovuttiin myös maakohtaisista katoista ja siirryttiin koko EU:n laajuiseen päästöoikeuksien kattoon. Päästökauppaan luettiin mukaan myös lisää toimialoja ja uusia päästöjä kuten typpioksiduuli.

Neljännän vaiheen tavoitteeksi EU:n komissio on asettanut päästökaupan vahvistamisen kasvattamalla vuosittaista päästöjen rajoitusta 2,2 prosenttiin. Il-

maisjakoa jatketaan edelleen ja sillä pyritään ylläpitämään teollisuusalojen kansainvälistä kilpailukykyä. Lisäksi pyritään auttamaan teollisuus- ja energia-aloja siirtymään puhtaampiin toimintatapoihin erilaisilla rahoituksilla.

2.1.2 Päästökauppa Suomessa

Suomi on kuulunut päästökauppaan sen alkamisesta asti vuodesta 2005 ja suomalaisten päästökauppayritysten määrä oli 144 vuonna 2005, josta se on kasvanut 181 yritykseen vuonna 2017. Suomen kansantalouden rakenne on energiain-
tensiivinen ja siten ilmastopolitiikka on merkittävässä roolissa, kun mietitään Suomen kilpailukykyä. Vuonna 2017 Suomen kasvihuonepäästöistä 77 % syntyi energiasektorilta (Tilastokeskus, 2018). Valtioneuvoston selvityksen mukaan (2017) päästöoikeuksien hintojen muutoksilla on iso vaikutus suomalaisen vienniteollisuuden kilpailuasemaan. Hintojen muutos vaikuttaa eniten epäsuorien kustannusten kautta, kun päästöoikeuksien hinta siirtyy sähkön hintaan. Vaikka teollisuuden päästöintensivisyys on Suomessa pienempi kuin EU:n alueella keskimäärin, on sähköintensivisyys taas korkeampi. Mikäli päästöoikeuksien hinnat siirtyvät sähkön hintoihin, niin päästöoikeuden hinta aiheuttaisi suomalaiselle teollisuudelle enemmän kustannuksia kuin muualla Euroopassa. (Känkänen et al. 2017.) Hokkanen (2015) arvioi päästökaupan kilpailukykyvaikutusten olevan pienet myös suomalaisyritysten kilpailukykyyn, sillä kansainvälisen tutkimuksen mukaan kilpailukykyvaikutukset ovat olleet vähäisiä tai niitä ei ole havaittu lainkaan. Suomalaisten yritysten aineistolla samankaltaisia tutkimuksia ei kuitenkaan ole tehty, joten tuloksia ei voida suoraan yleistää Suomeen.

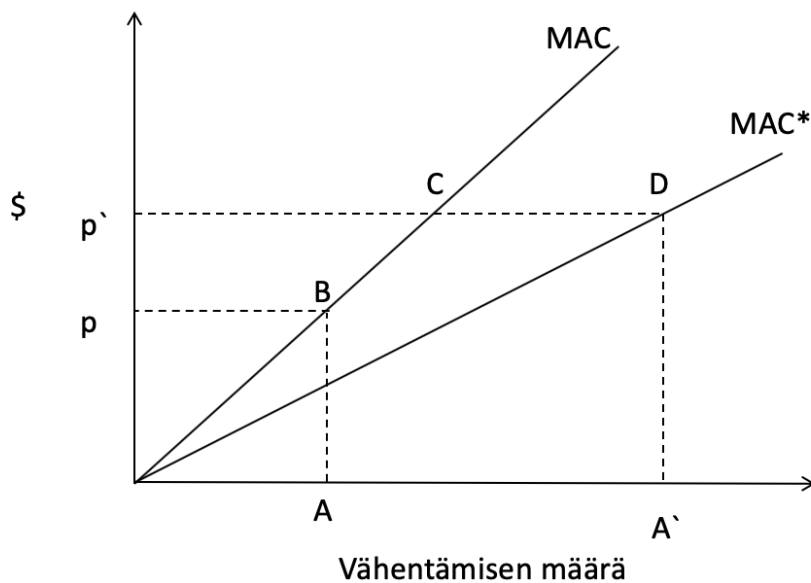
2.2 Ympäristösääntely ja kilpailukyky

Päästökauppa on yksi monista ympäristösääntelyn muodoista, joten on hyvä ymmärtää ympäristösääntelyn ja kilpailukykyyn yhteyttä. Ympäristösääntelyn vaikutukset säännellyille yrityksille ja toimialoille ovat huolestuttaneet tiukempien ympäristösääntelyiden käyttöönotosta 1970-luvulta lähtien. Neoklassisen ympäristötaloustieteen mukaan ympäristösääntelyn tarkoituksena on kontrolloida negatiivisia ulkoisvaikutuksia sisäistämällä ulkoisvaikutusten kustannukset niitä aiheuttaville yrityksille. Ympäristösääntely, esimerkiksi vero tai päästöoikeus, kasvattaa siis sääntelyn kohteena olevien yritysten tuotantokustannuksia ja siten heikentää kyseisten yritysten asemaa verrattuna yrityksiin, jotka eivät ole sääntelyn kohteena.

Viscusi (1983) tarkastelee teoreettisesti, kuinka ympäristösääntely vaikuttaa yrityksiin kolmella eri tavalla. Ensimmäiseksi sääntely pienentää voittoa maksimoivan yrityksen tuotantoa ja tuottoa nostamalla sen rajakustannuksia, mikä vastaa neoklassista teoriaa. Toiseksi, mikäli yritysten investoinnit ovat peruuttamattomia, muuttuva ympäristösääntely aiheuttaa lisävaikutuksen, joka pienentää tuotantoa entisestään. Eli yritykset tekevät investoinnit sen hetken ympäristösääntelyn mukaan, mutta mikäli muutokset sääntelyyn ovat odottamattomia,

voivat ne aiheuttaa lisäkustannuksia. Kolmas ympäristösäätelyiden negatiivinen vaikutus voi syntyä epävarmuudesta, sillä epävarmuus uusista sääntelyistä vaikuttaa yritysten halukkuuteen investoida. (Viscusi, 1983.)

Myös Palmer et al. (1995) mukaan yritysten saasteiden vähentämisen rajakustannuskäyrä on nouseva eli saastuttamisen vähentämisen rajakustannukset nousevat vähennetyn määrän myötä. Voittoa maksimoivan yrityksen on kannattavaa vähentää saastuttamista niin pitkään kun vähentämisen kustannus on pienempi kuin ympäristösäätelyn maksu saastuttamisesta. Kun vähentämisen kustannus ylittää sääntelymaksun, on yrityksen järkevämpää saastuttaa ja maksaa sääntelymaksu. Kuviossa 1 kuvataan yrityksen tilannetta, kun sääntelymaksu nousee. MAC on vähentämisen rajakustannuskäyrä ja MAC^* on sama käyrä puhtaampaan teknologiaan investoimisen jälkeen. Yritykset reagoivat tiukempaan ympäristösäätelyyn eli suurempaan maksuun joko jatkamalla vanhalla teknologialla tai investoimalla uuteen teknologiaan. Molemmat vaihtoehdot kuitenkin pienentävät yritysten tuottoa verrattuna tilanteeseen ennen tiukempaa ympäristösäätelyä. Kuviossa lähtötilanteesta B siirrytään pisteeseen C, jos yritys jatkaa vanhalla teknologialla, ja pisteeseen D, jos yritys investoi. (Palmer et al. 1995.)



Kuvio 1. Saastuttamisen vähentämisen kustannus. (Palmer et al. 1995).

Ympäristösäätelyn ja kilpailukyvyyn yhteydessä puhutaan usein myös suhteellisesta edusta ja pollution haven -teoriasta. Suhteellinen etu viittaa kansainvälisen kaupan teoriaan, jossa maat tuottavat niitä hyödykkeitä, joiden tuottamisessa heillä on suhteellinen etu. Ympäristösäätelyn kilpailukykyvaikutuksiin tämä linkittyy siten, että alueet, joilla ympäristösäätely tiukentuu, ovat suhteellisesti heikommassa asemassa verrattuna alueisiin, joilla on löysempi sääntely. Tämä johtaa kilpailukyvyyn heikkenemiseen sääntelyn kohteena olevalla alueella. Jaffe

et al. (1995) mukaan tätä voidaan hyödyntää ympäristösääntelyn kilpailukykyvaikutusten arvioinnissa tarkastelemalla vientiä eli pienentykö säännellyn alueen vienti ympäristösääntelyn vuoksi.

Suhteellisen edun teoriaan linkittyy myös pollution haven -teoria, jonka mukaan ympäristösääntelyn kiristäminen voi johtaa päästöjen vähenemiseen, kun yritykset siirtävät tuotantoaan tiukemman sääntelyn alueelta löysemmän ympäristösääntelyn alueille. Tällöin säännellyn alueen päästöt vähenevät ja vähemmän säännellyn alueen päästöt kasvavat. Empiiristen tutkimusten mukaan teoriasta on löydetty tuloksia sekä puolesta että vastaan. Esimerkiksi Bridsall ja Wheeler (1993) mukaan saastuttamisintensiteetti kasvoi kehittyvässä maissa, kun OECD:n ympäristösääntely tiukentui. Toisaalta Jaffe et al. (1995) eivät löytäneet merkittävää yhteyttä maiden ympäristösääntelyn ja laitosten sijainnin välillä. Pollution haven -teoria on siis kuitenkin hyvä huomioida, kun tarkastellaan ympäristösääntelyn vaikutusta päästöihin tai kilpailukykyyn, sillä on mahdollista, että sääntelyn toivotut vaikutukset johtuvatkin enemmänkin tuotannon siirtämisestä kuin onnistuneesta ympäristöpolitiikasta.

2.2.1 Ympäristösääntely ja työpaikat

Yksi tiukemman ympäristösääntelyn aiheuttama huolenaihe on sen vaikutus työpaikkoihin ja varsinkin Yhdysvalloissa Clean Air Act herätti keskustelun mahdollisista ympäristösääntelyn vaikutuksista työllisyyteen. Yleinen tasapainomalli olettaa, että reaali-palkka muuttuu siten, että työn kysyntä vastaa työn tarjontaa ja kun ympäristösääntelyn heikentää tuottavuutta, ja siten laskee reaali-palkkoja, työllisyys pienenee (Hazilla ja Kopp, 1990). Yritystasolla taas usein väitetään, että sääntely kasvattaa tuotantokustannuksia ja siten nostaa hintoja. Hintojen nousu taas laskee myyntiä ja tämä pienentää työllisyyttä (Morgenstern et al. 2002).

Ympäristösääntelyn työllisyysvaikutuksia on tutkittu laajasti, mutta tulokset ovat hieman ristiriitaisia. Morgenstern et al. (2002) mukaan kiristetyllä ympäristösääntelyllä ei ollut tilastollisesti merkitseviä vaikutusta työllisyyteen Yhdysvalloissa vuosina 1984-1994. Tutkimuksessaan he käyttivät laitospoista aineistoa, josta vaikutuksia estimoidaan rakenteellisella mallilla. Belova et al. (2013) käyttävät samankaltaista rakenteellista mallia kattavammalla aineistolla, mutta heidän ei löydy negatiivisia vaikutuksia työllisyyteen. Cole ja Elliott (2007) taas tutkivat sääntelyn vaikutuksia työllisyyteen Iso-Britanniassa vuosina 1993-2003. Tulosten mukaan ympäristösääntely ei vähentänyt työllisyyttä. Berman ja Bui (2001) vertailevat öljynjalostajia Los Angelesissa, jossa on tiukimmat ympäristösääntelyt, muihin Yhdysvaltojen jalostajiin. Tulosten mukaan sääntely ei vähentänyt työn kysyntää, vaan he löytävät jopa pienen positiivisen yhteyden ympäristösääntelyn ja työllisyyden välillä.

Toisaalta Greenstone (2002) tekemän tutkimuksen mukaan Clean Air Act vähensi arviolta 590 000 työpaikkaa vuosina 1972-1987. Tutkimuksessa käytetään aineistoa 1.75 miljoonasta laitoksesta ja vaikutukset pätevät useilla saastuttavilla toimialoilla. Myös Walker (2011) löysi Clean Air Act:in aiheuttaneen negatiivisia vaikutuksia. Hänen mukaansa laitokset vähensivät merkittävästi työntekijöiden

määrää sen jälkeen, kun laitokset tulivat sääntelyn piiriin. Myöhemmässä tutkimuksessaan Walker (2013) tutki tämän aiheuttamia kustannuksia ja tulosten mukaan keskimääräisen työntekijän tulot laskivat 20 % ympäristösääntelyä edeltäneistä tuloista ja tämä johtui pääasiassa työttömyydestä.

2.2.2 Kilpailukyvyn mittaaminen

Lähtökohtana on siis ollut, että ympäristösääntely vaikuttaisi negatiivisesti kilpailukykyyn ja sitä onkin tutkittu laajasti. Kilpailukyvyn mittareina on kirjallisuudessa käytetty useita eri indikaattoreita ja indikaattorien valinta riippuu tarkasteltavasta asiasta. Kilpailukyvyn indikaattorit jaetaan usein pitkän ja lyhyen aikavälin tekijöihin. Lyhyen aikavälin tarkastelussa kilpailukyvyllä tarkoitetaan kustannuskilpailukykyä ja pitkällä aikavälillä kasvukilpailukykyä (Maliranta, 2014). Tässä tutkielmassa ollaan kiinnostuneita kustannuskilpailukyvästä, joten pääpaino on kustannuskilpailukyvyn tekijöiden käsittelyssä. Euroopan komission mukaan ilmastopoliittisia toimia arvioidessa relevantteja tekijöitä ovat yksikkömateriaalikustannukset sekä reaaliset energiakustannukset. Jaffe et al. (1995) mukaan taas paras tapa mitata ympäristösääntelyn vaikutuksia kilpailukykyyn on tarkastella nettovientiä, kun muut tekijät pidetään vakiona. Uudemmassa kirjallisuudessa on kuitenkin käytetty monia muitakin indikaattoreita kuten tuottavuutta, työllisyyttä, tuotantoa, liikevoittoa, investointeja ja innovaatioita. Päästökaupan yhteydessä monet tutkimukset ovat keskittyneet päästökaupan vaikutuksiin joihinkin tiettyihin kilpailukyvyn osatekijöihin, kuten liikevaihtoon, työntekijöiden määrään, liikevoittoon ja innovaatioihin.

3 KIRJALLISUUSKATSAUS

Tässä osiossa esitellään muutamia keskeisiä tutkimuksia päästökaupan kausaalivaikutuksista. Päästökaupan vaikutuksia yritysten kilpailukykyyn on tutkittu suhteellisen laajasti Euroopassa ja niitä on tehty sekä maakohtaisina että laajemman alueen kattavina. Haasteena päästökaupan kausaalivaikutusten tutkimisessa on saavuttaa luotettavia estimaatteja päästökaupalle. Estimaatteihin ei saisi vaikuttaa muut seikat, jotka myös koskevat kaikkia päästökauppayrityksiä, esimerkiksi energiahinnat (Martin et al. 2016). Aiemmissä tutkimuksissa on pääasiassa käytetty yritystason aineistoa, johon päästökauppayritykset on linkitetty. Aineistoa yritysten tilinpäätöstiedoista on suhteellisen hyvin saatavilla sekä ennen että jälkeen päästökaupan alkua vuonna 2005, mutta kattavaa aineistoa yritysten tai laitosten päästöistä ei juurikaan ole ennen päästökaupan alkua (Martin et al. 2016).

Tuoreessa tutkimuksessa Marin et al. (2018) estimoivat päästökaupan vaikutuksia päästökauppayrityksiin usean yritystason mittarin avulla. Tutkimuksessa käytettävä otos sisältää yhteensä 47 977 yritystä 19:sta maasta, joista 1636 on päästökauppayrityksiä. Estimointimenetelminä tutkimuksessa käytetään semiparametrista difference-in-differences -menetelmää (DID), jossa kontrolliryhmä muodostetaan propensity score -kaltaistamisella. Tulosten mukaan päästökaupalla on ollut positiivisia vaikutuksia päästökauppayrityksiin eikä negatiivisia, kuten päästökaupan alkaessa pelättiin. Päästökauppa on vaikuttanut positiivisesti yritysten liikevaihtoon, voittomarginaaliin, investointitiheyteen ja työn tuottavuuteen. (Marin et al. 2018.)

Myös Calel et al. (2017) tutkivat päästökaupan kilpailukykyvaikutuksia käyttäen aineistoa 21 EU-maasta. Aineisto sisältää yritysten toimialan, liikevaihdon, omaisuuden, työntekijöiden määrän ja perustamisvuoden. Tutkimuksessa kontrolliryhmä muodostetaan etsimällä jokaiselle päästökauppaan kuuluvalla yritykselle vähintään yksi ominaisuuksiltaan vastaava yritys. Kaltaistetuilla yrityksillä on yhtenevät liikevaihto, työntekijöiden määrä ja ikä, sekä ne toimivat samalla toimialalla samassa maassa. Menetelmänä tutkimuksessa käytetään DID -menetelmää, jonka oletus yhtenevistä trendeistä ennen päästökauppaa pätee. Tutkimuksen tulosten mukaan päästökaupalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää

vaikutusta yritysten tuloihin, työntekijöiden määrään tai varoihin. Tulos pätee jokaiseen vuoteen. Tämä ei kuitenkaan Calel et al. (2017) mukaan tarkoita, etteikö päästökaupalla voisi olla negatiivisia vaikutuksia, mutta näyttäisi siltä, että huolet päästökaupan vaikutuksesta kilpailukykyyn olivat liioiteltuja. Päästökaupalla ei myöskään ole merkittävää vaikutusta yritysten kilpailukykyyn, kun otos rajataan EU:n komission määrittelemiin riskialttiisiin toimialoihin.

Poiketen kahdesta edellisestä usean maan kattavaista tutkimuksesta Wagner et al. (2014) tutkivat päästökaupan kausaalivaikutuksia Ranskan tuotantolaitoksiin ja sisällyttivät aineistoon myös päästöt. Tutkimuksessa tutkitaan siis päästökaupan vaikutuksia päästöihin, työntekijöiden määrään sekä hiili-intensiiteettiin. Aineistona he käyttävät yritystason aineistoa, joka koostuu yli 4 500:sta ranskalaisesta yrityksestä sisältäen esimerkiksi niiden liikevaihdon, työntekijöiden määrän, pääoman, palkat sekä toimialan. Vaikutusten estimointiin Wagner et al. (2014) käyttävät DID -menetelmää, jonka tavoitteena on estimoida päästökaupan keskimääräinen vaikutus kohderyhmälle. Kohderyhmä muodostetaan päästökaupassa mukana olevista laitoksista ja kontrolliryhmään luetaan päästökauppajärjestelmän ulkopuolelle jäävät laitokset. Pienentäkseen kontrolli- ja kohderyhmän erojen aiheuttamaa harhaa he käyttävät ensin pienimmän nettiösumman menetelmää kontrolloidakseen havaittavia tekijöitä, jotka vaikuttavat laitospuoleisiin päästöihin. Lisäksi kontrolliryhmän laitokset painotetaan lähin naapuri- menetelmällä ja jokaiselle päästökauppaan kuuluvalla yritykselle identifioidaan lähin vastaavuus propensity scoren perusteella. Tulosten mukaan päästökauppa oli vähentänyt päästöjä merkittävästi, noin 20 prosenttia verrattuna päästökaupan ulkopuolisiin laitoksiin. Laitosten väliselle hiilivuodolle löytyi hyvin vähän näyttöä ja se koskettaisi vain 1-2 % päästövähennyksistä. Tulosten mukaan päästökauppa vaikutti kuitenkin osittain negatiivisesti yritysten kilpailukykyyn, esimerkiksi päästökauppaan kuuluvien laitosten työntekijöiden määrä laski noin 7 prosenttia verrattuna päästökaupan ulkopuolisiin laitoksiin. (Wagner et al. 2014.)

Myös Petrick ja Wagner (2014) tutkivat päästökaupan vaikutuksia päästöihin ja kilpailukykyyn yhden maan aineistolla. Heidän tutkimuksensa keskittyy saksalaisiin tuotantoyrityksiin ja käytettävä aineisto koostuu noin 50 000 saksalaisesta tuotantolaitoksesta, joilla on yli 20 työntekijää vuosilta 1995-2010. Aineisto sisältää laitosten perustietoja, kuten työntekijöiden määrän, tuotoksen, investoinnit ja viennin. Petrick ja Wagner (2014) käyttämät tutkimusmenetelmät ovat saman tyyppisiä kuin Wagner et al. (2014) käyttämät menetelmät. Tutkimuksessa käytetään DID -menetelmää, jossa kontrolliryhmä on muodostettu päästökaupan ulkopuolelle jäävistä laitoksista. Kontrolliryhmän laitosten painotukset lasketaan lähin naapuri- ja propensity score -menetelmillä. Tulosten mukaan päästökauppaan kuuluvat laitokset eivät merkitsevästi pienentäneet päästöjensä määrää ensimmäisessä vaiheessa, mutta päästökaupan toisessa vaiheessa tulos oli merkittävä verrattuna päästökaupan ulkopuolisiin laitoksiin. Petrick ja Wagner (2014) mukaan päästöjen vähennys tapahtui todennäköisesti hiili-intensiivisyyden pienentämisellä eikä tuotannon pienentämisellä, sillä bruttotuotos kasvoi tilastollisesti merkitsevästi noin 4-7 %. Tutkimuksen mukaan päästökauppa ei pienentänyt liikevaihtoa tai vientiä, eikä työntekijöiden määrä vähentynyt tilastollisesti merkitsevästi.

Chan et al. (2013) tutkivat päästökaupan vaikutusta yritysten kilpailukykyyn energia-, sementti-, teräs ja rauta-alalla. Kilpailukykyyn mittareina käytetään yksikkökustannuksia, työntekijöiden määrää sekä yritysten liikevaihtoa. Aineistona tutkimuksessa käytetään AMADEUS-tietokantaa, josta on poimittu yritystason aineisto kymmenestä EU:n maasta. Aineisto sisältää yritysten omaisuuden, liikevaihdon, palkat sekä käyttöpääoman. Edeltävistä tutkimuksista poiketen Chan et al. (2013) valitsevat kontrolliryhmään yritykset, joiden liikevaihto osuu päästökauppaan kuuluvien yritysten liikevaihdoista laskettujen ylä- ja alkvartaalien väliin, eikä propensity scoren avulla. Kohde- ja kontrolliryhmien tulemien eroja tarkastellaan ennen ja jälkeen päästökaupan tuloa eli tutkimuksessa käytetään DID -menetelmää. Varsinainen estimointi tapahtuu kaksisuuntaisella kiinteiden vaikutusten lineaarisella regressiomallilla, jossa yritysten kiinteät vaikutukset kontrolloivat ajassa muuttumattomia yritystason tekijöitä ja maakohtaiset kiinteät vaikutukset kontrolloivat aikatrendejä kuten maakohtaisia makrotaloudellisia ilmiöitä. Mallissa oletetaan, että yli ajan muutokset selitettävässä muuttujassa pitäisivät olla samat kontrolli- ja kohderyhmällä. Toinen malli oletus on, että päästökauppa ei aloitettu minkään taloudellisen tilanteen vuoksi eli päästökaupan aloittaminen ei ollut riippuvainen virhetermiin kuuluvista tekijöistä. Tutkimuksen keskeinen tulos on energiasektorin yksikkökustannusten 5 % nousu päästökaupan ensimmäisessä vaiheessa ja 8 % nousu toisessa vaiheessa verrattuna yrityksiin, jotka eivät olleet mukana päästökaupassa. Todennäköinen syy kustannusten kasvulle on Chan et al. (2013) mukaan päästöoikeuksien ostot sekä halvan kivihiiilen vaihtaminen kalliimpiin ja puhtaampiin vaihtoehtoihin. Tutkimuksen mukaan päästökauppa ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi kolmeen edellä mainittuun kilpailukykyyn mittariin sementtialalla eikä teräs- ja rauta-alalla.

Lisäksi Jaraite ja Di Maria (2016) tutkivat päästökaupan vaikutuksia Liettuassa käyttäen 5000 yrityksen aineistoa vuosilta 2003-2010. Kontrolliryhmän he muodostavat käyttämällä lähin naapuri- ja Kernel -kaltaistamismenetelmiä ja vaikutusten arvioinnissa hyödynnetään DID -regressiota. Tulosten mukaan päästökaupalla ei ollut tilastollisesti merkitseviä vaikutuksia päästöihin eikä kilpailukykyyn. Tämä todennäköisesti johtui runsaasta ilmaisjaon määrästä Liettuassa (Jaraite ja Di Maria, 2016). Yu (2013) taas estimoi päästökaupan vaikutusta yritysten kannattavuuteen Ruotsissa vuosina 2005 ja 2006. Tutkimuksessa käytetty aineisto sisältää 865 ruotsalaisyrityksen tietoja vuosilta 2004-2006. Vaikutusta estimoidaan DID -menetelmällä ja tulosten mukaan päästökaupalla ei ollut merkittävää vaikutusta vuonna 2005, mutta negatiivinen tilastollisesti merkitsevä vaikutus yritysten kannattavuuteen vuonna 2006.

3.1 Ilmaisjako ja hiilivuotoriski

Yritysten kilpailukykyyn heikkenemisen seurauksena pelätään hiilivuotoa. Hiilivuoto määritellään yleisesti tilanteeksi, jossa muiden alueiden päästöt kasvavat suhteellisesti enemmän kuin alueen, jossa päästörajoituksia on otettu käyttöön. Päästöjen nousu muilla alueilla johtuu tuotannon siirtämisestä alueille, joilla ei

ole käytössä samanlaisia päästörajoituksia. Hiilivuotoriskin vuoksi EU:n komissio on päättänyt jatkaa päästökaupan kolmannessa vaiheessa päästöoikeuksien ilmaisjakoa toimialoille, jotka ovat alttiita merkittävälle hiilivuotoriskille. Toimiala on altis hiilivuodolle, jos päästökaupan aiheuttamat tuotantokustannusten kasvu on vähintään 5 % sekä toimialan kauppaintensiteetti on yli 10 % muiden kuin EU maiden kanssa. Toimiala on myös altis hiilivuodolle, jos sen suorien ja epäsuorien kustannusten kasvu on yli 30 % tai sen kauppaintensiteetti EU:n ulkopuolella on yli 30 %. (Euroopan komissio, 2019).

Päästöoikeuksien suurta ilmaisjakoa on kuitenkin kritisoitu ja esimerkiksi Martin et al. (2014) löytävät tutkimuksessaan vain vähäistä tukea hiilivuotoriskisten toimialojen suurelle ilmaisjaolle. On olemassa monia riskialttiilta näyttäviä toimialoja, jotka pystyisivät kuitenkin helposti siirtämään huutokaupasta aiheutuneet kustannukset tuotteiden hintoihin tai korvaamaan saastuttavat panokset puhtaammilla panoksilla (Martin et al., 2014). Ilmaisjakoa voitaisiin pienentää huomattavasti, mikäli tarkempaan seurantaan on mahdollisuus.

Martin et al. (2014) tutkivat siis päästökaupan vaikutuksia yritysten muuttoriskin näkökulmasta eli kuinka päästökauppa on vaikuttanut yritysten siirtymiseen EU:n ulkopuolelle ja miten kompensaatio on tätä riskiä vähentänyt. Tutkimukseen käytetyssä aineistossa on yhdistelty yrityksille tehdyn kyselyn vastauksia, toimialakohtaista yritysaineistoa sekä päästötietoja EU:n rekisteristä.

Tutkimuksen keskeisimmän tuloksen mukaan optimaalisella allokaatiolla ilmaiseksi jaettavien oikeuksien määrää voitaisiin huomattavasti vähentää. Kolmannen vaiheen aiheuttama siirtymisriski voitaisiin kattaa vain murto-osalla ilmaiseksi jaettavista oikeuksista. Optimaalinen allokointi lasketaan helposti havaittavien yritysominaisuuksien avulla ja jo yritystason työllisyyden ja hiilipäästöjen perusteella laskettuna voitaisiin merkittävästi vähentää hiilivuotoriskiä ja työllisyysriskiä. Optimaalisessa jaossa on kuitenkin ongelmia, sillä yritysten haavoittuvaisuus huutokaupattaville oikeuksille ei ole julkisesti havaittavissa. Tulokset eritellään myös toimialakohtaisen optimaalisen jaon sekä kustannusten minimoinnin tapauksissa ja tulosten mukaan optimaalisella jaolla voitaisiin näissäkin tapauksissa vähentää ilmaisjakoa huomattavasti. (Martin et al. 2014).

Nämä tulokset ovat linjassa myös päästökaupan kilpailukykyvaikutuksia tutkivien tutkimusten kanssa. Monet, esimerkiksi Jaraite ja Di Maria (2016), Caley ja Dechezlepretre (2017) ja Petrick ja Wagner (2014), arvelevat, että päästökaupan vähäiset vaikutukset päästöihin ja kilpailukykyyn johtuvat osittain juuri liiallisesta ilmaisjaosta.

3.2 Johtopäätöksiä aiemmista tutkimuksista

Aiempien tutkimusten perusteella voidaan todeta, ettei päästökaupalla ole ollut merkittäviä vaikutuksia yritysten kilpailukykyyn. Wagner et al. (2014) löysivät kuitenkin noin 7 % laskun työntekijöiden määrässä päästökauppaan kuuluvissa laitoksissa verrattuna muihin laitoksiin Ranskassa ja Chan et al. (2013) negatiivisia vaikutuksia energiasektorilla, joten päästökaupan negatiivisia vaikutuksia

yrittäjien kilpailukykyyn ei voida täysin sulkea pois. Päästökauppayritykset vähensivät kuitenkin päästöjään verrattuna muihin yrityksiin. Päästökaupan ensimmäisessä vaiheessa vähennykset olivat enimmäkseen pieniä, mutta toisessa vaiheessa päästövähennykset olivat tilastollisesti merkitseviä. Tämän perusteella päästökauppaa voidaan pitää myös onnistuneena, sillä yleisesti ottaen päästökaupalla ei ole ollut negatiivisia vaikutuksia kilpailukykyyn, mutta päästökauppayritykset ovat kuitenkin vähentäneet päästöjään.

Eroja tutkimusten välillä näyttäisi olevan käytettyjen aineistojen laajuudessa sekä menetelmien valinnassa. Esimerkiksi Cael ja Dechezlepretre (2017) käyttämä aineisto sisältää tietoja yli 2 000:sta päästökauppayrityksestä 21 maasta, kun taas esimerkiksi Wagner et al. (2014) keskittyvät vain Ranskaan ja aineistossa on yhteensä 287 päästökauppaan kuuluvaa yritystä. Kattavampi aineisto tuottaa lähtökohtaisesti luotettavampia tuloksia, mutta kun halutaan tarkastella päästökaupan vaikutuksia tietyssä maassa, on pienemmän maakohtaisen aineiston käyttö hyväksi.

Estimointimenetelmänä kaikissa tutkimuksissa käytetään difference-in-differences -menetelmää (DID), mutta sen soveltamisessa on eroja. Pääsääntöisesti DID -menetelmät voidaan näissä tutkimuksissa jakaa tavanomaiseen DID:hen ja DID matching estimator -menetelmään (DME). DME on usein parempi menetelmä verrattuna tavanomaiseen DID:hen, sillä se ei tuo lineaarisen funktion rajoituksia, kun estimoidaan ehdollista odotettua tulemaa ja se uudelleenpainottaa kontrollihavainnot (Smith ja Todd, 2005). Luotettavien estimaattien saamiseksi DME kuitenkin vaatii sen oletuksien toteutumisen, joihin palataan osiossa 4.3. Tutkimustulosten kausaalisuuden luotettavuutta arvioidessa on siis ehkä syytä keskittyä kontrolliryhmien muodostamiseen käytettyihin menetelmiin eli kuinka hyvin kontrolliryhmät vastaavat kohderyhmiä ja menetelmien oletuksien toteutumiseen.

Taulukko 1. Yhteenveto aiemmista kilpailukykytutkimuksista

Tekijä	Vuosi	Tutkimuskysymys	Tutkimuskohde	Tulokset	Menetelmät
Marin et al.	2018	Päästökaupan vaikutus useaan eri yritystason taloudelliseen mittariin.	47 977 yritystä 19 eri maasta vuosilta 2002-2012.	Ei negatiivisia vaikutuksia. Positiivinen vaikutus liikevaihtoon, voittomarginaaliin, investointitiheyteen ja työn tuottavuuteen	Semiparametrinen DiD ja propensity score kaltaistaminen.
Calel ja Dechezlepretre	2017	Päästökaupan vaikutus kilpailukykyyn. (liikevoittoon, omaisuuteen ja työntekijöiden määrään)	2382 päästökauppaan kuuluvaa yritystä 21 maasta.	Päästökaupalla ei vaikutuksia yritysten kannattavuuteen.	Propensity score -kaltaistaminen ja tavanomainen DiD.
Jaraite J. & Di Maria C.	2016	Päästökaupan vaikutus päästöihin ja kilpailukykyyn.	5 000 Liettu-alaista yritystä vuosilta 2003-2010.	Ei merkittäviä vaikutuksia päästöihin. Ei negatiivista vaikutusta yritysten kilpailukykyyn tai kannattavuuteen.	DiD matching estimator käyttäen lähin naapuri- ja Kernel-kaltaistamismenetelmiä.
Wagner et al.	2014	Päästökaupan kausaalivaikutukset päästöihin, työntekijöiden määrään ja hiili-intensiteettiin.	Yli 4 500 ranskalaista yritystä, joista 287 päästökauppaan kuuluvia.	15-20 % merkittävä vähennys päästöissä. 7 % merkittävä vähennys työntekijöiden määrässä päästökaupan toisessa vaiheessa.	Tavanomainen DiD, jossa kontrolliryhmän painotus lähin naapuri -kaltaistamismenetelmällä.
Petric ja Wagner	2014	Päästökaupan vaikutuksia päästöihin ja kilpailukykyyn	50 000 saksalaista laitosta vuosilta 1995-2010.	Toisessa vaiheessa merkitsevä vähennys päästöissä. Päästökauppa ei pienentänyt liikevaihtoa tai vientiä, eikä työntekijöiden määrä vähentynyt tilastollisesti merkitsevästi.	DiD matching estimator, jossa kontrolliryhmän muodostus propensity score- ja lähin naapuri -menetelmillä.
Yu, Haishan	2013	Päästökaupan vaikutusta yritysten kannattavuuteen	865 ruotsalaisyritystä vuosilta 2004-2006	Ei vaikutusta 2005, negatiivinen merkitsevä vaikutus 2006	Tavanomainen DiD.
Chan et al.	2013	Päästökaupan vaikutukset yritysten kilpailukykyyn. (yksikkömateriaalikustannukset, työllisyys, liikevoitto)	5873 yritystä kymmenestä maasta vuosilta 2001-2009	Ei vaikutuksia sementti-, rauta-, tai teräsaloilla. Energeia-alalla negatiivisia vaikutuksia.	DiD kaksisuuntaisella kiinteiden vaikutusten lineaarisella regressiolla. (kiinteät yritysvaikutukset sekä maa-aika-vaikutukset)

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tässä osiossa kuvataan tutkimuksessa käytettävää aineistoa ja menetelmiä. Käytettävät menetelmät pohjautuvat aiemmissa tutkimuksissa käytettyihin menetelmiin. Tarkoituksena on siis tutkia päästökaupan vaikutuksia päästökauppayritysten taloudelliseen menestykseen suhteessa yrityksiin, jotka eivät kuulu päästökauppaan. Vaikutusta pyritään estimoimaan difference-in-differences -menetelmällä, jossa kohderyhmä muodostetaan päästökauppayrityksistä ja kontrolliryhmä päästökaupan ulkopuolista yrityksistä. Tapa, jolla kontrolliryhmä muodostetaan, vaikuttaa olennaisesti tulosten pätevyYTEEN, sillä yritykset eivät ole satunnaisesti valikoituneet päästökauppaan, vaan osallistuminen riippuu tuotannollisista tekijöistä. Nämä laitoskohtaiset tuotantoon liittyvät kriteerit kuitenkin mahdollistavat sen, että ainakin teoriassa on mahdollista löytää päästökauppaan kuuluvalla yritykselle ominaisuuksiltaan täysin vastaava kontrolliyritys. Jokaiselle kohdeyritykselle etsitään siis kontrolliyritys, jonka ominaisuudet, esimerkiksi toimiala, liikevaihto ja työntekijöiden määrä, ovat mahdollisimman samankaltaiset. Tässä hyödynnetään propensity score matching -menetelmää, jolla kontrolliyrityksille annetaan painotus, sen mukaan kuinka hyvin ne vastaavat kohdeyritystä. Painotetun kontrolliryhmän muodostamisen jälkeen kohde- ja kontrolliryhmän eroja pyritään estimoimaan difference-in-differences -menetelmällä.

4.1 Aineisto

Aineistona tässä tutkielmassa käytetään Etlan asiakastietokanta-aineistoa, johon on linkitetty tiedot suomalaisista päästökauppayrityksistä, jotka ovat saatavilla European Union Transaction Log:sta. Aineistoon on poimittu kaikki toimialat, joilla on ainakin yksi päästökauppayritys. Aineisto sisältää yritysten tilinpäätöstietoja vuosilta 2001-2016, esimerkiksi liikevaihdon, liikevoiton, työntekijöiden

määrän, iän, keskimääräisen palkan ja toimialan. Päästökauppayritysten linkittämisen myötä aineistoon on luotu yrityskohtainen binäärimuuttuja päästökauppaan kuulumiselle.

Lopulliseen otokseen aineistosta poistetaan 0.1 prosenttia liikevaihdon ja työntekijöiden määrän yläpäästä, sillä suurimmille yrityksille ei löydy sopivia kontrolliyrityksiä. Myös lentotoimiala jätetään samasta syystä pois. Tämän seurauksena otoksesta jää pois kymmenen suurinta päästökauppayritystä ja tämä pitää huomioida, kun tarkastellaan estimoinnin tuloksia. Lisäksi otokseen luetetaan vain yritykset, joilla ei ole puuttuvia havaintoja tarkasteluvuosilta. Tämä lisää tulosten sisäistä validiteettia, mutta heikentää ulkoista validiteettia (Marin et al. 2018). Kuvaavat tilastot muuttujista on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Kuvaavat tilastot.

Muuttuja	Minimi	Alakvartaali	Keskiarvo	Mediaani	Yläkvartaali	Maksimi	N
Liikevaihto milj.	-5.54	0.15	5.03	0.49	1.83	1168.37	14 008
Työntekijöiden määrä	0	1	13.39	3	8	1008	14 008
Liikevoitto milj.	-631.44	0	0.32	0.02	0.11	455.26	14 008
Ikä	1	29	40.9	37	46	117	14 008
Liikevaihto milj. (ETS=1)	0	6.09	77.18	28.55	89.44	1168.37	151
Työntekijöiden määrä. (ETS=1)	0	10	136.9	47	154	1008	151
Liikevoitto milj. (ETS=1)	-224.64	0.06	5.42	0.91	5.15	455.26	151
Ikä. (ETS=1)	1	33	45.3	39	56	117	151

Taulukosta 2 nähdään, että päästökauppayritykset (ETS=1) ovat selvästi suurempia yrityksiä, kuin mitä koko otoksen yritykset keskimäärin ovat. Tämän eron selittävät päästökauppaan kuulumisen kriteerit, sillä päästökauppaan kuulutaan laitosten tuotannollisten ominaisuuksien perusteella. Tämän vuoksi ei myöskään ole mielekäästä verrata päästökauppayritysten eroja kaikkiin ulkopuolelle jääviin

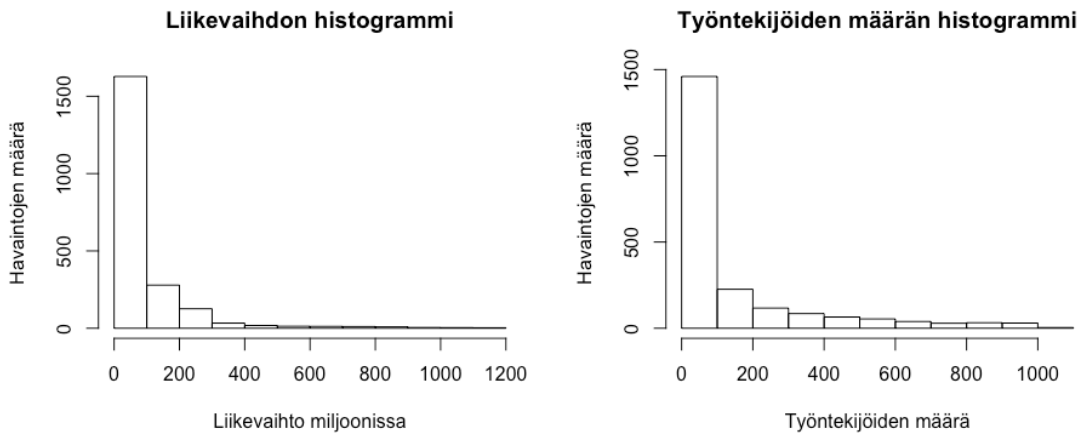
yrityksiin, vaan kontrolliryhmään valitaan sopivimmat kontrolliyritykset. Taulukosta 2 nähdään myös, että otoksessa on todella paljon pieniä yrityksiä, esimerkiksi työntekijöiden määrän mediaani on 3. Kaltaistettaessa suurin osa näistä pienistä yrityksistä jää kuitenkin pois.

Taulukko 3 kuvaa empiirisessä analyysissä mukana olevien päästökauppayritysten jakautumista toimialoittain. Toimialaluokitus on tilastokeskuksen vuoden 2008 luokitus kahden numeron tarkkuudella. Yli puolet analyysissä mukana olevista päästökauppayrityksistä on sähkö-, kaasua- ja lämpöhuolto -toimialalta ja 41 yritystä teollisuuden toimialalta. Muilta toimialoilta on vain yksittäisiä päästökauppayrityksiä. Analyysi keskittyy siis pääasiassa energiasektoriin ja teollisuuteen.

Taulukko 3. Päästökauppayritykset toimialoittain.

Toimiala	Päästökauppayritykset
Sähkö-, kaasua- ja lämpöhuolto	73
Teollisuus	41
Tukku- ja vähittäiskauppa	5
Vesihuolto, viemäri- ja jätevesihuolto, jätehuolto ja muu ympäristön puhtaanapito	2
Kuljetus ja varastointi	1
Kaivostoiminta ja louhinta	1
Yhteensä	123

Kuviossa 2 kuvataan päästökauppayritysten vuosittaisten liikevaihdon ja työntekijöiden havainnot histogrammeina. Kuvioista nähdään, että havainnot ovat jakautuneet epätasaisesti. Suurin osa havainnoista sijoittuu nollan ja sadan välille, ja mukana on muutamia suurempia yrityksiä, jotka nostavat päästökauppayritysten liikevaihdon ja työntekijöiden määrän keskiarvoja.



Kuvio 2. Päästökauppayritysten histogrammit.

4.2 Menetelmät

4.2.1 Semiparametrinen DID estimaatti

Päästökaupan vaikutusten estimointiin käytetään semiparametrista difference-in-differences -menetelmää, jossa kaltaistaminen pohjautuu yritysten ominaisuuksiin ennen päästökauppaa. Tavoitteena on estimoida keskimääräinen kohderyhmän vaikutus (ATT):

$$\alpha_{ATT} = E[Y_{it}(1) - Y_{it}(0) | D_i = 1] \quad (1)$$

jossa $Y_{it}(1)$ ja $Y_{it}(0)$ ovat yrityksen i potentiaaliset tulot ajassa t riippuen päästökauppaan kuulumisesta. $D_i=1$ kuvaa kaikkia päästökauppaan kuuluvia yrityksiä ja α_{ATT} on keskimääräinen kohderyhmän vaikutus halutulle muuttujalle. Ongelmana on kuitenkin se, että $Y_{it}(0)$ ei havaita kohdeyrityksille, sillä siitä ei ole mahdollista saada aineistoa. Tätä ongelmaa pyritään ratkaisemaan muodostamalla luotettava kontrolliryhmä päästökauppaan kuulumattomista yrityksistä, joiden avulla pystytään arvioimaan mikä $Y_{it}(0)$ päästökauppayrityksille olisi.

Yksinkertaisimmillaan ATT voitaisiin laskea difference-in-differences -menetelmällä kohde- ja kontrolliryhmistä, mutta tämä tuottaisi harhaisia tuloksia, sillä ryhmien yritysten ominaisuuden eivät ole samankaltaisia. Tämän vuoksi käytetään estimointia, joka pohjautuu Heckman, Ichimura ja Toddin (1998) kehittämään menetelmään (difference-in-differences matching estimator)

$$\alpha = \frac{1}{N_1} \sum_{i \in I_1} \{ (Y_{it}(1) - Y_{i0}(0)) - \sum_{k \in I_0} W_{N_0, N_1}(i, k) * (Y_{kt}(0) - Y_{k0}(0)) \} \quad (2)$$

jossa I_1 on joukko päästökauppayrityksiä ja I_0 on joukko päästökauppaan kuulumattomia yrityksiä, ja N_1 on päästökauppayritysten lukumäärä kohderyhmässä. Painotus $\sum_{k \in I_0} W_{N_0, N_1}(i, k)$ määrittää kuinka paljon kontrollihavainto k vaikuttaa

estimaattiin ja painotus riippuu siitä, kuinka samankaltainen yritys on verrattuna päästökaupparyhtyksiin. Kontrolliryhmään yritykset valitaan propensity score -kaltaistamisella ja yritysten painotus riippuu kaltaistamisalgoritmin valinnasta.

Useissa aiemmissa päästökaupan kilpailukykyvaikutuksia tutkivissa tutkimuksissa, esimerkiksi Jaraite ja Di Maria (2016), Petrick ja Wagner (2014) ja Wagner et al. (2014), käytetään samanlaista menetelmää, ja kaltaistamisalgoritmin valintaan vaikuttavat aineiston ominaisuudet.

4.2.2 Propensity score matching -menetelmä

Kontrolliryhmän muodostetaan siis propensity score matching -menetelmällä (PSM), joka pohjautuu Rosenbaum ja Rubinin (1983) artikkeliin. Se on yleinen apuväline, kun halutaan estimoida syyseuraus -vaikutuksia. PSM -menetelmää käytetään valikoitumisharhan kontrolloimiseen tilanteissa, joissa halutaan selvittää jonkin ohjelman (esimerkiksi politiikkatoimen) vaikutuksia ohjelmaan osallistuville verrattuna niihin, jotka eivät osallistu. Perusidea on löytää laaja ei-osallistuvien joukko, joiden oleelliset ominaisuudet ovat samanlaiset verrattuna osallistuviin. Propensity scorella tarkoitetaan ehdollista todennäköisyyttä, jolla yksilö osallistuu ohjelmaan ja se voidaan laskea seuraavasti:

$$e(x) = P(z = 1|x) \quad (3)$$

jossa z on binäärimuuttuja ohjelmaan kuulumiselle ja x on vektori havaituista muuttujista ennen ohjelman alkamista (Rosenbaum ja Rubin, 1983).

Tässä tutkimuksessa PSM -menetelmän käyttö on perusteltua, sillä päästökaupparyhtykset ovat valikoituneet niiden tuotantoon liittyvien tekijöiden perusteella. Propensity score voidaan estimoida logistisella regressiolla (tai probitilla), sillä kyseessä binäärinen koeasetelma eli yritykset voivat vain kuulua päästökauppaan tai jäädä sen ulkopuolelle.

Kaltaistamisalgoritmin valinta riippuu otoksen koosta, kohde- ja kontrollihavaintojen määrästä sekä estimoidun propensity score -arvojen jakaumasta. Teoriassa, jos otos on riittävän iso, ei pitäisi olla väliä mitä algoritmia käyttää, sillä ne tuottavat samankaltaisia tuloksia. Suhteellisen pienillä otoksilla valinnalla on kuitenkin merkitystä. Lähtökohtaisesti pienellä otoksella samaa kontrollihavaintoa kannattaa käyttää usealle kohdehavainnolle, jotta estimaatin harhaisuutta voidaan vähentää. Jos kontrollihavaintoja on paljon, niin lähtökohtaisesti usean kontrollihavainnon käyttäminen kohdehavainnolle tuottaa luotettavampia tuloksia. (Caliendo ja Kopeinig, 2008.) Toisaalta Smith ja Todd (2005) painottavat, että kaltaistamismenetelmällä ei ole suurta vaikutusta tulosten harhaisuuteen, vaan suurempi merkitys ei-kokeellisten tutkimusasetelmien tapauksissa on estimointimenetelmän valinnassa.

Tässä tutkielmassa kaltaistaminen tapahtuu lähin naapuri- ja lähin naapuri caliper- kaltaistamisalgoritmien avulla. Lähin naapuri -kaltaistamisessa jokaiselle kohdeyritykselle valitaan kontrolliyritys, jonka propensity score on lähimpänä. Lähin naapuri -algoritmi voidaan toteuttaa myös korvaavilla havainnoilla

eli yhtä kontrollihavaintoa voidaan käyttää usealle kohdehavainnolle. Korvaaminen lisää kontrollihavaintojen keskimääräistä sopivuutta, mutta lisää estimaatin varianssia (Smith ja Todd, 2005).

Tulosten kestävyuden tarkastelemiseksi havainnot kaltaistetaan myös Caliper -algoritmilla, sillä lähin naapuri -algoritmilla kaltaistettaessa on riskinä, ettei jokaiselle kohdehavainnolle löydy hyvää kontrollihavaintoa. Caliper kaltaistaminen pyrkii vähentämään huonoja kontrollihavaintoja lisäämällä kontrolliryhmän havaintojen propensity score -arvoille rajan eli määrittelemällä kuinka kaukana kontrollin propensity score voi olla kohdehavainnosta. Jos kohde havainnolle ei löydy kontrollihavaintoa, se poistetaan otoksesta. Caliper parantaa ryhmien jakaumien samankaltaisuutta, mutta sopivan rajan asettaminen voi olla haasteellista (Smith ja Todd, 2005).

4.3 Identifikaatio-oletukset

Koska kyseessä ei ole satunnaistettu koeasetelma, liittyy päästökaupan vaikutusten estimointiin identifikaatio-oletuksia, joiden toteutuminen vaikuttaa estimoinnin luotettavuuteen. Heckman, Ichimura ja Toddin (1998) mukaan ATT voidaan estimoida seuraavan oletuksen toteutuessa:

$$E(Y_{it_0}(0) - Y_{it_1}(0) | P(X), D = 1) = E(Y_{it_0}(0) - Y_{it_1}(0) | P(X), D = 0) \quad (4)$$

Tämän mukaan ryhmät olisivat seuranneet samankaltaisia trendejä ilman päästökauppaa (eng. parallel trends). Eli kontrolliryhmän ja kohderyhmän muuttujien arvot eivät saa systemaattisesti poiketa toisistaan. Päästökaupan ajalta tätä ei kuitenkaan voida tarkastella, sillä $Y_{it_1}(0)$ ei havaita kohdeyrityksille. Oletuksen toteutumista voidaan kuitenkin testata tarkkailemalla ryhmien eroja muuttujissa ennen päästökauppaa, ja mikäli ne kehittyvät samankaltaisesti, voidaan olettaa, että ne olisivat jatkaneet samankaltaisesti ilman päästökauppaa. ATT:n luotettava estimointi vaatii myös, että kaltaistamisessa propensity score -jakaumat ovat kohde- ja kontrolliryhmillä päällekkäiset eli molemmista ryhmistä on edustettuna samankaltaisia havaintoja.

Kolmas oletus, joka vaikuttaa estimoinnin luotettavuuteen, on SUTVA (Stable Unit Treatment Value Assumption) eli valuuko kohderyhmän vaikutukset politiikkatoimen ulkopuolelle jääville. Tässä tapauksessa se tarkoittaisi, että päästökauppa vaikuttaisi myös päästökaupan ulkopuolisiin yrityksiin tai laitoksiin. Petrick ja Wagnerin (2014) mukaan tämä on ongelmallista, jos käytetään laitospoikkeusta aineistoa, sillä yritys voisi siirtää päästökaupan vaikutuksia päästökauppaan kuulavalta laitokselta kuulumattomaan laitokseen. Yritystason aineistolla tämä kuitenkin tuskin on ongelma, sillä yritystasolla mahdolliset siirrot on sisäistetty (Petrick ja Wagner, 2014). Marin et al. (2018) mukaan on kuitenkin mahdollista, että päästökaupparyitykset vaikuttavat toisiin yrityksiin, jotka toimivat samalla toimialalla ja varsinkin hyvin keskistetyillä toimialoilla. Lisäksi on mahdollista, että energiasektorilla päästökaupparyitykset vaikuttavat sähkön

hintaan ja siten muihin tuotantoyrityksiin (Marin et al. 2018). Tässä työssä käytetään yritystason aineistoa, joten yritysten sisäisestä vaikutuksesta ei pitäisi olla ongelmaa, mutta päästökaupparytysten vaikutukset muihin yrityksiin sähkön hinnan kautta ovat todennäköisiä. Sähkön hinnan kautta aiheutuvat vaikutukset koskettaisivat kuitenkin kaikkia yrityksiä eikä pelkästään päästökaupan ulkopuolelle jääviä yrityksiä.

5 TULOKSET

Tässä osiossa käsitellään empiirisen analyysin tuloksia tarkastelemalla kaltaistamisen onnistumista, identifikaatio-oletusten pätevyyttä sekä päästökaupan vaikutusten estimoinnin tuloksia. Kaltaistamisen onnistumista on tärkeää arvioida, sillä hyvin kaltaistetut kohde ja kontrolliryhmät lisäävät tulosten luotettavuutta. Estimointi on toteutettu tiettyjen oletuksien alaisena, joten niiden toteutuminen vaikuttaa olennaisesti tulosten pätevyyteen.

5.1 Kaltaistamisen tulokset

Kontrolliryhmä muodostetaan siis propensity scoren avulla, jossa propensity score lasketaan yritysten ominaisuuksien perusteella vuodelta 2004 eli ennen päästökauppaa. Propensity score lasketaan logit -regressiolla, jossa vastemuuttujana on binäärimuuttuja päästökauppaan kuulumisesta ja selittävinä muuttujina liikevaihto, työntekijöiden määrä, ikä ja toimiala. Propensity scoren avulla kontrolliryhmät valitaan lähin naapuri -kaltaistamisalgoritmeilla eli jokaiselle päästökaupparyhmälle valitaan kontrolliryhmä, jonka propensity score on lähimpänä. Päästökaupparyhmiä kohderyhmässä on 123, joille valitaan 123:n kontrolliryhmän ryhmä 9 963:sta kontrolliryhmästä. Taulukossa 4 kuvataan muuttujien keskiarvoja ryhmissä ennen ja jälkeen kaltaistamisen sekä t-testien tulokset. T-testillä tarkastellaan, onko ryhmien välillä tilastollisesti merkitsevää eroa muuttujien keskiarvoissa.

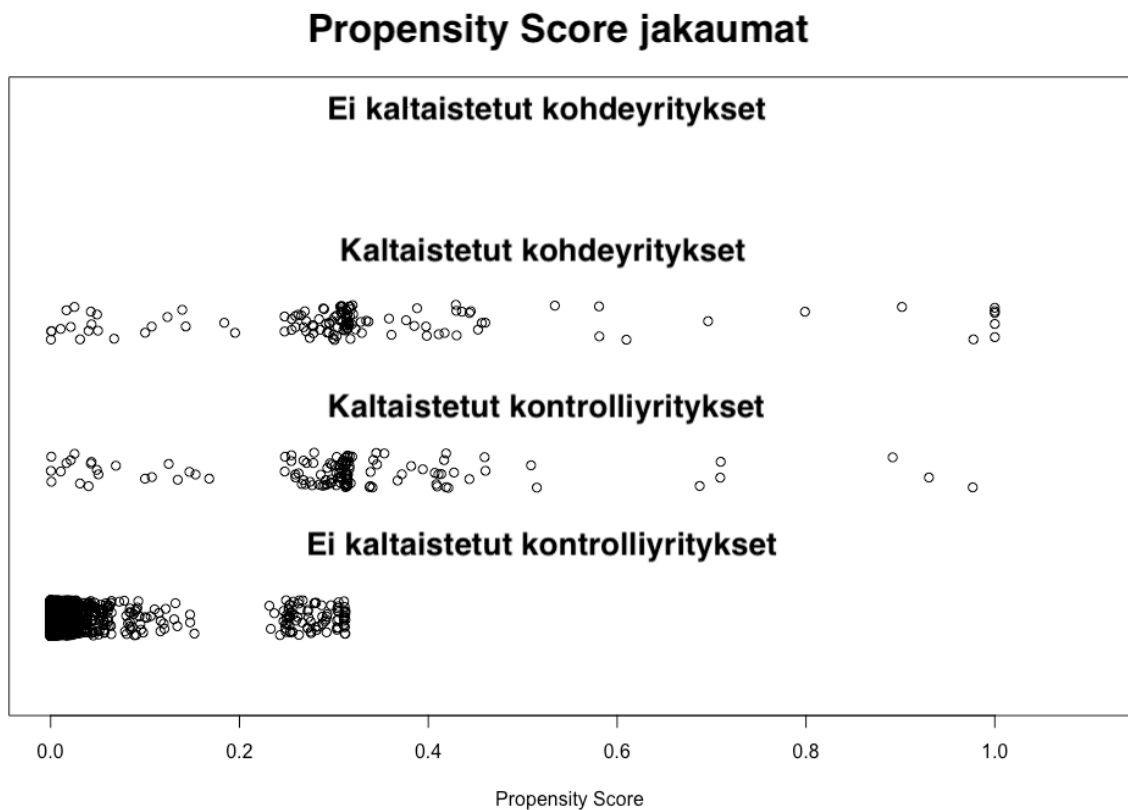
Taulukko 4. Keskiarvoja kaltaistamisen jälkeen

	Ennen		Jälkeen		t-testi
	Kohde	Kontrolli	Kohde	Kontrolli	p-arvo
Liikevaihto	77.47	4.42	77.47	58.27	0.29
Henkilöstön määrä	154.04	13.42	154.04	121.26	0.26
Ikä	46.49	40.75	46.49	50.44	0.19
Propensity score	0.34	0.008	0.34	0.31	0.32

Huomioita: Liikevaihto on ilmoitettu miljoonissa.

Keskiarvoja tarkastelemalla voidaan todeta, että kaltaistamisen jälkeen ryhmät ovat huomattavasti lähempänä toisiaan eikä t-testien perusteella ryhmien välillä ole tilastollisesti merkitsevää eroa muuttujien keskiarvojen välillä. Esimerkiksi päästökaupan ulkopuolelle jäävien yritysten keskimääräinen työntekijöiden määrä on 13.43 ennen kaltaistamista ja 121.26 kaltaistamisen jälkeen. Propensity score -arvo kuvaa ryhmän propensity scoren keskiarvoa ja huomataan, että kontrolliyritysten propensity score on ennen kaltaistamista lähellä nollaa. Kaltaistamisen jälkeen se on lähes yhtä suuri kuin kohderyhmän keskiarvo.

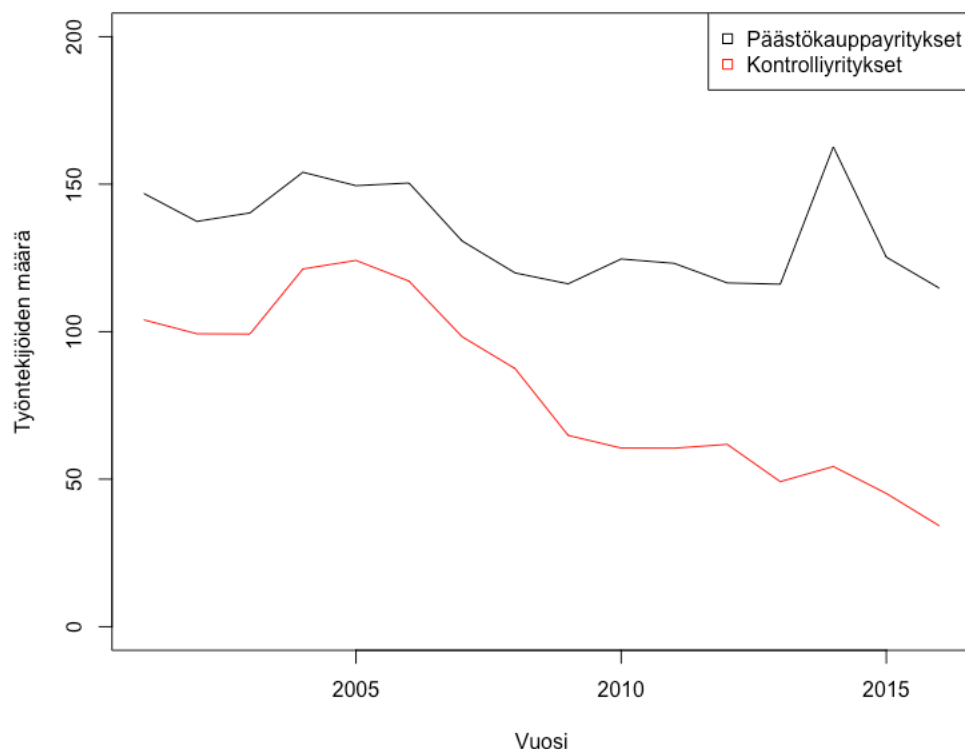
Kuviossa 3 kuvataan kaltaistamisen propensity score -jakaumat eri ryhmille ja pisteet kuvaavat jokaisen yrityksen todennäköisyyttä kuulua päästökauppaan asteikolla nolasta yhteen. Huomataan, että jakaumat vastaavat melko hyvin toisiaan eli jokaiselle päästökaupparyitykselle löytyy propensity score -arvoltaan suhteellisen samanlainen kontrolliyritys. Yksi vaatimus luotettavien estimaattien saamiseksi on propensity score -jakaumien päällekkäisyys ja kuvion 3 perusteella tämä toteutuu. Kuvioista nähdään myös, että kohdehavaintoja ei jää yhtään kaltaistetun ryhmän ulkopuolelle, ja että suurimmalla osalla pois jääneistä kontrolliyrityksistä on pieni propensity score -arvo. Oletettavasti nämä yritykset ovat pieniä, mikä vastaa käytettävän aineiston ominaisuuksia, sillä päästökaupparyitykset ovat keskimäärin huomattavasti suurempia.



Kuvio 3. Propensity score jakaumat.

5.1.1 Samankaltaiset trendit

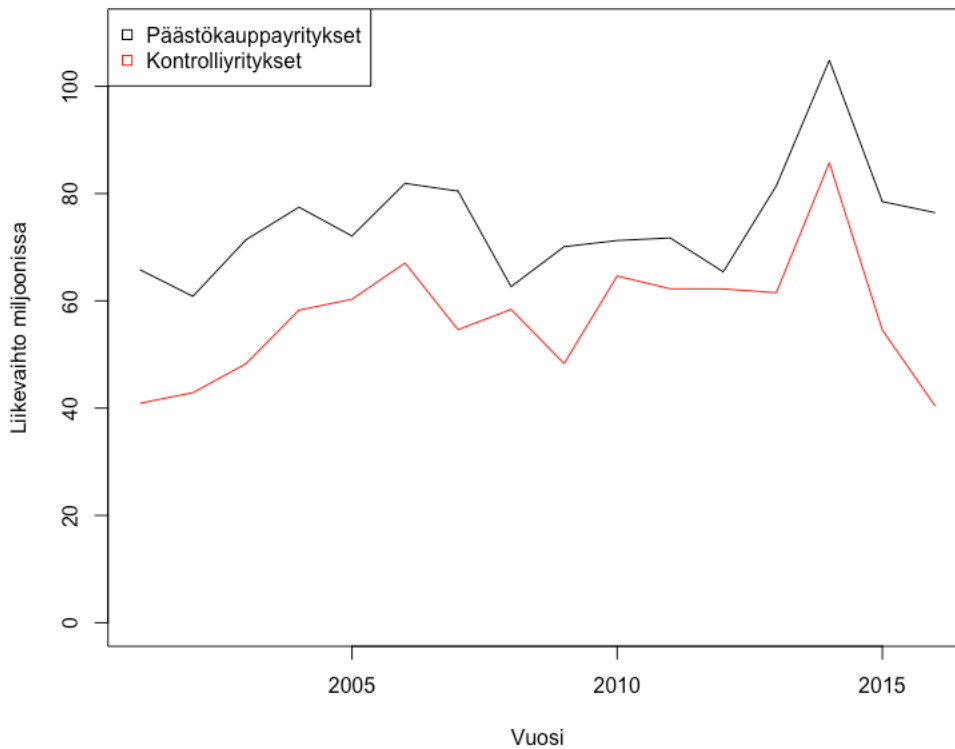
Toinen identifikaatio-oletus estimoinnille on, että kohde- ja kontrollirytykset olisivat kehittyneet samalla tavalla ilman päästökauppaa. Tämän oletuksen toteutumista voidaan tarkastella katsomalla ryhmien kehitystä ennen päästökaupan alkua. Kuvioihin 4 ja 5 on piirretty ryhmien liikevaihdon ja työntekijöiden määrän keskiarvojen kehitys vuodesta 2001 vuoteen 2016. Musta käyrä kuvaa päästökaupparytysten kehitystä ja punainen kaltaistamisen jälkeen kontrolliryhmään valikoituneiden kontrollirytyksten kehitystä. Päästökaupparytysten työntekijöiden määrän ja liikevaihdon keskiarvot ovat kaltaistamisen jälkeenkin suurempia kuin kontrollirytyksten keskiarvot. Tärkeämpää tässä tarkastelussa on kuitenkin ryhmien samansuuntainen kehitys vuosittain, kuin yksittäisen vuoden ero kohde- ja kontrolliryhmän välillä.



Kuvio 4. Työntekijöiden määrän vertailu vuosittain.

Kuviosta 4 huomataan, että päästökauppayrityksien ja kontrolliyrityksien työntekijöiden määrät kehittyivät suhteellisen samankaltaisesti ennen päästökaupan alkua vuonna 2005. Yksittäisessä vuodessa näyttäisi olevan pieni ero, kun päästökauppayritysten keskimääräinen työntekijöiden määrä laski vuodesta 2004 vuoteen 2005, kun taas kontrolliyritysten työntekijöiden määrä vastaavasti kasvoi. Kuviosta 5 taas huomataan, että myös liikevaihdot ovat kehittyneen ryhmien välillä samansuuntaisesti ennen päästökauppaa, vaikkakin pieniä eroja näyttäisi kuvan perusteella olevan. Myös liikevaihdossa näkyy lasku päästökauppayrityksissä vuodesta 2004 vuoteen 2005, kun kontrolliyritysten liikevaihto kasvoi samalla välillä. Voi olla, että päästökauppayritykset varautuivat päästökaupan alkueen, mikä selittäisi pientä laskua sekä liikevaihdossa että työntekijöiden määrässä.

Sekä työntekijöiden määrä että liikevaihto on siis kehittynyt suhteellisen samankaltaisesti päästökauppayritysten ja kontrolliyritysten välillä ennen päästökaupan alkua vuosina 2001-2004. Voidaan olettaa, että ryhmät olisivat jatkaneet samankaltaista kehitystä ilman päästökauppaa, joten identifikaatio-oletus samankaltaisista trendeistä toteutuu ainakin osittain.



Kuvio 5. Liikevaihtojen vertailu vuosittain.

5.2 Estimointitulokset

Tässä kappaleessa esitellään kaltaistetuilla ryhmillä estimoidut tulokset päästökaupan vaikutuksista yritysten liikevaihtoon, työntekijöiden määrään ja liikevoittoon. Estimointi tapahtuu difference-in-differences -menetelmällä, joka toteutetaan lineaarisella regressiolla. Regressioyhtälö on muotoa

$$y = \beta_0 + \beta_1 \text{paastokauppa} + \beta_2 \text{post} + \beta_3 \text{paastokauppa} * \text{post} \quad (6)$$

jossa y kuvaa tarkasteltavaa vastemuuttujaa, liikevaihtoa, työntekijöiden määrää tai liikevoittoa. Paastokauppa-muuttuja on binäärimuuttuja päästökauppaan kuulumiselle ja post on binäärimuuttuja ajalle, jolle vaikutusta halutaan estimoida. Esimerkiksi päästökaupan ensimmäistä vaihetta tarkasteltaessa post saa arvon 1 vuodesta 2005 eteenpäin ja toisessa vaiheessa vuodesta 2008 eteenpäin. Kerroin, josta ollaan kiinnostuneita, on interaktiotermin paastokauppa*post kerroin β_3 . Se kuvaa päästökaupan keskimääräistä vaikutusta kohderyhmän yrityksiin verrattuna kontrolliryhmään. Lisäksi estimointi tehdään myös lisäämällä kontrollimuuttujia X_n :

$$y = \beta_0 + \beta_1 \text{paastokauppa} + \beta_2 \text{post} + \beta_3 \text{paastokauppa} * \text{post} + \beta_n X_n \quad (7)$$

Kontrollimuuttujina estimoinnissa käytetään ikää ja toimialaa. Tulosten kestävyden kokeilemiseksi estimointi tehdään myös eri tavalla kaltaistetuille ryhmille. Tässä kaltaistaminen tapahtuu myös lähin naapuri -kaltaistamisalgoritilla, mutta jokaiselle päästökauppa yritykselle valitaan maksimissaan 10 kontrolliyritystä caliperilla 0.25. Caliper -kaltaistamisen tuloksena kohderyhmään valikoitui 111 päästökauppayritystä ja kontrolliryhmään 325 päästökaupan ulkopuolista yritystä. Estimointitulokset on esitetty taulukoissa 5 ja 6. Tulokset on laskettu jokaiselle päästökaupan vaiheelle erikseen sekä päästökaupan kokonaisvaikutus vuoden 2005 jälkeen.

Taulukko 5. Estimointitulokset. Liikevaihto.

	Liikevaihto			
	NN (1:1)	NN (1:1) Ei kontrollimuuttujia	NN (1:10) ja caliper	Ei kontrollimuuttujia. NN (1:10) ja caliper
1. vaihe	0.84 (11.80)	0.73 (14.93)	2.61 (8.88)	4.01 (11.47)
2. vaihe	-2.71 (8.91)	-9.92 (10.64)	7.00 (6.87)	5.12 (8.33)
3. vaihe	7.93 (10.35)	10.00 (12.30)	14.79* (7.93)	22.07* (9.51)
Koko aika	1.53 (8.22)	-2.65 (9.78)	9.57 (6.45)	11.30 (7.75)

Huomioita: Estimaatit miljoonaa euroa. NN (1:1) kuvaa lähin naapuri -kaltaistamista yhdellä kontrolliyrityksellä ja NN (1:10) ja caliper kuvaa lähin naapuri -kaltaistamista maksimissaan kymmenellä kontrolliyrityksellä caliperilla 0.25. Suluissa on keskivirheet. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Estimointitulosten perusteella päästökaupalla ei ole ollut merkittävää vaikutusta liikevaihtoon. Vaikutus lasketaan jokaiselle päästökaupan vaiheelle erikseen ja tuloksissa on vaiheiden välillä pieniä eroja. Esimerkiksi toisen vaiheen (2008-2012) estimaatit ovat negatiivisia, kun taas ensimmäisen ja kolmannen vaiheen estimaatit ovat positiivisia. Ainoastaan kolmannen vaiheen caliperilla muodostetuilla ryhmillä estimaatit ovat tilastollisesti merkitseviä 0.1 tasolla, joten päästökaupalla on voinut olla pieni positiivinen vaikutus liikevaihtoon kolmannessa vaiheessa. Yleisesti voidaan kuitenkin todeta, ettei päästökaupalla ole ollut tulos-

ten perusteella merkittävää vaikutusta liikevaihtoon ja, että tulokset pätevät jokaiselle päästökaupan vaiheelle sekä koko päästökaupan ajalle vuodesta 2005 vuoteen 2016. Tulokset pysyvät samankaltaisina myös, kun malliin otetaan mukaan kontrollimuuttujia ja kun kontrolliryhmään valikoidaan enemmän yrityksiä. Kontrollimuuttujista muutamat toimialat, kuten metallin jalostus, sahatavaran valmistus, tukku ja vähittäiskauppa sekä kuljetus ja varastointi, selittävät liikevaihtoa tilastollisesti merkitsevästi.

Estimaattien keskivirheet liikkuvat 10 miljoonan kohdilla, jota voidaan pitää suhteellisen suurena. Estimaatin suuruus pitäisi siis olla 20 miljoonan luokkaa, jotta vaikutukset olisivat tilastollisesti merkitseviä. Vähäiset vaikutukset liikevaihtoon saattavat siis johtua suurista keskivirheistä ja tämä heikentää mallin selitysvoimaa huomattavasti. On kuitenkin hyvä huomioda, että joidenkin toimialojen estimaatit ovat useita satoja miljoonia ja ne ovat tilastollisesti merkitseviä 0.01 tasolla, joten näihin verrattuna päästökaupan estimaatit selittävät melko vähän yritysten liikevaihtoa.

Taulukko 6. Estimointitulokset. Työntekijöiden määrä.

	Työntekijöiden määrä			
	NN (1:1)	NN (1:1) Ei kontrollimuuttujia	NN (1:10) ja caliper	Ei kontrollimuuttujia. NN (1:10) ja caliper
1. vaihe	-5.21 (17.59)	-2.82 (24.19)	2.28 (15.28)	2.31 (20.28)
2. vaihe	21.86* (11.76)	17.52 (15.96)	19.73* (10.55)	12.62 (13.81)
3. vaihe	33.23** (12.91)	40.58** (17.71)	34.07*** (11.59)	44.13*** (15.23)
Koko aika	22.13** (10.28)	20.45 (14.01)	23.54 (9.45)	21.55* (12.42)

Huomioita: NN (1:1) kuvaa lähin naapuri -kaltaistamista yhdellä kontrolliyrityksellä ja NN (1:10) ja caliper kuvaa lähin naapuri -kaltaistamista maksimissaan kymmenellä kontrolliyrityksellä caliperilla 0.25. Suluissa on keskivirheet. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Tulosten mukaan päästökaupalla on ollut positiivinen vaikutus työntekijöiden määrään kolmannessa vaiheessa, sillä kolmannen vaiheen tulokset ovat tilastollisesti merkitsevä jokaisella mallilla. Tämä tarkoittaisi, että päästökauppa olisi kasvattanut päästökauppayritysten työntekijöiden määrää keskimäärin noin 30-40:llä työntekijällä kolmannessa vaiheessa. Tarkkaa määrää ei voida yleistää, mutta voidaan todeta, että vaikutus on ollut merkittävä. Muissa päästökaupan

vaiheissa päästökaupalla ei ole ollut vaikutusta kohdeyritysten työntekijöiden määrään. Kontrollimuuttujista ikä ja esimerkiksi sahatavaran valmistus -toimiala selittävät työntekijöiden määrää tilastollisesti merkitsevästi 0.01 tasolla.

Toimialat ovat vahvasti selittävänä tekijänä sekä liikevaihtoon että työntekijöiden määrään, mikä täsmää oletuksen kanssa, että toimialat eroavat huomattavasti pääomaintensiivisyydessä ja työntekijöiden määrässä. Liikevaihtoon ja työntekijöiden määrään vaikuttavat myös ajassa muuttuvat shokit. Kaltaistamisessa käytettiin kuitenkin toimialamuuttujia, joten oletettavaa on, että yritykset ovat kohdanneet samankaltaisia shokkeja. Laajemmat shokit, kuten vuoden 2008 finanssikriisi, ovat koskettaneet kaikkia otoksen yrityksiä. Kuvioissa 3 ja 4 nähdään lasku molemmissa ryhmissä vuoden 2008 finanssikriisin aikaan.

Taulukko 7. Estimointitulokset. Liikevoitto

	NN (1:1)	NN (1:1) Ei kontrollimuuttujia	NN (1:10) ja caliper	Ei kontrollimuuttujia. NN (1:10) ja caliper
1. vaihe	0.88 (2.16)	0.68 (2.26)	-3.31 (4.84)	-3.80 (4.95)
2. vaihe	-1.90 (1.46)	-2.42 (1.52)	-2.96 (3.12)	-3.98 (3.16)
3. vaihe	0.78 (1.62)	0.94 (1.69)	2.33 (3.44)	1.82 (3.51)
Koko aika	-0.46 (1.28)	-0.89 (1.34)	-2.43 (2.75)	-3.45 (2.80)

Huomioita: Estimaatit miljoonaa euroa. NN (1:1) kuvaa lähin naapuri -kaltaistamista yhdellä kontrolliryityksellä ja NN (1:10) ja caliper kuvaa lähin naapuri -kaltaistamista maksimissaan kymmenellä kontrolliryityksellä caliperilla 0.25. Suluissa on keskivirheet. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

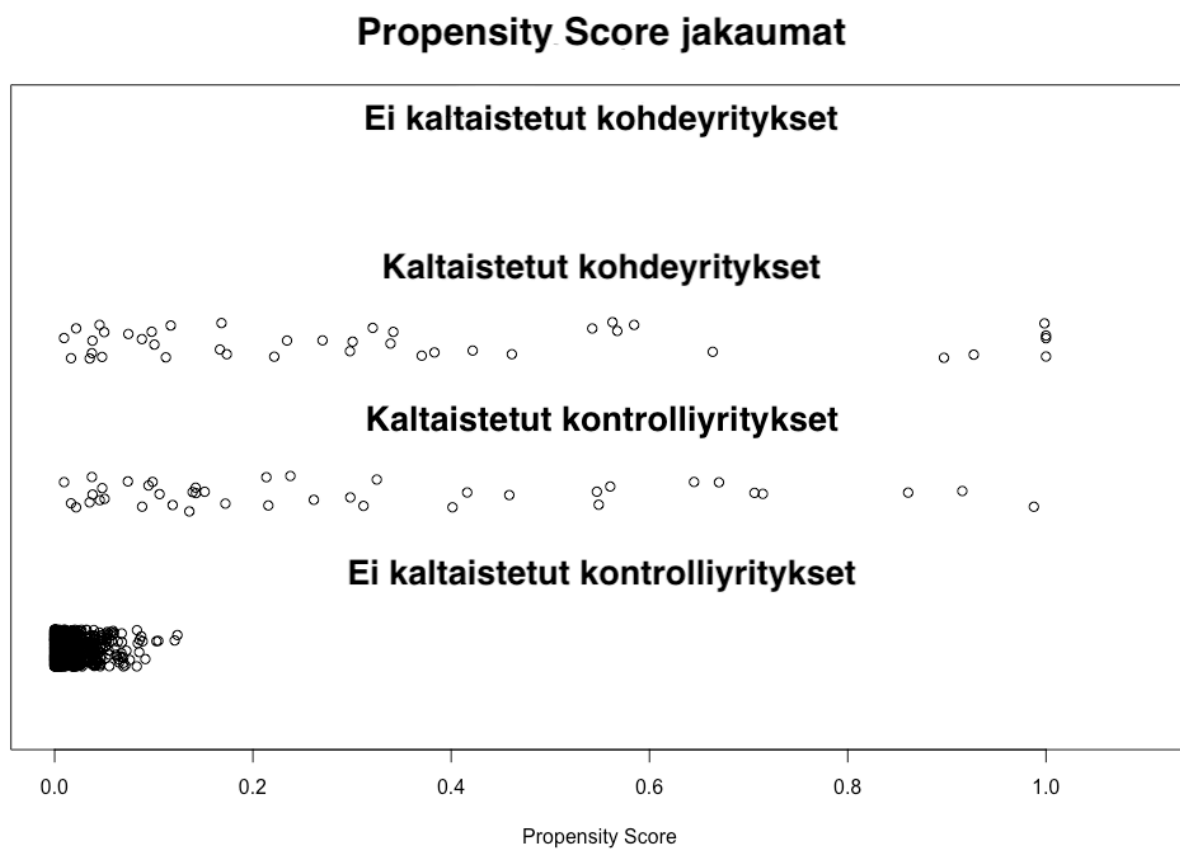
Päästökaupalla ei näyttäisi olevan vaikutusta päästökaupparyitysten liikevoittoon. Taulukosta 7 huomataan, että estimaatit eivät ole tilastollisesti merkitseviä millään päästökaupan vaiheella eivätkä myöskään caliper-kaltaistamisella muodostetuilla kohde- ja kontrolliryhmillä estimoituna. Estimaattien etumerkit vaihtelevat päästökaupan vaiheiden välillä, joten tämäkin puoltaisi sitä, että päästökaupalla ei ole ollut yksiselitteistä vaikutusta yritysten liikevoittoon.

Tulosten kestävyyttä pyritään tarkastelemaan kaltaistamalla ryhmät myös toisella kaltaistamisalgoritmilla. Tulosten kestävyydestä voidaan todeta, että tulokset pysyvät samankaltaisina myös, kun ryhmät ovat kaltaistettu lähin naapuri- ja caliper -algoritmeilla, ja kun malleihin lisätään kontrollimuuttujia. Muutamia yksittäisiä poikkeuksia on, esimerkiksi liikevaihdon estimaateissa toisessa vaiheessa ja työntekijöiden määrän estimaateissa ensimmäisessä vaiheessa. Caliper -kaltaistamisessa kontrollihavaintojen määrä on suurempi, jolloin estimaattien varianssi pienenee, sillä otos sisältää enemmän informaatiota. Samalla kuitenkin estimaattien harhaisuus kasvaa, sillä ryhmät eivät enää yhtä hyvin vastaa toisiaan.

5.2.1 Teollisuustarkastelu

Euroopan komissio on määritellyt useimmat teollisuuden toimialat riskialttiiksi toimialoiksi ja jakanut näille toimialoille enemmän päästöoikeuksia ja jatkanut ilmaisjakoa vielä kolmannessa vaiheessa, vaikka ensisijainen päästöoikeuksien jakotapa on huutokauppa. Tämän vuoksi on mielenkiintoista tarkastella päästökaupan vaikutuksia pelkästään teollisuusyrityksiin.

Päästökaupan vaikutuksia teollisuusyritysten liikevaihtoon ja työntekijöiden määrään estimoidaan samalla tavalla kuin aiemmin, mutta nyt otokseen poimitaan vain teollisuuden toimialat. Kaltaistamisessa käytetään lähin naapurikaltaistamisalgoritmia. Päästökauppaan kuuluvia teollisuusyrityksiä on otoksessa 51 ja päästökauppaan kuulumattomia yrityksiä 1 568. Lopulliseen kohdeyhmään valikoituu 41 päästökauppayritystä, sillä myös tässä tapauksessa poistetaan 0.1 prosenttia liikevaihdon ja työntekijöiden määrän yläpäästä. Näille yrityksille valikoituu propensity score -arvon perusteella 41 kontrolliyritystä, jotka muodostavat kontrolliryhmän. Kuvio 6 näyttää ryhmien propensity score -jakaumat ja sen, mitkä yritykset jäävät ryhmien ulkopuolille. Huomataan, että kohdeyrityksistä mukana on kaikki otokseen jääneet 41 päästökauppayritystä ja, että suurin osa pois jääneistä kontrolliyrityksistä ovat yrityksiä, joilla on todella pieni todennäköisyys kuulua päästökauppaan. Kaltaistettujen kohdehavaintojen ja kaltaistettujen kontrollihavaintojen jakaumat näyttävät melko samankaltaisina, joten identifikaatio-oletus jakaumien päällekkäisyydestä toteutuu. Samankaltaisia trendejä tarkastellaan kuvioissa 7 ja 8. Oletus samankaltaisista trendeistä näyttäisi toteutuvan, vaikkakin pieniä eroja esiintyy päästökauppayritysten ja kontrolliyritysten liikevaihtojen ja työntekijöiden määrän keskiarvojen kehityksessä vuosina 2001-2005. Systemaattisia eroja ryhmien välillä ei kuitenkaan ole.



Kuvio 6. Propensity score -jakaumat teollisuusyrityksille.



Kuvio 7. Teollisuustarkastelun liikevaihdon samankaltaiset trendit.



Kuvio 8. Teollisuustarkastelun työntekijöiden määrän samankaltaiset trendit.

Vaikutukset liikevaihtoon ja työntekijöiden määrään estimoidaan samankaltaisesti kuin aiemmin ja kontrollimuuttujina käytetään samoja muuttujia. Taulukossa 7 esitetään teollisuustarkastelun estimointitulokset. Huomataan, että tulosten perusteella päästökaupalla ei ole ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta yritysten liikevaihtoon eikä työntekijöiden määrään kahdessa ensimmäisessä vaiheessa, kun tarkastelu rajataan pelkästään teollisuuden toimialoihin. Tulokset ovat samankaltaisia aiemman koko otoksen estimoinnin kanssa myös siinä, että kolmannessa vaiheessa päästökaupalla on ollut tulosten mukaa tilastollisesti merkitsevä positiivinen vaikutus. Ensimmäisessä vaiheessa liikevaihdon estimaatit ovat positiivisia, mutta muissa päästökaupan vaiheissa ja koko päästökaupan ajalta estimoituina negatiivisia. Tämän mukaan päästökaupalla näyttäisi olevan pieni negatiivinen vaikutus teollisuusyritysten liikevaihtoon, mutta vaikutus ei ole tilastollisesti merkitsevä millään vaiheella. Työntekijöiden määrään vaikutus on positiivinen jokaisella päästökaupan vaiheella ja kolmannessa vaiheessa tilastollisesti merkitsevä 0.05 tasolla.

Taulukko 7. Teollisuustarkastelun estimointitulokset

	Liikevaihto		Työntekijöiden määrä	
	NN (1:1)	Ei kontrollimuuttujia	NN (1:1)	Ei kontrollimuuttujia
1. vaihe	18.23 (20.21)	12.27 (24.67)	0.58 (39.82)	-3.12 (47.31)
2. vaihe	-12.33 (15.52)	-18.22 (18.00)	48.51 (29.82)	34.34 (34.20)
3. vaihe	-21.21 (18.32)	-23.59 (21.64)	77.21** (33.44)	67.44 (39.86)
Koko aika	-2.83 (13.91)	-11.29 (16.26)	51.62** (25.29)	34.26 (29.86)

Huomioita: Liikevaihto on ilmoitettu miljoonissa. NN (1:1) kuvaa lähin naapuri -kaltaistamista yhdellä kontrollihavainnolla. Suluissa on keskivirheet. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

6 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Tämän empiirisen analyysin tulosten pohjalta voidaan vetää kaksi johtopäätöstä. Ensimmäiseksi näyttäisi siltä, että päästökaupalla ei ole ollut negatiivista vaikutusta yritysten liikevaihtoon, työntekijöiden määrään eikä liikevoittoon, joten voidaan todeta, että pelko päästökaupan kilpailukykyvaikutuksista on ollut liioiteltua. Toiseksi tulosten perusteella voidaan ottaa kantaa teollisuuden toimialoille jatkettuun päästöoikeuksien ilmaisjakoon kolmannessa päästökaupan vaiheessa. Tässä on kuitenkin huomioitava, että otos, josta tulokset ovat estimoitu, on pieni eikä niitä välttämättä voida yleistää otoksen ulkopuolelle.

Suomen kansantalouden rakenne on hieman erilainen kuin Euroopassa keskimäärin, esimerkiksi energiaintensiivisyys, ja tämän vuoksi on perusteltua olettaa, että päästökauppa on voinut vaikuttaa suomalaisten yritysten kilpailukykyyn eri tavalla kuin muualla Euroopassa. Tämän empiirisen analyysin estimointitulokset ovat kuitenkin samankaltaisia kuin aiemman kansainvälisen kirjallisuuden tulokset, joten tämän tutkielman perusteella näyttäisi siltä, että päästökaupan vaikutukset yritysten taloudelliseen menestykseen ovat olleet vähäiset myös Suomessa. Tulosten perusteella päästökaupan kolmannessa vaiheessa päästökaupalla on kuitenkin ollut positiivinen vaikutus päästökauppayritysten työntekijöiden määrään. Kuntsi (2004) arvioi ennen päästökaupan alkua, että päästökaupalla voisi olla positiivinen vaikutus työllisyyteen, sillä ympäristösääntely kannustaa yrityksiä investoimaan päästöjen vähentämiseen ja näiden toteuttaminen edellyttää lisää työvoimaa. Tämä voisi olla yksi selitys päästökaupan positiiviselle vaikutukselle työntekijöiden määrään.

Vastoin odotuksia päästökaupalla näyttäisi siis olleen enemmänkin positiivinen, kuin negatiivinen vaikutus yritysten taloudelliseen toimintaan. Marin et al. (2018) löysivät samankaltaisia tuloksia, sillä heidän tulosten mukaan päästökaupalla on ollut positiivinen vaikutus liikevaihtoon, voittomarginaaliin ja työn tuottavuuteen. He arvelevat, että positiivinen vaikutus johtuu kustannusten siirtämisestä tuotteiden hintaan. Tätä selitystä tukee voittomarginaalin ja liikevaihdon kasvu. Tämän tutkielman analyysin perusteella on hankala ottaa kantaa mistä positiivinen vaikutus voisi johtua, mutta koska päästökauppayritysten lii-

kevoitto ei ole kasvanut päästökaupan vuoksi, niin on oletettavaa, että päästökauppapyritysten työntekijöiden määrän kasvu ei ole johtunut päästökaupan aiheuttaman kannattavuuden parantumisesta.

Ensimmäisessä vaiheessa estimaatit ovat pieniä sekä liikevaihtoa että työntekijöiden määrää tarkasteltaessa, mikä tukee aiempien tutkimusten tuloksia siitä, että ensimmäisen vaiheen vaikutukset ovat olleet pieniä. Toisessa vaiheessa päästökaupan vaikutuksia on kuitenkin löydetty, esimerkiksi Petrick ja Wagner (2014) löytämä negatiivinen vaikutus työntekijöiden määrään ja Marin et al. (2018) löytämä positiivinen vaikutus liikevaihtoon. Myös tämän empiirisen analyysin mukaan toisessa vaiheessa päästökaupalla on ollut suurempia vaikutuksia työntekijöiden määrään, liikevaihtoon ja liikevoittoon.

Vähäisten vaikutusten arvellaan johtuvan liian suuresta päästöoikeuksien määrästä ensimmäisessä ja toisessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa päästöoikeuksien kokonaismäärä perustui arvioihin ja tämän seurauksena oikeuksien tarjonta oli huomattavasti suurempaa kuin niiden kysyntä (Euroopan komissio, 2019). Toisessa vaiheessa oikeuksien kokonaismäärää pienennettiin, mutta vuoden 2008 finanssikriisin seurauksena päästöt vähenivät odotettua enemmän ja tämän vuoksi päästöoikeuksien tarjonta ylitti jälleen niiden kysynnän (Euroopan komissio, 2019). On siis todennäköistä, että vähäiset kilpailukykyvaikutukset johtuvat juuri liian suuresta päästöoikeuksien määrästä, sillä ensimmäisessä ja toisessa vaiheessa alhainen päästöoikeuden hinta ei kannustanut vähentämään päästöjä odotetulla tavalla.

Kolmannessa vaiheessa päästöoikeuksien ensisijaiseksi jakotavaksi otettiin käyttöön huutokauppa, mutta teollisuuden kilpailukykyyn heikkenemisen pelon vuoksi ilmaisjakoa jatkettiin teollisuuden toimialoilla. Kolmannen vaiheen kilpailukykyvaikutuksista ei ole vielä juurikaan tutkimuksia, sillä kolmas vaihe jatkuu vuoteen 2020 asti. Oletettavaa on, että päästökaupan vaikutukset kasvavat kolmannessa vaiheessa, sillä päästöoikeuksien määrä pienenee jatkuvasti. Tämän tutkielman estimointitulosten mukaan päästökaupalla ei kuitenkaan ole ollut negatiivisia vaikutuksia liikevaihtoon eikä työntekijöiden määrään kolmannen vaiheen ensimmäisinä vuosina, vaan vaikutus näyttäisi olevan hieman yllättäen positiivinen.

Suurin osa teollisuuden toimialoista on luokiteltu alttiiksi hiilivuotoriksille eli näillä toimialoilla toimivat päästökauppapyritykset saavat päästöoikeudet kokonaan ilmaiseksi. Tulosten perusteella päästökauppa ei ole vaikuttanut suomalaisten teollisuusyritysten liikevaihtoon tai työntekijöiden määrään, joten merkkejä teollisuuden päästökauppapyritysten kilpailukykyyn heikkenemisestä suhteessa päästökauppaan kuulumattomiin yrityksiin ei ole ainakaan näiden kilpailukykyindikaattorien perusteella. On kuitenkin huomioitava, että otoksesta on rajautunut pois käytännössä suurimmat päästökauppapyritykset aineiston ominaisuuksien vuoksi, joten suoraa johtopäätöksiä ei voida tämän analyysin perusteella tehdä. On mahdollista, että päästökauppa on vaikuttanut suurten yritysten taloudelliseen toimintaan eri tavalla kuin pienempien yritysten.

Päästökaupan alkutaipaleella Suomessa kannettiin huolta päästökaupan negatiivisista vaikutuksista yritysten kilpailukykyyn ja varsinkin yritykset itse vastustivat päästökauppaa. Tämä ilmenee myös sen ajan uutisoinnista Suomessa,

esimerkiksi vuonna 2004 uutisoitiin, että päästökauppa uhkaa turpeen kilpailukykyä ja vuonna 2007, että teollisuus rusikoi jälleen päästökauppajärjestelmää (Helsingin sanomat, 2004 ja 2007). Arvioitiin, että ilman tukitoimia päästökaupan vuoksi turveteollisuudesta häviäisi 2 000 työpaikkaa. Lopulta turpeen valmisteverosta luovuttiin 1.7.2005 eli samana vuonna kuin päästökauppa alkoi. Päästökaupan myötä Suomessa otettiin käyttöön myös muita verohelpotuksia. Nämä ovat luultavasti osasyynä päästökaupan vähäisille vaikutuksille Suomessa.

Känkänen et al. (2017) mukaan Suomessa päästökaupan suurimmat vaikutukset tulevat todennäköisesti epäsuorien kustannusten kautta, sillä päästöoikeuden hinta vaikuttaa sähkön hintaan ja siten aiheuttaa kustannuksia teollisuudelle. Nämä kustannukset aiheutuvat kuitenkin sekä päästökauppayrityksille että päästökaupan ulkopuolisille yrityksille, joten nämä vaikutukset eivät näy tässä empiirisessä analyysissä. Sähkön hinnan nouseminen on kuitenkin ollut keskustelussa mukana koko päästökaupan ajan ja useiden selvitysten mukaan sähkön hinnan nousu on yksi päästökaupan merkittävimpiä vaikutuksia Suomessa. Tämän vuoksi jatkossa päästökaupan vaikutuksia tutkittaessa olisi mielenkiintoista ja tärkeää tutkia myös epäsuorien kustannusten vaikutuksia, mikäli tällaiseen tutkimusasetelmaan on mahdollisuus.

7 YHTEENVETO

Tässä tutkielmassa tarkastellaan Euroopan Unionin päästökaupan vaikutuksia yritysten taloudelliseen menestykseen. Päästökaupalla on pelätty olevan negatiivisia vaikutuksia yritysten kilpailukykyyn asettamalla päästökauppayritykset heikompaan asemaan verrattuna päästökaupan ulkopuolisiin yrityksiin.

Aiempien tutkimusten perusteella päästökaupalla ei ole ollut merkittäviä vaikutuksia yritysten kilpailukykyyn. Pieniä negatiivisia vaikutuksia on kuitenkin havaittu, esimerkiksi Wagner et al. (2014) löysivät päästökaupan aiheuttaneen noin 7 % laskun päästökauppaan kuuluvien laitosten työntekijöiden määrässä. Suurin osa aiemmasta kirjallisuudesta ei kuitenkaan tue argumentteja päästökaupan kilpailukykyvaikutuksista. Tämän tutkielman empiirisen analyysin tulosten perusteella päästökaupalla ei ole ollut merkittäviä vaikutuksia yritysten taloudelliseen toimintaan myöskään Suomessa. Tulosten mukaan päästökaupalla ei ole ollut tilastollisesti merkitseviä negatiivisia vaikutuksia suomalaisien päästökauppayritysten liikevaihtoon, työntekijöiden määrään tai liikevoittoon verrattuna päästökaupan ulkopuolisiin yrityksiin. Tulokset pätevät myös, kun tarkastelu rajataan vain teollisuuden toimialoihin, joista suurin osa on määritelty riskialttiiksi toimialoiksi. Työntekijöiden määrässä havaitaan ehkä hieman yllättävä merkitsevä positiivinen vaikutus päästökaupan kolmannen vaiheen alussa.

Päästökaupan ensimmäisen ja toisen vaiheen vähäisten vaikutusten on arveltu johtuvan liian suuresta päästöoikeuksien kokonaismäärästä markkinoilla ja Euroopan komissio on myös todennut päästöoikeuksien liikajaan tapahtuneen. Kolmannen vaiheen vaikutuksia ei ole vielä juurikaan tutkittu, sillä se on vielä käynnissä. Tämän tutkielman tulosten mukaan merkittäviä vaikutuksia liikevaihtoon ja liikevoittoon ei ole ollut kolmannen vaiheen kolmea ensimmäistä vuotta tarkasteltaessa. Vaikutukset ovat olleet vähäiset myös työntekijöiden määrään, vaikkakin kolmannessa vaiheessa positiivinen vaikutus löytyi. Tuloksiin on kuitenkin suhtauduttava kriittisesti, sillä otoksesta joudutaan jättämään suurimmat päästökauppayritykset pois, joten voi olla, että päästökauppa on vaikuttanut eri tavalla suurimpiin päästökauppayrityksiin.

Jatkossa olisi kiinnostavaa laajentaa tutkimusta päästökaupan vaikutuksista päästöihin sekä useampaan kilpailukyvyn indikaattoriin. Myös päästökaupan epäsuorat vaikutukset olisi tärkeää huomioida, sillä päästökaupasta aiheutuva sähkön hinnan nousun on arvioitu olevan yksi päästökaupan suurimmista vaikutuksista Suomessa. Tämä vaatisi kattavamman aineiston, joka sisältäisi myös yritysten päästötiedot ja sähkön hintatiedot.

LÄHTEET

- Abrell, J. Ndoye, A. ja Zachmann, G. 2011. Assessing the Impact of the EU ETS using firm level data. Bruegel Working Paper 2011/8.
- Arimura, T. Hibiki, A. ja Johnstone N. 2007. An empirical study of environmental R&D: what encourages facilities to be environmentally-innovative? In *Corporate Behaviour and Environmental Policy*. 142–173.
- Arola, H. 30.11.2007. Raskas teollisuus rusikoi jälleen EU:n päästökauppajärjestelmää. Helsingin Sanomat. Haettu verkosta: <https://www.hs.fi/talous/art-2000004530359.html>.
- Berman, E. ja Bui, L. 2001. Environmental regulation and labor demand: evidence from the South Coast Air Basin. *Journal of Public Economics* 79, 265-295.
- Birdsall, N. ja Wheeler, D. 1993. Trade policy and industrial pollution in Latin America: Where are the pollution havens? *Journal of Environment and Development* 2, 137–149.
- Brunnermeier, S.B. ja Cohen M.A. 2003. Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries. *Journal of Environmental Economics and Management* 45, 278–293.
- Calel, R. ja Dechezlepretre, A. 2016. Environmental policy and directed technological change: evidence from the European carbon market. *Review of Economics and Statistics* 98, 173-191.
- Caliendo, M. ja Kopeinig, S., 2008. Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. *Journal of Economic Surveys* 22, 31–72.
- Chan, H. S., Li, S. ja Zhang, F. 2013. Firm competitiveness and the European Union emissions trading scheme. *Energy Policy* 63, 1056-1064.
- Cole, M. ja Elliott, R. 2007. Do Environmental Regulations Cost Jobs? An Industry-Level Analysis of the UK. *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy* 7, 1-27.
- Goulder, L. ja Parry, I. 2008. Instrument Choice in Environmental Policy. *Review of Environmental Economics and Policy* 2, 152–74.
- Greenstone, M., List, J. ja Syverson, C. 2012. The Effects of Environmental Regulation on the Competitiveness of U.S. Manufacturing. Working Paper 2012-013, Cambridge M.A: MIT Centre for Energy and Environmental Policy Research.
- Ellerman, A.D. ja Buchner, B. 2008. Over-allocation or abatement? A preliminary analysis of the EU ETS based on the emissions 2005 data, *Environmental and Resource Economics* 41, 267–287.
- Euroopan komissio. 2019. Haettu verkosta: https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en#tab-0-0
- M. Hazilla ja R. J. Kopp. 1990 Social cost of environmental quality regulations: A general equilibrium analysis, *Journal of Political Economics*. 98, 853–873.
- Heckman, J., Ichimura, H. ja Todd, P. 1998. Matching as an Econometric Evaluation Estimator. *The Review of Economic Studies*, 65(2): 261–294.

- Hokkanen, T. 2015. Ilmastopolitiikan vaikutukset Suomen kansantalouteen ja kilpailukykyyn - mitä arvioista voidaan oppia? Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja. 11/2015.
- Jaraité, J. ja Di Maria, C. (2014): Did the EU ETS make a difference? An empirical assesment using Lithuanian firm-level data. CERE Working Paper 2014:2, Centre for Environmental and Resource Economics CERE, Umeå University.
- Kuntsi, U. 2004. Päästökauppa voi myös lisätä työllisyyttä. Työpoliittinen aikakausikirja 4/2004. Haettu verkosta: https://www.stat.fi/tup/tietoaika/ta_12_04_paastot.html
- Känkänen, J. Patronen, J. Vilen, K. ja Saarela, S. 2017. Päästökauppadirektiivin uudistamisen vaikutukset Suomen energiasektoriin ja teollisuuteen. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja. 56/2017.
- Maliranta, M. 2014. Kustannuskilpailukyky kasvumenestyksen ehtona: Mitä tausta, osatekijöitä ja tulkintaa Helsinki: Taloustieto (ETLA B264)
- Marin, G. Marino, M. ja Pellegrin, C. 2018. The impact of the European Emission Trading Scheme on multiple measures of economic performance. *Environmental Resource Economics* 71, 155–582.
- Martin, R. Muuls, M. De Preux, L. ja Wagner, U. 2014. Industry compensation under the risk of relocation: a firm-level analysis of the EU emissions trading scheme. *American Economic Review* 104, 2482–508.
- Martin, R., Muûls, M. ja Wagner, U. 2016. The impact of the EU ETS on regulated firms: what is the evidence after ten years? *Rev Environ Econ Policy* 10, 129–148
- Morgenstern, R. D., Pizer, W. A. ja Shih, J.S., 2002. Jobs versus the environment: An industry-level perspective. *Journal of Environmental Economics and Management*, 43(3), 412-436.
- Palmer, K., Oates, W.E., ja Portney P.R. 1995. Tightening environmental standards: the benefit-cost or the no-cost paradigm? *Journal of Economics Perspective* 9(4), 119–132
- Petrack, S. ja J Wagner, U. J. 2014: The Impact of Carbon Trading on Industry: Evidence from German Manufacturing Firms. Kiel Working Papers No. 1912, Kiel Institute for the World Economy.
- Silpola, J. ja Kuitto, P.-J. 18.11.2004. Päästökauppa uhkaa turpeen kilpailukykyä. Helsingin Sanomat. Haettu verkosta: <https://www.hs.fi/mielipide/art-2000004267587.html>.
- Simpson, D. ja Bradford, R. L. 1996. Taxing variable cost: Environmental regulation as industrial policy. *Journal of Environmental Economics and Management*, 30(3), 282– 300.
- Smith, J. ja Todd, P. 2005. Does matching overcome LaLonde’s critique of nonexperimental estimators? *Journal of Econometrics* 125, 305–353.
- Tilastokeskus. 2017. Suomen virallinen tilasto (SVT): Kasvihuonekaasut. ISSN=1797-6049. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2017. Helsinki.
- Wagner, U. J., Muûls, M., Martin, R. ja Colmer, J. 2014: The Causal Effects of the European Union Emissions Trading Scheme: Evidence from French Manufacturing Plants, World Congress of Environmental and Resource Economists, Istanbul, June 2014.

- Walker, R. 2011. Environmental Regulation and Labor Reallocation. *American Economic Review: Papers and Proceedings*, 101(2).
- Walker, R. 2013. The transitional costs of sectoral reallocation: Evidence from the clean air act and the workforce. *The Quarterly Journal of Economics*, 128,(4), 1787-1835.
- Yu, H. 2013. The EU ETS and firm profits: An ex-post analysis for Swedish energy firms. *Environmental Economics*, 4(3), 59-71.