

Valtteri Niska

EU ETS JA YRITYSTEN VIHREÄ MURROS

Päästökauppajärjestelmän vaikutukset
hiilidioksidipäästöihin ja taloudelliseen kilpailukykyyn

Johtamisen ja talouden tiedekunta

Kandidaatintyö

Toukokuu 2025

TEKOÄLYN KÄYTTÖ OPINNÄYTTEESSÄ

Opinnäytteessäni on käytetty tekoälysovelluksia:

- Ei
- Kyllä

Ilmoitukseni mukaan olen käyttänyt opinnäytteessäni tutkielmaprosessin aikana seuraavia tekoälysovelluksia:
OpenAI

Tekoälysovellusten nimet ja versiot: ChatGPT-4o

Käyttötarkoitus:

Tutkielman suunnitteluvaiheessa tekoälyä on sovellettu rakenteen ja sisällysluettelon ideoimiseen. Tutkielman alustava rakenne laadittiin tekoälyn avulla, jota muokattiin itse sopivaksi. Tekoälyä on käytetty rakenteen ja aiheiden jäsentelyn selkeyden saavuttamiseksi. Tekoälyä on lisäksi käytetty oikeinkirjoituksen tarkastukseen ja virkkeiden muotoiluehdotuksien antamiseen.

Osiot, joissa tekoälyä on käytetty:

Tekoälyä on käytetty koko kirjoitusprosessin aikana kaikissa kappaleissa.

Olen tietoinen siitä, että olen täysin vastuussa koko opinnäytteeni sisällöstä, mukaan lukien osat, joissa on hyödynnetty tekoälyä, ja hyväksyn vastuun mahdollisista eettisten ohjeiden rikkomuksista.

TIIVISTELMÄ

Valtteri Niska: EU ETS ja yritysten vihreä murros, Päästökauppajärjestelmän vaikutukset hiilidioksidipäästöihin ja taloudelliseen kilpailukykyyn
Kandidaatintutkielma
Tampereen yliopisto
Kauppatieteiden tutkinto-ohjelma, Taloustiede
Toukokuu 2025

Tässä tutkielmassa tarkastellaan vuonna 2005 käyttöön otetun Euroopan unionin päästökauppajärjestelmän (EU ETS) vaikutuksia yritysten hiilidioksidipäästöihin ja taloudelliseen kilpailukykyyn. Tutkielman menetelmänä on kirjallisuuskatsaus, jonka tavoitteena on selvittää, miten EU ETS on vaikuttanut yritysten päästötasoihin ja tuottavuuteen sen toimintakauden aikana.

Tutkielmassa käydään läpi EU ETS:n historiaa ja kehitysvaiheita, järjestelmän toimintaperiaatteita ja sääntelyn kattavuutta. Teoreettisen osuuden tavoitteena on havainnollistaa markkinapohjaisen sääntelyn teoreettista kustannustehokkuutta ja siihen liittyviä haasteita.

Tutkimuksessa toteutettu kirjallisuuskatsaus osoittaa, että EU ETS on vähentänyt päästöjä noin 10 prosenttia verrattuna hypoteettiseen tilanteeseen ilman järjestelmän käyttöönottoa. Samalla on kuitenkin keskeistä tunnistaa hiilivuodon riski: yritykset voivat siirtää tuotantoaan maihin, joissa sääntely on kevyempää. Vastoin perinteisiä arvioita päästökauppajärjestelmän vaikutuksesta kilpailukykyyn, tutkimukset eivät anna yksiselitteistä näyttöä sen negatiivisista vaikutuksista yritysten kilpailukykyyn. Päinvastoin tutkimus osoittaa, että päästökauppa on lisännyt liikevaihtoa ja investointeja ilman, että se olisi heikentänyt yritysten kannattavuutta tai työllisyyttä. Nämä havainnot voivat selittyä esimerkiksi ilmaiseksi jaettujen päästöoikeuksien mahdollisuuskustannuksilla, jotka ovat voineet lisätä yritysten tulovirtoja erityisesti sähköalalla. Havainnot viittaavat mahdollisuuteen, että EU ETS voi tukea vihreää teknologista kehitystä ja pitkän aikavälin kilpailukykyä.

Avainsanat: päästökauppa, eu ets, päästövähennykset, päästökauppajärjestelmä

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

Sisällysluettelo

1. JOHDANTO	5
1.1 Tausta ja merkitys.....	5
1.2 Tutkimuskysymys, rajaus ja tavoitteet	6
1.3 Tutkielman rakenne	6
2. EU ETS	8
2.1 Synty ja kehitys	8
2.2 Toimintaperiaatteet	9
2.3 Sääntelyn kattavuus.....	10
3. Päästökaupan teoria	11
3.1 Päästökaupan teoreettinen tausta.....	11
3.2 Päästökaupan kustannustehokkuus	12
4. Vaikutus päästövähennyksiin	14
4.1 Empiiriset havainnot päästökehityksestä	14
4.2 Kapasiteettikynnyksiin liittyvät strategiat ja kattavuusongelmat.....	18
5. Vaikutukset taloudelliseen kilpailukykyyn	20
5.1 Empiiriset havainnot yritysten kilpailukykyvystä.....	20
5.2 Sektorikohtaiset erot kilpailukyvyssä.....	22
6. Yhteenveto ja johtopäätökset	23
6.1 Tutkielman tulosten yhteenveto	23
6.2 Johtopäätökset ja jatkotutkimusmahdollisuudet.....	23
Lähteet	25

1. JOHDANTO

1.1 Tausta ja merkitys

Päästökauppa yritysten toiminnassa on ottanut aikaisempaa suuremman roolin ympäristöpolitiikan kysymyksissä viimeisen parin vuosikymmenen aikana. Vuonna 2005 lanseerattu Euroopan unionin päästökauppajärjestelmä (EU ETS) on keskeinen tekijä Euroopan unionin ilmastopolitiikassa. Sen tavoitteena on vähentää kustannustehokkaasti kasvihuonekaasupäästöjä. Järjestelmä toimii päästökaupan periaatteella, jossa yritykset voivat ostaa ja myydä päästöoikeuksia. On tärkeää ymmärtää, miten EU ETS vaikuttaa päästöjen vähentämiseen ja yrityksen toimintaan ilmastonmuutoksen torjunnan ollessa yksi aikamme keskeisimpiä haasteita. Aihealueen tarkastelu on ajankohtaista, sillä EU ETS:n rooli osana Euroopan unionin vihreää siirtymää on kasvanut huomattavasti sen lanseerauksesta lähtien.

EU ETS:n lanseerauksesta alkaen järjestelmä on kohdannut kritiikkiä sen tehokkuudesta päästöjen vähennyksessä sekä sen potentiaalisista vaikutuksista Euroopan teollisuudelle. Vuosien 2005 ja 2012 välillä säädelyjen laitosten varmennetut päästöt vähenivät 17 %, mutta tämä vähennys ei välttämättä ole suoraan johdannaista EU ETS sääntelystä (Dechezleprêtre ym., 2023). Dechezleprêtre ym. (2023) esittää tutkimuksessaan, että useat tekijät, kuten vuoden 2008 finanssikriisi ovat voineet vaikuttaa päästöjen vähenemiseen.

Tavoitteet, jotka EU ETS on asettanut, ovat myös kohdanneet kritiikkiä erityisesti siksi, että ympäristösääntely on löyhempää Euroopan ulkopuolella. Päästörajoitteet voivat lisätä yritysten kustannuksia, mikä saattaa ohjata yritysten resursseja pois tuottavasta toiminnasta. On siis perusteltua olettaa, että EU ETS voisi vähentää Euroopan taloudellista kilpailukykyä verrattuna ulkomaisiin toimijoihin. Lisäksi yritykset saattaisivat siirtää tuotantoansa valtioihin, joissa sääntely on kevyempää, mikä voisi johtaa hiilivuotoon, päästöjen keskittymiseen tietyille alueille sääntelyn vuoksi (Levinson & Taylor, 2008).

Päästökauppajärjestelmän kohtaama kritiikki hiilivuodosta perustuu siihen, että yritykset voivat siirtää tuotantoaan alueille, joilla päästörajoitukset ovat lievempiä. Tämä voisi heikentää Euroopan taloudellista kilpailukykyä ja siirtää päästöjä muihin maihin ilman, että kokonaispäästöt vähenevät. Tätä kuvaa päästökeraiden hypoteesi, jonka mukaan tuotantoa siirretään kehittyviin maihin, joissa on alhaisemmat tuotantokustannukset ja kevyempi ympäristösääntely (Levinson & Taylor, 2008).

Toisaalta päästökauppajärjestelmien on ennustettu ohjaavan yrityksiä investoimaan vähäpäästöiseen teknologiaan kasvattaen yritysten kilpailukykyä (Porter, 1995). Voidaan todeta, että päästöjä vähentävään teknologiaan siirtyminen edistyisi siltä osin, kun päästöjen aiheuttaminen markkinoilta saatavilla oikeuksilla tulee kalliimmaksi. Mikäli päästöoikeuksien kustannukset taas ovat alhaiset, yrityksillä ei ole taloudellista kannustinta investoida hintavampaan, päästöjä vähentävään teknologiaan.

1.2 Tutkimuskysymys, rajaus ja tavoitteet

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan EU ETS:n vaikutuksia yritysten toimintaan sen vuodesta 2005 alkaneella toimintakaudella. Tutkimusmenetelmänä on kirjallisuuskatsaus. Tutkimuksen tarkoituksena on vastata kysymyksiin: *miten EU ETS on vaikuttanut päästöjen vähenemiseen?* sekä *miten EU ETS on vaikuttanut yritysten tuottavuuteen?* Tavoitteena on selvittää, mitä aikaisempi kirjallisuus on havainnut EU ETS:n vaikutuksista yritysten päästötasoihin ja tuottavuuteen sen toimintakauden aikana.

Tutkimus rajaa pois EU ETS:n hallinnollisen kehityksen ja vaikutukset poliittisena välineenä. Tutkielmassa ei tarkastella yksityiskohtaisesti, miten EU-instituutiot tai regulaation alla toimivat jäsenvaltiot ovat vaikuttaneet sääntelyyn. Tutkimus rajaa pois EU ETS:n vertailun muihin päästökauppajärjestelmiin. Rajauksen ulkopuolelle jää myös muut ilmastopolitiikan hallintakeinot, kuten hiilivero ja uusiutuvan energian tuet, ellei niillä ole suoraa yhteyttä tutkimuskysymykseen.

1.3 Tutkielman rakenne

Tutkielma tulee etenemään seuraavasti: Ensin tarkastellaan Euroopan unionin päästökauppajärjestelmän (EU ETS) syntyä ja elinkaarta sekä sen toimintaperiaatteita.

Tarkoituksena on taustoittaa päästökauppajärjestelmän historia sekä sen rooli osana Euroopan unionin ilmastopolitiikkaa. Seuraavaksi käsitellään päästökaupan teoreettista taustaa.

Tarkoituksena on tarjota katsaus taloustieteen teorioihin ja näkökulmiin, jotka selittävät päästökauppajärjestelmän toimintaa. Tämän teoriaosuuden jälkeen kahdessa seuraavassa luvussa käsitellään päästövähennyksien toteutumista sekä arvioidaan järjestelmän vaikutuksia yritysten tuottavuuteen. Lopuksi kootaan yhteen tutkielman tulokset, esitetään yhteenveto ja johtopäätökset sekä mahdolliset jatkotutkimusaiheet.

2. EU ETS

2.1 Synty ja kehitys

Euroopan unionin päästökauppajärjestelmä (EU ETS) on vuodesta 2005 toiminnassa ollut päästökauppajärjestelmä. EU ETS on ympäristöpolitiikassa keskeinen taloudellinen ohjauskeino, jonka tavoitteena on edistää kasvihuonekaasujen vähentämistä markkinaperusteisella sääntelyllä. EU ETS kattaa kaikki Euroopan unionin jäsenmaat, Euroopan unionin vapaakauppasopimusmaat, sekä Pohjois-Irlannin sähkötuotannon (European Commission, n.d).

EU ETS on kehittynyt vaiheittain sen käyttöönotosta lähtien. Päästökauppajärjestelmä on jäsennelty neljään vaiheeseen, joista tällä hetkellä on käynnissä sen neljäs vaihe (2021–2030). Ensimmäinen vaihe (2005–2007) oli kolme vuotta kestävä pilottivaihe, jonka tarkoituksena oli arvioida ja kehittää järjestelmän toimivuutta. Sakko vaatimusten noudattamattomuudesta asetettiin €40 euroon per päästötonni. Tässä vaiheessa epätäydellinen informaatio päästöjen kokonaisuudesta johti kuitenkin tilanteeseen, jossa päästöoikeuksien myönnetty määrä ylitti todellisten päästöjen määrän. Päästöoikeuksien ylitarjonnan myötä niiden markkinahinta tippui nolnaan vuonna 2007 (European Commission, n.d).

Toisessa vaiheessa (2008–2012) EU ETS soveltui yhteen vuonna 2005 voimaan astuneen Kioton pöytäkirjan kanssa. Kioton pöytäkirja oli ensimmäinen kansainvälinen ja oikeudellisesti sitova sopimus kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä (Ympäristöministeriö, 2019). Sopimussakkoa nostettiin €100 euroon per päästötonni. Päästöoikeuksien ilmaisjakelu jatkui, mutta useat valtiot pitivät myös huutokauppoja oikeuksista (European Commission, n.d). Ensimmäisestä vaiheesta saatu informaatio päästöjen kokonaisuudesta ohjasi myönnettyjen päästöoikeuksien määrän laskemiseen. Vuoden 2008 finanssikriisi kuitenkin johti tuotannon ja näin ollen myös päästöjen jyrkkään laskuun (Laing ym., 2014). Taloudellisesta taantumasta johtuva päästöjen lasku johti jälleen päästöoikeuksien ylitarjontaan ja hintojen laskuun.

Kolmannessa vaiheessa (2013–2020) siirryttiin kansallisista päästökatoista koko Euroopan Unionin kattavaan yhteiseen päästökattoon. Päästöoikeuksien jakomenetelmä muuttui

huutokaupasta tullen yleisin tapa jakaa oikeuksia. Keskeinen uudistus kolmannessa vaiheessa oli markkinavakausvarannon käyttöönotto (European Commission, n.d).

Markkinavakausvarannon tarkoituksena on poistaa ylimääräisiä päästöoikeuksia markkinoilta. Mahdollisuus poistaa ylimääräisiä päästöoikeuksia vakauttaisi hintoja mahdollisten markkinashokkien varalta (Borghesi ym., 2023).

Päästökattoa tullaan todennäköisesti alentamaan entisestään osana Euroopan Unionin ilmastoneutraaliustavoitetta. EU:n tavoitteena on vähentää nettopäästöjä vähintään 55 % vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 1990 päästötasoon. Pitkän aikavälin tavoitteena EU:lla on saavuttaa ilmastoneutraalius vuoteen 2050 mennessä (European Commission, n.d).

2.2 Toimintaperiaatteet

Perusajatus päästökauppajärjestelmässä on asettaa yläraja kasvihuonekaasupäästöille, jota ei tule ylittää. Käytännössä päästökauppajärjestelmä perustuu niin sanottuun *cap and trade*-malliin, joka yhdistää sääntelyn ja markkinamekanismit. Euroopan unioni asettaa päästökaton (cap), joka määrää vuosittaisen sallitun ylärajan yritysten tuottamille kasvihuonekaasupäästöille. Euroopan unionin ympäristötavoitteiden saavuttamisessa päästökatto on keskeinen väline, jolla pyritään varmistamaan pitkän aikavälin päästöjen vähentyminen. Ajan myötä ylärajaa lasketaan ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Yrityksille jaetaan tai huutokaupataan päästöoikeuksia, jotka oikeuttavat tiettyyn määrään kasvihuonekaasupäästöjä. Yksittäinen päästöoikeus oikeuttaa yhteen tonniin CO₂-päästöjä (European Commission, n.d).

Yritykset voivat ostaa sekä myydä päästöoikeuksia keskenään. Mikäli yritys kykenee vähentämään päästöjään tehokkaasti, se voi myydä oikeuksiaan toiselle yritykselle. Tavoitteena on kannustaa yrityksiä panostamaan vähäpäästöiseen teknologiaan. EU ETS pyrkii yhdistämään taloudelliset kannustimet ja ympäristötavoitteet luoden markkinapohjaisen järjestelmän, jossa päästöt vähenevät kustannustehokkaasti ja yrityksiä kannustetaan innovaatioihin ja päästövähennyksiin.

2.3 Sääntelyn kattavuus

EU ETS:n piiriin kuulumisen määräytyy laitosten kapasiteetin ja toiminnan luonteen perusteella. EU ETS kattaa noin 10 000 voimalaitosta ja teollisuuslaitosta 27:ssä Euroopan unionin jäsenmaassa, sekä Islannissa, Norjassa ja Liechtensteinissa (European Commission, n.d). Käytännössä laitoksen kuulumisen EU ETS:n sääntelyn piiriin määräytyy laitospäiväkapasiteetin ja toiminnan luonteen perusteella. Jotta laitos kuuluu sääntelyn piiriin, tulee sen ylittää tiettyjä kapasiteettikynnyksiä. Näitä ovat esimerkiksi polttolaitokset, joiden lämpöteho ylittää 20 MW ja terästehtaat, joiden tuotantokapasiteetti ylittää 2,5 tonnia tunnissa (Dechezleprêtre ym., 2023).

Vaikka laitokset toimivat samoilla toimialoilla, jotkut niistä jäävät sääntelyn ulkopuolelle, koska niiden kapasiteetti ei ylitä sääntelyn kynnystä. Samankokoiset laitokset samalla toimialalla voivat siis olla sääntelyn piirissä, tai sääntelyn ulkopuolella riippuen laitosten kapasiteetista ja tuotantorakenteesta. Kapasiteettikynnykset ovat lisäksi laitoskohtaisia. Mikäli siis useampia laitoksia omistavan yrityksen yhteenlaskettu kapasiteetti ylittäisi kynnysarvot, yksittäiset laitokset voivat jäädä järjestelmän ulkopuolelle, jos ne yksittäin eivät saavuta vaadittuja kapasiteettirajoja.

3. PÄÄSTÖKAUPAN TEORIA

3.1 Päästökaupan teoreettinen tausta

Päästökauppa on markkinaperusteista hajautettua sääntelyä, jossa tavoitteena on asetettu päästövähennys koko talouden tasolla – ei niinkään yksittäisten yritysten (Keohane & Olmstead, 2016). Tietyille sektoreille, kuten sähkö- ja lämmöntuotannolle sekä teollisuudelle määritetään sallittu päästömäärä sääntelijän toimesta. Sallitun kokonaismäärän mukaisesti liikkeelle lasketaan sitä vastaava määrä päästöoikeuksia. Täyttääkseen velvoitteensa, yritysten puolestaan tulee luovuttaa päästöjään vastaava määrä päästöoikeuksia sääntelyjakson lopuksi. Näin päästöoikeuksien kokonaismäärän määrittää sääntely, mutta niiden jakautuminen yritysten välillä jää markkinoiden tehtäväksi. Yritykset, joille päästöjen vähentäminen on verrattain kallista, voivat siis ostaa päästöoikeuksia yrityksiltä, joille päästöjen vähentäminen on verrattain edullista (Keohane & Olmstead, 2016.)

Päästökauppa toimii teoriassa parhaiten, kun oletamme päästövähennysten rajahyödyn olevan jyrkkä, eli tietyn päästötason ylittämällä olisi merkittävät seuraukset. Tällöin päästökaupan asettama päästokiintiö on tehokkaimmillaan (Keohane & Olmstead, 2016.)

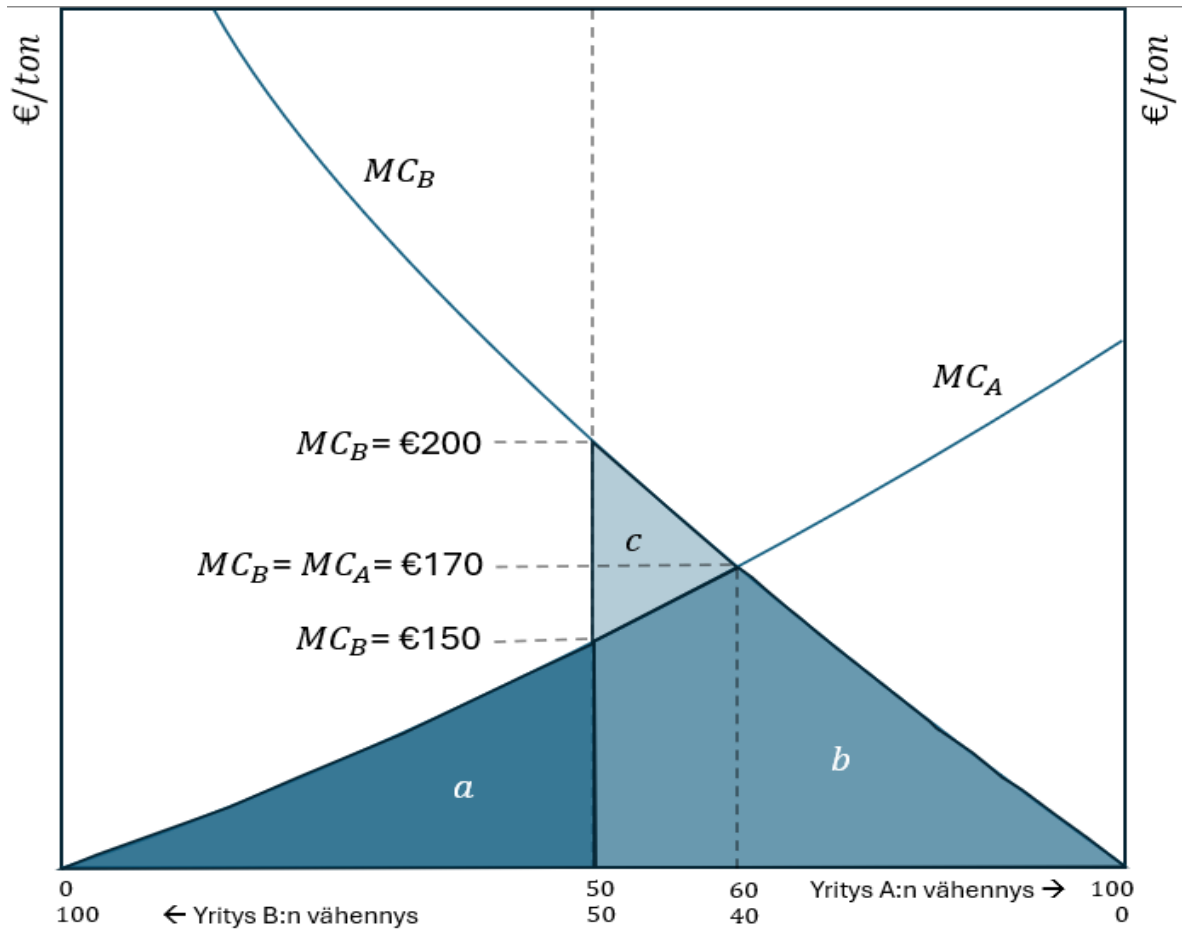
Epätäydellinen tieto aiheuttaa kuitenkin haasteita kustannuksien ja hyötyjen arvioimisessa. Ympäristöhyödyille, kuten puhtaalle ilmalle ja luonnon monimuotoisuudelle on hankala määrittää tiettyä taloudellista arvoa. Haastavaa on myös asettaa luotettavaa taloudellista arvoa ympäristöhaittojen aiheuttamille ulkoisvaikutuksille. Esimerkiksi saastumisen ja ilmastonmuutoksen aiheuttamat haitat voivat ilmetä pitkällä aikavälillä ja eri alueilla.

Päätöksentekijät saattavat tavoitella jotakin muuta kuin taloudellisesti tehokasta ratkaisua, vaikka rajahyödyt ja –kustannukset tiedettäisiinkin. Esimerkiksi oikeudenmukaisuuden ja tehokkuuden tasapainottaminen päätöksiä tehdessä voi olla keskeinen kysymys.

Päätöksentekoon voi vaikuttaa myös edunvalvonta ja aluepolitiikka (Keohane & Olmstead, 2016.)

Markkinaperusteinen sääntely voi kuitenkin tarjota kustannustehokkaan ratkaisun saavuttaen päästötavoitteet. Pidemmällä aikavälillä sääntely voi kannustaa yrityksiä kehittämään uutta ja puhtaampaa teknologiaa edistäen vihreää siirtymää.

3.2 Päästökaupan kustannustehokkuus



Kuvio 1 Päästökaupan kustannustehokkuus (mukaihen Keohane & Olmstead 2016, 170)

Kuvio 1 havainnollistaa ongelmaa kahden yrityksen esimerkillä. Nimitämme yritykset yrityksesi A ja yritykseksi B. On keskeistä huomata, että missä tahansa kohdassa vaak akselilla kokonaispäästövähennykset ovat 100 tonnia. Vaaka-akseli kuvaa päästövähennyksiä niin, että jokainen piste edustaa tapaa jakaa 100 tonnia päästövähennyksiä yritys A:n ja yritys B:n kesken.

Siirryttäessä oikealta vasemmalle yritys A:n päästövähennykset pienenevät, kun taas yritys B:n vähennykset kasvavat. Yhteenlaskettu päästövähennysten määrä pysyy kuitenkin aina 100 tonnissa. Sama pätee toisinpäin: oikeassa reunassa yritys B ei vähennä päästöjä ollenkaan, ja yritys A vastaa koko päästövähennystavoitteesta.

Pystyakseli kuvaa päästövähennyksien kustannuksia euroissa per vähennetty tonni. Vaaka-akselin päästövähennyksien mukaisesti yrityksen A marginaalikustannukset kasvavat käyrällä MC_A vasemmalta oikealle ja yrityksen B marginaalikustannukset kasvavat oikealta vasemmalle käyrällä MC_B . Graafista näemme, että yritys A saavuttaa aina saman määrän päästövähennyksiä matalammalla kustannuksella kuin yritys B. Esimerkissä päästöjen vähentäminen on yritykselle A siis verrattain edullista.

Saavuttaakseen 100 tonnin päästövähennykset voidaan vähennys jakaa tasan kahden yrityksen välille, eli molemmat yritykset vähentävät päästöjään 50 tonnia. Tällöin kustannukset jakautuvat niin, että kuvassa yrityksen A vähennyskustannuksia merkitsevä alue on merkitty pinta-alaksi a . Yrityksen B kustannukset taas ovat rajakustannuskäyrän MC_B alla olevat pinta-alat b ja c .

Haluttu päästövähennystavoite saavutetaan jakamalla vähennykset tasan yritysten välillä, mutta on huomattavaa, että sama päästövähennys kyetään saavuttamaan pienemmillä kokonaiskustannuksilla. Siirtäessämme lisää päästövähennysten vastuuta yritykselle A, pienennämme kokonaiskustannuksia niin kauan, kun yrityksen A marginaalikustannuskäyrä MC_A on yrityksen B marginaalikustannuskäyrän MC_B alapuolella.

Kuvan esimerkissä alhaisin kokonaiskustannus saavutetaan siis pisteessä, jossa yritysten marginaalikustannuskäyrät leikkaavat toisensa. Leikkauspisteessä vähennykset jakautuvat niin, että yritys A vähentää päästöjään 60 tonnia ja yritys B 40 tonnia. Tässä pisteessä pinta-ala c kuvaa kustannusten säästöä verrattuna jakoon, jossa molemmat yritykset vähentävät päästöjä 50 tonnilla.

Niin kauan kuin yrityksen B marginaalikustannukset ovat korkeammat kuin yrityksen A, voimme siirtää vähennyksiä B:ltä A:lle, vähentäen kokonaiskustannuksia, kunnes yritysten marginaalikustannukset ovat samat.

4. VAIKUTUS PÄÄSTÖVÄHENNYKSIIN

4.1 Empiiriset havainnot päästökehityksestä

EU:n päästökauppajärjestelmän vaikutuksia hiilidioksidipäästöihin on tutkittu laajasti sen käyttöönotosta lähtien vuonna 2005. Päästökauppajärjestelmän todellisen tehokkuuden arvioimisen haasteena on erottaa sen vaikutukset muista päästöihin vaikuttavista tekijöistä, kuten taloudellisista suhdanteista. Päästökauppajärjestelmän roolin tehokkuutta hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä tulisi tarkastella vertaamalla päästövähennysten kehitystä vaihtoehtoiseen skenaarioon ilman järjestelmän käyttöönottoa, sillä päästöt ovat vähentyneet jo ennen järjestelmän käyttöönottoa. Esimerkiksi Yhdistyneessä kuningaskunnassa päästöt vähentyivät 29,8 prosenttia vuosien 1990 ja 2013 välillä (Martin ym., 2016), joten päästövähennyksiin voivat vaikuttaa myös muut ulkoiset tekijät.

Dechezleprêtre ym. (2023) tutkivat EU ETS:n vaikutuksia päästötasoihin vuosien 2005 ja 2012 välillä Euroopan alueella. Tutkimuksessa verrattiin säänneltyjä laitoksia niin, että EU ETS:n piirissä oleville laitoksille asetettiin mahdollisimman samankaltaiset ja kokoiset vertailukohdat, jotka jäävät kuitenkin kapasiteettinsa vuoksi sääntelyn ulkopuolelle. Näiden vertailukelpoisten laitosten valinta pohjautui maa- ja sektorikohtaiseen yhdistelyyn, mikä mahdollisti tutkimuksessa sääntely- ja talousympäristön yhdenmukaisuuden varmistamisen laitosten välillä. Tutkimuksessa sovellettiin tälle yhteensovitulle aineistolle difference-in-difference-menetelmää, jonka avulla arvioitiin EU ETS:n vaikutusta vertailemalla päästökauppajärjestelmän piiriin kuuluvia laitoksia ennen ja jälkeen järjestelmän käyttöönoton, suhteessa järjestelmän ulkopuolella olevaan verrokkiryhmään.

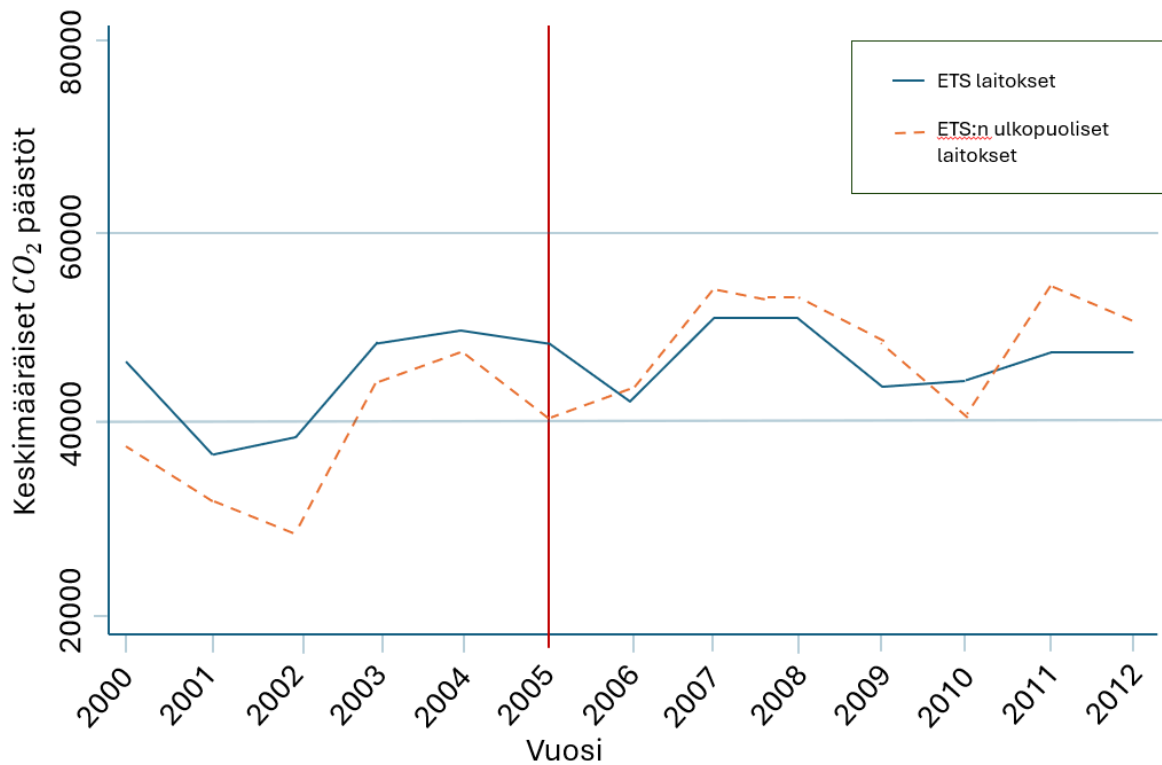
Tutkimusaineisto on kerätty saastuttavien päästöjen rekistereistä (PRTR) neljästä maasta: Ranska, Alankomaat, Norja ja Yhdistyneet kuningaskunnat. Taulukossa 1 on esitetty laitosten lukumäärä yhteensovitetusta aineistosta, sekä laitosten osalta kerätyt päästöjen havaintomäärät. Havaintoja kerättiin vuosilta 1990–2012. Havaintopisteet kuvaavat yhden laitoksen dataa päästöistä yhdeltä vuodelta. Dechezleprêtre ym. (2023) kuitenkin huomauttavat tutkimusaineiston rajoitteista: EU ETS sääntelyn ulkopuolella olevien laitosten päästötietoja raportoidaan harvoin, mikä on heikentänyt verrokkiryhmän kattavuutta. Lisäksi hyvien vertailukohteiden löytäminen laitosten yhteensovittamista varten useilla toimialoilla

rajaa aineiston otokseen, joka koostuu 240:stä EU ETS säännellystä laitoksesta ja 280:stä EU ETS:n ulkopuolella olevasta laitoksesta.

Taulukko 1 Laitokset ja havainnot yhteensovitetusta aineistosta (mukaillen Dechezleprêtre ym., 2023, 12)

Maa	Laitokset		Havainnot	
	ETS	ETS:n ulkopuoliset	ETS	ETS:n ulkopuoliset
Ranska	169	185	1353	1457
Alankomaat	38	57	190	244
Norja	7	7	84	75
Yhdistynyt kuningaskunta	26	31	305	319
Yhteensä	240	280	1932	2097

Dechezleprêtre ym. (2023) tutkimuksessa havaittiin, että EU ETS johti noin 10 prosentin kasvihuonekaasujen vähenemiseen vuosien 2005–2012 välillä. Tutkimuksen mukaan vaikutus oli suurempi toisella päästökaupakaudella (2008–2012). Kuvio 2 kuvaa yhteensovitetun aineiston laitosten keskimääräisiä päästöjä ennen ja jälkeen EU ETS:n käyttöönoton vuonna 2005. Kuvioista huomataan, että ennen vuotta 2005 ETS laitosten päästötaso on korkeampi kuin sääntelyn ulkopuolella olevien laitosten, mutta EU ETS:n käyttöönoton jälkeen sääntelyn ulkopuolella olevien laitosten päästötaso ylittää ETS laitokset.



Kuvio 2 ETS säänneltyjen ja sääntelyn ulkopuolisten laitosten keskimääräiset päästöt (mukailen Dechezleprêtre ym., 2023, 13)

Samankaltaisia tuloksia on esittänyt Bayer ja Aklin (2020), joiden mukaan EU ETS:n kattamat sektorit vähensivät päästöjään 11,5 prosenttia päästöoikeuksien alhaisista hinnoista huolimatta verrattuna hypoteettiseen skenaarioon, jossa järjestelmää ei olisi otettu käyttöön. Tutkimuksessaan Bayer ja Aklin hyödynsivät synteettisen kontrolliryhmän menetelmää. Tutkimuksessa luotiin vertailua varten synteettinen verrokkiryhmä yhdistämällä EU ETS:n ulkopuolisia sektoreita eri painotuksilla siten, että muodostettu kontrolliryhmä jäljitteli EU ETS:n piirissä olevien sektoreiden käyttäytymistä ennen järjestelmän käyttöönottoa. Verrokkiryhmän avulla arvioitiin, millaiset päästötasot olisivat olleet ilman sääntelyä EU ETS-sektoreilla. Tutkimuksessa tehtiin arviot koko Euroopan unionin tasolla, maittain ja sektorikohtaisesti.

Analyysissa tarkasteltiin kahta keskeistä ajankohtaa vaikutusten arvioimiseksi: EU ETS:n käyttöönoton ajankohtaa vuonna 2005 sekä vuotta 2008, jolloin järjestelmän toinen vaihe alkoi. Tulokset osoittivat, että EU ETS vastasi 8,1–11,5 prosentin päästövähennyksistä

verrattuna skenaarioon, jossa järjestelmää ei olisi ollut. Tämä päästövähennemä vastaa noin 1,2 miljardin tonnin kumulatiivisia vähennyksiä hiilidioksidipäästöissä vuosien 2008 ja 2016 välillä (Bayer & Aklin, 2020.)

Tutkimuksen perusteella Bayer ja Aklin (2020) haastavat väitteet, joiden mukaan päästökauppajärjestelmät osoittautuvat tehottomiksi tilanteissa, joissa päästöoikeuksien hinnat pysyvät alhaisina. Tutkimuksessa esitetään, että jo päästökauppajärjestelmän uskottavuus sääntelymekanismina kannustaa säänneltyjä yrityksiä siirtymään pois päästöintensiivisestä tuotannosta.

On kuitenkin tärkeää huomioida, että vaikka useat empiiriset tutkimukset viittaavat siihen, että EU ETS:n on edistänyt hiilidioksidipäästöjen vähenemistä Euroopan sisällä järjestelmän sääntelyn piirin sisällä olevien toimijoiden osalta, tämä ei suoraan tarkoita, että kokonaispäästöt olisivat vähentyneet globaalilla tasolla. Alueellinen päästöjen väheneminen ei rajaa pois hiilivuodon mahdollisuutta, jossa tuotanto siirtyy Euroopan ulkopuolelle maihin, joissa ympäristösääntely on lievempää tai puuttuu kokonaan. Tämä voi tarkoittaa, että osa saavutetuista päästövähennyksistä Euroopassa voi selittyä sillä, että päästöintensiivistä tuotantoa siirretään lievemmän sääntelyn maihin sen sijaan, että päästövähennykset olisi saavutettu tuotantoprosesseja muuttamalla. Näin ollen ei voida tehdä yksiselitteisiä johtopäätöksiä kansainvälisestä päästökehityksestä.

Toisaalta Bayer ja Aklin (2020) havaitsivat tutkimuksessaan, että energiantuotantosektori vastasi merkittävästä osasta havaituista päästövähennyksistä. Tämän voidaan olettaa johtuvan osittain siitä, että energiantuotannon sektorilla kyetään vähentämään päästöjä suhteellisen edullisesti korvaamalla fossiilisia polttoaineita, kuten kivihiihtä, puhtaammilla vaihtoehdoilla, kuten maakaasulla ja uusiutuvilla energialähteillä. On myös huomattavaa, että energiantuotantosektori on hyvin paikallinen ala, eli tuotantoa on haastavaa siirtää maantieteellisesti muualle. Tämän seurauksena on todennäköisempää, että tältä osin päästövähennykset ovat tapahtuneet aidosti Euroopan alueella, eivätkä ole seurausta hiilivuodosta (Bayer & Aklin, 2020).

4.2 Kapasiteettikynnyksiin liittyvät strategiat ja kattavuusongelmat

Dechezleprêtre ym. (2023) rajaavat tutkimuksessaan aineiston tarkasti yhteensovittamalla ETS-laitokset ja ETS:n ulkopuoliset laitokset niiden samankaltaisuuden mukaan. Tutkimuksessa käytetty aineisto voi kuitenkin olla altistuvaa bunching-ilmiölle EU ETS:n kapasiteettikynnysten vuoksi. Bunching-ilmiöllä tarkoitetaan tilannetta, jossa havaitaan huomattava määrä havaintoyksilöitä, esimerkiksi yrityksiä tai laitoksia, jonkin asetetun rajan tai kynnyksen kohdalla. Poliittikkatoimet, jotka tuottavat sääntelyn myötä etuja tietyn arvon kohdalla, voivat ajaa toimijoita optimoimaan käyttäytymistään niin, että ne päätyvät määrätyn arvon tuntumaan – eli ”bunchaavat”. Dechezleprêtre ym. (2023) tutkimuksessa tämä tarkoittaisi sitä, että yritykset voivat optimoida päästöjään niin, että ne juuri välttävät EU ETS:n asettamat kynnykset (esim. 20MW lämpökapasiteetti polttolaitoksissa). Mikäli yhteensovitetussa aineistossa huomiodut laitokset ovat tietoisesti vältäneet kynnyksarvojen ylittämistä, aiheuttaa tämä valikoitumisharhaa tutkimuksen aineistolle. Dechezleprêtre ym. (2023) tutkimuksessa ei varsinaisesti testata tätä ilmiötä esimerkiksi tarkastelemalla, onko juuri rajan läheisyydessä epätavallisen paljon laitoksia.

Kuten aiemmin todettiin, kapasiteettikynnykset määritellään laitoskohtaisesti, eli yrityksellä voi olla useita laitoksia, joista vain riittävän suuret kuuluvat EU ETS:n piiriin. Teoreettisesti tarkasteltuna, mikäli uuden laitoksen perustamisen kiinteät kustannukset ovat riittävän alhaiset ja toiminnan skaalaedut taas korkeat, voi yritykselle olla kannattavaa perustaa mahdollisimman monta laitosta, jotka jäävät kapasiteettikynnyksen alapuolelle. Tämän kaltainen strateginen hajauttaminen herättää kysymyksen, kuinka suuri osuus päästöistä EU-alueella jää päästökauppajärjestelmän ulkopuolelle kapasiteettikynnysten vuoksi.

Dechezleprêtre ym. (2023) arvioi EU ETS:n ulkopuolelle jääviä päästöjä sektorikohtaisesti. Tutkimuksessa yhdistettiin EU:n päästökaupparekisterin (EUTL) ja YK:n ilmastosopimuksen (UNFCCC) sektorikohtaiset päästötiedot tarkastellakseen, kuinka suuri osuus päästöistä on EU ETS:n piirissä kullakin sektorilla. Sektoreista suurin kattavuus oli sähkö- ja lämpösektorilla, jossa 82 prosenttia päästöistä on katettu. Sitä seurasi sellu ja paperiteollisuus 78 prosentin kattavuudella, sekä mineraaliteollisuus 75 prosentin kattavuudella. Pienin osuus oli kemianteollisuudella, jossa vain 42 prosenttia päästöistä on katettu. Tämä viittaa siihen, että analysoitavilla sektoreilla on EU-alueella useita EU ETS:n ulkopuolelle jääviä laitoksia, mikä itsessään mahdollistaa tutkimuksessa käytetyn kontrolliryhmän kokoamisen.

Tutkimuksessa ei kuitenkaan tarkastella koko EU-alueen päästöjen osuutta, joka jää järjestelmän ulkopuolelle, vaan arviot rajoittuvat analysoituihin maihin (Ranska, Norja, Iso-Britannia, Alankomaat) sektorikohtaisesti.

5. VAIKUTUKSET TALOUDELLISEEN KILPAILUKYKYYN

5.1 Empiiriset havainnot yritysten kilpailukykyä

Päästökauppaa koskevan keskustelun ytimessä on alusta lähtien ollut kysymys järjestelmän vaikutuksesta yritysten ja koko Euroopan teollisuuden kilpailukykyyn. Kilpailukyky voidaan määritellä yritysten kykyä kasvaa, saavuttaa markkinaosuutta, toimia kannattavasti ja vastata asiakkaiden odotuksiin. Yritystasolla se ilmenee kannattavuuden ja tuottavuuden mittareina (Berger, 2008.) Perinteinen näkökulma on ollut, että ympäristösääntelyn tiukentaminen ja päästökauppajärjestelmän käyttöönotto heikentää yritysten taloudellista toimintaa (Palmer ym., 1995). Pelkona on ollut, että päästöoikeuksien kustannukset lisäävät tuotantokustannuksia ja heikentävät etenkin vientisektorien asemaa globaalissa kilpailussa. Eurooppalaisen tuotannon on pelätty jäävän epäedulliseen asemaan verrattuna ulkomaisiin kilpailijoihin, joita ei koske samanlainen ympäristösääntely. Toisaalta ympäristösääntelyn on myös esitetty voivan kannustaa teknologisiin innovaatioihin ja tehokkuuteen, jotka parantavat pitkän aikavälin kilpailukykyä (Porter, 1995).

Dechezleprêtre ym. (2023) tutkivat päästötasojen lisäksi EU ETS:n vaikutusta yritysten taloudelliseen kilpailukykyyn. Taloudellisten kilpailukykyyn indikaattorien tutkimiseen he käyttivät samankaltaista menetelmää kuin päästötasojen tutkimisessä. Tutkimuksessa yhteensovitettiin ETS-yrityksille mahdollisimman samankaltaiset yritykset, jotka jäävät sääntelyn ulkopuolelle, ja tälle yhteensovitetulle aineistolle hyödynnettiin difference-in-difference menetelmää. Vaikutuksia tutkittiin aikaväliltä 2002–2014. Erona päästötasojen tutkimisen menetelmään on, että yhteensovitettu aineisto on kerätty 31:stä EU ETS säännellystä valtiosta yritystasolla laitospohjaisen aineiston sijaan. Lopullisessa yhteensovitetussa aineistossa oli 1787 ETS yritystä ja 1280 ETS:n ulkopuolista yritystä. Taloudellista kilpailukykyyn indikaattoreina on käytetty liikevaihtoa, kiinteitä varoja, työntekijöiden määrää ja EBIT:ia (voittoa ennen korkoja ja veroja).

Taulukko 2 kuvaa Dechezleprêtre ym. (2023) tutkimuksen havaintoja: ETS sääntelyyn kuuluvien yritysten liikevaihdot kasvoivat 15 % ja kiinteät varat 8 % ETS:n myötä. Työntekijöiden määrän ja voittojen osalta havainnot olivat positiivisia, mutta eivät tilastollisesti merkittäviä.

Taulukko 2: ETS-yritysten kilpailukykyindikaattorit ja vaikutukset

Indikaattori	ETS vaikutus
Liikevaihto	+15%
Kiinteät omaisuus	+8%
Työntekijämäärä	ei merkitsevää vaikutusta
EBIT	ei merkitsevää vaikutusta

Dechezleprêtre ym. (2023) tutkimuksen mukaan yritysten liikevaihdon kasvua päästökaupan myötä voidaan ainakin osittain selittää mahdollisuuskustannuksilla, jotka syntyvät ilmaiseksi jaetuista päästöoikeuksista. ETS:n piiriin kuuluvat yritykset voivat hyödyntää mahdollisuuskustannuksista myymällä ilmaiseksi saatuja päästöoikeuksia markkinoilla yrityksille, jotka tarvitsevat lisäoikeuksia. Toisaalta yritykset voivat myös hyötyä mahdollisuuskustannuksista niin kutsuttujen windfall-tuottojen myötä. Tällöin ilmaiseksi saatujen päästöoikeuksien mahdollisuuskustannus siirretään asiakkaille tuotehinnoissa ikään kuin yritys olisi ostanut ilmaiset päästöoikeudet. Windfall-tuotot ovat olleet merkittäviä erityisesti sähkötuotannossa, jolla on vähän kansainvälistä kilpailua ja sektorilla kyetään vähentämään päästöjä suhteellisen edullisesti korvaamalla fossiilisia polttoaineita, kuten kivihiihtä, puhtaammilla vaihtoehdoilla, kuten maakaasulla ja uusiutuvilla energialähteillä.

Tutkimuksessa havaittu kiinteän omaisuuden kasvu on linjassa Porter-hypoteesin kanssa, jonka mukaan ympäristöregulaatio voi kannustaa yrityksiä investoimaan innovatiivisiin teknologioihin. Teoriaan pohjautuen kasvaneet rahavirrat olisivat ohjattu pääasiassa uusiin investointeihin kiinteään omaisuuteen ja teknologiaan, mikä ei välttämättä näy lyhyellä aikavälillä operatiivisessa tuloksessa (EBIT).

5.2 Sektorikohtaiset erot kilpailukyvyssä

Dechezleprêtre ym. (2023) tuo esiin joitain sektorikohtaisia eroja EU ETS:n vaikutuksista yritysten kilpailukykyyn. Vaikka sektorien eroavaisuudet eivät ole valtavia, vaikutuksien suuruudet liittyvät todennäköisesti muun muassa markkinarakenteeseen, kilpailuolttiuteen ja mahdollisuudesta siirtää kustannuksia asiakashintoihin.

Sähkötuotanto erottuu eniten positiivisten vaikutusten osalta. Kyseisellä sektorilla liikevaihto ja voitot kasvoivat selkeästi, mikä johtuu todennäköisesti aikaisemmin mainitusta mahdollisuudesta siirtää päästöoikeuksien kustannuksia asiakashintoihin ja windfall-voitoista. Sähkötuotannon sektorilla kysyntä on melko joustamatonta ja kilpailu rajallista. Tulokset osoittavat, että EU ETS:n asettama sääntely ei ole ollut ainoastaan kustannusneutraalia, vaan on jopa parantanut tiettyjen yritysten kilpailukykyä markkinoilla.

Ei-metallisten mineraalien sektori (kuten sementti ja kalkki) koki lievästi positiivisia vaikutuksia, kuten investointien ja liikevaihdon kasvua. Sektori toimii usein paikallisilla markkinoilla, jolloin kustannusten siirtäminen voi olla helpompaa. Sen sijaan kemianteollisuus, joka on altis kansainväliselle kilpailulle, ei kokenut tilastollisesti merkitseviä vaikutuksia.

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Tutkielman tulosten yhteenveto

Tutkielmassa on tarkasteltu Euroopan unionin päästökauppajärjestelmän vaikutuksia päästötasoihin, sekä yritysten kilpailukykyyn sen toimintakauden aikana. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli vastata seuraaviin kysymyksiin:

1. *Miten EU ETS on vaikuttanut päästöjen vähenemiseen?*
2. *Miten EU ETS on vaikuttanut yritysten kilpailukykyyn?*

Tutkielmassa toteutettu kirjallisuuskatsaus osoittaa, että EU:n päästökauppajärjestelmä (EU ETS) on vaikuttanut positiivisesti hiilidioksidipäästöjen vähenemiseen sen toimintakaudella. Tutkielmassa analysoitujen empiiristen tutkimusten mukaan järjestelmä on onnistunut päästöjen vähentämisessä verrattuna hypoteettiseen tilanteeseen, jossa järjestelmää ei olisi otettu käyttöön. Dechezleprêtre ym. (2023) havaitsivat tutkimuksessaan, että EU ETS on saavuttanut 10 % vähentymisen päästötasoissa. Päästötasojen vähentyminen toteutui tasaisesti useilla sektoreilla, eikä toimialakohtaiset eroavaisuudet olleet merkittäviä. Samankaltaisia tuloksia havainneet Bayer ja Aklin (2020) esittävät tutkimuksessaan, että jo päästökauppajärjestelmän uskottavuus sääntelymekanismina riittää ohjaamaan säänneltyjä yrityksiä vähäpäästöisempään tuotantoon.

Yritysten taloudellisen kilpailukykyyn osalta tulokset haastavat perinteisen oletuksen siitä, että tiukka ympäristösääntely heikentäisi yritysten taloudellista kannattavuutta. Dechezleprêtre ym. (2023) mukaan päästökauppaan kuuluvien yritysten liikevaihto ja investoinnit ovat keskimäärin kasvaneet. Erityisesti sähköntuotannossa on kyetty hyötymään ilmaisista päästöoikeuksista ja siirtämään niiden mahdollisuuskustannuksia asiakashintoihin. Tämä on mahdollistanut niin kutsuttuja windfall-tuottoja. Sektoreilla, joilla kustannusten siirtäminen on vaikeampaa sektorin kilpailualltiuden vuoksi (esim. kemianteollisuus), vaikutukset ovat olleet vähäisempiä.

6.2 Johtopäätökset ja jatkotutkimusmahdollisuudet

EU ETS on kokonaisuudessaan edistänyt niin päästövähennysten toteutumista, että yritysten kilpailukykyyn säilyttämistä ja tietyissä tapauksissa jopa parantamista. Järjestelmä on

osoittautunut toimivaksi ohjauskeinoksi, joka voi edistää vihreää siirtymää ilman merkittäviä negatiivisia vaikutuksia yritysten tuotantoon tai talouskasvuun. Tutkimustulokset viittaavat siihen, että päästökaupan olemassaolo – jopa alhaisilla päästöoikeuksien hinnoilla – on ohjannut yrityksiä kohti vähäpäästöisempiä tuotanto- ja toimintamalleja.

Päästökauppajärjestelmä on kannustanut yrityksiä investoimaan uuteen teknologiaan, mikä tukee Porter-hypoteesia ympäristösääntelyn innovatiivisista vaikutuksista.

Tutkimuskirjallisuudesta suurin osa tarkastelee EU ETS:n vaikutuksia järjestelmän kahden ensimmäisen vaiheen aikana. Olisi mielenkiintoista tutkia tarkemmin järjestelmän vaikutuskehitystä kolmannen vaiheen aikana (2013–2020), erityisesti koronapandemian aiheuttamien poikkeuksellisten olosuhteiden valossa. Jatkossa tutkimuksessa olisi lisäksi tarpeen syventää ymmärrystä järjestelmän pitkän aikavälin vaikutuksista eri toimialoilla, erityisesti kansainvälisen kilpailun näkökulmasta. On myös tärkeää arvioida, missä määrin havaitut päästövähennykset johtuvat todellisista tuotantotavan muutoksista, eikä tuotannon siirtymisestä EU:n ulkopuolelle.

LÄHTEET

Kirjallisuus

Bayer, P., & Akin, M. (2020). The European Union Emissions Trading System Reduced CO₂ Emissions Despite Low Prices. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117, 8804–8812. <https://doi.org/10.1073/pnas.1918128117>

Berger, T. (2008). Concepts of National Competitiveness. *Journal of International Business and Economy*, 9(1), 91–112. <https://doi.org/10.51240/jibe.2008.1.5>

Borghesi, S., Pahle, M., Perino, G., Quemin, S., & Willner, M. (2023). The Market Stability Reserve in the EU Emissions Trading System: A Critical Review. *Annual Review of Resource Economics*, 15(1), 131–152. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-111820-030145>

Dechezleprêtre, A., Nachtigall, D., & Venmans, F. (2023). The joint impact of the European Union emissions trading system on carbon emissions and economic performance. *Journal of Environmental Economics and Management*, 118, 102758-. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102758>

Keohane, Mr. N. O., & Olmstead, S. M. (2016). *Markets and the Environment, Second Edition*. Island Press. <https://doi.org/10.5822/978-1-61091-608-0>

Laing, T., Sato, M., Grubb, M., & Comberti, C. (2014). The effects and side-effects of the EU emissions trading scheme. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Climate Change*, 5(4), 509–519. <https://doi.org/10.1002/wcc.283>

Levinson, A., & Taylor, M. S. (2008). UNMASKING THE POLLUTION HAVEN EFFECT. *International Economic Review (Philadelphia)*, 49(1), 223–254. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2354.2008.00478.x>

Martin, R., Muûls, M., & Wagner, U. J. (2016). The Impact of the European Union Emissions Trading Scheme on Regulated Firms: What Is the Evidence after Ten Years? *Review of Environmental Economics and Policy*, 10(1), 129–148. <https://doi.org/10.1093/reep/rev016>

Palmer, K., Oates, W. E., & Portney, P. R. (1995). Tightening Environmental Standards: The Benefit-Cost or the No-Cost Paradigm? *The Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 119–132. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.119>

Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *The Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97–118. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97>

Muut lähteet

European Commission (n.d). Scope of the EU ETS. Viitattu 7.4.2025. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/scope-eu-ets_en

European Commission (n.d). About the EU ETS. Viitattu 7.4.2025. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/about-eu-ets_en

Ympäristöministeriö (2019). Kioton pöytäkirja. Viitattu 8.4.2019 <https://web.archive.org/web/20190923201753/https://www.ym.fi/fi->

[FI/Ymparisto/Ilmasto ja ilma/Ilmastonmuutoksen hillitseminen/Kansainvaliset ilmastoneuvottelut/Kioton poytakirja](#)