

**VAASAN YLIOPISTO
TEKNILLINEN TIEDEKUNTA
TUOTANTOTALOUS**

Jaana Marjamäki

**PÄÄSTÖKAUPAN VAIKUTUS
PÄÄSTÖVÄHENNYKSIIN SUOMESSA**

Tuotantotalouden
pro gradu -tutkielma

VAASA 2012

SISÄLLYSLUETTELO	sivu
KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO	3
MÄÄRITELMIÄ	4
TIIVISTELMÄ	5
ABSTRACT	6
1. JOHDANTO	7
1.1 Tutkimuksen tausta ja kohde	7
1.2 Tutkimuksen tavoitteet, tutkimusongelma ja rajaukset	10
2. KIRJALLISUUSKATSAUS PÄÄSTÖKAUPPAAN JA SEN VAIKUTUKSIIN	13
2.1 Päästökaupan perusteet	13
2.2 Päästökaupan vahvuudet ja heikkoudet	16
2.3 Euroopan unionin päästökauppa	19
2.4 Energia, päästökauppa ja Suomi	25
2.5 Päästökauppautkimuksia	29
3. TUTKIMUKSEN METODOLOGIA	33
3.1 Tutkimusmenetelmät	33
3.2 Tutkimusaineisto	37
4. TULOKSET	44
4.1 Miten päästökauppa vaikutti Suomen päästöihin?	44
4.2 Ovatko päästökaupan alaiset päästöt laskeneet?	46
4.3 Mikä on päästökaupan alaisten päästöjen ja päästöoikeuksien välinen suhde?	50
4.4 Päästöjen aiheuttajat ja niiden suhteet?	52
5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	56
5.1 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto ja johtopäätökset	56
5.2 Tilastollisten tutkimustulosten yhteenveto ja johtopäätökset	58
5.3 Pohdinta	59
LÄHDELUETTELO	61

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO**sivu**

Kuvio 1. Suomen kokonaiskasvihuone- ja hiilidioksidipäästöt sekä energiasektorin kasvihuonekaasu- ja hiilidioksidipäästöt 1990–2011.	26
Kuvio 2. Suomen kasvihuone- ja hiilidioksidipäästöt vuodesta 1990 vuoteen 2011.	44
Kuvio 3. Suomen hiilidioksidipäästöt, keskiarvo sekä trendi v. 2004–2011.	46
Kuvio 4. Suomen kokonaiskasvihuonekaasupäästöt sekä päästökaupan alaiset ja ulkopuoliset päästöt vuonna 1990 ja 2005–2011.	47
Kuvio 5. Päästökaupan alaisten ja ulkopuolisten päästöjen suhde kokonaispäästöihin vuosien 2005 ja 2011 välillä.	47
Kuvio 6. Päästökaupan alaiset päästöt, päästökauppakausien keskiarvot sekä päästökaupan alaisten päästöjen trendi v. 2004–2011.	49
Kuvio 7. Päästökaupan alaisten päästöoikeudet ja päästöt Suomessa 2005–2011.	50
Kuvio 8. Teollisuuden volyyymi-indeksi vuosina 1995–2011.	52
Kuvio 9. Päästökaupan alaisten toimijoiden päästöt, teollisuuden volyyymi-indeksi sekä sähkön ja lämmön tuotanto v. 2005–2010 välillä perusvuoden 2005 suhteen.	53
Taulukko 1. Suomen kokonaiskasvihuonekaasu-, hiilidioksidi- ja muut kasvihuonekaasupäästöt pl. hiilidioksidipäästöt vuosien 1990 ja 2010 väliltä.	38
Taulukko 2. Suomen kokonaispäästöt sekä päästökaupan alaisten ja ulkopuolisten toimijoiden päästöt vuonna 1990 sekä vuosien 2005 ja 2011 välillä.	39
Taulukko 3. Päästökaupan alaisten ja ulkopuolisten toimijoiden päästöjen suhde kokonaispäästöihin päästökauppakausien aikana.	40
Taulukko 4. Päästökaupan alaisten toimijoiden päästöoikeudet, todennetut päästöt ja niiden erotukset päästökauppakausien aikana.	41
Taulukko 5. Teollisuuden volyyymi-indeksi vuosina 1995–2011.	42
Taulukko 6. Sähkön ja lämmön tuotanto, sen vuosimuutos prosentteina sekä sen prosentuaalinen osuus kokonaiskulutuksesta 2000–luvulla.	43
Taulukko 7. Suhteutettu teollisuuden volyyymi, päästökaupan alaiset päästöt sekä sähkön ja lämmön tuotanto vuosina 2005–2010.	43
Taulukko 8. Päästökaupan alaisten päästöjen, teollisuuden volyyymi-indeksin sekä sähkön ja lämmön tuotannon väliset korrelaatiokertoimet.	55
Taulukko 9. Tutkimuskysymykset ja niiden vastaukset.	58

MÄÄRITELMIÄ

Ekvivalenttinen hiilidioksidi (CO₂ ekv.) = yhteismitta kasvihuonekaasupäästöille. Sen avulla voidaan laskea yhteen eri kasvihuonekaasupäästöjen vaikutus kasvihuoneilmion voimistumiseen. (Tilastokeskus 2012a)

Energiaintensiivinen = Runsaasti energiaa kuluttava (esimerkiksi tehdas tai voimalaitos). (Ojala & Cederlöf 2008: 6)

Fossiilisen polttoaineet = Polttoaineita, jotka ovat muodostuneet miljoonia vuosia sitten muinaisten eliöiden fossiloituessa maan alla. Tärkeimpiä fossiilisia polttoaineita ovat öljy, kivihiili, maakaasu sekä turve, jotka sisältävät runsaasti hiiltä ja hiilivetyjä. Ne ovat merkittäviä energialähteitä, mutta samalla uusiutumattomia ja ehtyvä luonnonvaroja, joita polttamalla vapautuu ilmakehään kasvihuonekaasuja ja pienhiukkasia. (Energiantuotanto.info 2012)

Hiilinielu = Prosessi tai toiminta tai mekanismi, joka sitoo hiilidioksidia ilmakehästä (esimerkiksi puu). (Tilastokeskus 2012a)

Hiilivuoto = tilanne, jossa paljon energiaa käyttävä teollisuus siirtää tuotantoaan päästörajoitusten takia niitä rajoittamattomiin maihin. (Valtion ympäristöhallinto 2012a)

Kasvihuoneilmiö = Kasvihuoneen tavoin toimiva maapallon ilmakehä päästää sisäänsä auringon säteilyn, mutta estää lämpösäteilyn poistumisen, aiheuttaen kasvihuoneilmion. Kasvihuonekaasut ilmakehässä tehostavat kasvihuoneilmiötä. (Ilmatieteen laitos 2012)

Kasvihuonekaasut = Kasvihuoneilmiötä aiheuttavia ilmakehän kaasuja. Niitä ovat vesihöyry H₂O, hiilidioksidi CO₂, otsoni O₃, metaani CH₄, dityppioksidin N₂O sekä klooratut ja fluoratut hiilivedyt eli CFC-kaasut. (Ilmatieteen laitos 2012)

Kioton joustomekanismit = järjestelmiä, joiden avulla pyritään lisäämään päästövähennystoimien kustannustehokkuutta. Joustomekanismeja ovat yhteistoteutus, puhtaan kehityksen mekanismi ja päästökauppa. (Tilastokeskus 2012a)

Rajakustannus = tuotannon lisäyksestä yhdellä kappaleella koitua lisäkustannus (Nurmi 2002: 862)

VAASAN YLIOPISTO**Teknillinen tiedekunta**

Tekijä:	Jaana Marjamäki
Tutkielman nimi:	Päästökaupan vaikutus päästövähennyksiin Suomessa
Ohjaajan nimi:	Jussi Kantola
Tutkinto:	Kauppätieteiden maisteri
Oppiaine:	Tuotantotalous
Opintojen aloitusvuosi:	2007
Tutkielman valmistumisvuosi:	2012

Sivumäärä: 67

TIIVISTELMÄ

Tämän tutkimuksen aiheena on päästökauppa ja sen vaikutukset Suomen päästövähennyksiin. Päästökauppa on apuväline päästöjen vähentämiseen, joten se liittyy vahvasti ilmasto- ja energiapolitiikkaan.

Teollistuminen on kasvattanut energiankulutusta, joka on lisännyt kasvihuonekaasujen, kuten hiilidioksidin, määrää ilmakehässä. Kasvihuonekaasujen liiallinen lisääntyminen muun muassa lämmittää ilmastoa ja aiheuttaa lisäksi muita muutoksia ympäristössämme. Ilmastonmuutoksen torjuntaan on kehitetty useita välineitä, joista yksi on päästökauppa.

Päästökaupan tarkoituksena on vähentää päästöjä sieltä, missä se on edullisinta. Päästökauppa on kustannustehokas keino vähentää päästöjä ja Euroopan unioni on ottanut sen yhdeksi päävälineistään päästöjensä vähennykseen. Päästökaupan alaisuuteen kuuluvat energiaintensiiviset ja energiaa tuottavat alat ja niiden toimijat, sillä energia ja sen tuotanto on suurin päästöjen tuottaja. Yrityksille on päästökaupassa määrätty rajallinen määrä päästöoikeuksia, mutta niillä on mahdollisuus valita päästövähennyskeinot tai ostaa, myydä tai tallettaa päästöoikeuksiaan.

Tässä tutkimuksessa selvitetään päästökaupan osuutta Suomen päästövähennyksiin. Ovatko päästöt vähentyneet päästökaupan aikana päästökaupan alaisilla toimijoilla, ja jos ovat, niin miten paljon ja mistä syystä. Tutkimusta tehtiin niin kirjallisuuden avulla kuin tilastoja ja tilastollisia menetelmiä hyödyntäen. Tilastollinen tutkimus eteni neljän tutkimuskysymyksen ohjaamana, joihin tutkimuksessa pyrittiin vastaamaan.

Vastaukseksi tutkimusongelmaan saatiin, että päästöt ovat kyllä vähentyneet päästökaupan aikana ja päästökaupan alaisilla toimijoilla, mutta yksiselitteistä syytä ei löydetty. Lisäksi huomattiin, että päästöoikeudet ovat riittäneet kattamaan todennetut päästöt. Päästökaupan osuutta päästövähennyksiin ei tutkimuksessa kuitenkaan pystytty todistamaan. Näin ollen lisätutkimukselle ilmeni tarvetta.

AVAINSANAT: Päästökauppa, ilmastonmuutos, energia, päästövähennys, tilastollinen tutkimus

UNIVERSITY OF VAASA**Faculty of Technology**

Author: Jaana Marjamäki
Topic of the Master's Thesis: Päästökaupan vaikutus päästövähennyksiin Suomessa
Instructor: Jussi Kantola
Degree: Master of Science in Economics and
Business Administration
Major subject: Industrial Management
Year of Entering the University: 2007
Year of Completing the Thesis: 2012

Pages: 67

ABSTRACT

This Master's Thesis is about emission trading. The aim was to find the effects of the emission trading scheme to the emissions in Finland. As emission trading is an instrument for reducing emissions it is strongly related to the climate and energy policy.

Industrialisation has raised the energy consumption which has increased the amount of greenhouse gases, such as carbon dioxide (CO₂), in the atmosphere. The increased amount of greenhouse gases causes global warming and other changes in climate. Emission trading is one of the mitigating tools against greenhouse gases and climate change.

The idea of the emission trading is that the emissions will be reduced from there were it is the most inexpensive. It is cost-effective way to reduce emissions and hence it is one of the main tools of European Union for reducing emissions. EU's emission trading scheme covers energy intensive sectors and power plants since they are the biggest polluters. In a cap-and-trade system emission allowances are received within a "cap", a limit. Companies have rights to decide whether they want to reduce their emissions and how they will do that. On the other hand companies can buy more allowances or sell their excessive amounts of allowances or save them for the future.

This research looked into emissions of Finland and how the emission trading scheme has affected to the emission reductions in Finland. Have the emissions declined within emission trading periods and if yes, how much and for what reason. This research was made using both literature and statistics. The statistical part of the research was made by using statistical methods and guided by four research questions.

The finding of this research was that the emissions have been declining during the emission trading periods but no unambiguous reasons for it can be found. Furthermore noted, that the allowances have been enough to cover the emissions under the emission trading scheme in Finland. This research could not prove that emission trading has been the reason for emission reduction in Finland. Therefore there is a need for an additional research.

KEYWORDS: Emission trading, climate change, energy, emission reduction, statistical research

1. JOHDANTO

Tämän johdantokappaleen tarkoitus on esittää lukijalle tutkimuskohde sekä tutkimuksen tausta ja selventää tutkimuksen kulkua. Johdannon ensimmäisessä luvussa esitellään päästökaupan suhde ilmastonmuutokseen ja kasvihuonekaasupäästöihin sekä niiden hillitsemiseen. Tässä luvussa esitellään myös energian osuus kyseisten syy-seuraus -suhteiden välillä sekä esitellään ympäristöpoliittisia saavutuksia, jotka liittyvät tutkittavaan aiheeseen vahvasti. Tarkoituksena on selkeyttää tutkimuksen aihetta ja luoda mielikuva tutkittavaan aiheeseen liittyvistä ilmiöistä. Johdannon toisessa luvussa esitellään tutkimuksen tavoitteet, tutkimusongelma sekä rajaukset.

1.1 Tutkimuksen tausta ja kohde

Tämän pro gradu -tutkimuksen perustana voidaan pitää vuonna 2009 tehtyä kandidaatin tutkielmaa: *Päästökauppa – Apuväline ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi?* Jossa allekirjoittanut tutki päästökaupan vaikutuksia sekä sen etuja ja haittoja ilmastonmuutoksen hillinnässä.

Ilmastonmuutoksella tarkoitetaan suoraan tai epäsuorasti ihmisen toiminnasta johtuvaa, ilmaston luonnollisen vaihtelun ylittävää muuttumista (Tynjälä 2006: 31). Monet kasvihuonekaasut ovat alun perin lähtöisin luonnollisista lähteistä, mutta ihmiskunta on teollistumisen myötä tuottanut näitä kaasuja normaalia enemmän. Keskeisiä kasvihuonekaasuja, hiilidioksidia ja metaania, syntyy, kun hiiltä sisältävä aine muuttaa muotoaan palamisen tai biokemiallisen hajoamisen vuoksi. Hiilidioksidi on palamisen päätuote, joten hiilidioksidipäästöjen vähentäminen on todella haastavaa, varsinkin kun monet maat turvautuvat kasvihuonekaasuja tuottaviin fossiilisiin polttoaineisiin – öljyyn, kaasuun sekä kivihiileen – tyydyttäessään energiatarpeensa. Kasvihuonekaasupäästöt ovat tuplaantuneet vuoden 1970 tasosta, nimenomaan fossiilisten polttoaineiden lisääntyneen käytön vuoksi. Teollisuuspäästöjen aiheuttama kasvihuonekaasupäästömäärän lisääntyminen tehostaa kasvihuoneilmiötä, josta seuraa lämpötilan nousu kaikkialla maapallolla eli globaali ilmastonmuutos. (Euroopan komissio 2006: 5; Laukkanen & Huutoniemi 2006: 227; EEA 2010.)

Svante Arrhenius, ruotsalainen fyysikko ja kemisti, piti ilmastonmuutosta mahdollisena uhkana jo 1800-luvun lopulla, mutta vasta 1980-luvulla saatiin tarpeeksi tieteellistä

näyttöä, jotta voitiin todeta sen olevan käynnissä ja aiheuttavan ihmiskunnalle todellisen uhan. Poliittisen keskustelun ilmastonmuutoksesta käynnisti tutkija James Hansen 1988, jonka mukaan voimakas lämpötilan kohoaminen oli seurausta hiilidioksidin (CO₂) ja muiden kasvihuonekaasujen määrän kasvusta ilmakehässä. Hansenin ja muiden tutkijoiden saaman poliittisen tuen seurauksena hyväksyttiin Yhdistyneiden kansakuntien (YK) ilmastonmuutosta koskeva puitesopimus UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) Rio de Janeiron ympäristö- ja kehityskonferenssissa vuonna 1992 ja se astui voimaan vuonna 1994. UNFCCC:n sopimusta täsmentämään laadittiin Kioton pöytäkirja vuonna 1997. Kioton pöytäkirja astui voimaan vuoden 2005 helmikuussa ja se velvoittaa kehittyneitä maita vähentämään kasvihuonepäästöjään ainakin viisi prosenttia vuoden 1990 tasosta vuosina 2008–2012. (Ahonen 2005: 12; Tynjälä 2006: 29–31; Flannery 2005: 54–55; Valtion ympäristöhallinto 2009.)

Hiilidioksidipäästöjen vähentämisellä on keskeinen osa ilmastonmuutoksen hillitsemisessä. Toisaalta muutkin kasvihuonekaasut lämmittävät ilmastoa suuremman lämmitysvaikutuksensa vuoksi, vaikka niitä on vähemmän ilmakehässä. Ne ovat kuitenkin jääneet vähemmälle huomiolle, sillä hiilidioksidipäästöjen vähentäminen aiheuttaa jo yksin suuria haasteita maiden hallituksille. Jos muitakin kasvihuonekaasuja ei vähennetä hiilidioksidin lisäksi, saattaa hiilidioksidipäästöjen vähentämisellä kuitenkin olla suhteellisen mitätön vaikutus. (Maté, Davies & Kanter 2009: 77.)

Ilmastonmuutos on läheisesti kytketty kehitykseen ja energiaan, sillä kehitys lisää energiankulutusta ja siten fossiilisten polttoaineiden käyttöä, johtaen suurempiin kasvihuonekaasupäästöihin ja ilmastonmuutokseen (Mohanty 2011). Energia kattaa yli 80 prosenttia ihmisen aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä. Maatalous aiheuttaa noin kahdeksan prosenttia kaikista kasvihuonekaasupäästöistä, energiaan liittymättömät teollisuusprosessit kuusi prosenttia ja jätteet noin kolme prosenttia. Energian tuotannosta ja siirrosta syntyy kasvihuonekaasupäästöjä niiden tuotantoketjun eri vaiheissa: polttoaineen hankinnassa, jalostuksessa, varastoinnissa ja kuljetuksessa, energian varsinaisessa tuotantoprosessissa sekä jätteiden käsittelyssä. Yli 90 prosenttia näistä energian aiheuttamista päästöistä on hiilidioksidipäästöjä. (Energiateollisuus 2012; IEA 2011.)

Energian tuotanto ja siirto aiheuttavat monenlaisia ympäristövaikutuksia, niin globaaleja kuin paikallisiakin, kuten happamoitumista, luonnonvarojen ja luonnon

monimuotoisuuden vähenemistä sekä jätteiden määrän lisääntymistä, mutta vaikutusalueeltaan laajin energian tuotannon ja siirron aiheuttama ympäristövaikutus on ilmastonmuutos. Näihin ympäristövaikutuksiin on kiinnitetty huomiota jo pitkään ja muun muassa tuotantotavat, kulutustottumukset sekä väestön määrä vaikuttavat siihen, mihin suuntaan energian käyttö kehittyy. (Energieollisuus 2012.)

Mainittuja ympäristövaikutuksia on mahdollisuus vähentää muun muassa puhdistustekniikkaa parantamalla ja tehokkaampaan ja ilmastoystävällisempään energiatuotantoon siirtymällä; energian tehokas tuotanto ja käyttö ovatkin tärkeitä keinoja ympäristövaikutusten hillinnässä. Energian tuotantoa ohjaavat monet lait ja asetukset, kuten ympäristönsuojelulaki, jonka tavoitteena on muun muassa ehkäistä ympäristön pilaantumista, edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä sekä torjua ilmastonmuutosta. Toinen määräävä laki on päästökauppalaki, jonka tarkoituksena on edistää kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä kustannustehokkaasti ja taloudellisesti. (Energieollisuus 2012.)

Kioton pöytäkirjan kolmannen artiklan mukaan Annex I -maat, joihin myös Suomi yhdessä muiden Euroopan unionin jäsenmaiden sekä 24:n alkuperäisen OECD:n jäsenmaan ja 14:sta siirtymätalousmaan kanssa kuuluvat, ovat yksin tai yhdessä vastuussa siitä, että pöytäkirjassa mainittujen kasvihuonekaasujen määrä ei ylitä niiden sallittua määrää. Annex I -maiden tulee vähentää kasvihuonekaasupäästöjään yhteensä vähintään viisi prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoden 2008 ja 2012 välisenä aikana. Euroopan unionin jäsenmaille on asetettu yhteensä kahdeksan prosentin vähennystavoite mainitulle aikavälille. (UNFCCC 2012a.)

Ilmasto- ja energiapolitiikan selonteko linjaa Suomen päästövähennystavoitteen, jonka mukaan Suomen on vähennettävä päästöjään vuoteen 2050 mennessä vähintään 80 prosenttia vuoden 1990 päästötasosta. Tavoite on IPPC:n asettamassa haarukassa, jonka mukaan teollisuusmaiden päästöt tulisi vähentyä 80–95 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Tavoitteiden saavuttamiseksi Suomen valtio aikoo tehdä ilmastoystävällisistä valinnoista edullisempia ja vastaavasti runsaspäästöisistä valinnoista kalliimpia. Uusiutuvan energian lisäyksen ja vähäpäästöisemmän teknologian ja muiden päästöjä vähentävien toimien ohella hiilidioksidin talteenotto tulee olemaan keskeistä Suomen päästöjen vähennyksessä. (Brown 2009: 27; Kamaja 2009: 8.)

Kasvihuonekaasupäästöjen vähennystoimia helpottamaan julkaistiin Kioton pöytäkirjassa kolme markkinapohjaista mekanismia, joita Annex I -maat voivat vapaaehtoisesti käyttää täyttääkseen velvollisuutensa. Nämä kolme mekanismia luovat yhdessä niin kutsutut ”hiilimarkkinat”. Kioto mekanismeja ovat päästökauppa (Emission Trading), puhtaan kehityksen mekanismi (CDM, The Clean Development Mechanism) sekä yhteistoteutus (JI, Joint Implementation). Näiden mekanismien on tarkoitus kiihdyttää kestävästä kehitystä teknologian siirron ja investointien avulla, ja kuten mainittu, auttaa Kioto -velvollisia maita tavoitteidensa täyttämässä vähentämällä päästöjä ja poistamalla hiiltä ilmakehästä kustannustehokkaasti. Lisäksi mekanismien avulla yritetään rohkaista yksityistä sektoria yhteistyöhön ja päästövähennysten tukemiseen kehittyvissä maissa. Nykäsen, Roglierin ja Voogtin (2006: 51) mukaan päästökauppa soveltuu hyvin ilmastonmuutoksen hillitsijäksi, sillä hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen vaikutukset on samat päästöjen syntypaikasta riippumatta. (UNFCCC 2012b.)

Yllä mainitun kandidaatin tutkielman tuloksena todettiin, että päästökauppa on teoreettisesti hyvä keino hillitä päästöjä, sillä päästöt vähenevät sieltä missä niiden vähentäminen on edullisinta. Lisäksi päästökaupan etuna pidettiin sitä, että päästövähennysten määrään vaikuttaa päästövähennystavoitteiden mukaisesti asetettu päästökatto, jolla turvataan päästöjen vähennys halutulle tasolle. Tutkielmassa kuitenkin huomattiin, että päästöoikeuksia oli jaettu EU:n ensimmäiselle päästökauppakaudelle 2005–2007 aivan liian paljon, joten päästöoikeuksien hinta laski tasolle, joka ei kannustanut päästövähennyksiin. Tämän pro gradu -tutkielman tarkoitus on selvittää onko päästökaupalla kuitenkin ollut vaikutusta päästövähennyksiin Suomessa.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet, tutkimusongelma ja rajaukset

EU:n ensimmäisen päästökauppakauden heikot tulokset kannustivat tämän tutkielman tekoon, jossa tavoitteena on saada selville päästökaupan vaikutus päästövähennyksiin Suomessa. Aiheena päästökauppa on ajankohtainen, sillä Euroopan unionin toinen päästökauppa loppuu vuoden 2012 viimeinen päivä. Uusi, kolmas kausi alkaa vuoden 2013 alusta. Suomalainen päästökauppatutkimus on aiemmin keskittynyt pääasiassa vain päästökaupan aiheuttaman sähkön hinnan muutoksien tutkimiseen ja jättänyt huomioimatta sen, miten päästökauppa on vaikuttanut päästövähennyksiin. Päästökaupan vaikutuksista päästöjen todelliseen vähenemiseen ei ole juurikaan tehty

tutkimusta, joten tämän kaltaiselle tutkimukselle on tarvetta. Varsinkin, koska päästökauppaa on käyty jo lähes kaksi kautta, on tärkeää selvittää päästökaupan todelliset hyödyt ja sen suhde päästövähennyksiin. Lisäksi tulee pohtia päästökauppaa ympäristöpolitiikan välineenä.

Tutkimuksen otsikon mukaisesti, tutkimuksessa pyritään selvittämään päästökaupan osuus Suomen päästöjen vähennyksessä. Tutkielmassa keskitytään pääasiassa hiilidioksidipäästöihin, sillä ne ovat kuuluneet ainoina kasvihuonekaasuina EU:n päästökaupanpiiriin sekä ensimmäisellä että toisella päästökauppakaudella. Toinen tutkimusta rajaava tekijä on se, että EU:n ensimmäisen päästökauppakauden piiriin kului vain energiantuotanto ja energiaintensiivinen teollisuus, joten tutkimuksessa tullaan keskittymään näiden alojen päästöihin ja niiden muutoksiin. Tutkimus rajataan myös alueellisesti, joten se koskee vain Suomen päästöjä, vaikkakaan EU:n vaikutuksia ei voida olla huomioimatta.

Tutkimuskysymykset ohjaavat tutkimusta, joten ne on tärkeä esittää heti alussa. Ensimmäinen tutkimuskysymys, TK1: miten päästökauppa vaikutti Suomen päästöihin? Toinen tutkimuskysymys, TK2: ovatko päästökaupan alaiset päästöt laskeneet? Kolmas tutkimuskysymys, TK3: mikä on päästökaupan alaisten päästöjen ja päästöoikeuksien välinen suhde? Neljäs tutkimuskysymys, TK4: päästöjen aiheuttajat ja niiden suhteet? Näiden kysymysten avulla pyritään selvittämään päästökaupan osuus Suomen päästövähennyksiin.

TK1 on selvästi tärkein tutkimuskysymyksistä, sillä se luo pohjan koko muulle tutkimukselle. On nimittäin tärkeää tietää, onko päästökaupan alettua päästöt vähentyneet Suomessa eli miten päästömäärät ovat muuttuneet päästökauppa-aikana tultaessa ja sen aikana. Sen lisäksi, että tutkimuksessa haetaan vastauksia kysymyksiin, miten Suomen kokonaishiilidioksidipäästöt muuttuivat päästökauppaan siirryttäessä ja sen aikana, tutkitaan myös laskivatko päästökaupan alaiset päästöt päästökauppakausien välillä (TK2). Kiinnostavaa on myös selvittää, mikä on päästökaupan alaisten päästöjen ja päästöoikeuksien välinen suhde eli onko päästöoikeuksien määrä ohjannut päästöjä (TK3). Tutkielmassa pyritään lisäksi selvittämään päästöjen aiheuttajat sekä niiden tekijöiden suhde päästökaupan alaisiin päästöihin (TK4).

Tämä tutkielma sisältää kaksi tutkimusosiota; kirjallisuuskatsauksen sekä tilastollisen tutkimuksen. *Kirjallisuuskatsaus päästökauppaan ja sen vaikutuksiin* -kappale esittelee

päästökaupan periaatteet sekä sen vahvuudet ja heikkoudet. Kirjallisuuskatsaus keskittyy olemassa olevan kirjallisuuden ja aiheesta tehtyjen tutkimusten avulla selvittämään vastauksia päätutkimuskysymykseen ja selventämään aihetta ja siihen liittyviä ilmiöitä johdantoa tarkemmin. Euroopan unionin päästökauppaa tullaan tarkastelemaan kappaleessa tarkemmin, samoin päästökaupan vaikutuksia Suomeen ja Suomen ympäristö- ja energiapolitiikkaan. Tutkimuksen kolmas kappale, *tutkimuksen metodologia*, on empiirisen tutkimusosion pohja. Siinä esitellään tutkimuksessa käytetyt tutkimusmenetelmät sekä tutkimusaineistot. *Tulokset* -kappaleessa esitellään tilastollisen tutkimuksen löydökset ja analysoidaan niitä. *Yhteenveto ja johtopäätökset* lopulta tiivistää tutkimukset ja niiden tulokset. Lisäksi kappaleessa myös pohditaan tutkimuksen luotettavuutta ja jatkotutkimusaiheita.

Tutkimus rajoittuu päästökauppa-aikaan, vuodesta 2005 vuoteen 2011, sillä vuoden 2012 tilastoja ei tutkimushetkellä ollut vielä saatavilla. Tutkittavan ilmiön tuoreus ja sen lyhyt historia aiheuttavat rajoituksia varsinkin tilastodatan suhteen. Tilastoja on tästä syystä saatavilla vain seitsemän vuoden ajalta, joka tekee tutkimuksen haastavaksi ja luotettavuuden kyseenalaiseksi. Ennen päästökaupan alkamisvuotta 2005, on dataa päästöistä saatavilla, mutta koska sitä ei ole eroteltua päästökaupan alaisiin ja ulkopuolisiin, on kyseisen datan hyödyntäminen tässä työssä vaikeaa.

2. KIRJALLISUUSKATSAUS PÄÄSTÖKAUPPAAN JA SEN VAIKUTUKSIIN

Tutkimustyön toinen osio käsittelee tutkittavaa aihetta teoreettisesti, kirjallisuuskatsauksen muodossa. Tämän kappaleen tarkoitus on laajentaa johdannon luomaa kuvaa aiheesta sekä tutustuttaa lukija päästökaupan perusteisiin, sen vahvuuksiin ja heikkouksiin. Kappaleessa pyritään luomaan pohja empiiriselle osuudelle ja etsitään teoreettista vastausta tutkimuskysymyksiin.

Tavoitteena on selvittää miten päästökaupan tulisi teoriassa vaikuttaa päästöihin ja ovatko teoreettiset vaikutukset toteutuneet todellisuudessa. Lisäksi esitellään Euroopan unionin päästökauppa ja sen tulokset sekä energian tuotannon ja päästöjen suhde toisiinsa ja niiden vaikutukset Suomessa. Lopuksi vielä tarkastellaan Suomen energiapolitiikkaa sekä Suomen päästöjä ja päästökaupan vaikutuksia.

2.1 Päästökaupan perusteet

Päästökaupalla ei tarkoiteta kirjaimellisesti päästöillä vaan päästöyksiköillä tapahtuvaa kaupankäyntiä. Päästöyksikkö, tai toiselta nimitykseltään päästöoikeus, on julkishallinnon myöntämä rajattu ja siirrettävä oikeus vapauttaa tietty määrä päästöjä ympäristöön. Päästöoikeuksilla käytävä kauppa on lähtöisin Yhdysvalloista, jossa se sovellettiin käytäntöön 1970-luvulla. Nykyään päästökauppa sisältyy Kioton sopimukseen ja järjestelmä on kehitetty kannustamaan yrityksiä ilmansuojeluun sekä vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä. Kansainvälisen päästökaupan lisäksi mailla on mahdollisuus kansallisessa ilmastopolitiikassa hyödyntää päästökauppaa, joka ei kuulu Kioton piiriin. (Aatola, Ollikka & Ollikainen 2008: 81; Ahonen 2005: 12–14; Laurikka 2006: 17.)

Päästöoikeuksilla käytävän kaupankäynnin ideana on vähentää päästöjä sieltä, missä yhden päästöyksikön vähentäminen on kustannustehokkainta (Laurikka 2006: 17). Päästöjen vähentämisen kustannukset vaihtelevat päästölähteiden ja vallitsevien olosuhteiden vuoksi. Kaupankäynnille ei olisi juuri tarvetta, mikäli vähennyskustannukset olisivat jokaisessa paikassa yhtä suuret. (Nykänen, Roglieri & Voogt 2006: 51.)

Käytännössä päästökauppa toimii siten, että yritykset, joiden päästöoikeuksien määrä ei ole riittävä toiminnastaan aiheutuvien päästöjen kattamiseen, voivat joko vähentää päästöjä tai ostaa päästöoikeuksia niiltä, joilla niitä on yli omien velvoitteidensa tai joille päästöjen vähentäminen on edullisempaa. Täten molemmat osapuolet hyötyvät kaupankäynnistä; ostaja säästää kustannuksissa ja päästöoikeuksien myyjä saavuttaa mahdollisesti myyntivoittoa. Näin yritykset voivatkin päästökaupan avulla sujuvasti valita keinot asetettujen päämäärien saavuttamiseen ja saattavat jopa taloudellisesti hyötyä päästöjensä vähentämisestä. Tämä periaate onkin se, joka mahdollistaa päästöjen optimaalisen kustannustehokkaan vähentämisen. (Nykänen ym. 2006: 51–52.)

Päästökaupassa markkinat etsivät aina halvimmat kohteet päästöjen vähentämiselle, jolloin edellytys päästöoikeuden mahdollisimman alhaiselle hinnalle on tehokkaasti toimivat markkinat. Päästöoikeuden hinnan tulisi asettua viimeisen vähennettävän päästöyksikön hinnan tasolle, toisin sanoen sille tasolle, joka on päästöjen vähentämisen rajakustannus. Kaupan on oltava täysin vapaata ja muu päällekkäinen ohjaus on purettava, jotta markkinat olisivat tehokkaat. (Leskelä 2004: 11.)

Päästökaupan eri tyyliset järjestelmät voidaan jakaa kolmeen pääryhmään. Näitä ryhmiä ovat kiintiökauppa (cap-and-trade), päästövähennysten kauppa (baseline-and-credit) sekä intensiteettipohjaiset (rate-based trading) -järjestelmät. Cap-and-trade -päästökauppajärjestelmässä myynnin kohteena ovat päästöoikeudet määritellyistä kasvihuonekaasupäästöistä ja kaupankäynti koskee päästökaupan piiriin kuuluvia toimijoita ja laitoksia. Tällöin järjestelmän päästörajan muodostaa myönnettyjen päästöoikeuksien kokonaismäärä. Muun muassa Acid Rain Program, Yhdysvaltain rikkidioksidipäästökauppa, sekä myöhemmin tarkemmin mainittu Euroopan unionin päästökauppa, mutta myös valtioiden välinen, Kioton pöytäkirjan mukainen, päästökauppa ovat Cap-and-trade -päästökauppajärjestelmiä. (Kauppa- ja teollisuusministeriö 2004: 15; Leskelä 2004: 11; Laurikka 2006: 18.)

Cap-and-trade -järjestelmässä on tapana määritellä sen piiriin kuuluvat toimijat ja niille jaettavien päästöoikeuksien kokonaismäärä. Määritelty kokonaismäärä päästöoikeuksia eli niin sanottu katto (cap) asettaa rajan kokonaispäästöille. Cap-and-trade -järjestelmään kuuluville toimijoille jaetaan päästöoikeudet joko huutokauppaamalla tai vastikkeettomasti. Toimijat joko supistavat päästöjään tai vaihtoehtoisesti käyvät kauppaa oikeuksilla päästökauppajakson aikana siten, että toimijoilla on lopulta riittävä määrä päästöoikeuksia kattamaan aiheuttamansa päästöt. Päästöjä tarkkaillaan ja

kontrolloidaan, jotta jokaisella toimijalla on varmasti päästöoikeuksia tarkkailtuja päästöjä vastaava määrä. Rangaistukseksi riittämättömästä määrästä päästöoikeuksia voidaan määrätä sanktio, jolla tulee olla merkittävä vaikutus järjestelmän toimivuuteen. (Laurikka 2006: 18–19.)

Päästövähennysten kaupassa eli Baseline-and-credit -järjestelmässä kaupankäynnin kohteena ovat päästövähennykset. Päästövähennys syntyy, kun tunnistettava hanke supistaa päästöjään suhteessa perusuraan. Hankkeen päästöjä tarkkaillaan, jonka perusteella lasketaan vuosittainen päästövähennys. Ostaja saa päästöyksikön käyttöönsä, mutta päästövähennyksen tuottaja sen sijaan saa rahat usein vasta päästövähennyksen synnyttyä ja mahdollisen todennuksen jälkeen. Baseline-and-credit -järjestelmiä ovat muun muassa YK:n Kioton ilmastopöytäkirjaan kuuluvat joustomekanismit eli yhteistoteutus sekä puhtaan kehityksen mekanismi. Järjestelmän etuna cap-and-trade -järjestelmän suhteen ovat alhaiset kustannukset järjestelmän perustamisvaiheessa. Toisaalta cap-and-trade -järjestelmän käyttöä tukevat alhaisemmat kustannukset hankekohtaisessa kaupankäynnissä, varsinkin, jos kaupankäyntimäärät ovat runsaat. (Laurikka 2006: 19.)

Rate-based trading -järjestelmissä päästömäärien raja määritellään käytettyä energiamäärää tai tuotettua yksikköä kohden. Yrityksillä, jotka alittavat tai ylittävät rajan on mahdollisuus käydä keskenään kauppaa. Julkishallinnon tehtävänä on asettaa rajat ja valvoa säänneltyä sektoria siten, että se täyttää kokonaisuudessaan velvollisuutensa. Yhdysvalloissa käytettyä CAFE (Corporate Average Fuel Economy) -standardeja voidaan pitää esimerkkinä intensiteettipohjaisista järjestelmistä. Standardeilla pyritään saamaan ajoneuvoista energiatehokkaampia ja vähäpäästöisempiä. Yritys voi saada pisteitä (credits), mikäli se ylittää vaatimukset energiatehokkuudesta. Näitä pisteitä on mahdollista käyttää vajeen paikkaukseen kolmen edellisen tai kolmen seuraavan vuoden osalta, mutta CAFE -järjestelmän pisteitä ei saa myydä toisille yrityksille. (Laurikka 2006: 21.)

Cap-and-trade -järjestelmää tullaan tarkastelemaan tästä eteenpäin tutkielmassa tarkemmin ja muut järjestelmät jäävät vähemmälle huomiolle. Tämä siksi, että Suomi on mukana EU:n päästökauppajärjestelmässä, joka on cap-and-trade pohjainen järjestelmä.

2.2 Päästökaupan vahvuudet ja heikkoudet

Vuonna 2004 Kauppa- ja teollisuusministeriö (2004: 41) arvioi ympäristön kannalta päästökaupan vahvuutena tulevan olemaan päästöjen kiintiöinti, joka turvaa pääsyn asetettuihin päästöjen vähentämistä koskeviin tavoitteisiin. Täten hiilidioksidipäästöjen vähentäminen tulisi olemaan järjestelmän merkittävin ympäristövaikutus. Kauppa- ja teollisuusministeriön mukaan hiilidioksidipäästöjen vähentämisen vaikutus tulee ulottumaan myös muiden päästölajien, kuten happamoittavien päästöjen vähenemiseen. Kuitenkin kyseisen vaikutuksen laajuus on hiilidioksidipäästöjen vähenemisen lisäksi riippuvaista muun muassa polttoaineen jakaumasta sekä käytettävästä poltto- ja puhdistustekniikasta. Ympäristön kannalta on tärkeää, että hiilidioksidipäästöjä vähennetään, ei se missä niitä vähennetään. Tämä näkemys perustuu siihen, että hiilidioksidipäästöillä ei ole paikallisesti eikä alueellisesti rajattuja vaikutuksia, vaan vaikutukset ovat maailmanlaajuisia. (Kauppa- ja teollisuusministeriö 2004: 41.)

Päästökauppa voi välillisesti muuttaa kauppa- ja teollisuusministeriön arvioiden mukaan muiden ympäristövaikutusten määrää toiseenkin suuntaa, erityisesti alueellisesti. Tämän aiheuttaa tilanne maissa, joissa päästöjen vähentämiskustannukset ovat korkeat ja päästöoikeuksien lisäosto täten on edullisempaa kuin päästöjen vähentäminen, jolloin päästömäärät saattavat pahimmassa tapauksessa alueellisesti jopa nousta. Se saattaa nostaa siten myös muiden päästölajien, kuten happamoittavien päästöjen määrää alueen ilmakehässä, sillä päästöjen on mitä ilmeisimmin todettu korreloivan positiivisesti keskenään. (Kauppa- ja teollisuusministeriö 2004: 41–42.)

Päästökauppa, kuten aiemmin on tullut esitettyä, perustuu päästöoikeuksien jakoon, joko jakamalla ilmaiseksi tai huutokauppaamalla tietty etukäteen sovittu määrä päästöjä. Päästöoikeuksien kokonaismäärän tulee olla päästöjen leikkaamiseksi nykyisiä kokonaispäästöjä pienemmät, jotta tavoiteltu päästöjen vähentäminen onnistuu. Päästöoikeuksia jaetaan siis vain tietty määrä, jolloin on mahdollista ohjata tarkasti päästöjen vähenemistä. (Kaufmann 2009: 129–130)

Epävarmuus päästöjen vähentämisen kustannuksista aiheuttaa vaikeuden ennakoita päästöoikeuksien hintaa. Päästöoikeuksien hinta voikin olla joissakin tapauksissa korkeampia kuin päästöjen vähentämisestä aiheutuvat kustannukset, jolloin saastuttajan on kannattavampaa vähentää päästöjään. Voittoja haluavalle ilmaantuu tällöin myös tilaisuus vähentää päästöjä velvoitettua enemmän ja myydä alitettua osaa vastaava

määrä oikeuksia voittoja ansaitakseen. Toisaalta saastuttajan on kannattavampaa ostaa lisää oikeuksia, jos päästöjen vähentäminen on kalliimpaa kuin päästöoikeuksien osto. (Kaufmann 2009: 129–130.)

Päästökaupan tehokkuus on osin riippuvaista siihen osallistuvien tahojen teknisestä osaamisesta ja järjestelmän ylläpidon kustannuksista. Osallistujien on kyettävä myös kannattaviin oikeuksien osto- ja myyntipäätöksiin. Pääoma on ehdottoman tärkeää, sillä sen avulla pystytään tukemaan järkeviä investointeja päästöjen vähentämiseksi. Tästä seuraa se, että päästökaupassa on mahdollista olla mukana vain suuria energian kuluttajia, kuten tehtaita ja voimaloita. Järjestelmän käyttöönoton kustannukset ovat tällöin tosin alhaisemmat verrattuna tilanteeseen, jossa päästökaupassa olisi mukana myös suuri määrä kuluttajia. (Kaufmann 2009: 130.)

Päästökauppa vaatii seurantaa, jolla varmistetaan, että jokaisella hiilidioksidia päästävällä on vaadittavat oikeudet päästöihin. Lisäksi päästökauppa vaatii toimiakseen markkinat, joilla voidaan käydä kauppaa päästöoikeuksista ja yritysten on uudistettava rakenteitaan päästökauppaan osallistuakseen. Lähinnä tämä tarkoittaa uuden henkilökunnan palkkaamista, jonka lisäksi uutta laitteistoa on hankittava. Toisaalta tämä saattaa tehostaa päästökauppaa, sillä todennäköisemmin päästöjä vähennetään, mikäli yrityksessä on työntekijöitä, joiden päätoimenkuvana on energian kulutuksen ja päästöjen pohdinta. (Kaufmann 2009: 130.)

Oikeudenmukaisuuskysymys nousee esiin, kun mietitään päästöoikeuksien jakotapaa. Jos päästöoikeudet saadaan ilmaiseksi, kuten EU:n päästökaupan ensimmäisenä ja toisena kautena, päästäjät saavat Kaufmannin (2009: 131) mukaan ikään kuin omistusoikeuden, joka on arvokas päästökaupan alkaessa. Jos ilmaiseksi jaettaessa päästöoikeudet jaetaan aiempien päästöjen mukaa, paljon päästöjä synnyttävät toimialat hyötyvät verrattuna muihin toimialoihin. Toisaalta, jos oikeuksia jaetaan jokaiselle yhtä paljon, saastuttavat alat ovat verrattain selvästi suuremmassa vastuussa päästöjen vähentämisestä muihin aloihin nähden. Valtio taas saa omistusoikeushyödyn, mikäli päästäjät joutuvat ostamaan oikeudet päästökaupan alkujaksossa. Kyseiset jakotavat eivät sulje pois toisiaan. (Kaufmann 2009: 129, 131.)

Kyseisten etujen ja haittojen suhteellinen merkitys vaihtelee myös maantieteellisesti. Tästä syystä päästöoikeuksien alkujakoon liittyvät kysymykset tasapuolisuudesta ovat mitä ilmeisimmin esteenä maailmanlaajuisen päästökauppajärjestelmän syntymiselle.

Huutokaupassa teollisuusmaat oletettavasti syrjäyttäisivät kehitysmaat, joiden olisi tästä syystä vaikea kasvattaa energiankulutustaan ja täten myös taloudellista kehitystään, jotka korreloivat positiivisesti keskenään. Väkiluvun perusteella tehtävä jako taas aiheuttaisi sen, että teollistuvien maiden olisi vähennettävä päästöjään suhteessa voimakkaimmin, jolloin niiden taloudellinen hyvinvointi vastaavasti heikkenisi. (Kaufmann 2009: 131.)

Kansallinen päästökauppa voisi Kaufmannin (2009: 131) mielestä olla yksittäisille maille tehokkain tapa saavuttaa päästöjen vähennystavoitteet, sillä osallistujien tullessa samasta maasta, olisi päästöjen jako joka tapauksessa tasapuolisempaa. Tämä on luonnollista, sillä maiden sisällä niin osallistujien tulot kuin tekninen osaaminenkin ovat usein lähempänä toisiaan kuin eri kehitysvaiheessa olevien valtioiden välillä. Monissa maissa on myös riittävästi saastuttajia, jotta päästöoikeusmarkkinoiden luomisesta seuraavat kiinteät kustannukset on järkevä maksaa. (Kaufmann 2009: 131.)

Yksittäisen valtion alueelle rajoittuva päästökauppa ei ole globaalisti ajateltuna riittävä keino ilmastonmuutoksen torjumiseksi. Tarvitaan siis toimia, kuten esimerkiksi päästökauppa, joka kattaa periaatteessa kaikki maailman valtiot. EU:n päästökauppa on askel oikeaan suuntaan, mutta sellaisenaan vielä riittämätön, sillä EU-maiden hiilidioksidipäästöt kattavat vain noin seitsemäsosan koko maapallon päästöistä. (Määttä & Pulliainen 2003: 199.)

Rosvall (2009: 14) mainitsee kirjoituksessaan brittiläisen tutkijan Larry Lohmannin, jonka mielestä päästökaupasta tulisi luopua ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Päästökauppaa tutkija kuvaa monimutkaiseksi ja vaikeatajuiseksi järjestelmäksi, johon hallitukset ovat käyttäneet liian paljon aikaa ja rahaa, ymmärtämättä päästökaupan todellista ideaa. Massiivisia instituutioita ja tuhansia työpaikkoja on rakennettu järjestelmän ympärille ja oikeuksien kauppaamisesta on muotoutunut globaalia liiketoimintaa. (Rosvall 2009: 14.)

Päästökauppajärjestelmän heikkoutena tähän mennessä on ollut se, että päästöoikeuksien halpa hinta ei kannusta yrityksiä, jotka saastuttavat runsaasti, sillä nämä yritykset ovat voineet ostaa päästöoikeuksia halvalla lisää. Päästöleikkauksia ovat tehneet ne yritykset, joille päästövähennykset ovat helpompia ja edullisempia. Kehitysmaihin tehtyjä ympäristöprojekteja on myös toisinaan vaikeaa tarkkailla ja

esimerkiksi sinne rakennetun tuulivoimalan todelliset hyödyt päästöjen vähentämisen kannalta ovat vaikeasti arvioitavissa. (Rosvall 2009: 14.)

Päästökauppa tarvitseekin rinnalleen keinoja, joilla kasvihuonekaasupäästöjä voidaan konkreettisesti vähentää. Tällöin ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi tarvittavat päästövähennykset tulevat muuttamaan tällä hetkellä maailmalla vallitsevan fossiilisten polttoaineiden pohjalta rakentuvan energijärjestelmän. Uusiutuvien energialähteiden ja ydinenergian lisäys sekä energiatehokkuuden parantaminen tulevat olemaan päästöjen vähentämisen keskeisiä menetelmiä. (Ojala, ym. 2008: 9.)

Teknologiasta tulee merkittävä apuväline päästöjen vähentämisessä, joten panostusta vaaditaankin tehokkaiden ja vähäpäästöisten energian tuotanto- ja käyttöteknologioiden kehittämiseen ja niiden tehokkaaseen saattamiseen markkinoille ja tietysti lopulta käyttöönottoon. Tämä mahdollistaa viennin kasvattamista, ja panostamalla teknologioiden kehittämiseen, on Suomenkin mahdollisuus kääntää taantumien myötä supistunut bruttokansantuote kasvuun hyödyntämällä kyseisten markkinoiden voimakasta kasvua. (Ojala ym. 2008: 9.)

2.3 Euroopan unionin päästökauppa

Euroopan komission (2006: 14) sanoin Euroopan unioni, johon Suomikin kuuluu, on eturintamassa ilmastonmuutosta vastaan käytävässä taistelussa. EU pitääkin itseään merkittävänä taloudellisena voimana, jonka velvollisuutena on näyttää esimerkkiä muulle maailmalle. Unioni käynnisti eurooppalaisen ilmastonmuutosohjelman (ECCP, European Climate Change Programme) maaliskuussa 2000 ja on yhdessä teollisuuden edustajien, ympäristöjärjestöjen sekä muiden eturyhmien kanssa säätänyt 42 toimenpidettä kasvihuonekaasujen vähentämiseen. Yksi tärkeimmistä toimenpiteistä on päästökauppajärjestelmä, jonka EU otti päävälineekseen Kioton pöytäkirjassa hyväksymiensä ilmastopoliittisten tavoitteiden saavuttamiseksi. (Aatola, ym: 81; Euroopan komissio 2006: 14–15.)

E erityisesti yhdysvaltalaisen Acid Rain -kauppaohjelman kokemuksia on hyödynnetty EU:n päästökauppajärjestelmää luotaessa. EU:n päästöoikeuksilla käytävä kauppa on tällä hetkellä maailmanlaajuisesti mittavin ja haasteellisin koskaan käytäntöön pantu päästöoikeusjärjestelmä. Lisäksi Euroopan unionin päästökaupalla tehtävä päästöjen

vähennyksen tavoite asettui muihin Kioton pöytäkirjan sopimusosapuoliin nähden selvästi kunnianhimoisemmaksi. (Aatola ym. 2008: 81.)

Euroopan unionin päästökaupalla on siis selkeä yhteys Kioton pöytäkirjaan ja sen velvoitteiden täyttämiseen, mutta sitä ei pidä sekoittaa Kioton pöytäkirjan päästökauppaan ja sen joustomekanismeihin (Leskelä 2004: 12). EU:n päästökauppajärjestelmä on yritysten välistä kaupankäyntiä, jossa kansallisen päästökaton mukainen määrä päästöoikeuksia on jaettu järjestelmään kuuluville yrityksille (Aatola ym. 2008: 82). Mukana päästökaupassa on tuhansia teollisuuslaitoksia, jotka nykyisillä toimillaan tuottavat lähes puolet koko Euroopan hiilidioksidipäästöistä. EU onkin kehittänyt päästökauppajärjestelmän, jonka avulla on pyritty löytämään mahdollisimman kustannustehokas, markkinapohjainen ratkaisu päästöjen vähentämiseksi. (Ojala ym. 2008: 6.)

Päästökauppajärjestelmällä taataan ostajat päästöoikeuksille, sillä päästörajansa ylittävät yritykset joutuvat maksamaan raskaita sakkoja, mikäli eivät kata ylittävää osaansa muilta ostetuilla päästöoikeuksilla (Euroopan komissio 2006: 15). Sakko puuttuvista päästöoikeuksista oli EU:n päästökaupan ensimmäisellä velvoitekaudella 40 euroa puuttuvaa päästöoikeutta kohden. Tämän lisäksi yrityksen tuli luovuttaa puuttuvat oikeudet viranomaisille seuraavana vuonna. Toisella velvoitekaudella sakoa korotettiin 100:n euroon puuttuvaa päästöoikeutta kohden, johon päälle yrityksen on vielä luovutettava puuttuvat päästöoikeudet viranomaisille seuraavana vuonna, käytännössä siis yrityksen on sakon lisäksi suoritettava puuttuneiden päästöoikeuksien suuruinen päästöoikeushankinta tai päästövähennys. (Nykänen ym. 2006: 55–56.)

Kasvihuonekaasupäästöjen kustannustehokasta ja taloudellista vähentämistä edistävä päästökauppalaki astui Suomessa voimaan elokuussa 2004, kun ensimmäinen EU:n päästökaupan jakso alkoi 1.1.2005. Halu pitää järjestelmä yksinkertaisena asetti rajoitteita ja päästökaupan piiriin kuuluikin ensimmäisellä kaudella kasvihuonekaasuista vain hiilidioksidi. Ensimmäinen kausi kesti harjoittelumielessä vain kolme vuotta, vuodet 2005–2007. (Linnainmaa, Mälkki & Laurikka 2005: 7; Ilme 2005: 17; Nykänen ym. 2006: 52.)

Kansallisen jakosuunnitelman tekeminen on yksi Euroopan unionin päästökaupan velvoitteista ja se rajaa yrityksille jaettavien päästöoikeuksien kokonaismäärän. Jakosuunnitelma pitää huolen siitä, että EU:n päästökaupan piiriin kuuluvien

jäsenmaiden toimet ovat maiden Kioto -sopimuksessa asetettujen tavoitteiden mukaisia. Kansallisista jakosuunnitelmista ilmenevien päästömäärien yhteenlaskettu summa on täten Euroopan unionin päästöjen rajoitettu kokonaismäärä. Hiilidioksidipäästöjen rajoituksista määritetään jakosuunnitelmissa, jolloin selväksi tulevat niin ikään osuudet siitä kuinka paljon päästöjä rajoitetaan päästökaupalla ja vastaavasti kuinka paljon muilla toimilla. (Nykänen ym. 2006: 53.)

Ensimmäiselle velvoitekaudelle valtaosa päästöoikeuksista jaettiin kunkin vuoden helmikuussa ilmaiseksi yrityksille, mutta mailla oli mahdollisuus jakaa yrityksille viisi prosenttia oikeuksista käymällä huutokauppaa. Toisella velvoitekaudella, 2008–2012, kymmenen prosenttia oikeuksista on voitu huutokaupata. Kansallista jakosuunnitelmaa tehtäessä oli myös mahdollisuus varata tietty määrä päästöoikeuksia uusille laitoksille, minkä kaikki jäsenvaltiot käyttivät hyväkseen. Huutokaupasta tulee vuonna 2013 alkavalle uudelle päästökaupakaudelle ensisijaisin menetelmä päästöoikeuksien jakamiseen. Kaikille avoimet huutokaupat mahdollistavat päästöoikeuksien oston kaikissa Euroopan unionin jäsenmaissa, unionin jokaiselle toimijalle. (Nykänen ym. 2006: 53–55; Ojala ym. 2008: 6.)

EU:n päästökaupan ensimmäinen kausi aiheutti epäilyjä järjestelmän toimivuudesta, ja sähkön hinnan nousua pidettiin jonkinlaisena osoituksena järjestelmän epäonnistumisesta. Pääasiassa huoli EU -maiden kilpailukyvyn heikkenemisestä ja pääoman virtaamisesta päästöjä rajoittamattomiin maihin ajoi myös pohtimaan järjestelmän kannattavuutta. Ilmaiseksi jaettujen päästöoikeuksien myynnistä energiayhtiöille seuranneita tuloja pidettiin epäreiluina. (Aatola ym. 2008: 82.)

Päästökaupan ensimmäisellä velvoitekaudella päästöoikeuksien hinta seuraili tarkasti energiahyödykkeiden, kuten öljyn, hiilen ja kaasun hintoja ja niiden muutoksia. Päästöoikeuksien hinnat lähtivät vuoden 2005 aikana voimakkaaseen nousuun. Hinnat kohosivat vajaasta kymmenestä eurosta hieman yli 30 euroon, mutta jäivät sitten pysyvästi 20–25 euron tuntumaan. Korkeaa hintaa pidettiin näyttönä voimakkaasta kysynnästä, kunnes päästöoikeuksien hinnat romahtivat huhtikuussa 2006. Tieto siitä, että jaettujen päästöoikeuksien määrä ylitti päästöjen määrän, tuli markkinoilla toimijoiden tietoon. Ylijäämä laski hintoja hetkessä runsaasti. (Aatola ym. 2008: 86.)

Epävarmuus päästökauppajärjestelmää kohtaan ja puute päästöjen markkinatiedoista johtivat hinnan suureen vaihteluun EU:n ensimmäisellä päästökaupakaudella.

Aiheeton huoli sen sijaan oli pelko korkeista vaihdantakustannuksista ja jäykästi toimivista markkinoista, sillä markkinoiden maksuvalmius kehittyi ripeästi. Pääsaavutuksena ensimmäisellä päästökauppa kaudella Euroopan unionin talousalueella voidaan pitää päästökaupan edellyttämän infrastruktuurin luomista sekä päästöjä koskevan todennettujen päästötietojen tuottamista, jonka varaan oli hyvä rakentaa seuraavia päästökauppakausia. (Aatola ym. 2008: 88.)

Ensimmäisenä päästökauppavuotena 2005 päästömäärät olivat yhteensä järjestelmään kuuluvissa laitoksissa Suomessa 33,1 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia (Mt CO₂-ekv.) ja vuonna 2006 päästöt nousivat 35 prosenttia vuoden 2005 määrästä. Vuonna 2007 päästöt olivat edelleen noin 28 prosenttia aloitusvuotta korkeammat ja vuonna 2008 noin 10 prosenttia vuoden 2005 tasoa korkeammat. Syynä päästöjen nousuun pidetään sitä, että valtiot eivät tahtoneet teollisuutensa kärsivän lisäkustannuksista päästöjen vähentämisestä johtuen ja tästä syystä päästöoikeuksia jaettiin laitoksille ensimmäisellä velvoitekaudella todellista tarvetta enemmän. Näin ollen kansallisten päästökattojen liiallinen löysyys, päästöoikeuksien jako ilmaiseksi ja velvoitekauden lyhyys olivat syitä ensimmäisen päästökauppakauden huonoihin päästövähennystuloksiin (Jutila 2008: 73; Kärkkäinen 2009.)

Toisella, jo lähes loppumassa olevalla kaudella, päästöoikeudet on jaettu Kioton pöytäkirjan asettamien tavoitteiden mukaan, jolloin vuoden 2012 loppuun mennessä EU:n pitää kaikkiaan vähentää päästöjään kahdeksan prosenttia vuoden 1990 tasosta (Aatola ym. 2008: 83). Vuonna 1990 EU -maiden hiilidioksidipäästöt olivat yhteensä noin 4 miljardia tonnia hiilidioksidiekvivalenttia, Suomen hiilidioksidipäästöt vastaavasti 54 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia. Saksa oli vuonna 1990 selvästi suurin päästäjämaa EU:ssa (950 Mt CO₂-ekv.), Iso-Britannia toiseksi suurin (553 Mt CO₂-ekv.), kun taas Suomen osuus kaikista EU:n päästöistä oli vain yksi prosentti. (IEA 2011.)

Taloustaantumana myötä vähentynyt tuotanto on lisännyt ylimääräisten päästöoikeuksien määrää. Päästöoikeuksien tarjonta on siten lisääntynyt kysyntään nähden huomattavasti, jonka vuoksi oikeuksien hinnat ovat laskeneet selvästi ajasta ennen taantumaa. Päästöoikeuksien hinnat tulevat vastaisuudessakin seurailemaan öljyn ja osakkeiden hintoja, ja päästöoikeuksien hinnat ovat siten luonnollisesti riippuvaisia Euroopan taloudellisesta kehityksestä, mutta myös muun muassa säävaihteluista. Teollisuuden huoli on, että tuotanto siirtyy kokonaan maihin, joissa päästökauppa ei harjoiteta. Syynä

tähän olisi halvempi työvoima sekä raaka-aineet. Energian hintaa vastaavasti pidetään pienenä tekijänä muihin kuluihin nähden, jopa energiaintensiivisillä aloilla. (Ahola 2009: 4; Kärkkäinen 2009.)

Euroopan unionilla on selkeät tulevaisuuden päästötavoitteet, ja ne on asetettu vuoden 2005 suhteen. IEA:n (2011) tilastoista selviää, että EU:n hiilidioksidipäästöt vuonna 2005 olivat noin 3 980 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia. Jutilan (2008: 73) mukaan vuoteen 2020 mennessä EU:n hiilidioksidipäästöjä on tullut vähentää 20 prosenttia, vuonna 2030 30 prosenttia, vuonna 2040 40 prosenttia ja vuonna 2050 50 prosenttia 2005 vuoden tasosta. Päästökaupan mahdollisuutena on vähäpäästöisten ja päästöttömien tuotantomuotojen kilpailukyyn kasvu. Uhkana voidaan pitää sitä, että kasvihuonekaasupäästöt eivät vähene globaalisti, kun Euroopasta on mahdollista tapahtua hiilivuotoa; päästöjen siirtymistä päästökaupan ulkopuolisiin maihin, joka osaltaan lisää globaaleja päästöjä. (Jutila 2008: 73)

Arvioiden mukaan EU:n energiatehokkuutta parantamalla säästöä syntyy noin 100 miljardia euroa, jonka lisäksi päästöt vähenevät lähes 800 tonnilla vuodessa. Päästökaupasta saatavat vuotuiset tulot olisivat arvioiden mukaan 50 miljardin euron luokkaa vuoteen 2020 mennessä. Tulot päästökaupasta kertyvät EU:n jäsenmaille, mutta EU -komission ehdotukseen sisältyy suositus tulojen käyttämisestä ilmasto- ja energiapoliittisiin toimiin. Arvioiden mukaan ilmasto- ja energiapaketin suorat kustannukset tulisivat olemaan noin 0,6 prosenttia maiden bruttokansantuotteesta. Paketti rahoitetaan luonnollisesti jäsenmaiden julkisen ja yksityisen sektorin varoin, ja toimien on arvioitu vaikuttavan suotuisasti myös happamoittavien päästöjen vähentämiseen. (Ojala ym. 2008: 8.)

Seuraavalla päästökauppakaudella, 2013–2020, päästökauppajärjestelmä muuttuu merkittävästi, kun kansallisista jakosuunnitelmista luovutaan ja siirrytään täysin EU-tasolla harmonisoituun järjestelmään. Tämä tarkoittaa sitä, että muun muassa päästöoikeuksien kokonaismäärästä, ilmaiseksi jaettavien päästöoikeuksien määrästä ja pelisäännöistä päätetään vastedes yhteisön tasolla. Samoin huutokaupattavien päästöoikeuksien määrästä ja pelisäännöistä sekä päästöjen mittaamisesta ja raportoinnista tulee yhteisön tasolla päätettäväksi. Päästöoikeuksia tullaan jakamaan aikaisempia kausia vähemmän kolmannella kaudella, kun tavoitteena on vähentää vähintään 20 prosenttia päästökauppajärjestelmän kattamia päästöjä vuoden 2005 päästömääristä. Tavoite pyritään saavuttamaan vähentämällä päästöoikeuksien määrää

lineaarisesti vuosi vuodelta, vuodesta 2013 lähtien. (Energiateollisuus 2012; Ojala ym. 2008: 6.)

Epäoikeutettuna pidetyt sähköntuotannon ilmaiseksi saamat päästöoikeudet lakkaavat, joten sähköntuotanto ei saa enää ilmaisia päästöoikeuksia kolmannella kaudella, vaan se joutuu ostamaan kaikki tarvitsemansa päästöoikeudet huutokaupoista tai markkinoilta. Vastaavasti lämmöntuotanto saanee ilmaisia päästöoikeuksia edelleen, mutta niiden määrä tulee vähentymään merkittävästi. EU:n on järjestelmän uudistuksen yhteydessä kuitenkin keskityttävä energiantensiivisen teollisuuden erityisaseman turvaamiseen. Näille toimialoille, jotka ovat alttiita niin sanotuille hiilivuodoille eli päästöjen siirtymiselle päästökaupan ulkopuolisiin maihin, voitaisiin jakaa ilmaisia päästöoikeuksia suhteellisesti enemmän. Luokkansa parhaita laitoksia voitaisiin palkita, jos päästöoikeudet jaettaisiin laitosten tehokkuutta huomioivien kriteerien mukaan. Tätä pidetään tärkeänä, sillä se voisi vähentää toimialojen kustannussyistä johtuvaa tuotannon siirtämistä EU:n ulkopuolelle, päästökaupan piiriin kuulumattomille alueille. (Energiateollisuus 2012; Ojala ym. 2008: 6–7.)

Uuden päästökauppadirektiivin mukaan päästökaupan alaisuuteen liittyy kolmannelle kaudelle uusia teollisuuden toimialoja, kuten kemian- ja metalliteollisuutta. Lisäksi hiilen talteenottoa ja varastointia harjoittavat laitokset liittyvät päästökaupan piiriin kolmannella kaudella. Ilmailusektori liitettiin mukaan jo vuoden 2012 alusta. Kolmannella kaudella Kioton pöytäkirjan mukaisten joustomekanismien hyödyntäminen päästökauppajärjestelmässä riippuu kansainvälisen ilmasopimuksen aikaan saamisesta. Mikäli kansainvälistä sopimusta ei saada aikaan, rajoitetaan mekanismien hyödyntämistä selvästi. (Valtion ympäristöhallinto 2012a.)

Vuonna 2013 alkava päästökauppakausi kestää aina vuoteen 2020, joten se on selkeästi edellisiä kausia pidempi. Kansalliset päästövähennystavoitteet poistuvat ja koko EU:lle tulee yhtenäinen vähennystavoite. Tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasuja päästökauppasektorilla 21 prosenttia vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä. Suomessa päästökauppaan kuuluvat laitokset kattavat noin puolet Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Vastaavasti päästökaupan ulkopuolisille sektoreille on Suomelle määrätty 16 prosentin vähennystavoite vuoden 2005 tasosta. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2012; Valtion ympäristöhallinto 2012b)

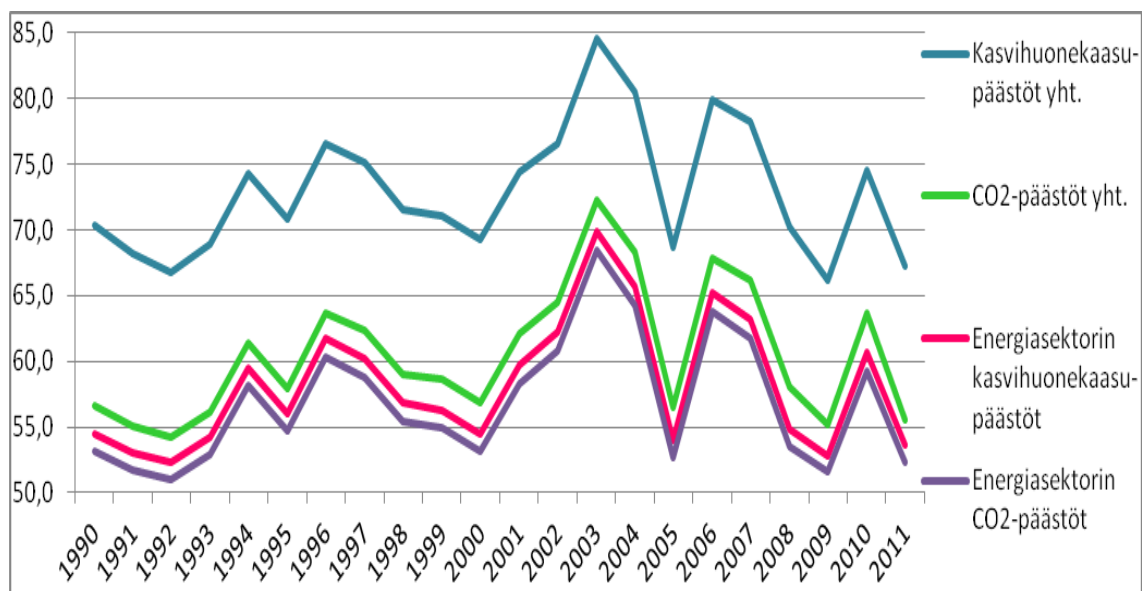
2.4 Energia, päästökauppa ja Suomi

Suomen ilmastopoliitikan tavoitteena on rajoittaa ilmastonmuutosta aiheuttavia kasvihuonekaasupäästöjä osana Euroopan unionia siten, että Kioto -kauden 2008–2012 keskimääräiset vuotuiset päästöt Suomessa ovat korkeintaan yhtä suuret kuin vuonna 1990 (KTM 35/2004: 10). Suomessa aiheutetuista päästöistä yli puolet kuuluu EU:n päästökaupan piiriin ja noin kolmannes Suomen kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu kaukolämmön ja sähkön tuotannosta. Tärkeimpiä toimenpiteitä ilmastotavoitteiden saavuttamiseen Suomessa ovat uusiutuvan energian käytön edistäminen sekä energiansäästö; vähentämällä energiankulutusta, energiaa runsaasti käyttävien tuotteiden kulutusta sekä lisäämällä vähäpäästöisiä tai päästöttömiä energialähteitä voidaan energian tuotannon päästöjä vähentää tehokkaasti. Lisäydinvoiman rakentamispäätöksellä on ollut suuri merkitys Suomen päästöjen vähentämisen kannalta. (Energiateollisuus 2012.)

Suomen energiapolitiikkaan vaikuttavat tuntuvasti niin lisääntynyt kansainvälinen päätöksenteko kuin tuontien energian hinta- ja saatavuusnäkökulmat. Peruslähtökohtina Suomen energiapolitiikalla on turvata energian saatavuus, energian kilpailukykyinen hinta sekä pitää syntyvät päästöt kansainvälisten sitoumusten rajoissa. Ympäristöhaittojen vähentäminen sekä sopeutuminen kestävä kehityksen periaatteisiin ovat muita Suomen energiapolitiikan tavoitteita. Tavoitteena on lisäksi Suomen energiajärjestelmän monipuolisuuden ja toimintavarmuuden turvaaminen, tehokkuuden korostaminen, ympäristötavoitteiden noudattaminen sekä kotimaisten energialähteiden, uusiutuvan energian ja energian tehokkaan käytön edistäminen sekä uuden energiateknologian edistäminen ja käyttöönotto. (KTM 35/2004: 10-12.)

Energiankulutuksen aiheuttamat paineet ympäristöön vähenisivät, mikäli energiatehokkuutta pystytään lisäämään siten, että Suomen primäärienergian käyttö pienenee ja siten myös energiantuotannon lisätarve vähenisi. Uusia energiatehokkaita menetelmiä on kuitenkin syytä arvioida niiden koko elinkaaren ajalta, jotta mahdolliset ympäristövaikutukset ovat tunnistettavissa. Muuttamalla yhdyskuntarakennetta on mahdollista parantaa energiatehokkuutta ja säästää energiaa, mutta se ei saa aiheuttaa terveys- tai ympäristövaikutuksia. (Hildén, Karvosenoja, Koskela, Kupiainen, Laine, Rinne, Seppälä, Savolahti & Sokka 2008.)

Suomen kasviuonekaasupäästöt ovat vaihdelleet vuosittain huomattavasti johtuen lähinnä energiasektorin sähköntuonnin ja fossiilisen lauhdesähkön tuotannon muutoksista. Muiden sektoreiden osuus päästöistä on selkeästi vähäisempi, eikä vuosittainen vaihtelu päästöjen määrissä ole ollut yhtä suurta kuin energiasektorilla. Kuvio 1 esittää Suomen kokonaiskasviuonekaasu- ja hiilidioksidipäästöt sekä energiasektorin kasviuonekaasu- ja hiilidioksidipäästöt vuosien 1990–2011 välisenä aikana. Kuviosta nähdään, että energiasektorin kokonaispäästöistä hiilidioksidipäästöjen osuus on valtaisa, ja että Suomen kokonashiilidioksidipäästöistä valtaosa syntyy nimenomaan energiasektorilla. (Energiamarkkinavirasto 2012a; Tilastokeskus 2012b)



Kuvio 1. Suomen kokonaiskasviuone- ja hiilidioksidipäästöt sekä energiasektorin kasviuonekaasu- ja hiilidioksidipäästöt 1990–2011.

Taloustaantumana on vähentänyt teollisuuden ja energian tuotantoa. Kuten Kuvio 1 nähdään, vuoden 2006 huipun jälkeen alkoi alamäki päästöjen osalta, kunnes vuonna 2010 energiasektorin päästöt taas kasvoivat 15 prosenttia vuoteen 2009 verrattuna, ollen 81 prosenttia vuoden 2010 kokonaispäästöistä. Vastaavasti vuoden 1990 päästöihin verrattuna energiasektorin päästöt olivat noin 11 prosenttia suuremmat vuonna 2010. Tämä johtui lähinnä siitä, että pohjoismainen vesivoimatilanne oli heikko, joten Suomi vastasi sähkönkysyntään tuottamalla hiililauhdesähköä, jolloin päästöt kasvoivat lähes 25 prosenttia. Myös liikenteen ja teollisuusprosessien sekä raudan ja teräksen tuotannon ja maatalouden päästöt nousivat edellisestä vuodesta, tosin maatalouden päästöt ovat

laskeneet noin 11 prosenttia vuodesta 1990 keinolannoituksen vähenemisen ja tuotantoeläinmäärän laskun vuoksi. (Tilastokeskus 2012c)

Kemianteollisuuden kokonaispäästöt vähenivät lähes 40 prosenttia vuonna 2010 vuodesta 2009 uusien päästövähennysmenetelmien vaikutuksesta. Jätesektorin päästöt ovat vähentyneet noin 45 prosenttia vuodesta 1990 jätelain ja EU:n kaatopaikkadirektiivien myötä, mutta myös jätteiden synnyn ehkäisy, tehostuneen kierrätyksen ja jätevesien puhdistuksen sekä lisääntyneen kaatopaikkakaasun talteenoton vuoksi. Puuston kasvu on Suomen hiilinielu, ja maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous, LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry), -sektorin päästöt ilmakehään ovat pienemmät kuin sen keräämät päästöt ilmakehästä. (Tilastokeskus 2012c)

Vuonna 2011 niin kokonaispäästöt kuin energiasektorin päästöt laskivat vuoden 2010 tasosta. Tämä johtui niin taantumasta kuin lämpimästä säästä ja hyvästä pohjoismaisesta vesivoimatilanteesta, jotka vähensivät lämmön- ja sähköntuotantoa vuonna 2011. Vuoteen 2010 verrattuna kivihiilen kulutus pieneni 21 prosenttia, maakaasun 10 prosenttia ja turpeen kahdeksan prosenttia vuonna 2011. Tästä johtuen energian tuotannon ja käytön hiilidioksidipäästöt vähenivät yli 11 prosentilla. Fossiilisten polttoaineiden käyttöä vähensi nimenomaan teollisuus- ja energiatuotannon supistuminen ja sähkön kasvanut tuonti. (Energiamarkkinavirasto 2012a; Tilastokeskus 2012c)

Error! Reference source not found. Vuonna 2011 päästökaupanpiiriin kuuluvat päästöt vähenivät noin 15 prosenttia ja kokonaispäästöt noin 10 prosenttia vuoteen 2010 verrattuna. Vastaavasti päästökauppaan kuulumattomien sektoreiden, kuten maatalous, jätehuolto, liikenne ja rakennusten lämmitys, päästöt vähenivät vain noin kaksi prosenttia edellisvuodesta. Tulevaisuudessa, vuosien 2013–2020 aikana, Suomen päästövähennystavoite on päästökauppaan kuulumattomilla sektoreilla 16 prosenttia vuoden 2005 tasosta. (Tilastokeskus 2012c)

Tilastokeskus (2012c) selittää päästövaihteluita energiasektorin sähköntuonnin ja fossiilisen lauhdesähkön tuotannon muutoksilla. Tilastokeskuksen mainitsemat syyt aiheuttavat myös sähkönhinnan vaihtelua ja heiluttavat siten päästöoikeuksien hintoja ja päästömääriä. Päästökaupan alkaessa päästöoikeuksien hinnat nousivat ja päästöt vähenivät. Vuonna 2006 päästöoikeuksien hinnat laskivat ja päästömäärät nousivat.

Pankkikriisin aiheuttaman taloustaantumana ja sen myötä supistunut tuotanto taas on syyllinen päästöjen laskuun vuosina 2008 ja 2009. (Tilastokeskus 2012c.)

Kuten mainittu, on Kioton pöytäkirjan ensimmäisen velvoitekauden (2008–2012) velvoite Suomen osalta rajoittaa kasvihuonekaasupäästöt perusvuoden tasolle. Vuosi 1990 on perusvuosi muiden kasvihuonekaasujen osalta paitsi F-kaasujen, joiden perusvuosi on 1995. EU:n päästökaupan säädösten mukaisesti Suomi on luovuttanut osan päästöyksiköistään päästökauppasektorin toiminnanharjoittajille ja nämä ovat velvollisia vuosittain palauttamaan vuosittaisia päästöjään vastaavan määrän päästörekiisteriin. (Tilastokeskus 2012c)

Suomalaislaitoksille myönnettiin kaudelle 2008–2012 päästöoikeuksia yhteensä lähes 188 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia, eli noin 37,6 Mt CO₂-ekv. vuodessa. Päästöoikeudet on jaettu toiminnanharjoittajille maksutta, mutta 7 miljoonaa päästöoikeutta päästöoikeuksien kokonaismäärästä jätettiin jaettavaksi päästökaupunkauden aikana niin sanotuille uusille osallistujille. Päästöoikeuksia on kuitenkin jaettu tuotantolaitoksille niiden arvioituja päästöjä vähemmän ja energia-alaan on kohdistettu suurimmat leikkaukset. (Energiateollisuus 2012.)

Suomi täyttää veloitteensa, mikäli sillä on velvoitekauden tilityskauden loputtua tilillään kansallisia päästöjä vastaava määrä. Tätä määrää seurataan vuosittain kasvihuonekaasujen inventaarion avulla. Mikäli toiminnanharjoittajien päästöt ovat suuremmat kuin heidän päästöoikeutensa, on lisäoikeuksia mahdollista hankkia päästökaupan avulla. Vastaavasti, jos toiminnanharjoittajilla on ylimääräisiä oikeuksia, on ne mahdollista myydä tai siirtää seuraavien vuosien käyttöä varten. Mikäli Suomen kokonaispäästöt ovat suuremmat kuin Kioton pöytäkirjan mukaan on sallittu, on mahdollista hankkia päästöoikeuksia lisää Kioton pöytäkirjan mukaisilla päästökauppamarkkinoilla tai joustomekanismien toteutuksella. Suomi onkin varautunut kompensoimaan päästökauppaan kuulumattomien päästöjen kasvua hallituksen päästöyksiköiden hankintaohjelman mukaisesti hankittavien päästöyksiköiden kautta. (Tilastokeskus 2012c.)

Suomen Kioto -tavoite näyttää olevan realistinen ja saavutettavissa, sillä kuten Kuvio 1 nähtiin, ovat Suomen kokonaispäästöt vuosien 2008–2011 välillä olleet keskimäärin vuoden 1990 tasoa alhaisemmat, pois lukien vuosi 2010. Keskimäärin Suomen päästöt ovat olleet 69,6 Mt CO₂-ekv. vuodessa, kun taas vuoden 1990 päästöt olivat 70,4 Mt

CO₂-ekv. Tästä voidaan laskea, että mikäli Suomen päästöt vuonna 2012 tulevat olemaan korkeintaan 73,8 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia, on Kioto -tavoite Suomen osalta saavutettu. Laskelmassa ei tosin ole otettu huomioon sitä, että F-kaasujen perusvuosi on 1995, sillä F-kaasujen osuuden on todettu olevan vain noin yksi prosentti kaikista kasvihuonekaasupäästöistä Suomessa, eikä siten vaikuta merkittävästi laskelmiin. Tämän lisäksi Suomi saa hyvitystä metsän hoidosta Suomelle määritetyn nielukaton verran, joka on 0,58 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia per vuosi, koko velvoitekauden osalta siis noin 2,9 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia, joka saadaan sopimuskauden päätyttyä. Tämä tarkoittaa, että vuonna 2012 Suomen päästöt voivat olla yhteensä jopa 76,7 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia ja Kioto -velvollisuus on silti täytetty. (Tilastokeskus 2012c)

2.5 Päästökauppatutkimuksia

Vaikka Kioto -tavoite on Suomen osalta realistinen, on päästökauppa Carbon Trade Watchin (2011) mukaan epäonnistunut tehtävässään. Teoriassahan päästökaupan pitäisi toimia päästövähennysten kannustajana, sillä päästöoikeuksien niukkuuden tulisi nostaa päästöhintoja ja tehdä päästäminen kalliiksi ja ajaa siten päästövähennyksiin. EU:n ensimmäisellä päästökauppaudella päästöoikeuksien määrä oli suuri, joten niukkuutta ei syntynyt ja päästöoikeuksien hinnatkin romahtivat. Toisen päästökauppauden ”riesana” on ollut talouden taantuma ja pankkikriisi, jotka ovat laskeneet tuotantoa ja sen myötä päästöjä. Päästöt ovat olleet toisellakin kaudella päästöoikeuksia alhaisemmat, joten päästökatto ei ole päässyt näyttelemään roolia päästövähennyksissä. (Carbon Trade Watch 2011.)

Carbon Trade Watchin mukaan EU:n päästökauppajärjestelmä on epäonnistunut päästövähennyshankkeessaan. Tämä on seurausta siitä, että yritykset ovat saaneet liikaa päästöoikeuksia, joten niiden ei ole ollut pakko vähentää päästöjään. Myös suomalaisilla yrityksillä on ylimääräisiä päästöoikeuksia käytettäväksi vielä vuonna 2012 tai vuonna 2013 alkavalla uudella päästökauppaudella. Tämä tarkoittaa sitä, että yritysten, joilla on päästöoikeuksia tallessa ennen uutta päästökauppakautta, tarvitsee hankkia vähemmän lisäoikeuksia huutokaupasta. Näin ollen uuden päästökaton päälle tulee vielä reilu määrä aiemmilta vuosilta säästöön kertyneitä päästöoikeuksia. Lisäksi huomioon tulee ottaa Kioton joustomekanismeilla hankitut päästöoikeudet, jotka lisäävät päästöjen sallittua määrää entisestään. Näin päästöt eivät todennäköisesti tule

vähentymään määrätyn päästökaton tasolle kolmannella päästökauppakaudella. (Carbon Trade Watch 2011)

Toisaalta pelkona on lisääntyvä hiilivuoto sekä viennin kärsiminen, jonka päästöoikeuspakko ja huutokauppa voi aiheuttaa. Leppänen (2009) mainitsee tutkimuksessaan, että sähkön ja päästöoikeuden hinnan välillä on selkeä yhteys. Tosin, koska pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla noin 70 prosenttia tuotetaan vesi- ja ydinvoimalla, ei näillä muodoilla tuotetun sähkön hintaan ole päästökaupalla suoraa vaikutusta vaan sähkön pörssihinta määräytyy lähinnä runsaspäästöisen hiililauhdevoiman tuotantokustannusten mukaisesti. Teollisuuden kilpailukyky laskee, kun päästökaupan seurauksena nousseet sähkön ja raaka-aineiden hinnat nousevat. Energian hinnan mukana myös yleinen kustannustaso nousee ja vaikuttaa täten maan kilpailukykyyn. Päästökaupan piiriin kuuluvan maan tai toimijan kilpailukyky kärsii sellaisiin toimijoihin nähden, joita eivät päästörajoitukset koske. Suomi on raskaan teollisuuden ja suuren vientisektorin takia altis hiilivuodoille, koska korkeat energian hinnat altistavat hintakilpailuvyvyn menettämiseen, ja siten teollisuuden investoinnit suuntautuvat ulkomaille. (Leppänen 2009.)

Leppänen (2009) mainitsee tutkimuksessaan, että myös EU:n sisällä kilpailu on vääristettyä valtiollisen taakanjaon ja päästöoikeuksien allokoinin seurauksena. Energiaintensiivinen vientisektori on suurin kärsijä, kun päästökaupan kustannuksia ei voida siirtää suoraan tuotteeseen kärsimättä heikommasta kilpailuvyvystä. Leppäsen mukaan Suomessa kärsijöiksi ovat joutuneet muun muassa paperin ja teräksen valmistus, joiden vienti suuntautuu pääasiassa päästökaupan ulkopuolisille markkinoille. Lisäksi Leppänen toteaa, että Suomessa energiatehokkuutta parantavia investointeja on tehty reilusti jo ennen päästökaupan alkamista, joten nykyisten päästövähennysten rajakustannukset ovat korkeammat. (Leppänen 2009.)

VATT (2009) on Leppäsen kanssa samoilla linjoilla ja toteaa päästökaupan lisäävän sähköntuotannon kustannuksia eritoten fossiilisia polttoaineita käyttävien tuotantolaitosten osalta. Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla päästökauppa vaikuttaa sähkön tukkuhintaan, joka muodostuu muuttuvilta tuotantokustannuksiltaan kalleimman sähköä tuottaneen voimalaitoksen rajatuotantomuodon kustannusten mukaisesti joka tunnille. Suuren osan ajasta rajatuotantomuoto on hiililauhde, jonka mukaan sähkön markkinahinta muodostuu. Tästä johtuen, erityisesti vesi- ja ydinvoimalle syntyy rajakustannushinnoittelun vuoksi voittoja, sen ollessa ilman päästökauppaakin

edullisempi. Päästökauppa siis nostaa rajatuotannon kustannuksia ja kasvattaa siten päästöttömien ja hiililauhdetta vähäpäästöisempien tuotantomuotojen voittoja, sähkön hinnan noustessa ja kustannusten pysyessä samana. Näitä viranomaispäätöksestä ja luonteeltaan ansiottomia tuotannon arvonnousuja kutsutaan windfall -voitoiksi. (VATT 2009.)

Kaikki tuottajat, jotka myyvät sähkön marginaalihintaa edullisemmin tuotettua sähköä tienaavat Windfall -voittoja. Windfall -voitoilla tarkoitetaan sekä rajatuotantomuotojen voittoja että päästöoikeuksien ilmaisen alkujaon myötä syntyneitä voittoja. Täten myös hiililauhteelle voi syntyä windfall -voittoa. Ensimmäisen Kioto -kauden jälkeen suurin osa päästöoikeuksista tullaan huutokauppaamaan, joten päästöoikeuksien alkujaon ei tämän jälkeen pitäisi synnyttää uusia windfall -voittoja. (VATT 2009.)

Lise, Sijm & Hobbs (2010) toteavat tutkimuksessaan, että päästökauppa ja sen sähkön hintaa nostattava vaikutus vähentävät päästöjä merkittävästi, sillä hinnan nousu ei vaikuta ainoastaan tuottajan päätöksentekoon vaan myös kuluttajan päätökseen. Sähkön hinnan nousu nimittäin vähentää kuluttajan sähkön kysyntää. Rajala (2005) havaitsi ympäristöekonomian pro gradu -tutkielmassaan, että päästökaupan aiheuttama tuotannon rajakustannusten muutos on päästöoikeuden markkinahinta kertaa tuotannon päästökerroin. Rajakustannusten nousu supistaa tuotantoa, joten kysyntä ja tarjonta siirtyvät uuteen tasapainoonsa. Rajalan mukaan päästökauppa aiheuttaa epäsuoria vaikutuksia sähkön hinnan nousun myötä ja niitä voidaan tarkastella samanaikaisesti suorien vaikutusten kanssa. Tämä voidaan tehdä siten, että tuotannon rajakustannusten muutokseen lisätään sähkön hinnan muutoksen aiheuttama lisäkustannus tuotetulle lopputuoteyksikölle. (Rajala 2005)

Helsingin Sanomat (2011) uutisoi 1.3.2011 päästökaupan johtaneen vain pieniin päästövähennyksiin. Uutisessa mainitun tutkimuksen taustalla on tutkimusyhtiö Point Carbon, jonka mukaan 59 prosenttia EU:n energia-alan suurista toimijoista tai merkittävistä energian kuluttajista (yhteensä 138 raskaan teollisuuden yritystä) on leikannut päästöjään päästökaupan ansiosta. Tosin suurimman osan päästövähennykset ovat jääneet marginaalisiksi, tarkoittaen alle viiden prosentin päästövähennyksiä vuosina 2009 ja 2010. Tutkimuksessa mukana olleista yrityksistä yhdeksän prosenttia ilmoitti aikovansa vähentää päästöjä tulevaisuudessa. Point Carbonin selvitys tukee tietoa siitä, että päästökaupan ohella Euroopan kasvihuonekaasupäästöt ovat vähentyneet talouden taantuman ansiosta. (Helsingin Sanomat 2011)

Point Carbonin kyselytutkimus osoittaa, että päästökaupalla on kuitenkin ollut jonkinlainen vaikutus yritysten päästövähennyksiin, vaikkakin vielä pieni sellainen. Kirjallisuuskatsaus yleisesti osoittaa, ettei päästökaupan alaisten toimijoiden ole juurikaan tarvinnut ryhtyä päästövähennystoimiin päästökaupan takia, sillä muut tekijät ovat vaikuttaneet päästövähennyksiin. Näin EU:n päästökaupan Cap-and-Trade -järjestelmän mukainen päästökatto ei ole ohjaillut päästöjä, sillä päästöt ovat olleet alhaisemmat kuin asetettu katto. Tutkimusta jatketaan tilastollisen tutkimuksen avulla, kun tarkoitus on selvittää päästökaupan vaikutuksia Suomen päästövähennyksiin.

3. TUTKIMUKSEN METODOLOGIA

Kappale kaksi esitteli tutkittavan aiheen kirjallisuuskatsauksen muodossa. Kirjallisuuskatsaus loi mielikuvan teoreettisesti tehokkaasta päästökaupasta, joka kuitenkaan käytännössä ei ole ollut tehokas eikä siten ole johtanut näkyviin päästövähennyksiin. Tässä kappaleessa tutkitaan päästökaupan vaikutuksia päästöihin empiirisesti hyödyntämällä muun muassa aiheeseen liittyviä tilastoja, jotta saadaan selvyys päästökaupan todellisesta osuudesta päästövähennyksissä Suomessa.

Empiirisen tutkimusosuuden tavoitteena on löytää vastaukset tutkimuskysymyksiin. Tämä kappale esittelee ne tutkimusmenetelmät sekä tutkimusaineiston, joita tässä pro gradu -tutkielmassa on hyödynnetty, jotta kyseiset vastaukset löydetään. Luvussa 3.1 esitellään tutkimusmenetelmät, ne menetelmät, joiden avulla vastaukset tutkimuskysymyksiin on pyritty löytämään. Luku 3.2 esittelee tutkimusaineiston, joihin menetelmiä on sovellettu.

3.1 Tutkimusmenetelmät

Tämä tutkielman empiirisessä eli havainnollisessa tutkimusosuudessa on käytetty kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä. Tarvittavat tiedot kvantitatiiviseen tutkimukseen on mahdollista hankkia muiden keräämistä tilastoista, rekistereistä tai tietokannoista tai tiedot voi kerätä itse (Heikkilä 2008: 17). Tässä työssä on käytetty muiden keräämiä tilastoja, joita on muokattu ja yhdistelty tähän tutkimukseen sopiviksi.

Tutkimuksen tarkoituksena on löytää vastaus tutkimuskysymyksiin, joihin tässä tutkimuksessa on pyritty tilastollisen tutkimuksen avulla. Tilastollinen tutkimus on havainnoivaa tutkimusta, jossa käytetään tietojenkäsittelyn mahdollisuuksia sekä tilastotieteen kehittämiä menetelmiä, jotka perustuvat matematiikkaan ja ennen kaikkea todennäköisyyslaskentaan. Tutkimustiedot kerätään tilastoyksiköistä, jotka muodostavat tutkimuksen populaation eli perusjoukon. Tutkimus on mahdollista suorittaa kokonaistutkimuksena siten, että kaikki tilastoyksiköt pyritään tutkimaan tai otantatutkimuksena, jolloin vain tietty perusjoukon osajoukko eli otos tutkitaan. Tässä tutkimuksessa pyritään hyödyntämään kokonaistutkimusta eli kaikkia tilastoyksiköitä yritetään käyttää tutkimuksessa. Tämä siksi, että tilastohistoria on vielä nuorta kyseisen

tutkimusaiheen osalta ja kaikki saatavilla oleva tieto on tarpeen. (Holopainen & Pulkkinen 1994: 8)

Tilastollisessa tutkimuksessa tulokset esitetään tunnuslukuina, taulukoina tai graafisina esityksinä. Näitä kaikkia tullaan käyttämään tässä tutkimuksessa tuloksia esiteltäessä. Aineistoa esiteltäessä tullaan hyödyntämään taulukoita, jolloin lukijan on helpompi seurata saatuja tuloksia ja vertailla niitä kerättyyn aineistoon. Tuloksia esiteltäessä voidaan tilastoista antaa parhaiten havainnollinen kokonaiskuva, kun niistä muodostetaan graafinen esitys eli diagrammi, joita on olemassa useita erilaisia. Tuloksia julkaistaessa pyritään myös tässä tutkielmassa selventämään taulukon tietoja kuvioilla. Lisäksi tutkielmassa tullaan hyödyntämään tunnuslukuja. (Holopainen, ym. 1994: 8, 121, 209)

Ajansuhteen järjestettyä havaintoarvojen joukkoa kutsutaan aikasarjaksi. Aikasarja voi olla jatkuva tai epäjatkuva. Aikasarjaa voidaan usein kuvata yhdellä tai useammalla komponentilla, joita ovat trendi, kausivaihtelu, suhdannevaihtelu sekä satunnaisvaihtelu. Trendi osoittaa pitkän aikavälin kehityssuunnan, kausivaihtelu jaksottaista, suhteellisen säännöllistä heilahtelua trendin molemmin puolin, suhdannevaihtelu pitkän aikavälin epäsäännölliset heilahtelut ja satunnaisvaihtelu sen epäsäännöllisen osan aikasarjasta, jota ei voida selittää muiden komponenttien avulla. (Holopainen, ym. 1994: 209–215)

Tässä tutkimuksessa aikasarjoja on tarkasteltu muun muassa *trendin* ja kolmen vuoden *liukuvan keskiarvon* avulla. Liukuvan keskiarvon avulla aikasarjaa voidaan tasoittaa. Laskettaessa yksinkestaista liukuvaa keskiarvoa muodostetaan k:n peräkkäisen aikasarjan arvon summa k:lla jaettuna. Trendin ja liukuvan keskiarvon kuvaajien avulla on mahdollista nähdä sarjojen suunnat helposti. (Holopainen ym. 1994: 215–217)

Korrelaatiokerroin on tilastollinen tunnusluku, jota voidaan käyttää tilastoaalyysiä tehtäessä. Usein puhuttaessa korrelaatiokerroimesta tarkoitetaan sillä *Pearsonin korrelaatiokerrointa*, r . Pearsonin korrelaatio- eli tulomomenttikerroin on hyvin yleinen tapa mitata kahden muuttujan välistä lineaarista riippuvuutta. Sen arvo lasketaan tavallisesti tilasto- tai taulukkolaskentaohjelman avulla. Tilasto-ohjelman avulla voidaan myös laskea samanaikaisesti useiden muuttujien parittaiset korrelaatiokerroimet, jotka esitetään tavallisesti korrelaatiomatriisin muodossa. (Heikkilä 2008: 88, 193; Holopainen, ym. 1994: 156–159.)

Pearsonin korrelaatiokertoimen kaava voidaan kirjoittaa näin:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n s_x s_y}$$

missä n on lukuparien x_i, y_i lukumäärä, s_x, s_y ovat muuttujien x ja y keskihajonnat sekä \bar{x}, \bar{y} ovat muuttujien x ja y keskiarvot. (KvantiMOTV 2012)

Korrelaatiokertoimen vaihteluväli on $-1:n$ ja $+1:n$ välillä. Mikäli kertoimen arvo on 0 tai sitä lähellä, ei muuttujien välillä ole lineaarista riippuvuutta. Jos korrelaatiokerroin on lähellä arvoa $+1$, on muuttujien välillä voimakas positiivinen korrelaatio, jolloin toisen muuttujan arvonmuutos muuttaa toista muuttujaa samansuuntaisesti. Jos kerroin on lähellä arvoa -1 , on muuttujien välillä voimakas negatiivinen korrelaatio, jolloin toisen muuttujan arvonmuutos muuttaa toista muuttujaa vastakkaiseen suuntaa. Näin ollen korrelaatiokertoimen etumerkki osoittaa muuttujien välisen riippuvuuden suunnan. (Heikkilä 2008: 89.)

Positiiviset korrelaatiokertoimen arvot voidaan luokitella tarkemmin siten, että erittäin suuri positiivinen korrelaatio on välillä $0,90 - 0,99$, suuri positiivinen korrelaatio on välillä $0,70 - 0,89$, keskisuuri positiivinen korrelaatio on välillä $0,40 - 0,69$ ja alhainen positiivinen korrelaatio välillä $0 - 0,39$. Negatiiviset korrelaatiokertoimen arvot luokitellaan siten, että alhainen negatiivinen korrelaatio on välillä $0 - -0,39$, keskisuuri negatiivinen korrelaatio välillä $-0,40 - -0,69$, suuri negatiivinen korrelaatio välillä $-0,70 - -0,89$ ja erittäin suuri negatiivinen korrelaatio välillä $-0,90 - -0,99$. (Collis & Hussey 2009.)

Pearsonin korrelaatiokertoimen avulla pystytään tässä tutkielmassa tarkastelemaan päästökaupan alaisten toimijoiden päästöjen riippuvuutta eri tekijöihin. Näin on mahdollisuus selvittää onko päästökauppa aiheuttanut päästövähennyksiä, ja jos on, niin miten paljon. Tutkimuksessa siis tullaan käyttämään kahden muuttujan analyysiä, joten päästökaupan alaisia päästöjä tullaan vertailemaan muihin muuttujiin yksi kerrallaan.

Korottamalla korrelaatiokertoimen arvon toiseen potenssiin saadaan *selitysaste*, r^2 , joka ilmoittaa, kuinka suuren osan selittävä muuttuja x selittää selitettävän muuttujan y

vaihteluista. Selitysaste voidaan ilmoittaa myös prosenteissa, jos esimerkiksi korrelaatiokerroin on 0,4, on selitysaste 0,16 eli 16 prosenttia. Näin ollen x :n avulla pystytään selittämään 16 prosenttia y :n vaihteluista. Prosentteina ilmoitettua selitystasetta kutsutaan *selityskertoimeksi*, R^2 . Mikäli selityskerroin on alhainen, ei x selitä paljoakaan y :n vaihtelusta. Mikäli selityskerroin on korkea, selittää x yksistään suurimman osan y :n vaihteluista. (Heikkilä 2008: 90, 194; Holopainen, ym. 2004: 186.)

Sekä korrelaatiokerrointa että selitystasetta ja -kerrointa tullaan hyödyntämään tässä tutkimuksessa. Huomioitavaa on, että korrelaatiokerroin mittaa ainoastaan kahden muuttujan välisen suhteen vahvuutta, mutta ei kuitenkaan todista niiden välistä syy-seuraus -suhdetta (Davis & Pecar 2010: 460). Näin ollen, vaikka muuttujat korreloisivatkin keskenään, ei niiden välisestä kausaalisesta syy-seuraus -suhteesta ole todistetta. Voimmekin todeta, että korrelaatio ei ole riittävä edellytys kausaalisuhteelle, sillä kaksi asiaa voivat esiintyä yhdessä tai yhtä aikaa ilman, että toinen niistä on aiheuttanut toisen. Näin, sillä molemmilla muuttujilla voi olla yhteiset syyt, jotka saavat ne korreloimaan keskenään. Toisaalta todellisen riippuvuussuhteenkin kohdalla voi olla vaikeaa määrittellä, kumpi on syy ja kumpi seurauksena. (Heikkilä 2008: 194)

P arvo mittaa merkitsevyys- eli riskitasoa ja se kertoo, kuinka suuri riski on, että riippuvuus johtuu sattumasta. Se siis mittaa todennäköisyyttä tehdä virheellinen johtopäätös eli kuinka tilastollisesti luotettava johtopäätös on. Muuttujien välistä riippuvuutta voidaan sanoa olevan vain, mikäli näyttö siitä on riittävän vahvaa. Tulosta voidaan pitää sitä merkitsevämpänä, mitä pienempi riski eli merkitsevyystaso ja p arvo on. (Heikkilä 2008: 185.)

Heikkilän (2008: 186) mukaan riippuvuus on
 tilastollisesti erittäin merkitsevä, jos $p \leq 0,001$;
 tilastollisesti merkitsevä, jos $0,001 < p \leq 0,01$;
 tilastollisesti melkein merkitsevä, jos $0,01 < p \leq 0,05$;
 tilastollisesti suuntaa antava, jos $0,05 < p \leq 0,1$
 ei tilastollisesti merkitsevä $p < 0,1$.

Tilastolliset merkitsevyystestien perusteella ei voida todeta, miten suuri riippuvuuden merkitys on eli onko tulos tärkeä ja onko sillä merkitystä käytännössä. Pieni p-arvo on edellytys riippuvuuden olemassa ololle, mutta siitäkin huolimatta riippuvuus voi olla heikko. P-arvon lisäksi t-arvolla mitataan mallin hyvyttä. Toisin sanoen t-arvojen tulisi

olla itseisarvoltaan vähintään 2, jotta tulos olisi tilastollisesti merkitsevä. Suuri t-arvo vastaa pientä p-arvoa ja pieni t-arvo suurta p-arvoa. T:n raja-arvo 2 vastaa p:n arvoa 0,05. (Heikkilä 2008: 186, 196; Holopainen, ym. 1994: 187–188.)

Tutkimuksessa tullaan hyödyntämään sekä Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmaa että Eviews -tilasto-ohjelmaa. Eviews tarjoaa muun muassa akateemisille tutkijoille ja opiskelijoille helpon ja nopean apuvälineen tilastolliseen analyysiin, ennustamiseen ja mallinnukseen. Eviews on kätevä muun muassa aikasarjoja käsiteltäessä. Excel vastaavasti on tässä tutkimuksessa riittävä apuväline taulukoiden sekä kuvioiden muodostukseen. Tunnuslukuja lasketaan niin Excelin kuin Eviewsin avulla. Eviewsin avulla tullaan laskemaan t ja p-arvot sekä tarkistamaan excelillä lasketut korrelaatiokertoimet ja selitysasteet. Koska tilastosarjat ovat lyhyitä tutkimusaiheen lyhyen historian vuoksi, ovat Excel ja Eviews riittäviä apuvälineitä. Näin ollen monimutkaisempaa ja suurille tilastosarjoille kehiteltyjä ohjelmia, kuten SPSS:ssää ei ole tarvetta hyödyntää tässä tutkimuksessa. (Eviews 2012)

3.2 Tutkimusaineisto

Tässä kappaleessa tullaan esittelemään tutkimuksessa käytetyt aineistot. Lyhyesti sanottakoon, että tämän tutkimuksen aineistona on käytetty verkosta vapaasti saatavia tilastoja, joista suurin osa on Tilastokeskuksen keräämää ja julkaisemaa Suomen virallista tilastodataa. Aineistot kerättiin kirjallisuuskatsauksen ja tutkimuskysymysten ohjaamana. Aineiston avulla on tarkoitus löytää vastaukset tutkimuskysymyksiin ja vertailla kirjallisuuden esiin nostamia seikkoja tilastollisten tutkimuksen tuloksien kanssa.

Yhtenä tutkimuskysymyksenä tässä tutkielmassa oli, miten päästökauppa vaikutti Suomen päästöihin eli ovatko päästöt vähentyneet päästökauppakausien aikana Suomessa (TK1). Tähän tarvittiin tietoja Suomen hiilidioksidipäästöjen historiallisesta kehitymisestä. Vertailemalla eri vuosien päästöjä nähdään, miten päästöt ovat kehittyneet vuosien saatossa ja miten päästökaupan alettua päästöt ovat muuttuneet sekä miten ne ovat vaihdelleet päästökauppakausien aikana. Kasvihuonekaasupäästötilastoja tarvitaan lisäksi myöhemmin, kun vertaillaan päästöjä muun muassa energian tuotannon muutoksiin ja selvitetään sen osuutta päästöihin ja niiden vaihteluihin,

eritoten päästökauppausajan aikana. Ensimmäiseksi onkin tärkeää selvittää Suomen vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt ja hiilidioksidipäästöjen osuus niistä.

Taulukko 1. Suomen kokonaiskasvihuonekaasu-, hiilidioksidi- ja muut kasvihuonekaasupäästöt pl. hiilidioksidipäästöt vuosien 1990 ja 2010 väliltä. (Tilastokeskus 2012b)

Vuosi	Kasvihuonekaasupäästöt	Hiilidioksidipäästöt	Päästöt pl. CO2
1990	70 365,4	56 633,3	13 732,1
1991	68 177,6	55 052,3	13 125,4
1992	66 768,4	54 205,0	12 563,4
1993	68 871,9	56 114,1	12 757,8
1994	74 264,1	61 409,8	12 854,2
1995	70 816,1	57 885,1	12 930,8
1996	76 549,0	63 688,7	12 860,4
1997	75 176,1	62 344,2	12 832,1
1998	71 581,7	59 062,8	12 518,9
1999	71 040,4	58 642,8	12 397,7
2000	69 239,0	56 814,4	12 424,7
2001	74 460,5	62 073,1	12 387,5
2002	76 608,8	64 518,1	12 090,6
2003	84 513,3	72 269,0	12 244,3
2004	80 480,7	68 370,4	12 110,2
2005	68 622,5	56 520,1	12 102,4
2006	79 834,2	67 883,1	11 951,1
2007	78 195,5	66 182,5	12 013,0
2008	70 242,8	58 102,6	12 140,3
2009	66 118,7	55 192,1	10 926,5
2010	74 555,6	63 688,6	10 867,0
2011	67 300,0 ⁽¹⁾	-	-

1)Ennakkotieto

Suomen kasvihuonekaasu- sekä hiilidioksidipäästöjä selkeyttämään kehitettiin Taulukko 1, joka perustuu Tilastokeskuksen PX-Web-tietokannoista vapaasti ladattavissa oleviin Suomen kasvihuonekaasupäästöjen taulukoihin. Yllä olevassa taulukosta selviääkin Suomen kokonaiskasvihuonekaasupäästöt sekä hiilidioksidipäästöt ja muiden kasvihuonekaasupäästöjen osuus pois lukien hiilidioksidipäästöt vuodesta 1990 vuoteen 2010 tuhansina hiilidioksidiekvivalenttitonneina. Taulukko 1 voidaan

nähdä, että päästöt ovat vaihdelleet jonkin verran vuosittain, ja että muiden kasvihuonekaasupäästöjen kuin hiilidioksidin määrä on pysytellyt vuodesta toiseen tasaisena, joskin vähentynyt vuoden 1990 tasosta.

Kyseisenä aineistona on siis Tilastokeskuksen verkosta vapaasti saatavia tilastoja, *kasvihuonekaasuinventaarioria*. Näitä tilastoja voidaan pitää erittäin luotettavina, sillä Tilastokeskuksen kasvihuonekaasujen inventaarioyksikön tehtävänä on vastata Suomessa YK:n ilmastopöytäkirjan ja Kioton pöytäkirjan mukaisen kansallisen kasvihuonekaasuinventaarion toteutuksesta ja raportoinnista. Tässä tutkimuksessa käytetyt tiedot perustuvatkin Tilastokeskuksen YK:n ilmastopöytäkirjalle 15.4.2012 lähettämään päästöinventaarioon, joka on tehty IPCC:n ohjeiden mukaisesti. Tilastokeskuksen teettämän kasvihuonekaasuinventaarion aikasarjat alkavat vuodesta 1990, joka on Kioton pöytäkirjan mukainen perusvuosi. (Tilastokeskus 2012d)

Toinen tutkimuskysymys (TK2) oli, ovatko päästökaupan alaiset päästöt laskeneet. Vertailtaessa päästökaupan alaisia päästöjä kokonaispäästöihin ja siten myös päästökaupan ulkopuolisiin päästöihin, voidaan nähdä, josko päästökaupan alaiset päästöt ovat laskeneet enemmän kuin päästökaupan ulkopuoliset. Tämän vertailun pohjalta voidaan pohtia myös, onko päästökauppa johtanut päästövähennyksiin Suomessa. Tilastoina on käytetty Tilastokeskuksen tuottamia tilastoja, joista on koottu kaksi taulukkoa.

Taulukko 2. Suomen kokonaispäästöt sekä päästökaupan alaisten ja ulkopuolisten toimijoiden päästöt vuonna 1990 sekä vuosien 2005 ja 2011 välillä. (Tilastokeskus 2012b, Energiamarkkinavirasto 2012b)

Vuosi	Kokonaispäästöt	Päästökaupan alaiset päästöt	Päästökaupan ulkopuoliset päästöt
1990	70,4	-	-
2005	68,6	33,1	35,5
2006	79,8	44,6	35,2
2007	78,2	42,5	35,7
2008	70,2	36,3	33,9
2009	66,1	34,4	31,7
2010	74,6	41,5	33,1
2011	67,3	35,1	32,2

Taulukko 2 listaa jo ensimmäisessä vaiheessa hankittua aineistoa hyödyntäen kokonaiskasviuonekaasupäästöt vuodelta 1990 sekä vuodesta 2005 vuoteen 2011 miljoonina hiilidioksidiekvivalenttitonneina. Lisäksi päästökaupan alaisten toimijoiden että päästökaupan ulkopuolisten toimijoiden päästöt vuodesta 2005 vuoteen 2011 on esitetty taulukossa (Mt CO₂-ekv.). Näin voidaan vertailla sekä päästökaupan alaisten toimijoiden että päästökaupan ulkopuolisten toimijoiden päästöjä kokonaispäästöihin.

Taulukko 3 vastaavasti nähdään päästökaupan alaisten toimijoiden päästöjen suhde kokonaispäästöihin sekä päästökaupan ulkopuolisten toimijoiden päästöjen ja kokonaispäästöjen suhde. Suhteet on esitetty taulukossa prosentuaalisesti. Prosentuaaliset suhteet on muodostettu Taulukko 2 tietoja hyväksikäyttäen.

Taulukko 3. Päästökaupan alaisten ja ulkopuolisten toimijoiden päästöjen suhde kokonaispäästöihin päästökauppakausien aikana.

Vuosi	Päästökaupan alaiset päästöt / kokonaispäästöt	Päästökaupan ulkopuoliset päästöt / kokonaispäästöt
2005	48,23 %	51,77 %
2006	55,87 %	44,13 %
2007	54,35 %	45,65 %
2008	51,71 %	48,29 %
2009	52,04 %	47,96 %
2010	55,63 %	44,37 %
2011	52,15 %	47,85 %

Kolmas tutkimuskysymys (TK3) oli, mikä on päästökaupan alaisten päästöjen ja päästöoikeuksien välinen suhde. Vastaus kysymykseen pyritään löytämään Energiamarkkinaviraston tuottamista tilastoista, jonka yrityskohtaiset tilastot antavat tietoa päästökaupan alaisten toimijoiden päästöistä. Energiamarkkinavirasto ylläpitää päästökaupan alaisten toimijoiden päästötilastoja ja toimii päästökauppalaan mukaan Suomen kansallisena päästökauppaviranomaisena. Sen tehtäviin kuuluu muun muassa päästölupien myöntäminen ja valvominen sekä päästökaupparekisterin ylläpitäminen. Lisäksi Energiamarkkinavirasto valvoo päästökaupasta johtuvien velvoitteiden noudattamista ja se hyväksyy päästökauppatodentajat. Energiamarkkinavirasto julkaisee vuosittain sekä yrityskohtaiset että laitoskohtaiset tiedot myönnettyistä päästöoikeuksista, päästöistä ja niiden erotuksista. (Energiamarkkinavirasto 2012b)

Energiamarkkinaviraston tilastoista käy ilmi päästökaupan alaisten yritysten myönnettyt päästöt, todennetut päästöt sekä myönnettyjen että todennettujen päästöjen erotukset, jotka on esitetty Taulukko 4. Dataa on saatavilla vuodesta 2005 vuoteen 2011, siis niin ensimmäisen kuin toisen, vielä keskeneräisen, päästökauppakauden osalta. Taulukko 4 selviää, että oikeudet ovat vuotta 2010 lukuunottamatta riittäneet kattamaan aiheutuneet päästöt. Tämä nähdään siitä, että oikeuksien ja päästöjen välinen erotus on muina vuosina positiivinen ja ainoastaan vuonna 2010 negatiivinen. Taulukosta voidaan myös laskea, että vaikka vuosi 2010 olikin alijäämäinen, on päästöoikeuksia jäänyt toisen kauden aikana ennen vuotta 2012 käyttämättä 2,61 miljoonalla hiilidioksiditonnilta. Energiamarkkinaviraston data antaa hyvän kuvan siitä, miten paljon suomalaiset päästökaupan alaiset yritykset ovat päästöoikeuksiaan käyttäneet.

Taulukko 4. Päästökaupan alaisten toimijoiden päästöoikeudet, todennetut päästöt ja niiden erotukset päästökauppakausien aikana. (Energiamarkkinavirasto 2012b)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Päästöoikeudet	44,7	45,5	45,9	36,5	37,1	37,9	38,0
Todennetut päästöt	33,1	44,6	42,5	36,2	34,4	41,3	35,1
Erotus	11,7	0,9	3,3	0,4	2,7	-3,4	2,9

Neljäs tutkimuskysymys (TK4) koski päästöjen aiheuttajia ja niiden suhdetta päästökaupan alaisiin päästöihin. Kirjallisuuskatsauksessahan jo mainittiin talouden taantumasta johtuneen tuotannon vähennyksen olevan yksi syy päästövähennyksiin. Näin ollen tarkoituksena on selvittää teollisuustuotannon sekä päästöjen suhdetta toisiinsa päästökauppakausien aikana. Toiveena on saada selville tuotannonosuus päästöistä ja siten myös päästövähennyksistä. Tavoitteena on selvittää miten paljon tuotannon vähentyminen on vähentänyt päästökaupan alaisten toimijoiden päästöjä.

Myös tämän tutkimusvaiheen tilastot löytyivät Tilastokeskukselta. Koko teollisuuden volyyymi-indeksi kuvaa teollisuuden kiinteähintaisen tuotoksen suhteellista muutosta verrattuna tiettyyn perusajankohtaan, joka tällä hetkellä on vuosi 2009 (Tilastokeskus 2012e). Luku 100 vuoden 2009 kohdalla tarkoittaa sitä, että kyseinen vuosi on indeksin perusvuosi, johon muiden vuosien tuotoksia vertaillaan. Teollisuuden volyyymi-indeksit on esitetty Taulukko 5, jonka avulla teollisuustuotantoa tullaan vertaamaan

päästäkaupan alaisiin päästöihin. Kuten Taulukko 5 voidaan nähdä, että vuosia 2000, 2005, 2008 ja 2011 lukuunottamatta teollisuustuotanto on ollut kasvussa.

Taulukko 5. Teollisuuden volyyymi-indeksi vuosina 1995–2011 (Tilastokeskus 2012e)

Vuosi	Koko teollisuus
1995	60,3
1996	64,2
1997	75,5
1998	76,9
1999	87,9
2000	87,3
2001	80,8
2002	88,2
2003	93,7
2004	106
2005	103,2
2006	104,4
2007	109,3
2008	99,1
2009	100
2010	110,2
2011	106,6

Toinen kirjallisuuskatsauksessa mainittu tekijä päästöjen muutoksissa oli energian eli sähkön ja lämmön tuotanto. Tilastokeskuksella oli valmis tilasto myös sille. Taulukko 6 onkin muodostettu Tilastokeskuksen datan perusteella. Taulukkoon on yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto gigawattitunneissa (GWh) sekä tuotannon vuosimuutos prosentteina ja sähkön ja lämmön tuotannon prosenttiosuus kokonaiskulutuksesta vuosien 2000 ja 2010 välillä. Taulukon sisältämän datan perusteella sähkön ja lämmön tuotantoa voidaan vertailla päästäkaupan alaisten toimijoiden päästöihin päästäkauppakausien aikana. Taulukosta näemme, että vaihtelua sähkön ja lämmön tuotannossa on tapahtunut niin suuntaan kuin toiseenkin, ja että sen osuus kokonaiskulutuksesta on niin ikään vaihdellut eri vuosina.

Taulukko 6. Sähkön ja lämmön tuotanto, sen vuosimuutos prosentteina sekä sen prosentuaalinen osuus kokonaiskulutuksesta 2000–luvulla. (Tilastokeskus 2012f)

Vuosi	Sähkön ja lämmön tuotanto (GWh)	Vuosimuutos %	%-osuus kokonaiskulutuksesta
2000	67 278	0,9	85,0
2001	71 229	5,9	87,7
2002	71 618	0,5	85,7
2003	80 377	12,2	94,3
2004	82 171	2,2	94,4
2005	67 657	-17,7	79,9
2006	78 623	16,2	87,3
2007	77 817	-1,0	86,1
2008	74 475	-4,3	85,4
2009	69 207	-7,1	85,1
2010	77 203	11,6	88,0
2011	-	-	-

Kun kaksi kirjallisuuskatsauksessa mainittua tekijää on tarkasteltu erikseen, on ne hyvä sijoittaa samaan taulukkoon, paremman vertailupohjan vuoksi. Alla olevaan Taulukko 7 on yhdistetty teollisuuden volyyymi sekä päästökaupan alaisen toimijoiden päästöt että sähkön ja lämmön tuotanto. Vuosi 2005, ensimmäinen päästökauppavuosi, on valittu perusvuodeksi, joten sen vuoden arvot ovat 100 kaikille muuttujille. Näin on mahdollista vertailla eri yksiköissä olevia muuttujia keskenään. Vuosi 2005 valittiin perusvuodeksi, sillä päästökaupan alaisista päästöistä on saatavilla tietoja vasta siitä lähtien. Toisaalta tätä tutkimusta tehtäessä ei ole vuoden 2011 tai 2012 lukuja saatavilla, joten 2010 on viimeinen vuosi, jolta aineistoa löytyy. Taulukon tulokset esitellään kappaleessa 4.4.

Taulukko 7. Suhteutettu teollisuuden volyyymi, päästökaupan alaiset päästöt sekä sähkön ja lämmön tuotanto vuosina 2005–2010.

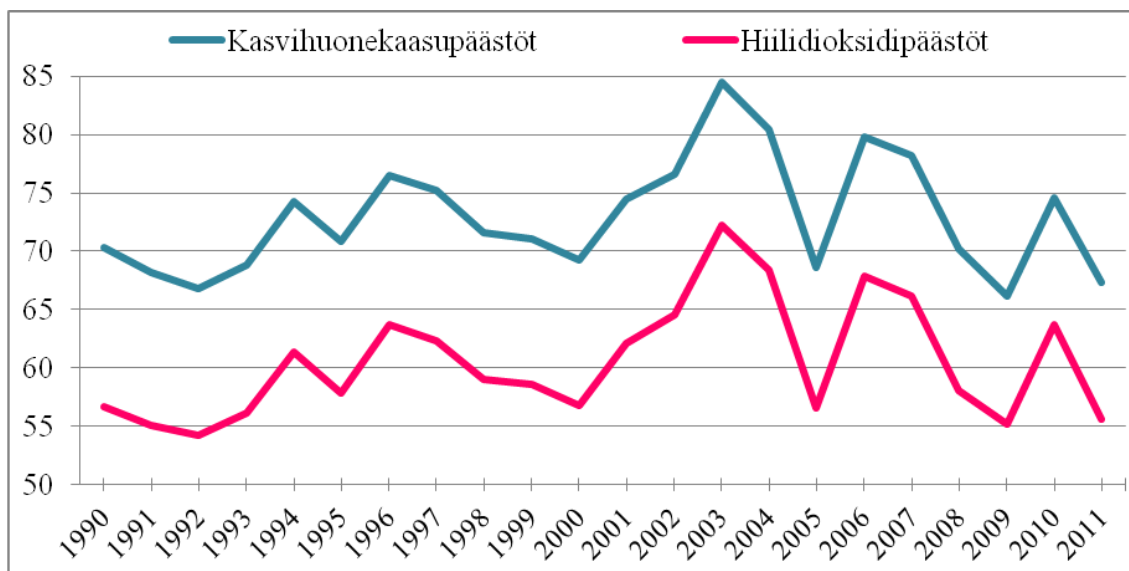
Vuosi	Teollisuusvolyyymi	Päästökaupan alaiset päästöt	Sähkön ja lämmön tuotanto
2005	100,00	100,00	100,00
2006	101,16	134,74	116,21
2007	105,91	128,40	115,02
2008	96,03	109,67	110,08
2009	96,90	103,93	102,29
2010	106,78	125,38	114,11

4. TULOKSET

Kappaleessa kolme esiteltiin ne tutkimusmenetelmät sekä aineistot, joita tutkimuksessa hyödynnettiin. Tässä kappaleessa esitellään tutkimuksen tulokset. Tarkoituksena on löytää vastaukset tutkimuksessa esitettyihin kysymyksiin ja lopulta päätutkimuskysymykseen, onko päästökauppa vaikuttanut päästövähennyksiin Suomessa.

4.1 Miten päästökauppa vaikutti Suomen päästöihin?

Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä (TK1) oli Suomen kasvihuonekaasupäästöjen muutos päästökaupan alkaessa ja sen aikana, miten päästökauppa vaikutti päästöihin Suomessa. Tilastokeskuksen tilastoista kappaleessa 3.2 muodostetun Taulukko 1. **Suomen kokonaiskasvihuonekaasu-, hiilidioksidi- ja muut kasvihuonekaasupäästöt pl. hiilidioksidipäästöt vuosien 1990 ja 2010 väliltä. (Tilastokeskus 2012b)**Taulukko 1 perusteella kehitettiin Kuvio 2, joka esittää Suomen kasvihuonekaasu- sekä hiilidioksidipäästöt vuodesta 1990 vuoteen 2011.

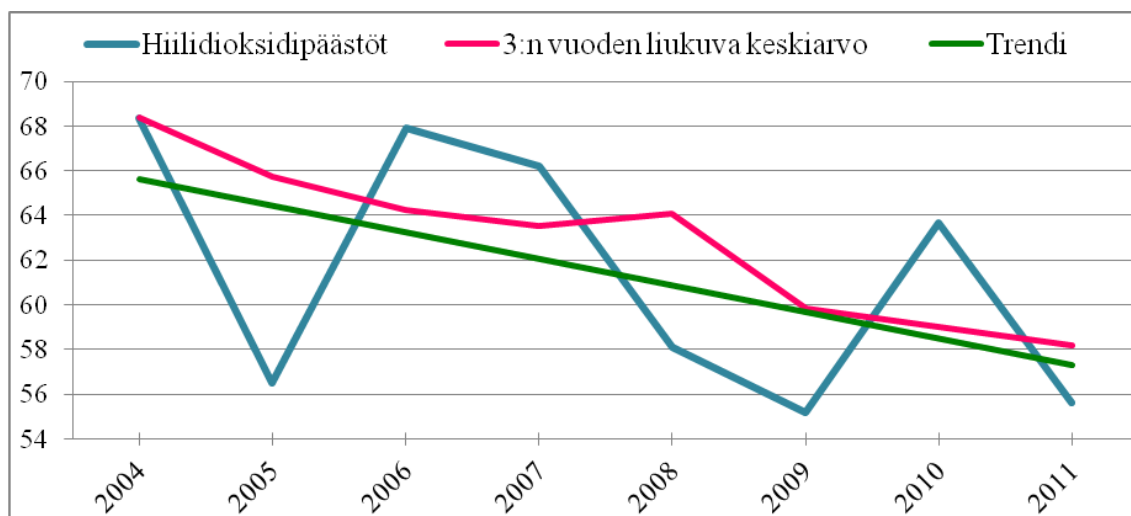


Kuvio 2 nähdään, että kokonaiskasvihuonekaasupäästöjen muutokset seurailevat hyvin tarkasti hiilidioksidipäästöjen muutoksia, sillä käyrät ovat lähes täysin saman muotoiset.

Näin ollen muiden kasvihuonekaasujen aiheuttamat päästöt ovat pysyneet stabiileina suhteessa kokonaiskasvihuonekaasupäästöihin. Lisäksi kuviosta nähdään, että päästökauppakausien aikana, vuodesta 2005 lähtien, päästöt ovat niin nousseet kuin laskeneetkin. Päästökaupan alkamisvuonna 2005 hiilidioksidipäästöt laskivat runsaasti vuoden 2004 tasosta, tarkalleen ottaen 17,3 prosenttia. Toisaalta päästöt nousivat lähes vuoden 2004 tasolle jälleen vuonna 2006. Vuonna 2007 laskua vuoteen 2006 oli hieman ja se kiihtyi vuosina 2008 ja 2009. Vuonna 2009 hiilidioksidipäästöt olivat jo 19,3 prosenttia vuoden 2004 tasoa alhaisemmat. Vuonna 2010 päästöt nousivat, mutta vuonna 2011 ne jälleen laskivat.

Taulukko 1 perusteella voidaan laskea hiilidioksidipäästöjen keskiarvoja. Hiilidioksidipäästöt ovat keskimäärin 2000-luvulla ennen päästökauppakautta, vuosien 2000–2004 välillä, olleet 64,8 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia. Ensimmäisen päästökauppakauden, 2005–2007 aikana CO₂-päästöt ovat keskimäärin olleet 63,5 miljoonaa hiilidioksiditonnia. Se on kaksi prosenttia vähemmän kuin vuosina 2000–2004 keskimäärin. 2000-luvulla ennen toista päästökauppakautta, vuosina 2000–2007, CO₂-päästöt olivat keskimäärin 64,3 miljoonaa hiilidioksiditonnia. Vastaavasti toisen päästökauppakauden aikana, vuosina 2008–2011, hiilidioksidipäästöt ovat olleet keskimäärin 58,1 miljoonaa hiilidioksiditonnia. Se on 8,5 prosenttia vähemmän kuin ensimmäisen päästökauppakauden CO₂-päästöt keskimäärin ja 9,6 prosenttia vähemmän kuin keskimäärin 2000-luvulla ennen toista päästökauppakautta. Tämän perusteella voidaan todeta, että hiilidioksidipäästöt ovat laskeneet päästökauppakausien aikana.

Saman todistaa Kuvio 3, joka esittää hiilidioksidipäästöt päästökauppakausien aikana ja vuotta aiemmin sekä kolmen vuoden liukuvan keskiarvon ja trendin. Kuvio on muodostettu Taulukko 1 perusteella. Siitä nähdään, että kolmen vuoden liukuva keskiarvo on laskeva, joten sen perusteella voidaan todeta päästöjen laskeneen päästökaupan aikana. Saman osoittaa trendin kuvaaja, joka niin ikään on laskeva. Kuvio osoittaa päästöjen laskeneen päästökauppakausien aikana, mutta sitä ei voi todeta johtuneen nimenomaan päästökaupasta. Kaikki päästöthän eivät ole päästökaupan alaisia, ja kuten kirjallisuuskatsauksessa havaittiin, päästöt ovat riippuvaisia niin teollisuuden tuotannon tasosta kuin muun muassa sääolosuhteista. Näin ollen ei voida todeta päästökaupan johtaneen päästövähennyksiin. Tulos antaa kuitenkin uskoa sille, että päästökauppa olisi vaikuttanut positiivisesti päästöjen vähentymiseen.

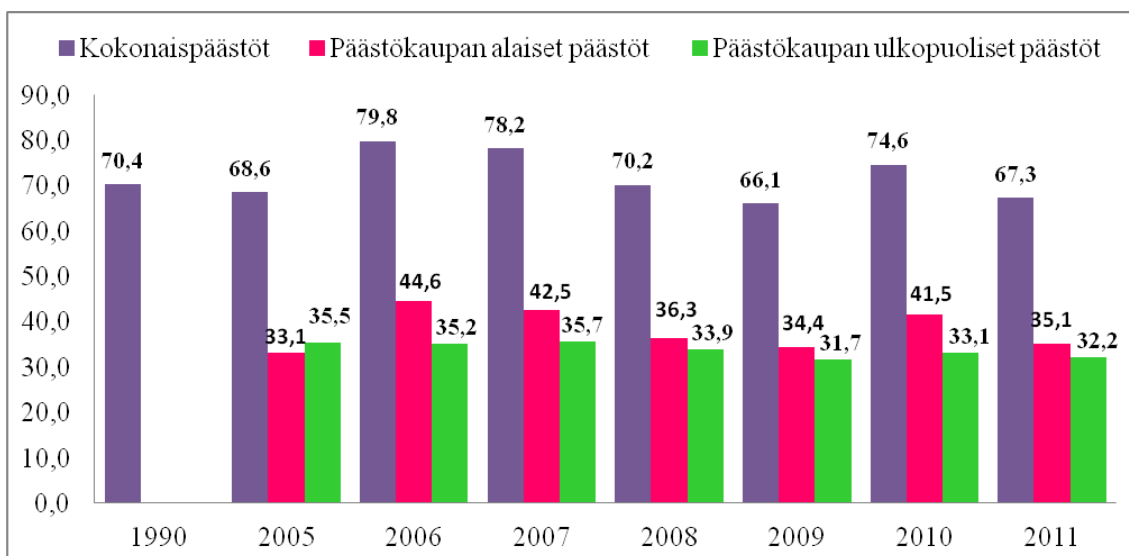


Kuvio 3. Suomen hiilidioksidipäästöt, keskiarvo sekä trendi v. 2004–2011

4.2 Ovatko päästökaupan alaiset päästöt laskeneet?

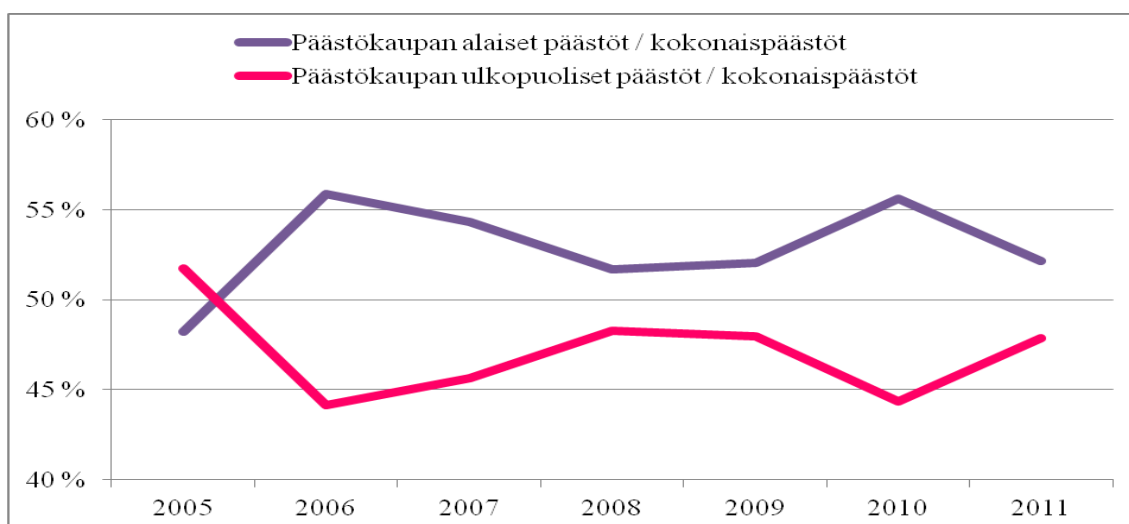
Seuraavaksi etsitään vastausta toiseen tutkimuskysymykseen (TK2), laskivatko päästökaupan alaiset päästöt päästökauppa-aikana. Päästökaupan alaisia päästöjä tullaan ensin vertailemaan kokonaispäästöihin ja päästökaupan ulkopuolisiin päästöihin. Lisäksi tarkastellaan päästökaupan alaisia päästöjä erikseen. Näissä vaiheissa hyödynnetään Tilastokeskuksen tuottamista tilastoista luvussa 3.2 muodostettuja taulukoita 2 ja 3, joiden avulla on saatu kuvat 4 ja 5.

Kuvio 4 esittää Suomen kokonaiskasvihuonekaasupäästöt sekä päästökaupan alaiset että ulkopuoliset päästöt. Kuvioista nähdään, että päästökaupan alaisten toimijoiden päästöt ovat olleet ensimmäistä päästökauppuvuotta, 2005, lukuunottamatta päästökaupan ulkopuolisten toimijoiden päästöjä korkeammat. Vuonna 2006 päästökaupan alaiset päästöt nousivat selvästi, kun taas päästökaupan ulkopuoliset päästöt laskivat hieman. Vuonna 2007 vastaavasti päästökaupan alaiset päästöt laskivat, kun päästökaupan ulkopuoliset nousivat hieman. Toiselle päästökauppa-kaudelle siirryttäessä päästökaupan alaiset päästöt laskivat niin vuonna 2008 kuin 2009, samoin sen ulkopuoliset päästöt. Vuonna 2010 taas molemmat päästöt nousivat, varsinkin päästökaupan alaiset päästöt selvästi. Taas vuonna 2011 molemmat päästöt laskivat, kuten Kuvio 4 nähdään.



Kuvio 4. Suomen kokonaiskasvihiuonekaasupäästöt sekä päästökaupan alaiset ja ulkopuoliset päästöt vuonna 1990 ja 2005–2011.

Kuvio 5 antaa selkeämmän kuvan päästökaupan alaisten toimijoiden päästöistä suhteessa kokonaispäästöihin ja toisaalta suhteesta päästökaupan ulkopuolisten päästöjen ja kokonaispäästöjen suhteeseen. Kuvio on muodostettu kappaleessa 3.2 esitetyn Taulukko 3 avulla. Kuvio esittää muuttujien prosentuaaliset suhteet vuosien 2005 ja 2011 välillä.



Kuvio 5. Päästökaupan alaisten ja ulkopuolisten päästöjen suhde kokonaispäästöihin vuosien 2005 ja 2011 välillä.

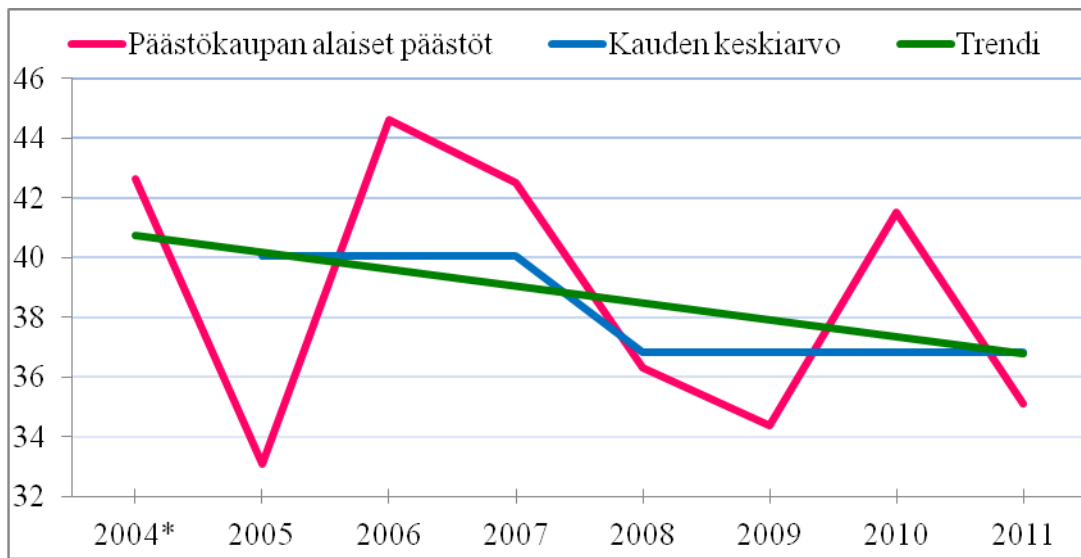
Kuvio 5 nähdään, että päästökaupan alaisten toimijoiden päästöt ovat päästökaupan ulkopuolisten toimijoiden päästöjä korkeammat suhteessa kokonaispäästöihin, vuotta 2005 lukuottamatta. Päästökaupan alaisten toimijoiden päästöt ovat kuviossa ylempänä, joten niiden osuus kokonaispäästöistä on suurempi kuin päästökaupan ulkopuolisten toimijoiden. Päästökaupan alaisten päästöt on keskimäärin kattaneet 53 prosenttia kokonaispäästöistä Suomessa. Päästökaupan alaisten päästöjen suhde kokonaispäästöihin ei näytä muuttuneen päästökauppakausien aikana.

Päästökaupan aikana kokonaishiilidioksidipäästöt ovat vähentyneet, kuten tämän kappaleen ensimmäisessä luvussa selvisi. Siitä tosin ei voida olla varmoja, että päästökaupalla itsellään olisi ollut tekemistä asian kanssa, sillä muut tekijät ovat voineet johtaa päästövähennyksiin. Tässä kappaleessa huomattiin, että päästökaupan alaiset päästöt nousivat vuoden 2005 jälkeen ohi päästökaupan ulkopuolisten päästöjen. Tämänkään löydön perusteella ei pystytä sanomaan, onko päästökauppa vaikuttanut päästövähennyksiin.

Seuraavaksi tutkitaan päästökaupan alaisten toimijoiden päästöjä, jonka avulla voidaan selvittää, onko päästökaupan aikana tapahtunut päästövähennyksiä päästökaupan alaisten toimijoiden keskuudessa ja miten paljon. Päästökaupan alaisten päästöjen ja kokonaispäästöjen välinen korrelaatiokerroin laskettiin vuosien 2005–2011 datalla. Korrelaatiokerroin saatiin hyödyntämällä Microsoft Exceliä. Excelin korrelaatiokaavaan syötettiin molempien muuttujien arvot vuodesta 2005 vuoteen 2011, josta tuloksena korrelaatiokertoimeksi saatiin 0,96. Selitysaste näiden muuttujien välille saatiin korottamalla korrelaatiokerroin toiseen potenssiin, josta tuloksena selitysasteeksi tuli 0,93 ja selityskertoimeksi 93 prosenttia. Päästökaupan alaisten toimijoiden päästöillä voidaan siis selittää 93 prosenttia kokonaispäästöistä. T-arvoksi Eviews ohjelma antoi 10,683 ja p-arvoksi 0,0001, joten tulos voidaan todeta olevan tilastollisesti merkittävä eli luotettava.

Kuvio 6 on muodostettu Tilastokeskuksen tilastoista kappaleessa 3.2 muodostetun Taulukko 2 perusteella. Se esittää päästökaupan alaiset hiilidioksidipäästöt ja päästökauppakausien päästökeskiarvot niin ensimmäisellä kuin toisella päästökauppakaudella sekä päästökaupan alaisten päästöjen trendin. Kuvion tarkoituksena on esittää lähtötilanne ennen päästökauppaa, joka nähdään vuoden 2004 kohdalla, sekä ensimmäisen ja toisen päästökauppakauden aikaiset tilanteet. Vuoden 2004 hiilidioksidipäästöt on arvioitu laskemalla päästökaupan alaisten päästöjen

keskiarvo vuosien 2005 ja 2011 välillä, joka on jaettu kokonaispäästöjen keskiarvolla saman aikavälin aikana ja kerrottu vuoden 2004 kokonaispäästöillä. Vuoden 2004 päästöt ovat näin ollen vain ja ainoastaan viitteelliset ja pyrkivät antamaan suuntaa vuoden 2004 päästöistä päästökaupan alaisten toimijoiden osalta.



Kuvio 6. Päästökaupan alaiset päästöt, päästökauppakausien keskiarvot sekä päästökaupan alaisten päästöjen trendi v. 2004–2011.

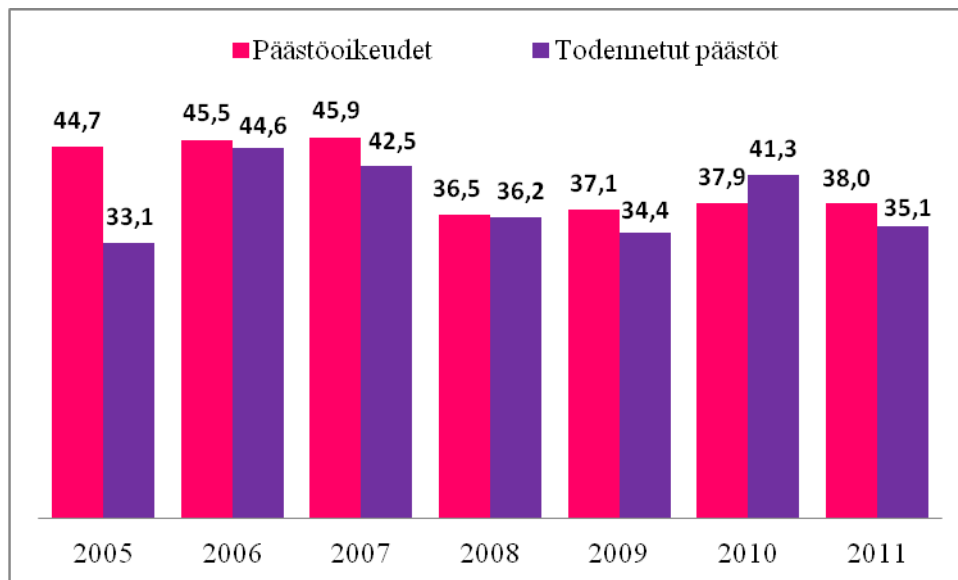
* viitteellinen

Kuvio 6 nähdään, että päästökaupan alaiset päästöt laskivat vuonna 2005. Vuonna 2006 ne nousivat, mutta laskivat taas hieman vuonna 2007. Kuvioista nähdään, että lopulta vuonna 2007 päästöt olivat samaa luokkaa kuin ennen vuotta 2005, joten ensimmäisellä päästökauppakaudella eivät päästöt näytä vähentyneen. Toisen päästökauppakauden alussa, vuonna 2008 ja 2009 päästöt laskivat, mutta nousivat vuonna 2010, vuonna 2011 päästöt olivat taas laskussa. Päästökauppakausien välisiä päästökeskiarvoja päästökaupan alaisten toimijoiden osalta vertailtaessa nähdään, että keskiarvoltaan päästöt ovat olleet alhaisemmat toisella päästökauppakaudella kuin ensimmäisellä. Tarkalleen ottaen päästöt ovat olleet keskimäärin 8,1 prosenttia alhaisemmat. Päästökaupan alaisten päästöjen lineaarisen trendin kuvaaja on laskeva, joten näyttää siltä että päästöt ovat laskeneet toisen päästökauppakauden aikana päästökaupan alaisten toimijoiden keskuudessa.

Kuitenkaan ei voida olettaa, vaikka kokonaishiilidioksidipäästöt laskivat päästökauppakausien aikana ja päästökaupan alaisilla toimijoilla ensimmäisen kauden keskiarvopäästöistä toisella päästökauppakaudella, että päästökaupalla olisi ollut vaikutusta päästövähennyksiin. Kuvio 6 nähdään, että ainakaan ensimmäisellä päästökauppakaudella, eivät päästöt vähentyneet, ja vaikka trendi näyttää olevan laskeva, ei lasku ole kovinkaan jyrkkä.

4.3 Mikä on päästökaupan alaisten päästöjen ja päästöoikeuksien välinen suhde?

Kokonaishiilidioksidipäästöt vähenivät päästökauppakausien aikana sekä päästökaupan alaisilla toimijoilla toisella päästökauppakaudella, mutta siitä ei voida olla varmoja, että tämä olisi ollut päästökaupasta johtuvaa. Tästä syystä on tarkasteltava päästökaupan alaisten toimijoiden päästöjä suhteessa päästöoikeuksiin. Tämä siksi, että nähdään kuinka päästöoikeuksien määrä on vaikuttanut päästöjen määrään. Kappaleessa 3.2 esitetyn Taulukko 4 tietojen mukaan on muodostettu Kuvio 7, joka esittää päästöoikeuksien sekä todennettujen päästöjen määrät niin ensimmäisellä kuin toisella päästökauppakaudella.



Kuvio 7. Päästökaupan alaisten päästöoikeudet ja päästöt Suomessa 2005–2011.

Kuviosta nähdään, että päästöoikeudet ovat riittäneet kattamaan päästökaupan alaisten toimijoiden päästöt, vuotta 2010 lukuunottamatta. Huomioitavaa on, että päästöoikeuksien määrä laski selkeästi ensimmäisen päästökauppakauden jälkeen. Samoin laskivat päästöt, lukuunottamatta vuotta 2010. Tämä siltikin, vaikka päästökaupan piiriin tuli muutamia uusia tehtaita ja laitoksia.

Näillä tiedoilla ei vielä saada selvyttä muun muassa siitä, miksi oikeuksia on jäänyt käyttämättä tai onko päästökauppa johtanut päästöjen vähentymiseen. Laskemalla päästöoikeuksien ja todennettujen päästöjen välinen korrelaatio- ja selityskertoimen, saadaan tietoja muuttujien välisestä suhteesta. Taulukko 4 tiedoilla pystytään laskemaan päästöoikeuksien ja päästökaupan alaisten toimijoiden todennettujen päästöjen korrelaatiokertoimen vuosien 2005–2011 välille.

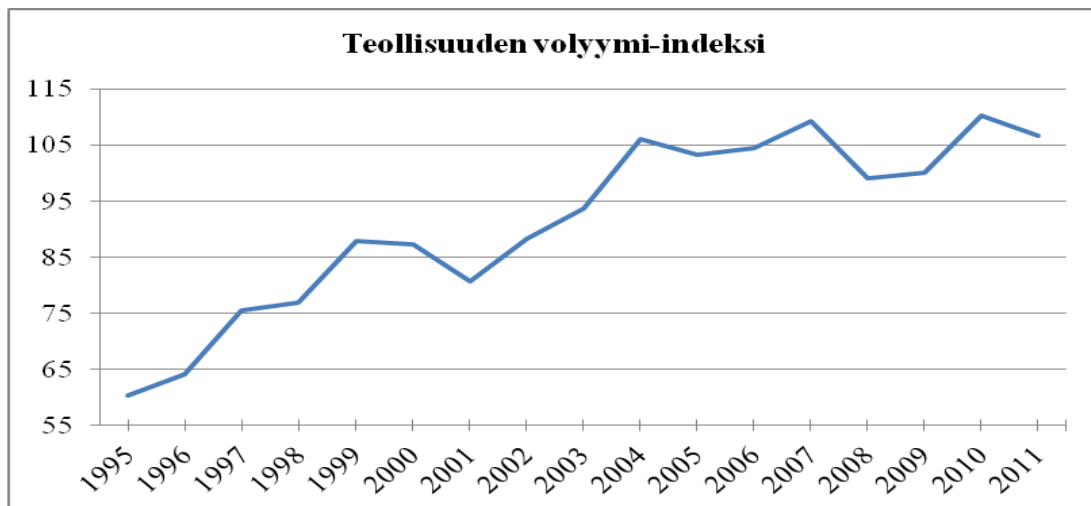
Korrelaatiokertoimeksi vuosien 2005–2011 välisellä datalla saadaan 0,45. Näin ollen päästöoikeuksien ja todennettujen päästöjen välillä voidaan todeta vallitsevan keskisuuri positiivinen korrelaatio, sillä tulos menee arvojen 0,40:n ja 0,69:n väliin. Selitysasteeksi tulee näin 0,206 eli 20,6 prosenttia. Tämän mukaan päästöoikeuksilla voidaan selittää 20,6 prosenttia päästökaupan alaisten toimijoiden päästöistä. Toisaalta korrelaatiokerroin toisella päästökauppakaudella, vuosien 2008–2011, on vain 0,36 eli alhainen positiivinen korrelaatio ja siten selitysaste vain 13,4 prosenttia. Pitänee kuitenkin muistaa, että muuttujilla saattaa olla jokin yhteinen tekijä, joka vaikuttaa niiden positiiviseen korrelaatioon eikä niiden välillä välttämättä ole kausaalisuhdetta. Huomioitavaa on sekin, että otantasarjat ovat vain seitsemän ja neljä vuotta pitkiä, joten tuloksen luotettavuus on kyseenalaista.

Voisi ajatella, että mikäli päästökauppa ohjaisi päästöjä, kuten sen pitäisi, olisi korrelaatio eli muuttujien välinen suhde vankempi, kuin tulokset nyt kertovat. Koska niin ei kuitenkaan ole, ei päästöoikeuksien määrä näytä ohjanneen päästöjen määrää juurikaan päästökauppakausien aikana, vaan siihen ovat vaikuttaneet muut tekijät vahvemmin. Jo tässä vaiheessa tutkimusta voidaan todeta, ettei päästökauppa ole vaikuttanut päästökauppakausien aikana vähentyneisiin päästöihin merkittävästi.

4.4 Päästöjen aiheuttajat ja niiden suhteet?

Edellisen luvun tulokset näyttävät, että päästökauppa ei olisi vaikuttanut päästövähennyksiin kovinkaan merkittävästi, mutta siitä tarvitaan lisänäyttöjä. Näin ollen tarkastellaan päästökaupan alaisten toimijoiden suhdetta tekijöihin, jotka vuosittain vaikuttavat päästöjen määrään. Tällaisia tekijöitä ovat muun muassa sähkön ja lämmön sekä teollisuuden tuotanto. Suurin osa päästökaupan alaisista toimijoista on voimalaitoksia tai tehtaita, joten siksi mainitut tekijät ovat tarkastelun alla.

Kuvio 8 näyttää teollisuusvolyymin kuvaajan, joka on noussut selkeästi vuodesta 1995 lähtien, josta lähtien tilastoja on Tilastokeskukselta saatavissa. Teollisuuden volyyymiin mahtuu myös laskuja vuosien aikana, tosin harvoja sellaisia. Lisäksi laskut ovat kestäneet vain vuoden kerrallaan, joten ne ovat olleet pieniä suhteessa teollisuuden volyymin kokonaiskasvuun. Pääasiassa teollisuuden volyyymi on ollut noussussa, kuten Kuvio 8 nähdään. Kuvioista voidaan havaita, että päästöt eivät ole seurailleet kovinkaan tarkasti tuotannon käyrää, mutta sitä tarkastellaan kuitenkin hieman lisää.



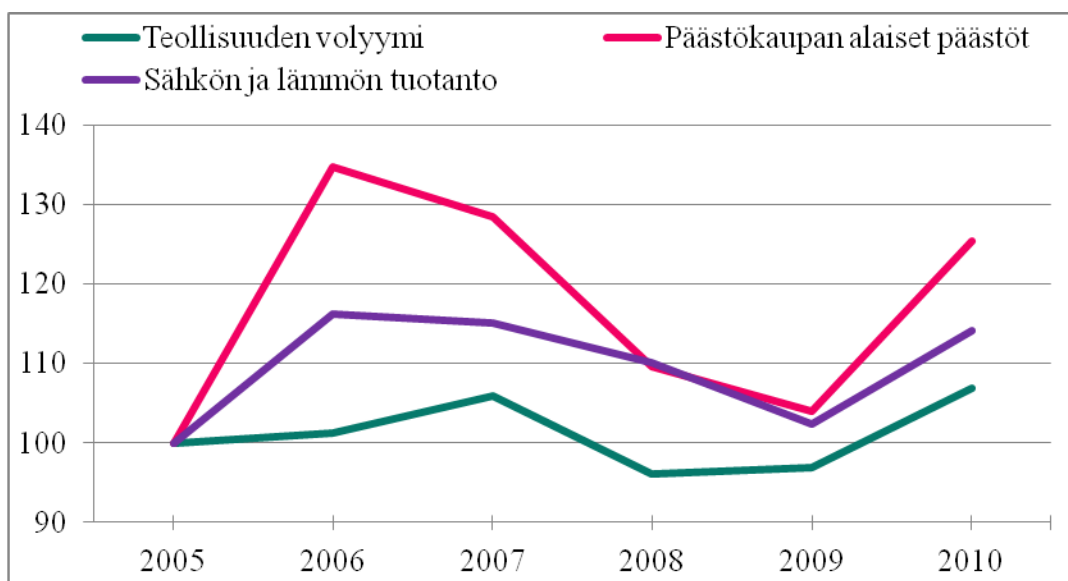
Kuvio 8. Teollisuuden volyyymi-indeksi vuosina 1995–2011.

Kuvio 8 voidaan nähdä volyymin kasvaneen vuodesta 1995 lähtien tasaisesti aina vuoteen 2004, vuosien 2000 ja 2001 notkahdusta lukuunottamatta. Noususuhdanteen jälkeen vuonna 2005 volyyymi-indeksi laski, jonka jälkeen volyyymissa on tapahtunut niin pieniä laskuja kuin pieniä nousujakin. Ensimmäisen päästökaupakauden alkaessa

teollisuuden volyyymi-indeksi laski selkeästi, mutta nousi kahtena seuraavana vuonna. Uusi päästökauppakausi alkoi vuonna 2008, jolloin teollisuuden volyyymi-indeksi jälleen laski. Vuoden 2008 jälkeen volyyymi nousi kaksi seuraavaa vuotta, mutta laski sitten vuonna 2011.

Vastaavasti sähkön ja lämmön tuotantoa tarkasteltaessa palataan vielä Taulukko 6, josta voidaan nähdä, että päästökaupan alkaessa 2005 sähkön ja lämmön tuotanto laski 17,7 prosenttia vuoden 2004 tasosta. Huomioitavaa on, että tuotannon osuus oli kyseisenä vuonna vain noin 80 prosenttia kokonaiskulutuksesta, joten sähkön tuonti oli merkittävää. Kyseisen vuoden tuotanto-osuus kulutuksesta on ollut koko 2000-luvun alhaisin. Vuonna 2006 tuotanto taas palautui ja on pysynyt kohtalaisen tasaisena siitä lähtien. Tosin vuonna 2010 tuotanto kasvoi lähes 12 prosenttia vuoden 2009 tasosta. Kuvio 9 sisältää sähkön ja lämmön tuotannon kuvaajan.

Muuttujia on hyvä tarkastella yhdessä, joten sitä varten on muodostettu Kuvio 9, joka esittää päästökaupan alaiset päästöt, teollisuuden volyyymi-indeksin sekä sähkön ja lämmön tuotannon kuvaajat samassa kuviossa. Kuvio on muodostettu hyödyntämällä kappaleessa 3.2 esitettyä Taulukko 7. Huomioitavaa kuviossa on se, että kaikki kuvaajat lähtevät samasta pisteestä. Vuosi 2005 on asetettu perusvuodeksi. Näin voidaan vertailla eri yksiköissä olevia muuttujia paremmin.



Kuvio 9. Päästökaupan alaisten toimijoiden päästöt, teollisuuden volyyymi-indeksi sekä sähkön ja lämmön tuotanto v. 2005–2010 välillä perusvuoden 2005 suhteen.

Kuvio 9 nähdää, että vuodesta 2005 vuoteen 2006 kaikki kuvaajat ovat nousevia, mutta vuodesta 2006 vuoteen 2007 teollisuuden volyymin jatkaessa nousua, kääntyvät niin sähkön ja lämmön tuotanto kuin päästökaupan alaiset päästöt laskuun. Sähkön ja lämmön tuotannon voidaan kuvion perusteella päätellä korreloivan positiivisesti päästökaupan alaisten päästöjen kanssa. Kuviosta nähdään, että vuodesta 2007 vuoteen 2008 niin päästöt kuin sähkön ja lämmön tuotanto sekä teollisuuden volyyymi olivat laskussa. Vuodesta 2008 vuoteen 2009 teollisuuden volyyymi kääntyi nousuun, mutta kaksi muuta kuvaajaa jatkoivat laskuaan, kunnes vuodesta 2009 vuoteen 2010 kaikki kolme olivat taas nousussa.

Merkittävää on tarkastella vuoden 2008 ja 2009 välistä aikaa, jolloin kaikki kuvaajat olivat laskussa. Tällöin päästöt laskivat selkeästi jyrkemmin kuin sähkön ja lämmön tuotanto. Huomioitavaa on, että teollisuuden volyymin lasku myös oli näinä vuosina jyrkkä. Juuri kyseisinä vuosina iski globaali taloustaantuma. Tästä voidaan päätellä, että vuosien 2008 ja 2009 välillä päästöjä laski merkittävästä teollisuuden volyymin lasku. Tämä ei välttämättä ole ainoa selitys merkittäville päästövähennyksille, sillä luvussa 4.3 nähtiin miten päästöoikeuksien määrä myös laski selkeästi toisen päästökauppakauden alkaessa. Olisiko mahdollista, että päästöoikeuksien määrän lasku olisi laskenut päästöjä ja siten myös vähentänyt teollisuuden volyyymia?

Kerättyä aineistoa hyödyntäen on tarkasteltu tekijöiden välisiä korrelaatioita. Ensimmäiseksi laskettiin teollisuuden volyyymi-indeksin ja päästökaupan alaisten toimijoiden aiheuttamien päästöjen välinen korrelaatiokerroin, jonka tulokseksi saatiin 0,57. Teollisuuden volyyymi-indeksin ja päästökaupan alaisten toimijoiden aiheuttamien päästöjen välisen korrelaation voidaan todeta olevan keskisuuri ja positiivinen. Selityskertoimeksi saatiin 32 prosenttia. Teollisuuden volyyymi-indeksin muutosten voidaan todeta selittävän 32 prosenttia päästökaupan alaisten toimijoiden aiheuttamista päästöistä tai päästökaupan alaisten päästöjen muutoksien selittävän 32 prosenttia teollisuustuotannon muutoksista. T-arvoksi muuttujien välille saatiin 1,53 Eviewsin avulla ja p-arvoksi 0,19, joten tulos ei ole tilastollisesti merkitsevä ja siten luotettava. Näin teollisuuden volyyymi-indeksin ja päästökaupan alaisten toimijoiden välillä näyttää vallitsevan positiivinen korrelaatio, vaikkei kovinkaan vahva. Tulosta ei kuitenkaan voida pitää tilastollisten merkitsevyydestien mukaan luotettavana.

Sähkön ja lämmön tuotannon ja päästökaupan alaisten päästöjen väliseksi korrelaatiokertoimeksi vuosien 2005–2010 välille saadaan 0,95, joka tarkoittaa erittäin

suurta positiivista korrelaatiota. Näin voidaan todeta, sillä se on selkeästi arvojen 0,90 ja 0,99 välissä. Selitysasteeksi tuli 0,91 eli 91 prosenttia. Sähkön ja lämmön tuotannon voidaan todeta selittävän jopa 91 prosenttia päästökaupan alaisten toimijoiden päästömuutoksista. T-arvoksi muuttujien välille saatiin 6,20 ja p-arvoksi 0,003, joten tulosta voidaan pitää testien mukaan tilastollisesti merkitsevästä ja siten luotettavana.

Tuloksista voidaan päätellä, että päästökaupan alaisten toimijoiden päästöt aiheutuvat suurimmaksi sähkön ja lämmön tuotannosta. Teollisuuden volyyymi-indeksi muutoksilla oli selkeästi alhaisempi korrelaatio päästökaupan alaisten toimijoiden päästöihin, vaikka tulosta ei voida pitää luotettavana otoskoon pienuuden vuoksi. Vastaavasti teollisuuden volyyymi-indeksin sekä sähkön ja lämmön tuotannon välinen korrelaatiokerroin vuosien 1995 ja 2010 välisellä datalla on 0,77 eli suuri positiivinen korrelaatio. Sen selitysarvo on 0,59, joten 59 prosenttia sähkön ja lämmön tuotannon muutoksista voidaan selittää teollisuuden volyyymi-indeksin muutoksilla tai toisin päin. T-arvo muuttujien välillä on 4,46 ja p-arvo 0,005, eli tulosta voidaan pitää tilastollisesti merkitsevästä.

Taulukko 8 on esitetty selitettävän muuttujan, päästökaupan alaisten päästöjen, ja kaikkien selittävien muuttujien välinen korrelaatiokerroin. Luvut ovat eri kuin yllä mainitut, sillä alla olevaan taulukkoon on merkitty muuttujien väliset korrelaatiokertoimet vuosien 2005 ja 2010 välillä. Yllä mainitut vastaavasti ovat arvoja, jotka on saatu yhteisten vuosien väliltä, joilta dataa muuttujien kesken on saatavilla. Kuten taulukosta nähdään, vuosien 2005 ja 2010 välisellä datalla teollisuuden volyyymi-indeksin ja päästökaupan alaisten päästöjen korrelaatiokertoimeksi saadaan 0,67, t-arvoksi Eviewsillä 0,84 ja p-arvoksi 0,46, kun samaan aikaan on laskettu myös sähkön ja lämmön tuotannon arvot. Sähkön ja lämmön tuotannon ja päästökaupan alaisten päästöjen välinen korrelaatiokerroin vuosina 2005 ja 2010 välisellä datalla on 0,95, t-arvo 4,33 ja p-arvo 0,02. Näin saadaan saman suuntainen tulos, kun kaikkia muuttujia vertaillaan yhtä aikaa kuin erikseen ja muuttujien mukaan muuttuvien vuosien välillä.

Taulukko 8. Päästökaupan alaisten päästöjen, teollisuuden volyyymi-indeksin sekä sähkön ja lämmön tuotannon väliset korrelaatiokertoimet.

	Päästökaupan alaiset päästöt	Teollisuuden volyyymi-indeksi	Sähkön ja lämmön tuotanto
Päästökaupan alaiset päästöt	1,00	0,67	0,95
Teollisuuden volyyymi-indeksi	0,67	1,00	0,59
Sähkön ja lämmön tuotanto	0,95	0,59	1,00

5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän pro gradu -tutkimuksen tavoitteena oli selvittää päästökaupan vaikutukset ja päästökaupan osuus päästövähennyksiin Suomessa. Se tehtiin kirjallisuuskatsauksen ja tilastollisen tutkimuksen avulla. Tämän kappaleen tarkoituksena on koota yhteen kirjallisuuskatsauksen ja tilastollisen tutkimuksen tulokset sekä vertailla niitä. Saatujen tulosten perusteella vedetään yhteen tutkimuskysymysten vastaukset, jonka lisäksi tarkastellaan saatujen tulosten luotettavuutta. Tulosten pohjalta pohditaan vielä uusia tutkimusideoita eli miten tutkimusta voisi mahdollisesti jatkaa.

5.1 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto ja johtopäätökset

Kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin päästökaupan perusteita, päästökaupan vahvuuksia ja heikkouksia, Euroopan unionin päästökauppaa sekä energiaa ja päästökauppaa Suomen näkökulmasta. Kirjallisuuskatsauksessa selvisi päästökaupan perusteet; miten päästöt vähenevät sieltä, missä niiden vähentäminen on edullisinta, ja kuinka päästöoikeudet on jaettu Cap-and-trade -järjestelmässä päästökauppaan kuuluville toimijoille vastikkeettomasti tai huutokauppaamalla sovitun päästökaton mukaisesti. Päästökatto on ympäristötavoitteiden ohjaamana sovittu siten, että tarvittavat päästöt tulee leikattua. Toimijoilla on mahdollisuus valita keinot, joilla sallittujen päästöoikeuksien määrä saavutetaan. On mahdollisuus joko vähentää päästöjä, ostaa lisää oikeuksia tai myydä käyttämättömät oikeudet. Lisäksi EU:n päästökauppajärjestelmässä on ollut mahdollisuus tallettaa käyttämättömiä oikeuksia seuraavaa kautta varten tai hyödyntää Kioton joustomekanismeja päästöoikeuksien hankinnassa.

Koska päästökaupassa päästöt vähenevät sieltä missä se on edullisinta, olisi globaalisti ajateltuna paras ratkaisu maailmanlaajuinen päästökauppa. Näin päästöt vähenisivät kustannustehokkaasti sieltä missä pienellä investoinnilla päästöjä olisi mahdollista vähentää runsaasti. Maailmanlaajuinen päästökauppa vähentäisi yritysten eriarvoisuutta, josta nyt päästökauppaan kuuluvat maat ja niiden toimijat kärsivät. Päästökauppaan kuulumisen laskee teollisuuden kilpailukykyä sellaisiin toimijoihin nähden, joita eivät päästörajoitukset koske. Päästökaupan seurauksena nousevat niin sähkön kuin raaka-aineiden hinnat sekä yleinen kustannustaso. Jos päästökauppa olisi maailmanlaajuinen, vältyttäisiin hiilivuodoilta eli yritysten tuotannon siirrota päästökaupan ulkopuolisiin maihin, jonne yritys vie tuotantonsa mukana päästönsä.

Maailmanlaajuisen päästökauppajärjestelmän luomiselle esteenä pidetään päästöoikeuksien alkujakoon liittyviä kysymyksiä. Oikeudet pitäisi pystyä jakamaan tasapuolisesti, jotta kaikki osapuolet olisivat jokseenkin tyytyväisiä. Kansallinen päästökauppa on yksittäisille maille tehokkain tapa saavuttaa päästöjen vähennystavoitteet, mutta yksittäisen valtion alueelle rajoittuva päästökauppa ei ole globaalisti ajateltuna riittävä keino ilmastomuutoksen torjumiseksi. Ympäristön kannalta on samantekevää, missä hiilidioksidipäästöjä vähennetään, kunhan vähennetään. Hiilidioksidipäästöt korreloivat positiivisesti muiden kasvihuonekaasupäästöjen kanssa, joten hiilidioksidipäästöjä vähentämällä myös muut päästöt voivat jonkin verran vähentyä. EU:n päästökauppa onkin askel oikeaan suuntaan, mutta yksin vielä riittämätön.

Kirjallisuuskatsauksesta ilmenee, että päästökaupalla on ollut jonkinlainen vaikutus yritysten päästövähennyksiin, vaikkakin se on ollut pieni. Teoriassa päästökauppa toimii päästövähennysten kannustajana, sillä päästöoikeuksien niukkuus tekee päästämisen kalliiksi ja ajaa päästövähennyksiin. Käytännössä päästökaupan alaisten toimijoiden ei ole tarvinnut ryhtyä päästövähennystoimiin päästökaupan takia, sillä muut tekijät, kuten taantuma tai poliittiset päätökset ovat vaikuttaneet päästöjen vähennyksiin tai päästöoikeuksien liialliseen määrään. Päästöt ovat näin ollen olleet alhaisemmat kuin asetettujen päästöoikeuksien määrä, joten päästökatto ei ole päässyt ohjailemaan päästöjä ja niiden vähennyksiä.

Päästökauppaa voidaan pitää osittain epäonnistuneena, sillä kuten kirjallisuuskatsauksessa mainittiin, päästöoikeuksia oli jaettu liikaa ensimmäisellä kaudella ja toisaalta toisella kaudella päästöt laskivat muun muassa taantumana vuoksi. Mikäli päästökauppa ja oikeuksien jako olisi joustavampaa ja sitä voisi myös kiristää kesken kauden, olisi päästöjä voitu vähentää selvästi enemmän kuin nyt on vähennetty. Ympäristön kannalta tämän ei luulisi olevan huono asia, mikäli päästöjä vähennettäisiinkin enemmän kuin oli tavoiteltu. Talouden kannalta nykytilanne kuitenkin saattaa olla tarpeen. Nyt yrityksillä on ollut mahdollisuus tallettaa käyttämättömiä oikeuksiaan, jotka voidaan käyttää mikäli talous ja siten tuotanto lähtee kasvuun seuraavalla kaudella. Päästöoikeuksien määrä tulee joka tapauksessa laskemaan seuraavalla kaudella, joten nyt ylijääneet oikeudet saattavat olla ratkaisevia, kun ajatellaan esteetöntä talouden kasvua.

Kirjallisuuskatsauksen pohjalta ei löytynyt vastausta tutkimuskysymykseen päästökaupan vaikutuksesta päästövähennyksiin Suomessa. Kirjallisuuden avulla ei näin

ollen pystytä todistamaan, että päästöt olisivat laskeneet Suomessa juuri päästökaupan vuoksi. Tämän vuoksi tutkimuskysymykseen vastaamiseksi pitää tarkastella tilastollisen tutkimuksen löydöksiä.

5.2 Tilastollisten tutkimustulosten yhteenveto ja johtopäätökset

Tilastollinen tutkimus toteutettiin Tilastokeskuksen ja Energiamarkkinaviraston tilastoja hyödyntäen. Tutkimus tehtiin tilastollisilla menetelmillä Microsoft exceliä ja Eviewsiä apuna käyttäen. Tutkimuskysymykset ohjailivat tutkimuksen etenemistä ja tavoitteena oli löytää vastaukset niille. Taulukko 9 kokoaa tutkimuskysymykset ja niiden vastaukset selventäen ja tiivistäen aina tutkimuskysymyksen ja siihen löydetyn vastauksen.

Taulukko 9. Tutkimuskysymykset ja niiden vastaukset.

	Tutkimuskysymys	Vastaus
TK 1	Miten päästökauppa vaikutti Suomen päästöihin?	Päästöt ovat laskeneet päästökauppa-aikana, mutta ei välttämättä päästökaupan ansiosta.
TK 2	Ovatko päästökaupan alaiset päästöt laskeneet?	Päästökaupan alaisten päästöjen trendi on laskeva, samoin keskiarvoltaan päästöt ovat olleet alhaisemmat toisella päästökauppa-kaudella kuin ensimmäisellä, joten päästökaupan alaiset päästöt ovat laskeneet.
TK 3	Mikä on päästökaupan alaisten päästöjen ja päästö-oikeuksien välinen suhde?	Oikeudet ovat riittäneet kattamaan päästöt.
TK 4	Päästöjen aiheuttajat ja niiden suhteet?	Päästökaupan alaiset päästöt seurailevat vahvasti energian tuotantoa eikä teollisuuden volyymin ole niin suurta merkitystä päästömäärien vaihteluihin.

Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että päästöt ovat laskeneet päästökauppa-aikana ainakin päästökaupan alaisilla toimijoilla, joita tässä tutkimuksessa tutkittiin, mutta ei välttämättä päästökaupan ansiosta. Lisäksi voidaan

todeta päästöoikeuksien riittäneen kattamaan päästöt, ja että päästökaupan alaisiin päästömääriin vaikuttavat eniten energian tuotanto ja sen muutokset. Näiden tulosten valossa voidaan vastata päätutkimuskysymykseen. Päästökauppa ei ole vaikuttanut tai ollut vaikuttamatta päästöjen vähentymiseen Suomessa. Tämän tutkimuksen perusteella ei voida todeta päästökaupan johtaneen päästövähennyksiin, mutta ei voi myöskään sanoa etteikö se olisi vähentänyt päästöjä. Yksinkertaisesti tässä tutkimuksessa ei löydetty sellaisia todisteita, joiden avulla pystyisi toteamaan onko vai eikö päästökauppa ole vähentänyt päästöjä tai mikä on ollut se osuus päästövähennyksistä, joka olisi päästökaupan ansiota.

Tilastollisen tutkimuksen heikkous tässä tutkimuksessa on ollut tilastoaineiston vähyyys. Tilastohistoria on kyseisen aiheen kohdalla vielä niin lyhyt, että tutkimuksen luotettavuus kärsii siitä selvästi. Näin ollen tämän tilastollisen tutkimuksen tuloksia ei voida pitää luotettavina suppean datan vuoksi. Lisätutkimukset aiheesta ovat tarvittavia, mikäli luotettava vastaus tutkimuskysymykseen halutaan löytää. Mahdollista olisi muun muassa kehittää kyselytutkimus, jossa päästökaupan alaisilta toimijoilta kysyttäisiin suoraan päästökaupan vaikutuksista heidän päästövähennystoimiinsa. Näin saataisiin suora vastaus kysymykseen, onko päästökaupan alaiset toimijat vähentäneet päästöjään päästökaupan vuoksi. Toisaalta päästökaupassa on satoja toimijoita, joten tällaisen kyselytutkimuksen järjestäminen on hankalaa ja aikaa vievää.

Toinen vaihtoehto on odottaa, kunnes tilastoaineistoa on saatavilla enemmän. Tällöin tutkimuksen luotettavuus paranee. Toisaalta päästökauppakaudet ovat toisistaan poikkeavia, sillä toimijoita liitetään yhä enemmän päästökaupan alaisuuteen. Lisäksi, kuten mainittua, EU:n päästökauppa ja sitä myöten muun muassa päästöoikeuksien jakotapa muuttuu vuoden 2013 alusta, joten vertailu päästökauppakausien välillä vaikeutuu. Ehkä jonakin päivänä päästökauppa on tarpeeksi stabilisoitunut ja tämän kaltainen tutkimus on mahdollista toteuttaa luotettavan tuloksen saavuttamiseksi.

5.3 Pohdinta

Kirjallisuuskatsaus ei antanut vastausta tutkimuskysymykseen ja toisaalta tilastollisen tutkimuksen perusteella todettiin, että sen perusteella ei voida todistaa päästökaupan vaikutuksia päästövähennyksiin. Kuitenkin, vaikka tutkimuksessa huomattiin, että päästökauppa ei ole päässyt toimimaan odotetulla tavalla muun muassa taantumasta

johtuen, ovat päästöt vähentyneet. Se on ympäristön kannalta tärkeintä. Toki pitää muistaa, että kun talous taas lähtee kasvuun, lähtevät päästötkin. Tällöin päästökaupan rooli päästövähennyksessä tulee paremmin esille, mikäli päästökatto on asetettu ympäristötavoitteiden mukaisesti nykyisiä päästöjä selvästi alemmalle tasolle. Päästöjä on silloin pakko vähentää, jotta oikeudet riittävät kattamaan tuotetut päästöt. Näin myös useat eri päästövähennysteknologiat ja -tekniikat tulevat pakostakin yleistymään.

Kuten todettua, päästöt ovat vähentyneet päästökaupan aikana. Tässä tutkimuksessa ei pyritty selvittämään kaikkia syitä päästövähennykseen. Mielenkiintoista olisi selvittää, miten paljon tässä tutkimuksessakin mainitut sääolosuhteet ovat vaikuttaneet eri energialähteiden käyttöön, ja miten eri energialähteet tuottavat päästöjä. Näiden tekijöiden avulla selviäisi, miten sääolosuhteet ovat vaikuttaneet päästöjen määriin.

Lisätutkimusta tarvittaisiin myös teollisuuden tuotannon vaikutuksista päästöihin ja toisaalta energian tuotantoon. Miten paljon vaikutusta teollisuuden tuotannon muutoksilla on energian tuotantoon, ja miten paljon paljon päästöihin. Vaikuttiko taantuma oikeasti enemmän kuin mitä tässä tutkimuksessa pystyttiin näyttämään todeksi. Tämän tutkimuksen perusteella todettiin, että tilastollisen tutkimuksen tulos ei ollut luotettava. Tilastoaineistoa oli heikosti saatavilla, mutta syynä saatuun tulokseen, jonka mukaan teollisuustuotannon muutoksilla ei ole ollut kovin suurta vaikutusta päästöihin, saattoi johtua väärästä datasta. Ei ole nimittäin varmaa, etteikö saatavilla olisi parempia ja käyttökelpoisempia tilastoja, kuin mitä tässä tutkimuksessa käytetyt.

Yksi mielenkiintoinen tutkimuskohde olisi myös hiilivuoto. Miten paljon päästökauppa on ajanut yrityksiä päästökaupan ulkopuolisiin maihin? Toisaalta kiinnostavaa olisi tietää, miten paljon eri yritykset ja maat ovat hyödyntäneet Kioton joustomekanismeja. Joustomekanismien käytön luulisi yleistyvän varsinkin siinä vaiheessa kun omasta maasta on vaikea päästövähennyskohteita löytää, tai kun niiden hinta kasvaa liian korkeaksi. Joustomekanismien uskoisi olevan edullinen vaihtoehto vähentää päästöjä runsaastikin, mutta miten paljon yritykset ja maat ovat tätä mahdollisuutta hyödyntäneet tai tulevat tulevaisuudessa hyödyntämään, on mielenkiintoista nähdä.

Tämän teoriassa tehokkaan päästövähennysvälineen tulisi näyttää tehokkuutensa lähivuosien aikana, jotta usko siihen säilyy. Päästöt pitää vähentyä eikä hiilivuotoa saa tapahtua. Kuten yllä on osoitettu, päästökaupan piiristä tutkittavaa löytyy runsaasti. Tutkimusta myös tarvitaan sen tuoreuden ja ajankohtaisuuden vuoksi lisää.

LÄHDELUETTELO

- Aatola, Piia, Kimmo Ollikka & Markku Ollikainen (2008). Kolme vuotta EU:n päästökauppaa: kokemuksia ja luotausta tulevaan. *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 104:1, 81–95. ISSN 0022-8427.
- Ahola, Martina (2009). Rahapula lisää päästöoikeuksien myyntiä. *Kauppalehti* 22.1.2009, 4–5. Tampere: Kustannus Oy Aamulehti/Lehtipaino. ISSN 0451-5560.
- Ahonen, Hanna-Mari (2005). Päästökaupan tausta. Teoksessa: *Päästökauppaopas: Kaupankäynti EU:n päästöoikeuksilla*. HamKin julkaisuja 6/2005, 9–14. Toim. Linnainmaa, Timo, Helena Mälkki & Harri Laurikka ISBN 951-784-305-4.
- Brown, Gordon (2009). We must act now. *Newsweek* 28.9.2009, 24–30. New York: Newsweek, Inc. ISSN 0163-7053.
- Carbon Trade Watch (2011). *EU Emission Trading System: Failing at the third attempt* [online]. Barcelona: Carbon Trade Watch [viitattu 21.5.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:http://www.corporateeurope.org/sites/default/files/sites/default/files/article/EU-ETS_briefing_april2011_0.pdf>.
- Collis, Jill & Roger Hussey (2009). *Business Research – A Practical Guide for Undergraduate & Postgraduate Students*. England. Palgrave Macmillan. ISBN 978-1-4039-9247-5.
- Davis, Glyn & Branko Pecar (2010). *Business statistics using Excel*. United States: Oxford University Press Inc., New York. ISBN 978-0-19-955689-2.
- EEA, European Energy Agency (2010). *Mitigating climate change - SOER 2010 thematic assessment. The European environment – state and outlook 2010* [online]. Kööpenhamina: Publications Office [viitattu 1.4.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.eea.europa.eu/soer/europe/mitigating-climate-change>>.
- Energiamarkkinavirasto (2012a). *Talouden taantuma ja tuontisähkö pienensivät Suomen päästöjä* [online]. Helsinki: Energiamarkkinavirasto [viitattu 3.6.2012].

Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.emvi.fi/data.asp?articleid=2949&pgid=454&languageid=246>>.

Energiamarkkinavirasto (2012b). *Päästöoikeustase* [online]. Helsinki: Energiamarkkinavirasto [viitattu 3.6.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL: http://www.emvi.fi/files/paastooikeustase_toiminnanharjoittajat2011.pdf>.

Energiantuotanto.info (2012). *Fossiiliset polttoaineet* [online]. [Viitattu 4.11.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.energiantuotanto.info/uusiutumaton-energia/fossiiliset-polttoaineet>>.

Energiateollisuus (2012). *Energia ja ympäristö* [online]. Helsinki: Energiateollisuus ry [viitattu 22.4.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://energia.fi/energia-ja-ymparisto>>.

Euroopan komissio (2006). *Ilmastomuutos: mikä se on? Ota selvää*. Luxemburg: Euroopan komissio. ISBN 92-894-8920-0.

EViews (2012). Eviews 7 for Windows [online]. *Eviews.com*. USA: IHS Inc. [viitattu 10.9.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.eviews.com/EViews7/ev7main.html>>.

Flannery, Tim (2005). *Ilmaston muuttajat*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Otava. Alkuteos: *The Weather Makers. The History and Future Impact of Climate Change*. ISBN-13: 978-951-1-21107-5. ISBN-10: 951-1-21107-2.

Heikkilä, Tarja (2008). *Tilastollinen tutkimus*. Helsinki: Edita Publishing Oy. ISBN 978-951-37-4812-8.

Helsingin Sanomat (2011). Selvitys: Päästökauppa johtanut vain pieniin päästövähennyksiin [online]. *Hs.fi* 1.3.2011. Helsinki: Sanoma News Oy [viitattu 3.6.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.hs.fi/talous/artikkeli/Selvitys+P%C3%A4st%C3%A4st%C3%B6kauppa+johtanut+vain+pieniin+p%C3%A4st%C3%A4st%C3%B6v%C3%A4hennyksiin/1135264196855>>.

- Hildén Mikael, Niko Karvosenoja, Sirkka Koskela, Kaarle Kupiainen, Anna Laine, Janne Rinne, Jyri Seppälä, Mikko Savolahti ja Laura Sokka (2008). *Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian ympäristöarviointi* [online]. Helsinki: Suomen Ympäristökeskus [viitattu 19.5.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=96366&lan=FI>>.
- Holopainen Martti & Pekka Pulkkinen (1994). *Tilastolliset menetelmät*. Porvoo: WSOY. ISBN 951-35-5629-8.
- IEA (2011). *CO₂ Emissions From Fuel Combustion: Highlights (2011 Edition)* [online]. France: International Energy Agency Publications [viitattu 18.4.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf>>.
- Ilmatieteen laitos (2012). *Kasvihuoneilmiö* [online]. Helsinki: Ilmatieteen laitos [viitattu 4.11.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.geo.fmi.fi/oppimateriaali/envisat/otsoni/kasvihuone.html>>.
- Ilme, Jarno (2005). Päästökaupan lainsäädäntö. Teoksessa: *Päästökauppaopas: Kaupankäynti EU:n päästöoikeuksilla*. HamKin julkaisuja 6/2005, 17–20. Toim. Linnainmaa, Timo, Helena Mälkki & Harri Laurikka ISBN 951-784-305-4.
- Jutila, Heli (2008). EU:n hiilidioksidipäästökauppa luo hiilelle hinnan, mutta vähenevätkö maailman hiilidioksidipäästöt. *Ympäristö ja Terveys* 39:10, 72–73. ISSN 0358-3333.
- Kamaja, Mari (2009). Hallitus panee suomalaiset leikkaamaan päästöjään rajusti. *Satakunnan Kansa* 16.10.2009, 8. Pori: Satakunnan Kirjateollisuus Oy. ISSN 0355-8746.
- Kaufmann, Robert K. (2009). Päästöt kuriin markkinoiden ja verotuksen avulla. Teoksessa: *Maailman tila 2009: Lämpenevään maailmaan*, 128–131 Worldwatch-istitute. Helsinki: Gaudeamus. Alkuteos: State of the World 2009. ISBN 978-952-495-109-8.

- KTM, Kauppa- ja teollisuusministeriö (2004). EU:n päästökaupan, energiaverotuksen ja energiatuotannon tukien yhteensovittaminen [online]. *Kauppa- ja teollisuusministeriön julkaisuja* 35/2004. Helsinki: Edita Publishing Oy [viitattu 20.9.2009]. Saatavan World Wide Webistä: <URL:[http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/all/F5E0C0886CCF4749C2256F6A004AF890/\\$file/jul35eos_2004.pdf](http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/all/F5E0C0886CCF4749C2256F6A004AF890/$file/jul35eos_2004.pdf)>.
- KvantiMOTV (2012). Korrelaatio ja riippuvuusluvut [online]. *Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto*. Tampere [viitattu 20.9.2009]. Saatavan World Wide Webistä: <URL:<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/korrelaatio/korrelaatio.html>>.
- Kärkkäinen, Tuomas (2009). Päästökauppajärjestelmä ei ole tarpeeksi tiukka [online]. *Kansan Uutiset* 6.8.2009. [Viitattu 15.9.2009]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.kansanuutiset.fi/uutiset/kotimaa/1950346/paastokauppajarjestelma-ei-ole-tarpeeksi-tiukka>>.
- Laukkanen, Timo & Katri Huutoniemi (2006). Ilmastonsuojelun haasteet. Teoksessa: *Savuntarkastajista päästökauppiaisiin: Suomalaisen ilmansuojelun historiaa*, 227. Toim. Huutoniemi, Kari, Alec Estlander, Matti Hahkala, Kari Hämekoski, Antti Kulmala, Risto Lahdes & Timo Laukkanen. Ilmansuojeluyhdistys ry. ISBN 952-92-0025-0.
- Laurikka, Harri (2006). Johdatus ympäristöhyödykkeiden markkinoihin. Teoksessa: *Päästökauppa ja ympäristöhyödykkeiden markkinat*, 9–28. Toim. Jussi Nykänen. Helsinki: Edita. ISBN 951-37-4703-4.
- Leppänen, Jussi (2009) [online]. *Päästökauppa*. Energiatekniikan kandidaatintyö. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto [viitattu 20.5.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/58976/nbnfi-fe201002031218.pdf?sequence=3>>.
- Leskelä, Jukka (2004). EU:n päästökauppa ja sen kytkennät muuhun ilmastopolitiikkaan. *Ilmansuojelu* 4/2004, 11–15. Ilmansuojeluyhdistys ry. ISSN 0786-5899.

- Linnainmaa, Timo, Helena Mälkki & Harri Laurikka (2005). Johdanto. Teoksessa: *Päästökauppaopas: Kaupankäynti EU:n päästöoikeuksilla*. HamKin julkaisuja 6/2005, 7–8. Toim. Linnainmaa, Timo, Helena Mälkki & Harri Laurikka ISBN 951-784-305-4.
- Maté, Janos, Kert Davies & David Kanter (2009). Ilmastonmuutoksen avainkäsitteet. Teoksessa: *Maailman tila 2009: Lämpenevään maailmaan*, 77–80 Worldwatch-istitute. Helsinki: Gaudeamus. Alkuteos: State of the World 2009. ISBN 978-952-495-109-8.
- Mohanty, Manoranjan (2012) New renewable energy sources, green energy development and climate change. Implications to Pacific Island countries. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 23 Iss: 3 pp. 264-274. Fiji: Emerald Group Publishing Limited.
- Määttä, Kalle & Kyösti Pulliainen (2003). *Johdatus ympäristötaloustieteeseen*. Helsinki: Talentum. ISBN 952-14-0692-5.
- Nurmi, Timo (2002). *Uusi suomen kielen sanakirja*. Jyväskylä: Gummeruksen Kirjapaino Oy. ISBN 951-584-554-8.
- Nykänen, Jussi, Mauro Roglieri & Monique Voogt (2006). Velvoitepohjaiset päästökauppajärjestelmät. Teoksessa: *Päästökauppa ja ympäristöhyödykkeiden markkinat*, 51–75. Toim. Jussi Nykänen. Helsinki: Edita. ISBN 951-37-4703-4.
- Ojala, Jaakko & Magnus Cederlöf (2008). EU:n ilmasto- ja energiapaketti: Uusia tuulia päästökauppaan ja sitovat velvoitteet meille kaikille. *Ympäristö ja Terveys* 39:10, 4–9. ISSN 0358-3333.
- Rajala, Rami (2005). *Päästökaupan vaikutukset päästökauppatoimialojen kannattavuuteen Suomessa* [online]. Helsingin Yliopisto [viitattu 21.05.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:http://www.helsinki.fi/taloustiede/tutkimus/ye/rajala_gradu.pdf>.
- Rosvall, Maria (2009). Ilmastotutkija vaatii loppua päästökaupalle. *Pohjalainen* 22.10.2009, 14. Vaasa: Vaasa Oy. ISSN 0789-0737.

- Tilastokeskus (2012a). *Sanastoa* [online]. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu 4.11.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_sanasto.html>.
- Tilastokeskus (2012b). *Kasvihuonekaasupäästöt Suomessa* [online]. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu 18.5.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:http://pxweb2.stat.fi/Dialog/varval.asp?ma=010_khki_tau_101&ti=Kasvihuonekaasup%E4%E4st%F6t+Suomessa&path=../Database/StatFin/ymp/khki/&lang=3&multilang=fi>.
- Tilastokeskus (2012c). Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990–2010. *Katsauksia 2012/1 - Ympäristö ja luonnonvarat* [online]. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu 18.5.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:http://www.stat.fi/tup/khkinv/suominir_2012.pdf>.
- Tilastokeskus (2012d). Kasvihuonekaasuinventaariorio [online]. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu 18.5.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.stat.fi/tup/khkinv/index.html>>.
- Tilastokeskus (2012e). *Teollisuustuotannon volyyymi-indeksi* [online]. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu 9.9.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.stat.fi/til/ttvi/index.html>> ja <URL:http://193.166.171.75/Dialog/varval.asp?ma=010_ttvi_tau_101&ti=Teollisuustuotannon+volyymi-indeksi&path=../Database/StatFin/teo/ttvi/&lang=3&multilang=fi>.
- Tilastokeskus (2012f). *Sähkön hankinta ja tuotanto* [online]. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu 1.8.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:http://193.166.171.75/Dialog/varval.asp?ma=010_salatuo_tau_101&ti=S%E4hk%F6n+hankinta+ja+tuotanto&path=../Database/StatFin/ene/salatuo/&lang=3&multilang=fi>.
- Tynjälä, Tommi (2006). Ilmastopolitiikka. Teoksessa: *Päästökauppa ja ympäristöhyödykkeiden markkinat*, 51–75. Toim. Jussi Nykänen. Helsinki: Edita. ISBN 951-37-4703-4.

Työ- ja elinkeinoministeriö (2012). *Päästöoikeuksien ilmaisjakolaskelmat kaudelle 2013–2020 toimitettu komissiolle* [online]. [Viitattu 23.9.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL: http://www.tem.fi/?89519_m=105634&s=2471>.

UNFCCC (2012a). *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change* [online]. Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change [viitattu 22.4.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:http://unfccc.int/essential_background/kyoto_protocol/items/1678.php>.

UNFCCC (2012b). *The Mechanisms under the Kyoto Protocol: Emissions Trading, the Clean Development Mechanism and Joint Implementation* [online]. Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change [viitattu 22.4.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php>.

Valtion ympäristöhallinto (2009). *Kioton pöytäkirja* [online]. [Viitattu 12.9.2009]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1885&lan=fi>>.

Valtion ympäristöhallinto (2012a). *EU:n ilmasto- ja energiapaketti* [online]. [Viitattu 28.10.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=22013&lan=fi>>

Valtion ympäristöhallinto (2012b). *Suomen ilmastopolitiikka* [online]. [Viitattu 23.9.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=262100&lan=fi&clan=fi>>.

VATT, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus (2009). *Sähköntuotannon windfallvoittojen leikkaaminen ja päästökaupan sähkönhintavaikutusten lieventäminen* [online]. *Lausunto VATT Dnro VATT/20/500/2009*. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö [viitattu 1.5.2012]. Saatavana World Wide Webistä: <URL:http://www.tem.fi/files/22272/WINDFALL_LAUSUNTO_VATT.pdf>.