

PÄÄSTÖKAUPAN VAIKUTUKSET MATKUSTAJALENTOLIIKENTEESEEN

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Liiketalouden ala
Liiketoiminnan logistiikan koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Kevät 2010
Katja Luosujärvi

Lahden ammattikorkeakoulu
Liiketoiminnan logistiikan koulutusohjelma

KATJA LUOSUJÄRVI:

Päästökaupan vaikutukset
matkustajalentoliikenteeseen

Liiketoiminnan logistiikan opinnäytetyö, 56 sivua, 1 liitesivu

Kevät 2010

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee ilmailun päästökaupan vaikutuksia matkustajalentoliikenteeseen. Tutkimuksen tutkimusongelmana oli kartoittaa mahdollisia vaikutuksia ja kustannuksia, joita ilmailun päästökaupalla tulee olemaan lentoyhtiöille matkustajalentoliikenteen osalta. Tutkimuksessa tutkittiin, vaikuttaako päästökauppa lentojen reittisuunnitteluun sekä päästöoikeuksien hinnan ja ostettavien päästöoikeuksien määrän vaikutusta kustannuksiin. Lisäksi tässä opinnäyteytössä vertailtiin eri lentokonetyyppien polttoaineen kulutusta, joka on suoraan verrannollinen lentokoneen tuottamiin hiilidioksidipäästöihin. Tästä syystä tutkimuksessa käytiin läpi myös miten lentokoneiden hiilidioksidipäästöjä voitaisiin vähentää. Tutkimuksessa pyrittiin myös kartoittamaan muita kustannuksia, kuten hallinnollisia kustannuksia, joita päästökaupasta aiheutuu lentoyhtiöille.

Työn teoreettinen osuus keskittyy päästökauppaan, lentoliikenteen päästöihin, ilmailun päästökauppalakiin ja lentokoneiden päästöjen vähentämiskeinoihin. Työssä on käytetty kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä, mutta tutkimukseen on haettu syventävää tietoa kvalitatiivisen tutkimuksen menetelmistä avoimella haastattelulla. Teoreettisen osuuden tietoja on kerätty kirjallisista lähteistä ja aiheen käytännönläheisempää tietämystä sekä avustavaa tietoa empiirisen osuuden osaksi on saatu haastattelemalla lentoyhtiö Blue1:n päästökauppavastaavaa.

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että päästökauppa tuo tullessaan lentoyhtiöille kustannuksia, mutta myös sen, että välttämättä suuria operatiivisia vaikutuksia päästökaupalla ei lentoyhtiöille ole, ainakaan päästökaupan alkuvaiheessa. Lisäksi tämän tutkimuksen perusteella voidaan tehdä se johtopäätös, että kulut, joita lentoyhtiöille päästökaupasta tulee, tullaan siirtämään ainakin osittain matkustajille maksettaviksi esimerkiksi korotettuina lentolipun hintoina, reitistä ja markkinatilanteesta riippuen.

Jatkotutkimuksena olisi hyödyllistä ajan myötä tehdä tutkimus toteutuneista päästökaupan mukanaan tuomista kustannuksista sekä mahdollisista päästökaupan mukanaan tuomista toimintatapamuutoksista lentoyhtiöissä. Lisäksi olisi hyvä tutkia onko hiilidioksidipäästöjä onnistuttu vähentämään.

Avainsanat: Päästökauppa, hiilidioksidipäästöt, matkustajalentoliikenne

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Logistics

LUOSUJÄRVI, KATJA:

The Impacts of Emission Trade on
Commercial Air Travel

Bachelor's Thesis in Business Logistics, 56 pages, 1 appendix

Spring 2010

ABSTRACT

This study demonstrates the possible impacts and costs of Emission Trade on Commercial Air Travel. One part of the study was to evaluate whether Emission Trade has an effect on airline route planning and what kind of impact the value of Emission Allowance has on the total costs. Another part of the study compared fuel consumption of different aircraft types as it is seen to be a direct link to the carbon dioxide emissions produced by aircraft. Hence, the study examined the ways of reducing aircraft carbon dioxide emissions. The study also aimed to demonstrate other costs, such as administrative costs caused by Emission Trade.

The theoretical part of this study focused on the Emission Trade, air travel emissions and the national Emission Trade Law. Also, ways of reducing aircraft emissions was examined. Both quantitative and qualitative research methods were used for this study. As a part of the qualitative research, an interview was conducted. Information was also gathered from literature related to the field of study and from the Internet. Practical information was obtained by interviewing an aircraft operator, Blue1's emission trade specialist. The interview also contributed to the calculations in the empirical section of the study.

The findings indicated that the Emission Trade will bring extra costs to the airlines, however, it does not necessarily have a major impact on the operation of an airline, at least at the beginning of the Emission Trade. Based on the research, conclusions can be drawn that the costs of the Emission Trade will be at least partly contributed to by the passengers, for example higher flight fares, depending on the route and current market situation.

Further study is needed to establish the actual costs and effects of Emission Trade. A further study could also focus on whether Emission Trade has had a positive or negative impact on carbon dioxide emissions produced by airlines.

Key words: Emission Trade, carbon dioxide, commercial air travel

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimusongelma	3
1.2	Tutkimusrajaukset	4
1.3	Tutkimusmenetelmät	7
1.4	Opinnäytetyön rakenne	7
2	PÄÄSTÖKAUPPA	9
2.1	Päästöoikeuksien hinnan muodostuminen	10
2.2	Päästökaupan periaate	12
2.3	Päästöoikeusrekisteri	13
3	LENTOLIIKENTEEEN PÄÄSTÖKAUPPA	15
3.1	Laki lentoliikenteen päästökaupasta	17
3.2	Toimijoiden velvollisuudet lentoliikenteen päästökaupassa	19
3.3	Tonnikilometrien ja vuosipäästöjen tarkkailusuunnitelmat ja raportointi	21
4	LENTOLIIKENTEEEN PÄÄSTÖT	25
4.1	Päästöjen määrä	25
4.2	Päästöjen vaikutus	26
4.3	Päästöjen vähentäminen	27
5	PÄÄSTÖKAUPAN VAIKUTUKSIA	33
5.1	Lentokonetyypin vaikutus päästöihin	34
5.2	Päästöoikeuden hinnan vaikutus matkustajakohtaisiin kustannuksiin	37
5.3	Päästöoikeuden vaikutus lennon reittisunnitteluun	38
5.4	Muut vaikutukset ja kustannukset	41
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	43
7	YHTEENVETO	48
	LÄHTEET	50

SANASTO

Erityisvaranto on varanto, jonne siirretään 3 % päästökauppakauden päästöoikeuksien kokonaismäärästä

Eurocontrol (The European Organisation for the Safety of Air Navigation) on Euroopan unionin ilmatilan lennonjohtopalveluiden ja muiden lennonvarmistuspalveluiden suunnittelusta ja kehittämisestä vastaava monikansallinen ja valtioiden välinen laitos

Henkilökilometri tarkoittaa yhden matkustajan kulkemaa kilometrimatkaa

ICAO (International Civil Aviation Organization) on YK:n alainen kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö.

IATA (The International Air Transport Association) Maailmanlaajuinen lentoyhtiöiden etu- ja yhteistyöjärjestö

Kasvihuoneilmiö on tärkeä luonnon prosessi, mutta ihmisten toiminta on lisäämässä sen vaikutusta. Kasvihuoneilmiö on maapallon luonnollinen lämpötilan nousu, joka syntyy, kun auringonvalon energiaa jää kiinni ns. kasvihuonekaasuihin

Kasvihuonekaasu on kaasu, joka ilmakehässä ollessaan imee ja heijastaa aurinkosta tulevaa ja planeetan pinnalta heijastuvaa lämpösäteilyä aiheuttaen kasvihuoneilmiön

Kerosiini on lentokoneissa käytettävä polttoaine

Kioton joustomekanismit ovat Kioton pöytäkirjassa olevia mekanismeja, joiden avulla päästöjen rajoitukset ja vähennykset voi pyrkiä saavuttamaan joustavasti ja kustannustehokkaasti

Kioton pöytäkirja (Kyoto Protocol) on vuonna 1997 Kiotossa hyväksytty pöytäkirja, joka velvoittaa teollisuusmaita vähentämään vuosina 2008–2012 kuuden kasvihuonekaasun päästöjä

Lentoonlähtöpaino on lentokoneen kokonaispaino lentoon lähtiessä

Lentopaikkapari tarkoittaa kahta kohdetta joiden väli lennetään, esim. Helsinki-Oulu

Matkalentokorkeus on noin 10 kilometrin lentokorkeus

Matkustajalentoliikenne tarkoittaa matkustajien ja rahdin kuljetusta reitti- ja tilauslentoliikenteessä

Matkustajätäyttöaste tarkoittaa myytyjä istuinpaikkoja suhteessa koneen kaikkiin matkustajapaikkoihin

Päästökauppa tarkoittaa järjestelyä, jossa haitallisia päästöjä tuottavat laitokset tai toiminnanharjoittajat ovat velvollisia omistamaan kutakin tuottamaansa päästöyksikköä kohti tietyn määrän päästöoikeuksia, joita toiminnanharjoittajat voivat ostaa ja myydä keskenään

Päästokiintiö on se päästö määrä, joka kuormittajalla on oikeus päästää päästöjä ympäristöön

Päästökaupparekisteri on pakollinen rekisteri, johon on kirjattu kaikki päästöoikeuksien siirrot

Päästöoikeustili on tili, jolla säilytetään kaikki laitoksen tai toiminnanharjoittajan päästöoikeudet

Päästöyksikkö eli päästöoikeus on rajattu ja siirrettävä julkishallinnon myöntämä oikeus päästää tietty määrä jotakin päästöä ympäristöön

Reittiliikenne tarkoittaa säännöllisiä lentoja esimerkiksi Helsinki-Oulu välillä

Reittisuunnittelu on lennonsuunnittelun vaihe, joka sisältää lennon reitityksen valinnan ja lentosuunnitelman toimittamisen lennonvarmistustoimielimille

Stratosfääri on ilmakehän ylempi kerros

Tilauslentoliikenne on lentoyhtiöltä erikseen tilattu lento tai lentoja johonkin tiettyyn kohteeseen

Todentaja tarkistaa ja vahvistaa päästökaupassa toimivan toiminnanharjoittajan ilmoittaman päästömäärän.

Tonnikilometri on lennetyllä matkalla kuljetettujen matkustajien ja rahdin määrä tonneissa

Troposfääri on ilmakehän alin kerros

Wingletit on lentokoneiden siipiin asennettavat karkisiivet, jotka parantavat koneen aerodynamiikkaa

Ylilentomaksu on jokaisen valtion ilmailuviranomaisen määräämä maksu valti-
onsa ilmatilan käytöstä

Ympäristövero on yleiskäsite, jolla viitataan sekä varsinaisiin ympäristöveroihin että muihin ympäristön kannalta tärkeisiin veroihin. Varsinainen ympäristövero on säädetty ohjaamaan toimintaa maksattamalla kuluttajilla ja tuottajilla heidän aiheuttamansa haitta

1 JOHDANTO

Ilmastomuutoksen torjunta on noussut viime vuosina yhdeksi keskeisimmistä kansainvälisen politiikan tavoitteista ja ympäristöarvojen merkitys myös kuluttajille on tullut entistä tärkeämmäksi (Euroopan unioni 2010). Ilmastokysymykset ja ympäristöarvot muuttavat toimintatapoja myös yritysten liiketoiminnassa ja ympäristöarvoilla on myös erittäin tuntuva imagoarvo yrityksille (Maaseudun yrittäjyyden kehittämisohjelma 2020 2010, 85).

Ihmiskunta tuottaa valtavia määriä kasvihuonekaasuja, jotka voimistavat luonnollista kasvihuoneilmiötä. Tärkeimpiä ihmisen tuottamia kasvihuonekaasuja on hiilidioksidi, jolla onkin erityisen merkittävä rooli ilmastomuutoksessa. Jos hiilidioksidipitoisuus kasvaa nykytahtia eikä päästötasoja pystytä rajoittamaan, ilmasto voi muuttua vielä odotettuaikin rajummin. Hiilidioksidipäästöjä syntyy fossiilisten polttoaineiden kuten hiilen, öljyn ja maakaasun käytöstä erityisesti energiantuotannossa ja liikenteessä. Hiilidioksidin määrä on ihmisen toiminnan seurauksena kasvanut kolmanneksella viimeisen 150 vuoden aikana ja hiilidioksidin pitoisuus on korkeammalla kuin ehkä koskaan aiemmin 20 miljoonaan vuoteen. (Ulkoministeriö 2009.)

Ilmastomuutoksen edetessä päästörajoituksia ja energiansäästöä vaaditaan nyt niin kuluttajilta kuin teollisuudeltakin. Ympäristöpäästöistä aiheutuu haittoja ihmisille, ihmisten rakentamille esineille ja luonnolle. Ympäristöpäästöhaittojen korjaamisesta aiheutuu kustannuksia, kuten myös ympäristöpäästöjen sääntelystä. Ympäristöongelmien ratkaisuun löytyy vaihtoehtoja, mutta usein niihin joudutaan puuttumaan lainsäädännöllisin toimin.

EU käynnisti vuonna 2005 päästökauppajärjestelmän, jonka tarkoituksena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä Euroopan unionin alueella mahdollisimman taloudellisesti ja kustannustehokkaasti (Energiamarkkinavirasto 2010a). Päästökauppajärjestelmä velvoittaa kaikkia päästökaupan piirissä olevia yrityksiä seuraamaan päästöjään ja tilittämään vuosittain päästöjä vastaavan määrän päästöoikeuksia valtiolle (Linnainmaa, Mälkki & Laurikka 2005, 7). Päästökaupalla tar-

koitetaan järjestelyä, jossa haitallisia päästöjä tuottavat laitokset tai toiminnanharjoittajat ovat velvollisia omistamaan kutakin tuottamaansa päästöyksikköä kohti tietyn määrän päästöoikeuksia, joita toiminnanharjoittajat voivat ostaa ja myydä keskenään. Päästöyksikkö eli päästöoikeus on rajattu ja siirrettävä julkishallinnon myöntämä oikeus päästää tietty määrä jotakin päästöä ympäristöön. (Energiamarkkinavirasto 2010a.)

Ensimmäinen EU:n sisäinen päästökauppa-kausi oli 2005–2007, jolloin päästökauppa koski mm. polttolaitoksia ja öljynjalostamoita. 1.2.2010 voimaan tulleella uudella päästökauppalailla, EU on laajentanut päästökaupan koskemaan myös lentoliikennettä. Lentoyhtiöiden yksi suurimmista haasteista onkin rajoittaa lentojen ympäristövaikutuksia. (Energiamarkkinavirasto 2010a.)

Lentokoneiden pakokaasut sisältävät samoja aineita kuin muidenkin moottoreiden päästöt, kuten esimerkiksi hiilidioksidia, typen oksideja ja häkää. Ilmailun päästökaupalla pyritään kuitenkin vähentämään vain tuotettujen hiilidioksidipäästöjen määrää. (Finavia 2009a.) Polttoaineen palaessa syntyvä hiilidioksidi onkin tunnetuin tekijä lentoliikenteen aiheuttamaan kasvihuoneilmiöön (VTT 2009).

Kansainvälinen lentopolttoaine on vapautettu verotuksesta ja tätä käytetäänkin argumenttina tuotaessa lentomatkat ympäristöverojen piiriin. YK:n alainen kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö ICAO ja EU ovat arvioineet päästökaupan olevan kustannustehokkain taloudellinen ohjauskeino päästöjen vähentämiseksi. (Ahlberg-Valdna 2009, 27.)

Päästökauppa alkaa lentoliikenteen osalta vuonna 2012. Ensimmäinen päästökauppa-kausi on vuosi 2012 ja seuraava kausi on 2013–2020. (Environment Agency 2009.) Esikauppa-kaudella, vuosina 2010–2011 lentoperaattoreiden eli lentoyhtiöiden ei kuitenkaan tarvitse vielä luovuttaa päästöjä vastaavia päästöoikeuksia, vaan toimittaa tiedot tuotetuista tonnikipometreista eli lennetyllä matkalla kuljetettujen matkustajien ja rahdin määrästä tonneissa.

Päästökauppa tuo tullessaan lentoyhtiöille erilaisia velvollisuuksia, mutta myös kuluja, jotka lentoyhtiöiden tulee ottaa huomioon suunnitellessaan toimintaansa. Tämä opinnäytetyö keskittyy selvittämään mitä mahdollisia vaikutuksia ja kustannuksia ilmailun päästökaupalla tulee olemaan lentoyhtiöille matkustajalentoliikenteen osalta. Matkustajalentoliikenteellä tässä työssä tarkoitetaan matkustajien kuljetusta reitti- ja tilauslentoliikenteessä. Reittiliikenteellä tarkoitetaan säännöllisiä lentoja esimerkiksi Helsinki-Oulu välillä.

1.1 Opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimusongelma

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena on kartoittaa vaikutuksia ja laskea mahdollisia kustannuksia mitä lentoyhtiöiden matkustajalentoliikenteeseen koituu ilmailun päästökaupasta. Lisäksi työssä selvitetään kuinka lentokoneiden tuottamia hiilidioksidipäästöjä voitaisiin vähentää.

Tämän opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään lentoliikenteen päästöjä, päästöjen määrää, päästöjen vaikutuksia sekä keinoja, millä päästöjä voitaisiin vähentää. Osuudessa käsitellään myös päästökauppaa yleisellä tasolla sekä lentoliikenteen tasolla, päästöjen tarkkailusuunnitelman vaatimuksia sekä lentoliikenteen päästökaupassa toimijoiden velvollisuuksia. Teorian osa tässä työssä on antaa pohjatietoa päästökaupasta ja sen mukanaan tuomista velvollisuuksista.

Tässä työssä pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Miten päästökauppa vaikuttaa lentoreittien suunnitteluun?
- Minkälainen vaikutus lentokonetyypin valinnalla on hiilidioksidipäästömiin ja sitä kautta kustannuksiin?
- Millaisia vaikutuksia päästöoikeuksien hinnalla ja ostettavilla päästöoikeusmäärillä on kustannuksiin?
- Miten lentoliikenteen päästöjä voidaan vähentää?

Tutkimusongelmat keskittyvät siihen, miten päästökauppa tulee kokonaisvaltaisesti vaikuttamaan matkustajalentoliikenteeseen ja tuoko päästökauppa mukanaan

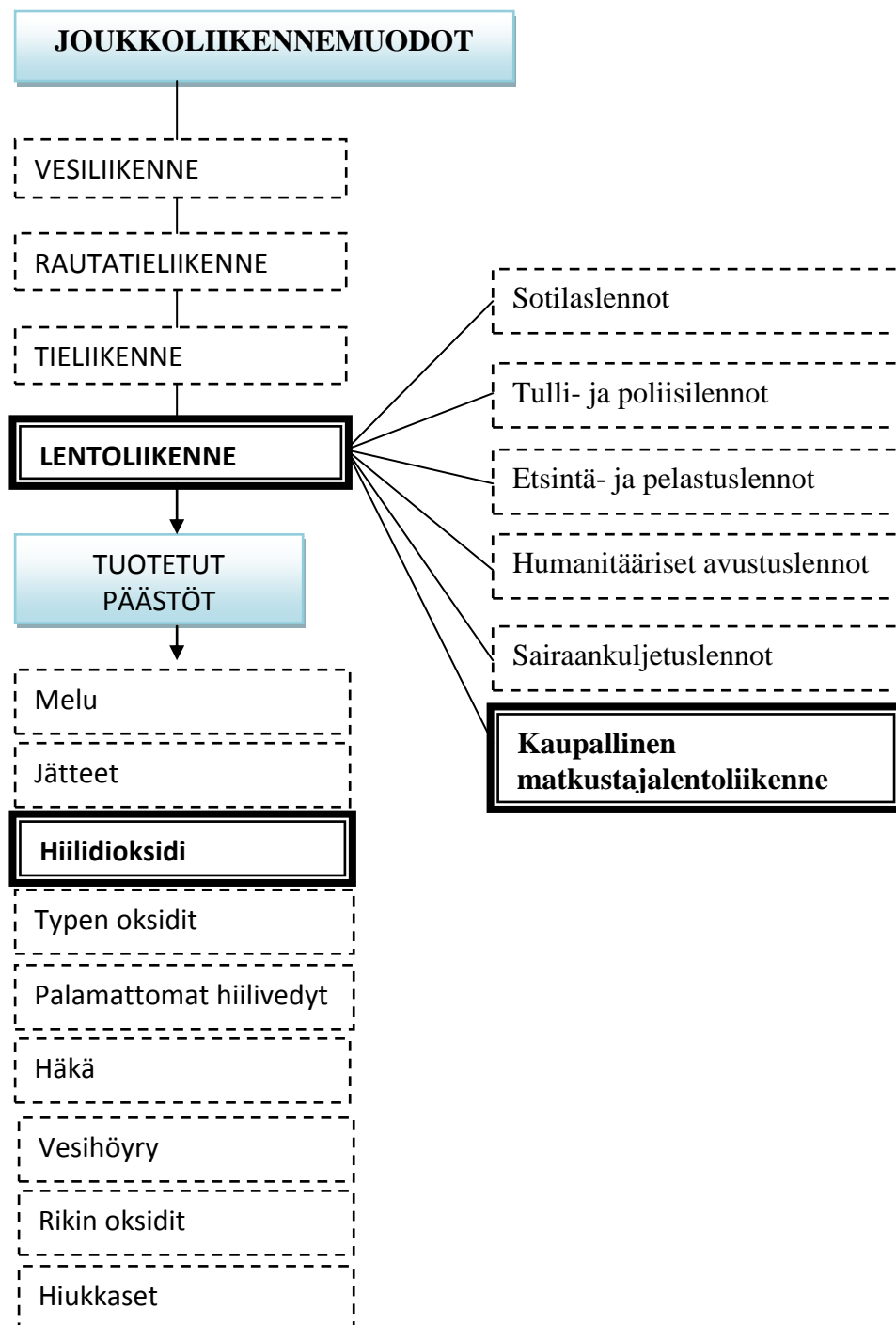
kustannuksia, joita lentoyhtiöiden tulisi ottaa huomioon tulevaisuudessa lentoja suunnitellessa. Lisäksi työssä pyritään selvittämään keinoja, joilla lentokoneiden tuottamia hiilidioksidipäästöjä voidaan vähentää.

Tätä työtä ei ole tehty vain yhtä lentoyhtiötä varten, vaan työn tulokset ovat yleistettävissä myös muihin lentoyhtiöihin.

Opinnäytetyön tekijä työskentelee lentoyhtiössä reittisuunnittelijana, joten aiheen valintaan vaikutti mielenkiinto aihetta kohtaan sekä aiheen ajankohtaisuus. Lisäksi opinnäytetyön tekijän työnantaja toivoi aiheesta opinnäytetyötä. Aikaisempia tutkimuksia aiheesta ei ole tehty.

1.2 Tutkimusrajaukset

Tutkimuksessa keskitytään selvittämään päästökaupan vaikutuksia esimerkiksi lentojen reittisuunnitteluun ja mitä mahdollisia kustannuksia lentoyhtiöille tulee päästökaupasta. Tutkimus keskittyy vain matkustajalentoliikenteeseen. Tutkimuksessa ei käsitellä rahtiliikennettä ollenkaan, koska pääosa lentoliikenteen tuloista tulee matkustajalentoliikenteestä. Matkustajalentoliikenteellä tässä työssä tarkoitetaan matkustajien kuljetusta reitti- ja tilauslentoliikenteessä. Reittiliikenteellä tarkoitetaan säännöllisesti lennettävää reittiä, kuten esimerkiksi Helsinki-Oulu – väliä. Tilauslentoliikenteellä eli charterlentoliikenteellä tarkoitetaan lentoyhtiöltä erikseen tilattua lentoa, esimerkiksi matkatoimiston tilaamaa lentoa tai lentoja kesäkaudeksi johonkin tiettyyn kohteeseen. Tutkimusrajauksia on esitetty kuviossa 1.



Kuvio 1. Tutkimusrajoituksia

Tässä työssä ei käsitellä muiden joukkoliikennemuotojen, kuten vesi-, rautatie- ja tieliikenteen päästöjä vaan ainoastaan matkustajalentoliikenteen hiilidioksidipäästöjä.

Tässä työssä ei myöskään käsitellä esimerkiksi ilmavoimien suorittamia sotilaslentoja, tulli- ja poliisilentoja, etsintä- ja pelastustoimintaan liittyviä lentoja, humanitäärisiä avustusk lentoja sekä kiireellisiä sairaankuljetusk lentoja, koska päästökauppalakia ei sovelleta kyseisiin lentoihin. Lisäksi lakia ei sovelleta, jos kyseessä on lento sellaisella ilma-aluksella, jonka paino on lentoon lähtiessä alle 5 700 kg tai jos kyseessä on kaupallinen lentoliikenteen harjoittaja, joka suorittaa vähemmän kuin 243 lentoa kolmen peräkkäisen neljän kuukauden jakson aikana tai jonka lentojen vuosittaiset kokonaispäästöt ovat alle 10 000 tonnia vuodessa. (Direktiivi 2008/101/EY, Liite 1.)

Päästökaupan piiriin kuuluvat esimerkiksi öljynjalostamot ja polttolaitokset, mutta tässä työssä ei keskitytä laitosten tuottamiin hiilidioksidipäästöihin vaan ainoastaan ilmailun toiminnanharjoittajien tuottamiin hiilidioksidipäästöihin.

Lentotoiminnan ympäristövaikutukset aiheutuvat pääosin lentokoneiden melusta ja pakokaasupäästöistä, kuten esimerkiksi typen oksidista, häkä- ja hiilidioksidipäästöistä sekä lentokoneiden jätehuollosta (Liikenne ja väylät 1 2005, 570). Päästökauppa koskee vain lentoliikenteen tuottamia hiilidioksidipäästöjä, joten tässä työssä ei käsitellä typpipäästöjä tai muitakaan lentokoneiden tuottamien päästöjen vaikutuksia vaan ainoastaan hiilidioksidipäästöjä.

Tutkimuksessa on selvitetty myös lentoliikenteen päästöjen vähentämismahdollisuuksia. Päästöjen vähentämiskeinoina on selvitetty lentotekniikan kehityksen vaikutusta, kuten uudempien lentokoneiden vaikutusta päästöihin sekä toiminnallisia tehostamiskeinoja, kuten esimerkiksi koneen nopeuden ja matkakorkeuden optimointia. Lisäksi taloudellisilla ohjauskeinoilla, kuten esimerkiksi veroilla ja päästökaupalla voidaan yrittää vähentää päästöjä. Taloudellisista ohjauskeinoista tutkimuksessa keskitytään vain päästökaupan vaikutuksiin päästöjä vähentävänä tekijänä.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Kyseessä on perustutkimus, jonka tarkoituksena on yleisen tiedon lisääminen ja sitä kautta erilaisten muuttujien, kuten esimerkiksi päästöoikeuksien hinnan muutוסvaikutuksen ymmärtäminen. Tutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa vaikutuksia ja kustannuksia, mutta myös selittää eli etsiä syy-seuraussuhteita sekä myös ennustaa päästökaupan vaikutuksia.

Tutkimuksessa on käytetty kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen metodeista avointa haastattelua (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 211). Kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen avulla on pyritty keräämään empiiristä havaintoaineistoa ja tätä havaintoaineistoa tarkastelemalla on pyritty ymmärtämään erilaisia päästökaupan vaikutuksia. Kvalitatiivisella tutkimuksella on pyritty lisäämään aiheen tuntemusta ja ymmärtämystä. Ymmärtämystä on syvennetty Energiamarkkinavirastoon lähetetyllä pienellä kyselyllä sekä asiantuntijahaastattelulla, joka on toteutettu avoimena haastatteluna 18.3.2010. Haastattelun kohteena oli lentoyhtiö Blue1:n lentoinsinööri ja päästökauppavastaava Hanna Salmi. Haastattelulla on saatu aiheeseen lisää käytännönläheistä tietoa sekä tietoa, jota ei ole saatavilla mistään painetussa muodossa. Lisäksi haastattelulla on saatu asiantuntijan näkemystä päästökaupan vaikutuksista.

Empiirisen osuuden laskelmat on toteutettu Excel-ohjelmalla. Laskelmiin käytettyjä tietoja on saatu suoritettuna asiantuntijahaastattelun avulla sekä käyttämällä lennonsuunnittelujärjestelmä Rodosta apuna laskelmissa. Lennonsuunnittelujärjestelmä on järjestelmä, jota lentäjät käyttävät suunnitellessaan lentoa. Lennonsuunnittelujärjestelmä laskee esimerkiksi tarvittavan polttoaineen lennolle ja lennon ajallisen keston.

1.4 Opinnäytetyön rakenne

Tämä opinnäytetyö jakaantuu kahteen osaan eli teoreettiseen osuuteen ja empiiriseen osuuteen. Opinnäytetyön tutkimusongelmia käsitellään empiirisessä osuudes-

sa, jossa tutkitaan päästökaupan mahdollisia vaikutuksia ja kustannuksia lentoyhtiöille matkustajalentoliikenteessä. Tämä opinnäytetyö rakentuu seitsemästä pääluvusta: johdanto, päästökauppa, lentoliikenteen päästökauppa, lentoliikenteen päästöt, päästökaupan vaikutuksia, johtopäätökset ja yhteenveto.

Johdannossa kuvataan taustaa ja lähtökohtia tutkimukselle sekä selvitetään opinnäytetyön aihe, tutkimusongelmat ja tavoitteita. Johdannossa kerrotaan myös tutkimuksen rajauksista, tutkimusmenetelmistä sekä tutkimuksen rakenteesta.

Toisessa luvussa kerrotaan päästökaupasta yleisesti sekä Kioton pöytäkirjasta joka velvoittaa teollisuusmaita vähentämään päästöjään. Lisäksi toisessa luvussa kerrotaan päästökaupan periaatteesta ja päästöoikeuden hinnan muodostumisesta sekä päästöoikeusrekisteristä.

Kolmannessa luvussa kerrotaan lentoliikenteen päästökaupasta sekä käydään läpi pääpiirteittäin laki lentoliikenteen päästökaupasta. Kolmannessa luvussa kerrotaan myös päästökaupassa toimivien eri toimijoiden velvollisuuksista sekä kerrotaan mitä tonnakilometrien sekä vuosipäästöjen tarkkailusuunnitelmista ja raporteista tulisi ilmetä.

Neljännessä luvussa kerrotaan mitä päästöjä lentoliikenne aiheuttaa, päästöjen määrästä ja vaikutuksesta sekä myös siitä millaisia keinoja on vähentää lentoliikenteen päästöjä.

Viidennessä luvussa käydään läpi empiiristä osuutta eli tehtyjä laskelmia ja niiden antamia tuloksia. Luvussa käsitellään lentokonetyypin vaikutusta hiilidioksidipäästömääriin sekä uusien lentokoneiden hankinnan kannattavuutta sillä ajatuksella, että päästöjä saataisiin sitä kautta vähennettyä. Lisäksi luvussa käydään läpi päästöoikeuden hinnan vaikutusta matkustajakohtaisiin kustannuksiin, päästöoikeuden vaikutusta lennon reittisuunnitteluun sekä muita mahdollisia kustannuksia, joita päästökaupasta tulee lentoyhtiöille.

Kuudennessä luvussa on johtopäätökset ja viimeisessä luvussa yhteenveto työstä.

2 PÄÄSTÖKAUPPA

Vuonna 1997 Kiotossa, ilmastopöytäkirjan kolmannessa osapuolikokouksessa, neuvoteltiin sopimus kasvihuonekaasujen päästöjen määrällisestä vähentämisestä teollisuusmaissa vuosina 2008–2012 vuoteen 1990 verrattuna. Sopimus tunnetaan Kioton pöytäkirjan nimellä ja sen ovat allekirjoittaneet useat valtiot. Kioton pöytäkirja velvoittaa teollisuusmaita vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään 5,2 prosentilla vuoden 1990 päästöjen tasolta. Velvoitteiden täyttämiseen voidaan käyttää myös ns. Kioton joustomekanismeja, jotka on tarkoitettu täydentämään kotimaisia päästöjen vähentämistoimia ja suuntaamaan päästöjen vähentämistä sinne, missä se on kustannuksiltaan tehokkainta. Kansainvälinen päästökauppa on yksi Kioton pöytäkirjan joustomekanismeista. Kioton pöytäkirjassa Euroopan unionin yhteinen päästövähennysvelvoite vuoden 1990 päästötasosta on 8 prosenttia. Se on edelleen jaettu EU:n sisäisen taakanjakosopimuksen mukaisesti maa-kohtaisiksi velvoitteiksi. Osa maista joutuu vähentämään päästöjä, kun taas osa saa lisätä niitä vertailuvuodesta. Suomen velvoitteena on pitää kasvihuonekaasujen päästöt vuosina 2008–2012 keskimäärin vuoden 1990 tasolla. (Ympäristöministeriö 2009.)

Euroopan unioni käynnisti maailman suurimman päästökauppajärjestelmän 1.1.2005. Päästökauppajärjestelmä velvoittaa kaikkia päästökaupan piirissä olevia yrityksiä seuraamaan päästöjään ja tilittämään vuosittain päästöjä vastaavan määrän päästöoikeuksia valtiolle. Päästöoikeuksilla käydään kauppaa EU:n laajuisilla päästöoikeusmarkkinoilla, joilla oikeuksille muodostuu markkinahinta. Yritysten liiketoiminnalle päästöjen muuttuminen maksulliseksi tuo uusia haasteita. Yritysten tulee huomioida päästökaupan kulut kannattavuuden- ja riskienhallinnassa, tuotannonsuunnittelussa, taloushallinnossa sekä strategisessa suunnittelussa. (Linna 2005, 7.)

EU:n päästökauppadirektiivi asettaa yrityksille velvoitteen hankkia ja luovuttaa viranomaisille päästöjään vastaava määrä päästöoikeuksia. Jos yrityksen päästöoikeudet eivät riitä kattamaan toteutuneita päästöjä, tulee yrityksen maksettavaksi

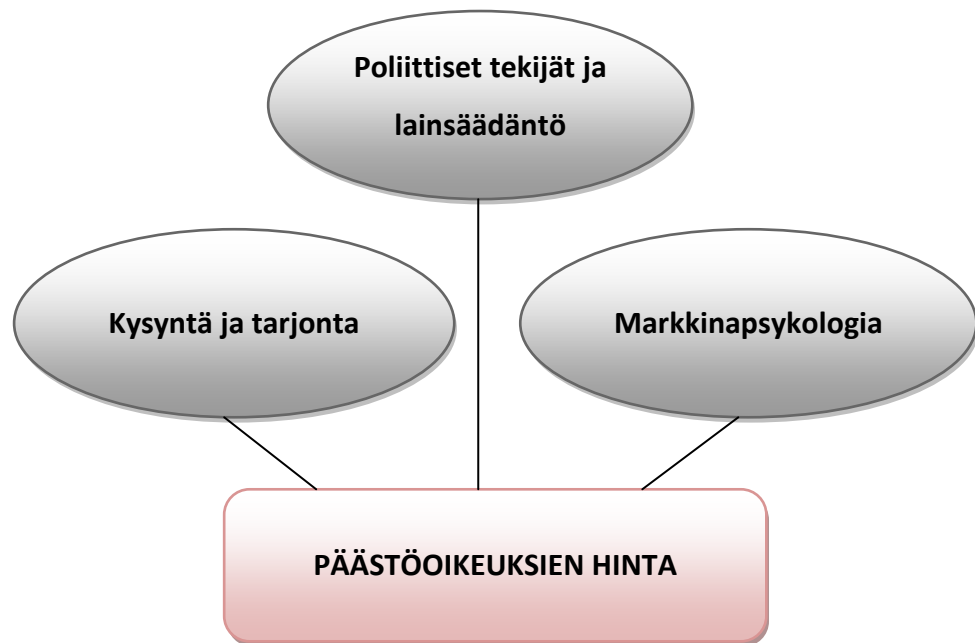
sakko ja sen lisäksi yritys joutuu vielä hankkimaan puuttuvat päästöoikeudet. Päästöoikeuksien kauppa yritysten välillä on sallittua. (Linnainmaa ym. 2005, 29.)

Merkittävä osa suomalaisyrityksistä kuuluu päästökaupan piiriin. Päästökauppa kattaa massan ja paperin tuotannon, öljynjalostuksen ja pääosan raudan, teräksen, rakennusmateriaalien ja sementin tuotannosta sekä sähkön ja lämmön tuotannon osalta polttoaineteholtaan yli 20 megawatin tehoiset laitokset. Suomessa päästökauppa kattaa noin kaksi kolmasosaa hiilidioksidipäästöistä. (Linnainmaa ym. 2005, 29.)

Ilmaston muutoksen hillitsemisessä päästökauppa on erityisen soveltuva työkalu, koska hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen vaikutus on sama riippumatta päästöjen syntypaikasta. (Nykänen 2006, 51).

2.1 Päästöoikeuksien hinnan muodostuminen

Päästöoikeuksien hintaan vaikuttavat monet eri tekijät. Kuviossa 2 on esitettynä hintaan vaikuttavat kolme eri tekijää: kysyntä ja tarjonta, poliittiset tekijät ja lainsäädäntö sekä markkinapsykologia eli markkinaosapuolien näkemykset ja odotukset.



Kuvio 2. Päästöoikeuksien hintaan vaikuttavat tekijät

Päästöoikeuksien hinta määräytyy kysynnän ja tarjonnan lakien mukaan. Kysyntä riippuu päästökaupan alaisten yritysten hiilidioksidipäästöistä, joiden kehittymiseen vaikuttavat esimerkiksi sää, taloudelliset suhdanteet, polttoaineiden hinnat sekä päästöoikeuksien hinta. Investoinnit, kuten esimerkiksi uudemmat lentokoneet vähentävät päästöjä ja sitä kautta vähentyy myös päästöoikeuksien kysyntä. (Linnainmaa ym. 2005, 40.)

Päästöoikeuksien hintaan vaikuttavat myös poliittiset päätökset, koska päästökaupparamarkkinat perustuvat poliittisiin päätöksiin. Esimerkiksi kansallisia jakosuunnitelmia leimaavat usein poliittiset linjaukset, jotka heijastuvat päästöoikeuksien tarjontaan. Päästöoikeuksien hintaa ja markkinoiden toimintaa rajoittavasti voi vaikuttaa myös päästökauppalainsäädäntö. (Linnainmaa ym. 2005, 41.)

Päästöoikeuksien hinta riippuu myös markkinaosapuolien näkemyksistä ja odotuksista eli markkinapsykologiasta. Teknisen analyysin erilaisilla työkaluilla, esimerkiksi liukuvalla keskiarvolla, kauppamäärillä, pyritään ennustamaan päästöoikeuden hinnan kehitystä lyhyellä aikavälillä. Analyysin tavoitteena on arvioida

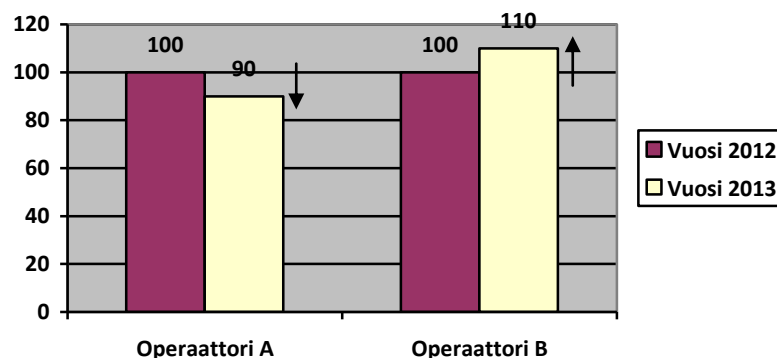
markkinapsykologian ja markkinaosapuolien yhteisen näkemyksen vaikutusta hintaan ja ennustaa hinnan tulevia muutoksia. (Linnainmaa ym. 2005, 41.)

2.2 Päästökaupan periaate

Päästökaupan idea on kohdistaa päästöjen vähentämistoimenpiteet sinne, missä niiden toteuttaminen on kustannustehokkainta eli missä yhden päästöyksikön vähentäminen maksaa vähiten (Nykänen 2006, 16).

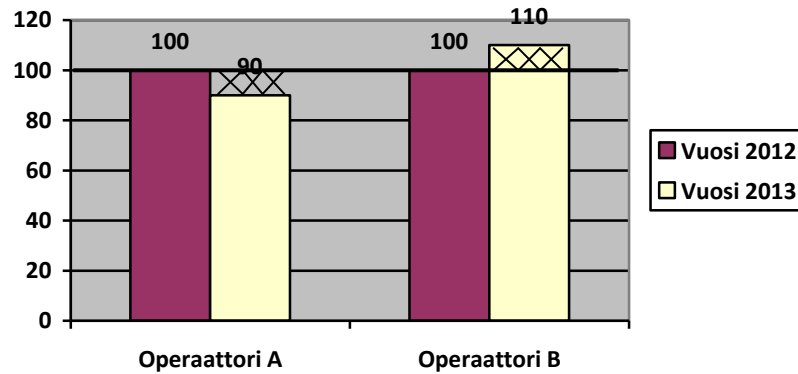
Päästökaupan keskeinen periaate on, että kaupan piirissä olevien laitosten tai toiminnanharjoittajien päästöille määrätään yläraja eli päästökiintiö. Jos laitos alittaa sille myönnetyt päästömäärät eli päästöoikeudet, se voi myydä käyttämättä jääneet oikeudet markkinoille tai sellaiselle yritykselle, jonka omat päästöoikeudet eivät riitä.

Päästökaupan keskeistä periaatetta voidaan havainnollistaa kuvioilla 3 ja 4. Kuvitteellisten operaattoreiden A ja B päästöt vuonna 2012 ovat molemmilla 100 tonnia. Päästöt laskevat vuonna 2013 operaattorilla A tasolle 90 tonnia ja operaattorilla B kasvavat tasolle 110 tonnia.



Kuvio 3. Operaattoreiden päästöt vuosina 2012 ja 2013

Näin ollen vuonna 2013 operaattorilta A jää käyttämättömiä päästöoikeuksia 10 tonnia ja operaattori B tarvitsee lisää päästöoikeuksia 10 tonnia.



Kuvio 4. Myytävät ja ostettavat päästöoikeudet vuonna 2013

Operaattori A:lla on kaksi eri vaihtoehtoa, A voi myydä ylimääräiset 10 tonnia päästöoikeuksiansa huutokaupassa tai myydä ylimääräiset päästöoikeudet suoraan niitä tarvitsevalle, tässä tapauksessa operaattori B:lle.

Operaattori B joutuu ostamaan puuttuvat 10 tonnia päästöoikeuksia huutokaupasta tai suoraan operaattori A:lta.

2.3 Päästöoikeusrekisteri

EU:n päästökauppajärjestelmässä jokaisella jäsenmaalla on oltava kansallinen päästökaupparekisteri. Päästökaupparekisteriin kirjataan päästöoikeudet ja päästöyksiköt, niiden hallussapidot ja siirrot. Kansalliset rekisterit on kytketty yhteisön riippumattomaan kirjausjärjestelmään, joka tarkistaa ja kirjaa kaikki päästöoikeuksien siirrot. Suomen päästökaupparekisteri on avattu 1.3.2005 ja sitä hallinnoi Energiamarkkinavirasto. (Energiamarkkinavirasto 2005.)

Jokaisella päästökaupassa toimivalla laitoksella, eli esimerkiksi öljynjalostamolla ja polttolaitoksella tai toiminnanharjoittajalla eli lentoyhtiöllä, on oltava päästöoikeustili, jonka Energiamarkkinavirasto avaa laitokselle tai toiminnanharjoittajalle sen jälkeen, kun sille on myönnetty päästölupa. Päästöoikeustilin avaamiseen ei tarvita erillistä hakemusta. Tilille siirretään laitokselle tai toiminnanharjoittajalle kuuluvat päästöoikeudet vuosittain helmikuun loppuun mennessä. (Energiamarkkinavirasto 2005.)

Päästökaupparekisteri on edellytys sille, että Suomen liikkeellelaskemilla päästöoikeuksilla voidaan osallistua EU:n laajuiseen päästöoikeuksien kaupan järjestelmään. Päästökaupparekisteriä käytetään myös päästöoikeuksien hallussapitoon, siirtämiseen, mitätöintiin ja vuosittaiseen kirjaamiseen. (Energiamarkkinavirasto 2005.)

Päästöoikeustilin avaaminen onnistuu päästökaupparekisterin internet-sivuilla. Organisaation on toimitettava Energiamarkkinavirastolle valtakirja, jossa nimitetään organisaation tilin käyttöön valtuutetut henkilöt. Tilin avaamisesta peritään maksu 50 euroa ja rekisterin käytöstä vuosittainen käyttömaksu, joka määräytyy tilillä säilytettyjen päästöoikeuksien määrän perusteella. (Energiamarkkinavirasto 2005.) Energiamarkkinavirastoon lähetetyssä sähköpostikyselyssä kysyttiin tarkentavaa tietoa päästöoikeustilin avaamisesta perittävästä maksusta ja päästöoikeustilin vuosittaisen käyttömaksun suuruudesta. Kyselyn perusteella saatiin tietoon, että tilinkäyttömaksun suuruus lasketaan tilillä vuoden aikana keskimäärin olleiden EU:n päästöoikeuksien määrän perusteella (0,012 euroa/päästöoikeus). Minimimaksu on kuitenkin aina 80 euroa/tili/vuosi ja maksimimaksu 4 700 euroa/tili/vuosi. Eli vaikka tilillä ei olisi ollut vuoden aikana yhtään päästöoikeutta, menee maksua kuitenkin 80 euroa ja vaikka olisi kuinka paljon päästöoikeuksia, maksu on maksimissaan 4 700 euroa. (Uitto 2010.)

3 LENTOLIIKENTEEN PÄÄSTÖKAUPPA

Laki lentoliikenteen päästökaupasta (34/2010) tuli voimaan 1.2.2010. Päästökauppalain tarkoituksena on edistää lentoliikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämistä kustannustehokkaasti ja taloudellisesti. Päästökauppalaki ja sen velvoitteet koskevat kaikkia Euroopan unionin jäsenvaltion alueelta lähtevien ja unionin jäsenvaltion alueelle saapuvien lentojen hiilidioksidipäästöjä. (Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010, 1-2§.)

Päästökauppalakia ei kuitenkaan sovelleta kaikkiin lentoihin. Poikkeuslentoja, jolloin lakia ei sovelleta, on esimerkiksi ilmavoimien suorittamat sotilaslennot, tulli- ja poliisilennot, etsintä- ja pelastustoimintaan liittyvät lennot, humanitääriset avustuslennot sekä kiireelliset sairaankuljetuslennot. Lisäksi direktiiviä ei sovelleta jos kyseessä on lento sellaisella ilma-aluksella, jonka paino on lentoon lähtiessä alle 5 700 kg tai jos kyseessä on kaupallinen lentoliikenteen harjoittaja, joka suorittaa vähemmän kuin 243 lentoa kolmen peräkkäisen neljän kuukauden jakson aikana tai jonka lentojen vuosittaiset kokonaispäästöt ovat alle 10 000 tonnia vuodessa. (Direktiivi 2008/101/EY, Liite 1.)

Lentoliikenteen päästökauppa perustuu vaihdannan piirissä oleviin päästöoikeuksiin. Ilma-alusten käyttäjät voivat hakea maksuttomia päästöoikeuksia ensimmäiselle kaudelle eli vuodelle 2012 ja toiselle kaudelle eli vuosille 2013–2020. Euroopan komissio ja toimivaltainen viranomainen tulevat vuodesta 2012 alkaen vuosittain jakamaan maksuttomat päästöoikeudet jokaiselle ilma-aluksen käyttäjälle, jotka ovat maksuttomia päästöoikeuksia hakeneet. (Trafi Ilmailu 2009.) Ilma-alusten käyttäjien tulee hakea maksuttomia päästöoikeuksia ja hakemusten jälkeen päästöoikeuksista 85 prosenttia jaetaan EU-tasolla tehtävän vertailun perusteella ilma-alusten käyttäjille maksutta. Maksuttomien päästöoikeuksien jako tapahtuu ilma-aluksen tonnikilometrien perusteella. Loput 15 prosenttia oikeuksista huutokaupataan. Maksuttomasti jaettavaa prosenttiosuutta on tarkoitus alentaa tulevina vuosina. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2009.)

Lentoyhtiöiden velvollisuuksiin kuuluu vuosittain palauttaa edellisen vuoden päästöjä vastaava määrä päästöoikeuksia. Jos päästöoikeuksia ei palauteta, määrätään siitä ylitysmaksu. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2009.)

Toimijat, joiden päästöt ovat suuremmat kuin niiden saamat päästöoikeudet, voivat ostaa päästöoikeuksia muilta ilma-alusten käyttäjiltä joko suoraan tai huutokaupan kautta. Lentoyhtiöt voivat ostaa päästöoikeuksia myös kaikilta päästökaupan piirissä olevilta toimijoilta, kuten esimerkiksi sähköyhtiöltä. Sähköyhtiö puolestaan ei voi ostaa päästöoikeuksia lentoyhtiöltä. Päästöoikeuksia ostamalla pystyy varmistamaan, että pystyy palauttamaan riittävän määrän päästöoikeuksia jokaisena vuotena. (Salmi 2010.)

Vuodesta 2010 lähtien kaikkien EU:n päästökaupan piiriin tulevien ilma-alusten käyttäjien tulee tarkkailla hiilidioksidikaasupäästöjään ja toimittaa vuotuinen todentajan todentama päästöraportti toimivaltaiselle viranomaiselle. Ensimmäinen varsinainen päästökauppa-kausi alkaa 1.1.2012. Huhtikuusta 2013 alkaen ilma-alusten käyttäjien pitää joka vuosi palauttaa vastaava määrä päästöoikeuksia kuin sillä on edelliseltä vuodelta todennetusti raportoitu päästöjä. (Trafí Ilmailu 2009.)

Ilma-aluksen käyttäjän tulee laatia tarkkailusuunnitelma laatiakseen tonnikilometriraportin, jossa tulee selvittää miten tonnikilometrit muodostuvat sekä miten tietoja käsitellään, tallennetaan ja tarkkaillaan. (Trafí Ilmailu 2009.)

Euroopan komission mukaan vuoteen 2020 mennessä lentoliikenteen päästökäypalla olisi mahdollista vähentää EU:n lentoliikenteen hiilidioksidipäästöjä jopa 183 miljoonaa tonnia vuodessa. (European Union 2006). IATAN tähtäimessä on hiilidioksidipäästöjen kasvun loppuminen vuoteen 2020 mennessä ja vuoteen 2050 mennessä päästöjen vähentyminen 50 %:lla verrattuna vuoteen 2005. (Schofield & Velocci 2009.)

Suomalaiselle lentoliikenteelle päästökauppa on epäedullinen. Päästöoikeuksien jakaminen toteutuneiden täyttöasteiden pohjalta suosii Euroopan ruuhkaisten alueiden täysillä koneilla lentäviä yhtiöitä. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2008.)

3.1 Laki lentoliikenteen päästökaupasta

Laki lentoliikenteen päästökaupasta (34/2010) on annettu 22.1.2010 Helsingissä ja se tuli voimaan 1.2.2010. Lain tarkoituksena on edistää lentoliikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämistä kustannustehokkaasti ja taloudellisesti. Laki koskee kaikkia Euroopan unionin lentoasemilta lähteviä ja niille saapuvia lentoja, jollei niitä ole erityisin perustein rajattu soveltamisalan ulkopuolelle (esim. ilmavoimien suorittamat sotilaslennot, etsintä- ja pelastuslennot). (Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010, 1-2§.)

Laissa määritetään eri toimijoiden (ilma-aluksen käyttäjä, Liikenteen turvallisuusvirasto, todentaja, EY:n komissio) velvollisuudet. Eri toimijoiden velvollisuuksia käsitellään tarkemmin luvussa 3.2 Toimijoiden velvollisuudet lentoliikenteen päästökaupassa.

Laissa määritetään myös päästökauppakaudet, joista ensimmäinen alkaa 1.1.2012 ja päättyy 31.12.2012. Toinen päästökauppakausi alkaa 1.1.2013 ja päättyy 31.12.2020. (Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010, 5§.) Ensimmäisen ja toisen päästökauppakauden tarkkailuvuosi on 2010. Tarkkailuvuosi tarkoittaa sitä, että vuoden 2010 tuotettujen tonnikipometrien perusteella jaetaan ilmaiset päästöoikeudet lentoyhtiöille.

Lentoliikenteen päästöoikeuksien jako, maksutta jaettavien päästöoikeuksien haku ja niiden myöntäminen on säädettyä myös laissa. Kullekin hakemuksen jättäneelle ilma-aluksen käyttäjälle kyseisellä päästökauppakaudella maksutta jaettavien lentoliikenteen päästöoikeuksien kokonaismäärä määritetään kertomalla ilma-aluksen käyttäjän ilmoittama tonnikipometrimäärä (matkalla kuljetettujen matkustajien ja rahdin määrä tonneissa) EY:n komission ilmoittamalla vertailuluvulla,

joka perustuu lentoyhtiön vuonna 2010 lentämiin tonnikilometreihin. (Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010, 6-8§.)

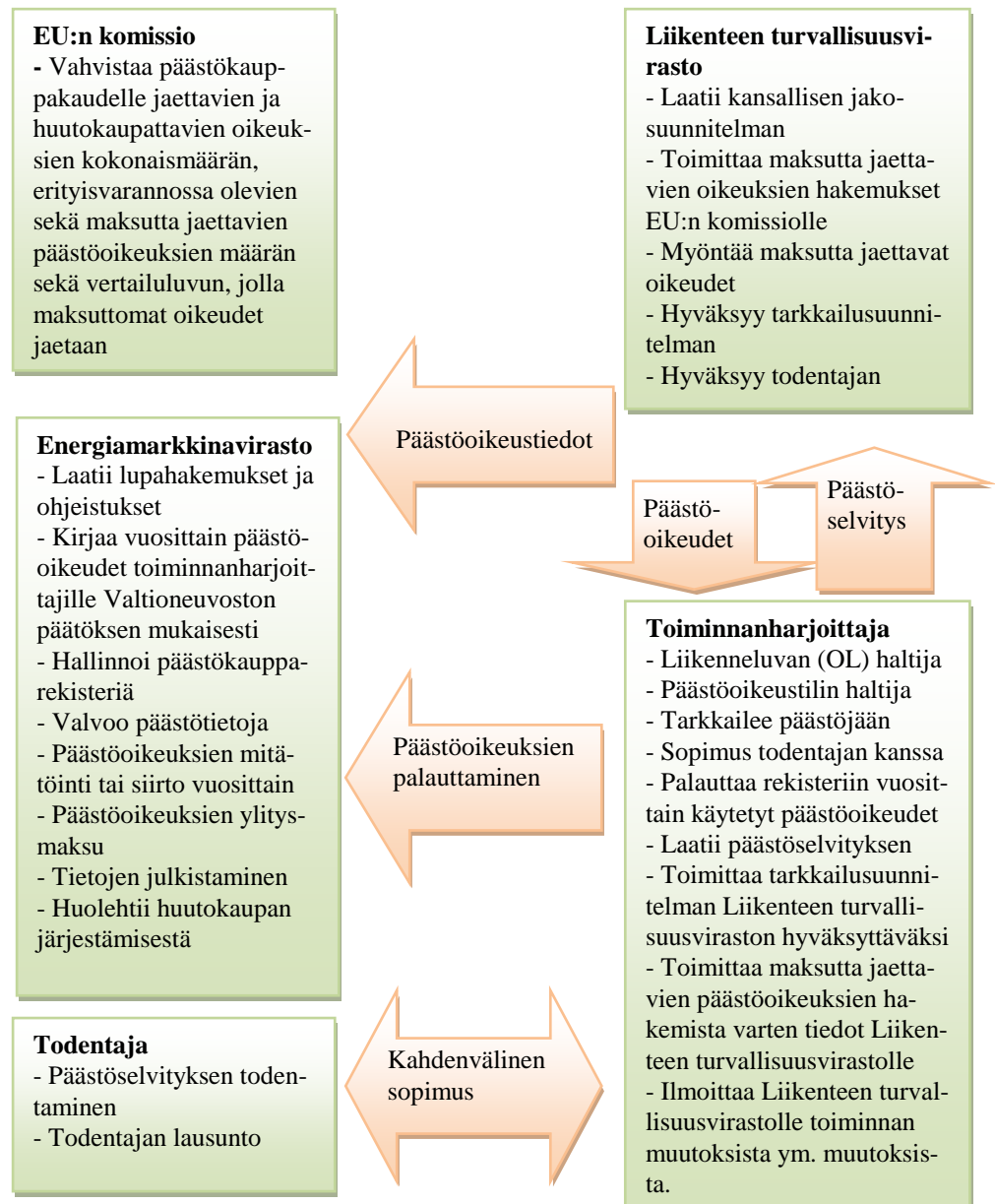
Kullakin päästökaupakaudella siirretään kolme prosenttia lentoliikenteen päästöoikeuksien kokonaismäärästä, eli koko Euroopassa lennettyjen lentojen hiilidioksidipäästö määrästä, erityisvarantoon sellaisia ilma-alusten käyttäjiä varten, jotka aloittavat ilmailutoimintansa sen tarkkailuvuoden jälkeen, jota koskevat tonnikilometrit on jo toimitettu sekä myös sellaisia ilma-aluksen käyttäjiä varten, joiden tonnikilometritiedoissa on tapahtunut keskimäärin 18 prosentin vuotuinen kasvu. Erityisvarannolla tarkoitetaan varantoa, jonne siirretään 3 % päästökaupakauden päästöoikeuksien kokonaismäärästä. Huutokaupalla myydään ne päästöoikeudet, joita ei jaeta maksutta. (Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010, 9-10§.)

Ilma-aluksen käyttäjän on kunkin vuoden huhtikuun 30. päivään mennessä palautettava jokaisesta ilma-aluksesta eli lentokoneesta, edellisenä kalenterivuonna aiheutuneita ja todennettuja kokonaispäästöjä vastaava määrä päästöoikeuksia (Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010, 19§).

Lentoliikenteen päästökaupparikkomuksesta voidaan määrätä sakko. Sakon määrääminen tulee kyseeseen jos ilma-aluksen käyttäjä tahallaan tai törkeästä huolimattomuudesta esimerkiksi laiminlyö laatia tarkkailusuunnitelman, tai laiminlyö todentamisen tai ilmoittaa väärää tietoa viranomaisille. Niiden ilma-alusten käyttäjien nimet jukaistaan, jotka ovat rikkoneet päästökauppalain vaatimuksia palauttaa riittävä määrä päästöoikeuksia. Jollei riittävää määrää päästöoikeuksia ole palautettu, ilma-aluksen käyttäjä joutuu maksamaan valtiolle lentoliikenteen päästöoikeuden ylitysmaksun, joka on 100 euroa kutakin hiilidioksiditonnia kohti, jonka osalta käyttäjä ei ole palauttanut päästöoikeuksia. Lisäksi jos ilma-aluksen käyttäjä ei noudata lain vaatimuksia, voidaan käyttäjä määrätä toimintakieltoon. (Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010, 23–25§.)

3.2 Toimijoiden velvollisuudet lentoliikenteen päästökaupassa

Päästökaupan viranomaistehtäviä Suomessa hoitavat Energiamarkkinavirasto sekä vuoden 2010 alussa aloittanut Liikenteen turvallisuusvirasto. Kuviossa 5 on kuvattu eri toimijoiden velvollisuuksia lentoliikenteen päästökaupassa tarkemmin.



Kuvio 5. Päästökauppalaissa määritetyt eri toimijoiden velvollisuudet (mukaillen Linnainmaa ym. 2005, 20; Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010, 4, 7, 8, 12§.)

Ilma-aluksen käyttäjällä on paljon velvollisuuksia päästökaupassa. Toiminnanharjoittajan on tarkkailtava päästöjään ja tonnikilometrejä, laadittava vuosittain selvitys päästöistä ja tehtävä sopimus todentajan kanssa. Toiminnanharjoittaja toimittaa tarkkailusuunnitelman Liikenteen turvallisuusvirastolle hyväksyttäväksi sekä palauttaa Energiamarkkinavirastolle vuosittain kokonaispäästöjä vastaavan määrän päästöoikeuksia. Lisäksi Liikenteen turvallisuusvirastolle on toimitettava makсутta jaettavien päästöoikeuksien hakemista varten tarvittavat tiedot sekä ilmoitettava mahdollisista toiminnanmuutoksista tai muista muutoksista. (Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010, 4§.)

Euroopan unionin komission tehtävänä on vahvistaa kullekin päästökauppakaudelle jaettavien ja huutokaupattavien lentoliikenteen päästöoikeuksien kokonaismäärä sekä maksutta jaettavien lentoliikenteen päästöoikeuksien määrä. Lisäksi komissio vahvistaa jokaisen päästökauppakauden erityisvarannossa olevien päästöoikeuksien määrän. (Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010, 8§.) Erityisvarannolla tarkoitetaan varantoa, jonne siirretään jokaisella päästökauppakaudella 3 % päästöoikeuksien kokonaismäärästä sellaisia ilma-alusten käyttäjiä varten, jotka aloittavat päästökaupan soveltamisalaan kuuluvan ilmailutoiminnan kyseessä olevan tarkkailuvuoden jälkeen. Ensimmäisen ja toisen päästökauppakauden tarkkailuvuosi on 2010. (Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010, 7§, 9§).

Todentajan tehtävänä on tehdä päästöselvityksestä lausunto ja todeta onko selvitys tyydyttävä vai ei. Ilma-aluksen käyttäjä tekee todentajan kanssa sopimuksen, mutta todentajan on oltava sellainen, jolla on ilmailualan tuntemusta. (Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010, 12–13§.) Todentaja tarkastaa, että tarkkailun kohteena ovat ilma-aluksen käyttäjän hiilidioksidipäästöt ja tonnikilometrit ja että päästö- ja tonnikilometriselvitykseen on huomioitu kaikki päästökaupan soveltamisalaan kuuluvat lennot. Lisäksi todentaja tarkastaa, että päästöt ja tonnikilometrit on tarkkailtu hyväksytyn suunnitelman mukaisesti ja ettei tiedot sisällä oleellisia puutteita, virheitä ja väärintulkintoja. (Oikarinen 2009.) Todentajana voi käyttää esimerkiksi PricewaterhouseCoopers Oy:tä (Energiamarkkinavirasto 2006).

Liikenteen turvallisuusviraston velvollisuuksiin kuuluu hyväksyä todentajaat, laatia vuosittain päästökauppakauden päästöoikeuksien jakosuunnitelma ja myöntää maksutta jaettavat päästöoikeudet. Liikenteen turvallisuusvirasto toimittaa maksutta jaettavien oikeuksien hakemukset EU:n komissiolle sekä hyväksyy toiminnanharjoittajan toimittaman tarkkailusuunnitelman. Turvallisuusvirasto voi myös velvoittaa päästökauppalakia rikkovan toiminnanharjoittajan oikaisemaan laiminlyöntinsä ja täyttämään velvollisuutensa. (Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010, 11, 16, 23§.)

Energiamarkkinavirasto huolehtii huutokaupan järjestämisestä aiheutuvista viranomaistehtävistä. Energiamarkkinaviraston tehtäviin kuuluu myös kirjata vuosittain päästöoikeudet käyttäjän päästöoikeustilille sekä hallinnoida päästökaupparekisteriä ja valvoa päästötietoja. (Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010, 10, 16§.)

3.3 Tonnikilometrien ja vuosipäästöjen tarkkailusuunnitelmat ja raportointi

Lento-operaattoreiden tulee esittää päästölupahakemuksessaan tarkkailusuunnitelma, josta tulee ilmi yksityiskohtaisesti operaattorin hiilidioksidipäästöjen määrittämisessä käytettävät menetelmät. Tarkkailusuunnitelma liitetään osaksi päästölupapäätöstä. Tarkkailusuunnitelman sisällöstä on säädetty valtioneuvoston päästökauppaa koskevassa asetuksessa. (Energiamarkkinavirasto 2010b.) Asetuksen mukaan operaattoreiden tulee toimittaa tarkkailusuunnitelma tonnikilometreistä sekä raportoida lennetyt tonnikilometrit kuluneen vuoden ajalta. Taulukosta 1 näkyy tonnikilometrien tarkkailusuunnitelmaan tarvittavat tiedot sekä kuluneen vuoden tarvittavat raporttitiedot.

Taulukko 1. Tonnikilometrien tarkkailusuunnitelmaa ja raportoinnista varten tarvittavat tiedot (European Commission 2009.)

Tonnikilometrien tarkkailusuunnitelma	Tonnikilometrien raportointi
Ilma-aluksen käyttäjän tunnistetiedot, toiminnankuvaus sekä yhteystiedot	Raportoitava vuosi
Päästölähteet eli käytettävät ilma-alukset ja kaluston ominaisuudet	Ilma-aluksen käyttäjän tunnistetiedot
Lentopaikkaparin, esim. Helsinki-Oulu, välinen matka sekä menetelmät ja tietolähteet, joita käytetään lentopaikkaparin etäisyyden laskemiseen	Todentajan tunnistetiedot
Hyötykuorman määrittäminen eli matkustajien ja kirjatun matkatavaran massan määrittäminen	Tiedot tarkkailusuunnitelmasta, esim. versionumero
Kuvaus tietojen hankinnasta sekä käsittelystä ja valvonnasta	Tiedot jokaisesta raportointivuonna käytetystä ilma-aluksesta
Selvitys määrittämisestä ja lyhenteistä, joita tarkkailusuunnitelmassa on käytetty	Tonnikilometrit lentopaikkapareittain
Tietoja, jotka pyydetään ottamaan huomioon suunnitelmaa arvioitaessa sekä huomautukset	

Valtioneuvoston päästökauppaa koskevan asetuksen mukaan operaattoreiden tulee toimittaa myös tarkkailusuunnitelma vuotuisista päästöistä sekä raportoida näistä kuluneelta vuodelta. Tarkkailusuunnitelma liitetään osaksi päästölupapäätöstä. Taulukosta 2 ilmenee mitä tietoja vuosipäästöjen tarkkailusuunnitelmassa sekä raportissa tulee olla.

Taulukko 2. Vuosipäästöjen tarkkailusuunnitelmaa ja raportoinnista varten tarvittavat tiedot (European Commission 2009.)

Vuosipäästöjen tarkkailusuunnitelma	Vuosipäästöjen raportointi
Ilma-aluksen käyttäjän tunnistetiedot, toiminnankuvaus sekä yhteystiedot	Raportoitava vuosi
Päästölähteet eli käytettävät ilma-alukset ja kaluston ominaisuudet	Ilma-aluksen käyttäjän tunnistetiedot
Kelpoisuus yksinkertaiseen menettelyyn eli silloin jos lentoja on alle 243 lentoa kolmen peräkkäisen neljän kuukauden jakson aikana tai suoritettujen lentojen hiilidioksidipäästöjen kokonaismäärä jää alle 10 000 tonnia vuodessa	Todentajan tunnistetiedot
Hiilidioksidipäästöjen laskenta eli ilma-alustyyppien polttoaineenkulutuksen mittaamiseen käytetyt menetelmät	Tiedot tarkkailusuunnitelmasta, esim. versionumero
Järjestelmien epävarmuustason arviointi	Kokonaispäästöt, sisältäen esim. lentojen kokonaismäärä raportointivuonna ja käytetyt polttoaineet
Käytetyt päästökertoimet (lentopolttoainetyypin ollessa kerosiini, on hiilidioksidipäästökerroin 3,15)	Mahdollisen biomassan käyttö
Tietojen puutteet ja niiden arviointi	Yksityiskohtaiset päästötiedot
Kuvaus tietojen hankinnasta sekä käsittelystä ja valvonnasta	Tiedot jokaisesta raportointivuonna käytetystä ilma-aluksesta
Selvitys määritelmistä ja lyhenteistä, joita tarkkailusuunnitelmassa on käytetty	Päästöt lentopaikkapareittain
Tietoja, jotka pyydetään ottamaan huomioon suunnitelmaa arvioitaessa sekä huomautukset	

Kaikkien EU:n päästökaupan piiriin tulevien ilma-alusten käyttäjien tulee tarkkaila ja raportoida hiilidioksidikaasupäästöjään vuodesta 2010 lähtien. Tätä varten on laadittava tarkkailusuunnitelma jo etukäteen. Ilma-alusten käyttäjien tarkkailusuunnitelmat tulee hyväksyttää toimivaltaisella viranomaisella eli Suomessa Liikenteen turvallisuusvirasto TraFilla. Päästöjen tarkkailusuunnitelman tulisi kertoa, miten ilma-aluksen käyttäjän hiilidioksidikaasupäästöt muodostuvat sekä miten

tietoja käsitellään, tallennetaan ja valvotaan. Sen tulee sisältää myös tietoja koko järjestelmän laadunvarmistuksesta. Liikenteen turvallisuusvirastolle toimitettavan tarkkailusuunnitelman ei tarvitse olla vielä todentajan hyväksymä. (TraFi Ilmailu 2009.)

4 LENTOLIIKENTEEN PÄÄSTÖT

Lentotoiminnan ympäristövaikutukset aiheutuvat pääosin lentokoneiden melusta ja pakokaasupäästöistä, muista lentotoiminnan päästöistä ilmakehään, jätehuollosta sekä maaperään ja vesiin joutuvista vieraista aineista (Liikenne ja väylät 1 2005, 570).

Suihku- ja potkuriturbiinikoneiden pakokaasut sisältävät samoja aineita kuin muidenkin moottoreiden päästöt. Näitä ovat mm. hiilidioksidi (CO_2), typen oksidit (NO_x), palamattomat hiilivedyt (HC), hiilimonoksidi eli häkä (CO), vesihöyry (H_2O), rikin oksidit (SO_x) sekä hiukkaset (PM). (Finavia 2009a.) Tunnetuin tekijä lentoliikenteen aiheuttamaan kasvihuoneilmiön voimistumiseen on polttoaineen palaessa syntyvä hiilidioksidi (VTT 2009).

4.1 Päästöjen määrä

Turbiinimoottoreissa polttoaineena käytetään lentopetrolia eli kerosiinia. Polttoaineen palamisessa syntyneiden hiilidioksidin ja vesihöyryn määrät ovat suoraan verrannollisia kulutetun polttoaineen määrään. Yhdestä kilosta kerosiinia syntyy palamisprosessissa 3,15 kg hiilidioksidia ja 1,3 kg vesihöyryä. Muiden päästöjen määrä vaihtelee lennon eri vaiheissa, ja niihin vaikuttavat muun muassa lentokoneen ja moottorin tyyppi sekä koneen lentoonlähtöpaino. (Finavia 2009a.) Tonni JET A-1 polttoainetta aikaansaa 3,15 tonnia hiilidioksidipäästöjä. Polttoaineen kulutukseen vaikuttavat esimerkiksi lentokonetyyppi, lennon reittisuunnittelu eli lennetään lyhintä mahdollista reittiä optimaalisella korkeudella ja operointimenetelmät, kuten esimerkiksi optimaalinen lentonopeus.

Lentoliikenteen hiilidioksidipäästöjä voidaan verrata esimerkiksi siihen päästöjen määrään, mikä kuuluu nykyiseen EU:n päästökauppaan. EU:n päästökaupassa on mukana noin 12 000 kiinteää laitosta, joiden hiilidioksidipäästöt ovat noin 2 200

miljoonaa tonnia vuodessa. Kaikkien Euroopan sisäisten lentojen päästöt ovat 52 miljoonaa tonnia eli noin 2,4 % päästökauppaan kuuluvista päästöistä. Kaikkien EU:sta lähtevien ja saapuvien sekä EU-alueen yli lentävien lentokoneiden päästöt ovat 162 miljoonaa tonnia, mikä on noin 7,4 % päästökauppaan kuuluvista päästöistä. (Finavia 2009a.)

Lentoliikenteestä aiheutuu vajaat 7 % liikenteen hiilidioksidipäästöistä. Mutta kun lasketaan päästöjä matkustajaa kohti, on lentoliikenteen päästöt keskimäärin suuremmat kuin muilla joukkoliikennemuodoilla eli vesi-, rautatie- ja tieliikenteessä. (Liikenne ja väylät 1 2005, 572.)

4.2 Päästöjen vaikutus

Lentokoneiden päästöt ovat suurimmillaan lentoonlähdön ja laskeutumisen aikana. (Liikenne ja väylät 1 2005, 573.) Valtaosa lentoliikenteen päästöistä tapahtuu matkalentokorkeudessa eli noin 10 kilometrin lentokorkeudessa. Hiilidioksidilla on sama ilmakehää lämmittävä vaikutus päästökorkeudesta riippumatta. Mootto-
reiden muut päästökaasut ja -hiukkaset reagoivat ilmakehässä monimutkaisella tavalla osin lisäten ja osin vähentäen lämmittävää vaikutusta. (Finavia 2009b.)

Lentoliikenteen hiilidioksidipäästöt ovat noin 2 prosenttia ja typenoksidipäästöt noin 3 prosenttia ihmisen tuottamista kokonaispäästöistä. Typenoksidipäästöillä on kasvihuoneilmiön voimistumiseen sekä nopeuttava että hidastava vaikutus. Matkalentokorkeudessa typenoksidipäästöt tuottavat otsonia, joka lämmittää ilmakehää. Samalla typenoksidipäästöt kuitenkin vähentävät ilmakehän metaania, joka on voimakas kasvihuonekaasu. (Finavia 2009b.)

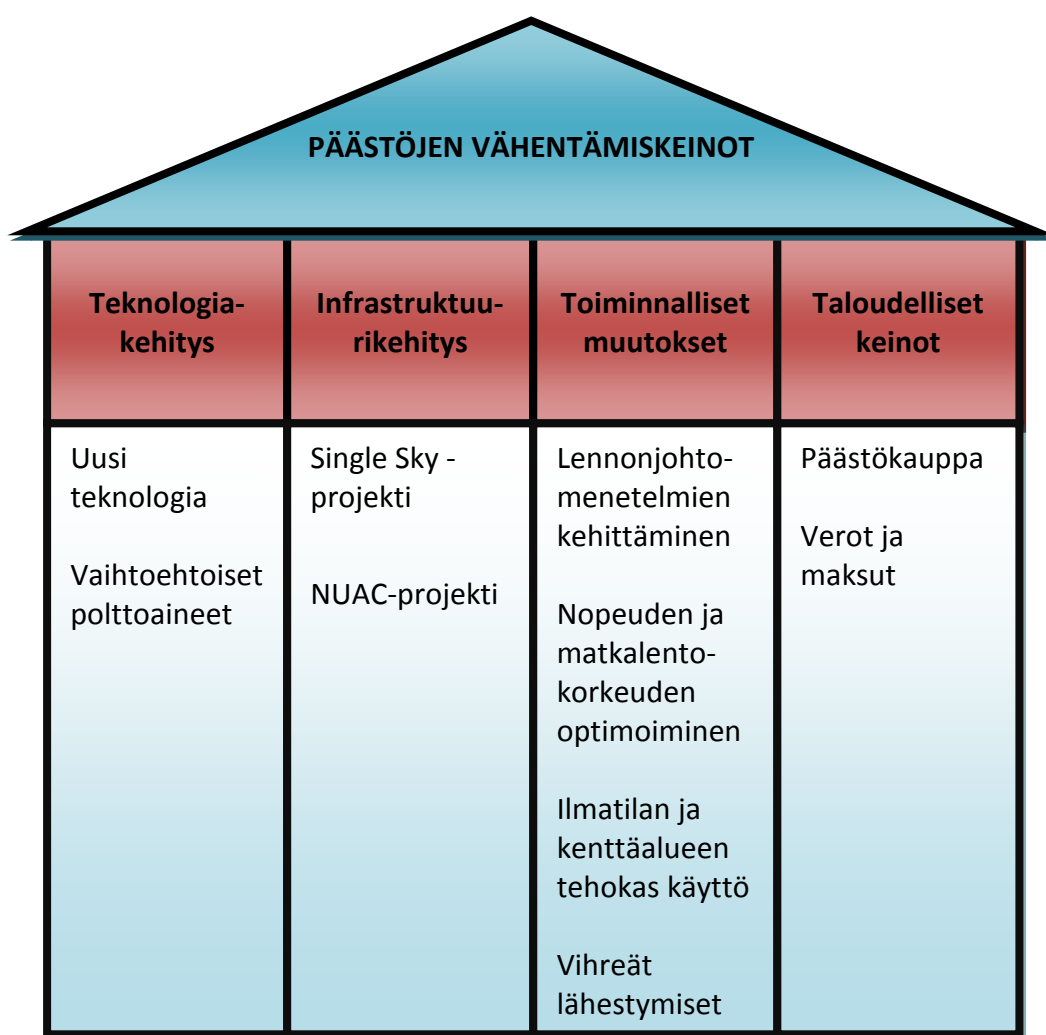
Lentoliikenteessä rikinoksidien päästöjä ja hiukkasia muodostuu vähän suhteessa muihin päästölähteisiin. Hiukkaset lisäävät matkalentokorkeudessa pilvien muodostumista ja ilmaston lämpenemistä, mutta samalla rikkidioksidin muodostamat sulfaattihiukkaset vaikuttavat ilmakehään viilentävästi. Polttoaineen palamisreak-

tiossa syntynyt vesihöyry poistuu troposfääristä eli matkalentokorkeudesta 1-2 viikossa. (Finavia 2009b.)

Ihmisen kaikesta toiminnasta lentoliikenteen polttoaineenkulutuksen ja päästöjen osuus ilmakehän lämmittämisestä on arvioiden mukaan noin 3,5-4 prosenttia. Vaikutus on noin kaksinkertainen lentoliikenteen hiilidioksidipäästöosuuteen nähden. Otsonikerroksen vähentymiseen ei matkustajalentoliikenne vaikuta, koska lentoliikenteen typenoksidien päästöt vapautuvat troposfääriin eli ilmakehän alimpaan kerrokseen sekä stratosfäärin alempaan kerrokseen eli ylemmän ilmakehän alempaan kerrokseen, missä päästöt hapen kanssa reagoidessaan tuottavat otsonia. (Finavia 2009b.)

4.3 Päästöjen vähentäminen

Lentoliikenteen kasvu lisää energiankulutusta ja päästöjä maailmanlaajuisesti. Nykyiselle polttoaineelle ei lähitulevaisuudessa ole näkyvissä vaihtoehtoja, mutta energiatehokkuutta voidaan lisätä muilla keinoilla. Lentoliikenteen päästöjen vähentämiskeinot selviävät kuvioista 6. Seuraavaksi kerrotaan päästöjen vähentämiskeinoista tarkemmin.



Kuvio 6. Lentoliikenteen päästöjen vähentämiskeinot (mukaillen Blue1 2010a).

Teknologiakehitys

Uusi lentokoneteknologia tuo tehokkuutta polttoaineen kulutukseen sekä alentaa päästöjä. ICAO eli kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö on määrittänyt raja-arvot lentokoneiden päästöille ja kohoavat polttoainekustannukset ohjaavatkin lentokoneiteollisuutta rakentamaan energiatehokkaampia ja vähäpäästöisempiä lentokoneita. (Finavia 2009c.) Lentokoneista yritetään myös rakentaa kevyempiä ja aerodynaamisempia sekä myös lentokoneiden moottoreista pyritään rakentamaan te-

hokkaampia (SAS Group 2010). IATA:n laskelmien mukaan, jos 27 % lentokoneista uusittaisiin, saataisiin 21 %:n päästövähennys (IATA 2010).

Sähköautoyhtiö Teslan perustaja Elon Musk hautoo ideaa sähkökäyttöisestä lentokoneesta. Sähkölentokoneeseen liittyy kuitenkin useita ongelmia, joista suurin on Muskin mukaan paristoteknologian kehitysaste. Järkevän toimintasäteen saavuttamiseksi paristojen energiatihyden täytyisi kasvaa nykyisestä. Teknologia on kuitenkin sinänsä jo tarpeeksi kehittynyttä ja Musk on sitä mieltä, että sähkökäyttöinen lentokone on mahdollista pian toteuttaa. (Taloussanomien 2009.)

Käynnissä on myös useita teknologian kehittämisohjelmia, kuten eurooppalaisen ACAREn (Advisory Council for Aeronautical Research in Europe) projektit. ACARE komitea on aloittanut toimintansa vuonna 2001 ja se on ilmailutekniikan suhteen neuvova monikansallinen komitea. (ACARE 2010.)

Lisäksi erilaisilla teknisillä keksinnöillä voidaan vähentää polttoaineen kulutusta. Finnairin lomalentolaivaston Boeing 757–200 -koneisiin on asennettu siipien kärkisiivet eli wingletit. Kuvassa 1 näkyy lentokoneen siipiin asennetut kärkisiivet. Kärkisiivet parantavat koneen aerodynamiikkaa ja sitä kautta vähentävät lentokoneen polttoaineenkulutusta sekä hiilidioksidin ja typen oksidien päästöjä. On arvioitu, että kärkisiipien asennuksen jälkeen koneet kuluttavat 4-5 prosenttia vähemmän polttoainetta. (Finnair 2007, 7.)



Kuva 1. Lentokoneen siipien kärkisiivet eli wingletit (Boeing 2010).

Nykyiselle lentopolttoaineelle ei lähitulevaisuudessa ole näkyvissä vaihtoehtoja, mutta erilaisia vaihtoehtoja on kuitenkin kehitteillä. Lentokonevalmistaja Airbus ennustaa, että vuonna 2030 jopa 30 % suihkukoneiden käyttämästä polttoaineesta on peräisin vaihtoehtoisista energianlähteistä. Toistaiseksi biopolttoaineen käyttö matkustajalentoliikenteessä on lähes olematonta, muutamaa koelentoa lukuun ottamatta. (Hult 2010, 11.)

Ilmailu ei voi käyttää useita vaihtoehtoisia biopolttoaineita johtuen äärimmäisistä operoimistilanteista mitä lentokoneiden polttoaineiden täytyy kestää, kuten esimerkiksi hyvin korkeat ja hyvin matalat lämpötilat. Lupaavia tutkimuksia uusiksi biopolttoaineiksi on kuitenkin kehitteillä jätteenä, esimerkiksi sahanpuruista ja leväöljystä, joka on ollut lupaava vaihtoehto. (Enviro.aero 2010.)

Infrastrukturi

Eurocontrollilla on työn alla projekti, Single European Sky, jolla saataisiin yhtenäinen eurooppalainen ilmatila ja sitä kautta suuremmat lentoväylät ja vähemmän odotusaikaa ilmassa ennen laskeutumista. Yhtenäisellä eurooppalaisella ilmatilalla saataisiin vähennettyä 300–500 kg polttoaineen kulutusta per lento. (Eurocontrol 2010.)

NUAC-projekti (Nordic Upper Control Centre Project) on Tanskan, Suomen, Ruotsin ja Norjan vuonna 2002 alkanut projekti, jonka tarkoituksena on parantaa ilmatilan käyttöä Pohjois-Euroopassa. Projektilla haetaan kustannussäästöjä ja tehokkuutta. Projektissa ovat mukana myös Baltian maat. (Blue1 2010a.)

Toiminnalliset muutokset

Toiminnallisia tehostamiskeinoja lentoliikenteen päästöjen vähentämiseen on useita. Kehittämällä lennonjohtomenetelmiä ja lentoreittejä, voidaan lentoliikenne saada sujumaan mahdollisimman joustavasti ja viiveettömästi. Myös koneen nopeutta ja matkalentokorkeutta optimoimalla ja lentämällä mahdollisimman täysillä koneilla sekä ilmatilan ja kenttäalueen tehokkaalla käytöllä saadaan energiatehokkuutta parannettua. (Finavia 2009c.) Vihreillä lähestymisillä eli jatkuvan liu'un lähestymisellä saataisiin myös polttoainesäästöjä. Jatkuvalla liu'ulla tarkoitetaan, että lentokoneen lentoreitti ja lentokorkeus optimoidaan niin, että vaakalentoa olisi mahdollisimman vähän laskeutumisvaiheessa. (Finavia 2008.)

Taloudelliset ohjauskeinot

Ympäristöpolitiikan taloudellinen ohjauskeino voidaan määritellä useilla tavoilla. Taloudellisia ohjauskeinoja ovat suppeasti määriteltynä keinot, joilla pyritään taloudellisilla instrumenteilla ympäristön tilan kohentamiseen tai vähintäänkin kuormitusvähennysten jakautumisen kustannustehokkuuden parantamiseen. Laajemman määritelmän mukaan taloudellisiin ohjauskeinoihin kuuluvat edellisten lisäksi muutkin verot ja tuet, joilla voi olla positiivisia vaikutuksia ympäristön tilaan. Laajimman näkemyksen mukaan taloudellisiksi ohjauskeinoiksi luetaan kaikki sellaiset keinot, joilla voidaan parantaa markkinoiden toimintaa niin, että ympäristöön kohdistuvat haitalliset ulkoisvaikutukset tulevat paremmin huomioiduiksi.

Taloudellisia ohjauskeinoja ovat erilaiset verot ja maksut, jotka samalla ovat myös poliittisia keinoja. Verot ja maksut vaikuttaisivat kysynnän vähenemiseen ja sitä

kautta päästöjen määrän vähenemiseen. Päästökauppa on myös taloudellinen ohjauskeino. (Finavia 2009c.)

5 PÄÄSTÖKAUPAN VAIKUTUKSIA

Kolme suomalaista lentoyhtiötä: Finnair, Finncomm Airlines ja Blue1 ovat toimittaneet tiedot lentojen lukumääristä sekä päästömääristä maksettua henkilökilometriä kohti ajalta tammikuu-marraskuu 2008. Henkilökilometrillä tarkoitetaan matkustajan kulkemaa matkaa kilometreissä. Näillä lentoyhtiöiden toimittamilla tiedoilla on saatu määritettyä matkustajalentoliikenteen yksikköpäästöt. Tämä lähes 130 000 lennon otos edustaa Suomesta tehtävien lentojen keskimääräisiä päästöjä henkilökilometriä kohden kun lähtöpaikka ja/tai kohde sijaitsee Suomessa. (VTT 2009.)

Pääosa lentoyhtiöiden toimittamista lentotiedoista koskee aikataulunmukaisia, säännöllisiä reittilentoja. Joukossa esiintyy myös lomalentoja, joilla tarkoitetaan lomamatkapaketin osana myytyjä tilauslentoja. Lomalennoille ominaiset korkeat matkustajatäyttöasteet pienentävät henkilöä kohti laskettua yksikköpäästöä, sillä polttoaineenkulutusta ja päästökuormaa on jakamassa yleensä lähes täysi koneellinen matkustajia. (VTT 2009.)

Valtaosa lentoyhtiöiden ilmoittamista lennoista on lennetty suihkuturbiinikoneilla. Lyhyemmille lennoille hyvin soveltuvia potkuriturbiinikonelentoja löytyy kuitenkin kotimaanlennoista sekä lyhyistä Euroopan lennoista. Potkuriturbiinikoneilla lennettyjen reittilentojen osuus on kotimaan lyhyillä lennoilla 59 %, kotimaan pitkillä lennoilla 13 % ja ulkomaan lyhyillä lennoilla 23 %. (VTT 2009.)

Ilmailun henkilöliikenteen käytönaikaisten yksikköpäästöjen määrittämiseen henkilöä kohden tarvitaan tieto lennon polttoaineenkulutuksesta, lennon tuottamista päästöistä, matkustajamäärästä sekä lentoreitin pituudesta. Ilmaliikenteen yksikköpäästöjen määrittämisen haasteita ovat esimerkiksi hyvin erikokoiset ja eri tekniikoita soveltavat lentokonetyypit. Lyhyitä lentoja lennetään sekä potkuri- että suihkuturbiinikoneilla, jolloin päästöjen tai energiankulutuksen keskiarvoiset luvut eivät välttämättä edusta erityisen hyvin kumpaakaan tyyppiä. Toisaalta myös

lentojen matkustajatäyttöaste eli myydyt istuinpaikat suhteessa koneen kaikkiin matkustajapaikkoihin, saattaa vaihdella huomattavasti muun muassa sesongin tai lentotyyppin (reittilento vai tilauslento) mukaan. Keskimäärin voidaan sanoa matkustajatäyttöasteen vaihtelevan noin 50 – 80 % välillä: tyhjimät lennot lennetään yleensä lyhyillä reittilennoilla, täysimmät pitkillä lomalennoilla. (VTT 2009.)

Tässä tutkimuksessa tehdyt laskelmat on tehty Excel-laskentaohjelmaa apuna käyttäen. Laskelmissa käytetyt polttoaineen kulutustiedot, lentojen ajallinen kesto sekä lentoreitit on saatu lennonsuunnitelujärjestelmä Rodoksesta, jota esimerkiksi lentoyhtiöt Blue1, Finncomm Airlines sekä SAS käyttävät lennonsuunnittelussa. Myös lentäjät käyttävät Rodosta suunnitellessaan lentoa, esimerkiksi lennolle tarvittavan polttoainemäärän laskemiseen. Laskelmiin on myös saatu tietoja haastatteleamalla Blue1:n lentoinsinööriä ja päästökauppavastaavaa Hanna Salmea. Kerosiinin hinta on saatavilla esimerkiksi Shellin internetsivuilta. Tässä työssä tehdyissä laskelmissa on kuitenkin käytetty alhaisempaa kerosiinin hintaa mitä Shellin ilmoittama polttoainehintatieto, koska suuremmat lentoyhtiöt solmivat sopimuksia polttoainetoimittajien kanssa ja saavat näin ollen halvemmat polttoainehinnat (Salmi 2010). Seuraavissa alaluvuissa selvitetään työssä tehtyjä laskelmia.

5.1 Lentokonetyypin vaikutus päästöihin

Markkinat vaativat jatkuvasti isompia koneita, joiden avulla pyritään laskemaan kustannuksia per istuinpaikka. Syinä vaatimukseen ovat mm. kulujen kasvu lentoliikenteessä. (Hult 2010, 11.)

Koneiden ylläpitokustannukset kasvavat koneiden ikääntyessä. Uusien lentokoneiden hankinta on prosessi, jossa on paljon arvioitavia tekijöitä. Olemassa olevaa ja uutta kalustoa ja niiden ominaisuuksia on verrattava. Usein uudet koneet ovat tehokkaampia ja edullisempia käyttää, koska ne kuluttavat vähemmän polttoainetta ja ovat ympäristöystävällisempiä. Lisäksi niissä on enemmän kapasiteettia ja niitä voidaan lentää pienemmällä miehistöllä. (Liikenne ja väylät 1 2005, 563.)

Lentoyhtiön taloudellinen tilanne vaikuttaa uuden lentokaluston hankintaan. Selvitettävänä on millaisella rahoituksella uutta kalustoa voidaan hankkia, otetaanko lainaa uusien koneiden ostoa varten vai vuorataanko koneita. Markkinointistrategia määräävät pitkälti millaisia koneita hankitaan. Tuottavaa toimintaa voidaan harjoittaa vain markkinoille sopivan kokoisella koneella: liian isoon koneeseen ei saada riittävästi matkustajia jolloin toiminta on tappiollista ja liian pienellä koneella menetetään potentiaalisia tuloja. Tulevan toiminnan ja matkustajamäärien ennustaminen onkin haasteellista lentoyhtiöille. (Liikenne ja väylät 1 2005, 563.)

Lentokoneiden vaihtoa miettiessä tulee laskea myös mahdollisia kustannuksia joita aiheutuu esimerkiksi miehistön koulutuksesta, koneen huoltokustannuksista ja varaosista. Lentokoneiden vuokrausta miettiessä, tulee ottaa huomioon vuokraus eli - leasing-kustannukset ja ne vaihtelevat suuresti taloudellisen tilanteen mukaan. (Salmi 2010).

Uudempi lentokonekanta ja lentokoneiden nykyaikainen teknologia vähentävät huolto- ja polttoainekustannuksia ja täten myös tuotettuja päästöjä. Finnairin viestintäjohtaja Hassisen mukaan (Hassinen 2009, 73) uudet koneet alentavat polttoaineen kulutusta ja siten myös päästöjä 20–30 % matkustajaa kohden.

Lentokonetyypin vaikutusta hiilidioksidipäästöihin on laskettu taulukossa 3. Hiilidioksidipäästöt on saatu laskemalla:

$\text{Polttoaineen kulutus} \times \text{Hiilidioksidikerroin (3,15)}$

Laskelma on tehty välille Oulu-Helsinki, kun koneessa on noin 70 matkustajaa. Laskelmassa on vertailtu viittä eri konetyyppiä: ATR72 potkuriturbiinikonetta, Airbus 321 suihkuturbiinikonetta, Embraer 170 suihkuturbiinikonetta, Avro RJ85 suihkuturbiinikonetta ja MD90 suihkuturbiinikonetta. Kyseiset koneet on valittu siksi, että niillä on pääasiallisesti liikennöity Oulu-Helsinki – välillä. Valitut lentokonetyypit ovat myös sellaisia mihin kaikkiin mahtuu vähintään 70 matkustajaa. Matkustajapaikkamäärät kyseisissä konetyypeissä näkyvät kuvioista 7. Oulu-

Helsinki reitti on valittu siksi, että se on yksi kannattavimmista reiteistä Suomen sisäisessä reittiliikenteessä (Salmi 2010).

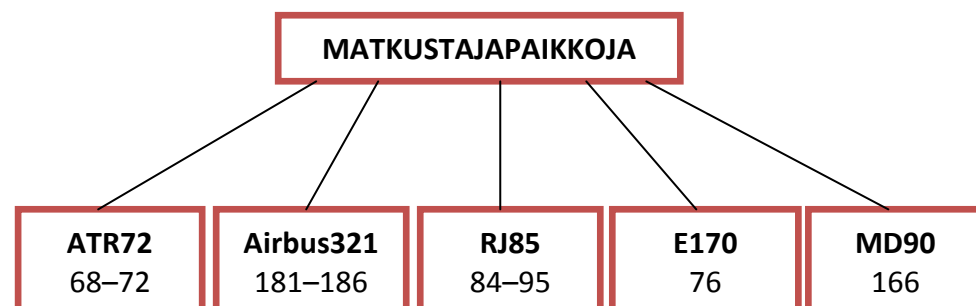
Taulukko 3. Lentokonetyypin vaikutus hiilidioksidipäästöihin

Oulu-Helsinki					
	ATR 72	Airbus 321	RJ85	E170	MD90
Polttoaineen kulutus (kg), 70 matkustajaa	845	2565	1873	1757	2362
Hiilidioksidipäästöt yhteensä (kg)	2661,75	8079,75	5899,95	5534,55	7440,30
Hiilidioksidipäästöt / matkustaja (kg/matkustaja)	38,03	115,43	84,29	79,07	106,29

ATR72 on potkuriturbiinikoneena polttoainetaloudellinen sekä vähäpäästöinen. Embraerit taas edustavat uusinta lentokoneteknologiaa, mikä vähentää merkittävästi polttoaineen kulutusta ja tekee koneista käyttökustannuksiltaan edullisia. Embraer-koneet ovat myös ympäristöystävällisempiä matalampien hiilidioksidi- ja typioksidipäästöjen johdosta. (Finnair 2006.)

Taulukossa 3 on myös laskettu hiilidioksidipäästöt per matkustaja lentokonetyypeittäin. Hiilidioksidipäästöt per matkustaja on saatu laskemalla:

Kokonaishiilidioksidipäästöt / Matkustajamäärä (70)



Kuvio 7. Lentokonetyyppien matkustajapaikkamääriä (Blue1 2010b; Finncomm Airlines 2010; Finnair 2010a).

Taulukossa 3 käytetyt tiedot on saatu haastattelulla (Salmi 2010) sekä käyttämällä lennonsuunnittelujärjestelmä Rodosta laskemaan polttoaineen kulutusta. Yhdestä kilosta polttoainetta eli kerosiinia syntyy palamisprosessissa 3,15 kg hiilidioksidia ja sitä on käytetty laskelmassa kertoimena päästöille.

Lentoyhtiöiden internetsivuilla, esimerkiksi Finnairin sivuilla, on saatavilla päästölaskureita, joilla voi laskea lennon kuluttaman polttoaineen ja lennon tuottaman hiilidioksidipäästö määrän. Laskurin avulla ei kuitenkaan pysty selvittämään tarkkaa päästö määrää juuri kyseessä olevalle lennolle, koska esimerkiksi Finnairin päästölaskurissa on polttoaineen kulutus ja sitä kautta aiheutuneet hiilidioksidipäästöt laskettu Finnairin keskimääräisillä matkustajamäärillä. (Finnair 2010b.)

5.2 Päästöoikeuden hinnan vaikutus matkustajakohtaisiin kustannuksiin

Päästöoikeuksista 85 % jaetaan hakemusten perusteella lentoyhtiöille ja 15 % huu- tokaupataan. Vielä ei ole tiedossa päästöoikeuksien tulevaa hintaa, se selviää myöhemmin päästökaupan käynnistyttyä kunnolla.

Taulukko 4. Matkustajakohtaiset kustannukset eri lentokonetyypeillä ostettaessa päästöoikeuksista 30 %

Oulu-Helsinki					
	ATR 72	Airbus 321	RJ85	E170	MD90
Polttoaineen kulutus (kg), 70 matkustajaa	845	2565	1873	1757	2362
Hiilidioksidipäästöt yhteensä (kg)	2661,75	8079,75	5899,95	5534,55	7440,30
Hiilidioksidipäästöt / matkustaja (kg/matkustaja)	38,03	115,43	84,29	79,07	106,29
Jos lentoyhtiö joutuu ostamaan 30% päästöoikeuksista hintaan 50 €/tonni, se maksaisi					
	ATR 72	Airbus 321	RJ85	E170	MD90
70 matkustajaa (euroa/matkustaja)	0,57	1,73	1,26	1,19	1,59

Taulukossa 4 on laskettu lentokonetyypeittäin miten matkustajakohtaisia kustan- nuksia lisää yhdellä lennolla se, jos lentoyhtiö joutuu ostamaan 30 % päästöoike- uksista hintaan 50 euroa/tonni. Tulokset on saatu laskemalla:

$$0,3 \times \text{Hiilidioksidipäästöt/per matkustaja} / 1000 \times \text{Päästöoikeuksien hinta}$$

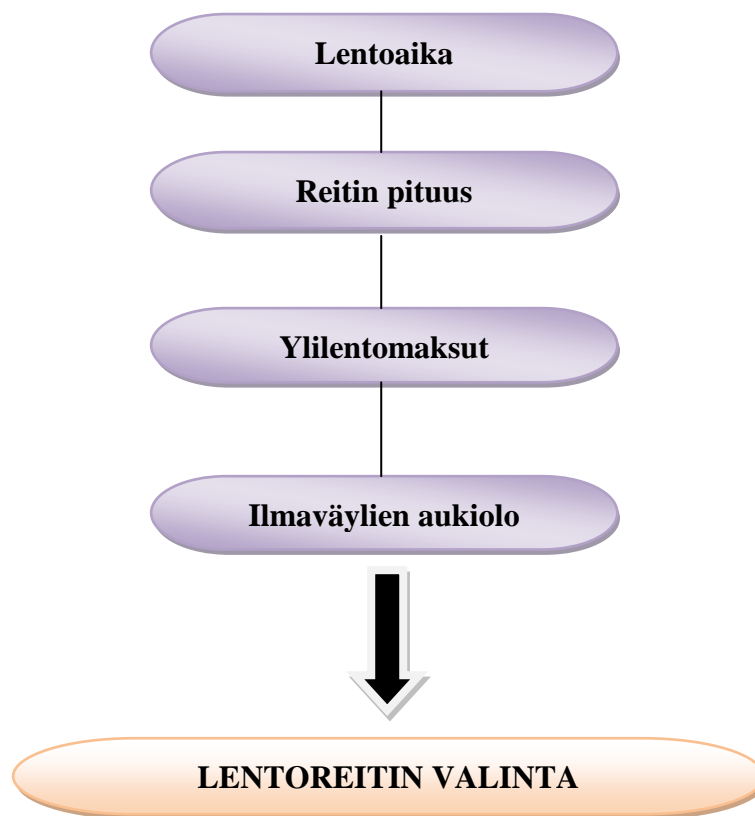
Päästöoikeuksien hinta 50 euroa/tonni on vain arvio, koska tarkkaa päästöoikeuksien hintaa ei vielä ole saatavilla. Ostettavien päästöoikeuksien määrä 30 % on valittu satunnaisesti.

Päästöoikeuksien hinnan vaihtelun ja ostettavien päästöoikeuksien määrän vaikutusta kustannuksiin on laskettu liitteessä 1. Laskelmassa käytetty lentoyhtiön vuotuinen päästö määrä 400 000 000 kg hiilidioksidia on vain suuntaa antava arvio. Vuotuinen päästö määrä riippuu lentojen määrästä ja lentojen kohteista. Laskelmasta voi kuitenkin päätellä kuinka suuri vaikutus ostettavien päästöoikeuksien hinnalla ja määrällä on kustannuksiin, joita päästökaupasta voi tulla. Näitä kustannuksia on avattu paremmin johtopäätöksissä päästöoikeuksien hinta kohdassa.

5.3 Päästöoikeuden vaikutus lennon reittisunnitteluun

Lentoliikenne on voimakkaasti säädelty ala, vaikka lentoliikennettä on vapautettu asteittain. Kansainväliset järjestöt ICAO (YK:n alainen kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö) ja IATA (Maailmanlaajuinen lentoyhtiöiden etu- ja yhteistyöjärjestö) ovat tärkeimmät kansainväliset organisaatiot, jotka säätelevät lentotoimintaa. Lainsäädäntö ja määräykset luodaan kansainvälisesti YK:n alaisuudessa. (Liikenne ja väylät 2005, 536.)

Lentoreittien suunnittelu perustuu ICAO:n määräyksiin, mutta lentoreittien suunnitteluun vaikuttavat myös kustannustekijät. Kuviossa 8 on esitetty lentoreitin valintaan vaikuttavat tekijät.



Kuvio 8. Lentoreitin valintaan vaikuttavat tekijät

Jos esimerkiksi lennetään Helsingistä Barcelonaan, on valittavana useampi lentoreitti Barcelonaan. Lennon reittiä valittaessa, valintaan vaikuttavat reitin kustannukset, jotka koostuvat lentoajasta, käytettävästä polttoainemäärästä eli reitin pituudesta ja ylilentomaksuista. Ylilentomaksu on jokaisen valtion ilmailuviranomaisen päättämä maksu, jonka kyseinen viranomainen veloittaa maansa yli lentävien lentokoneiden lentoyhtiöiltä. Ylilentomaksu koostuu mm. kyseisen valtion lentoväylän käyttömaksusta ja lennonjohtopalveluista.

Reitin valintaan vaikuttaa myös ilmaväylien aukiolo eli niiden väylien aukiolo, joita pitkin lentokoneet lentävät. Ilmatila on jaettu väyliin ja väylien aukiolosta päättää kyseisen valtion ilmailuviranomainen minkä alueella väylä on.

Lentoyhtiöt pyrkivät löytämään kokonaiskustannuksiltaan halvimman reitin eli ottamalla kaikki reitin kustannukset huomioon, mutta välttämättä aina halvin ja lyhin reitti ei ole käytettävissä johtuen juuri ilmapäylien aukiolosta.

Päästökaupan vaikutusta lennon reititykseen on laskettu taulukossa 5. Laskelma on tehty kolmelle eri reittiparille: Helsinki-Kööpenhamina, Helsinki-Zürich sekä Helsinki-Berliini. Konetyyppinä on käytetty Avro RJ85 konetta. Kyseiset lento-paikkaparit on valittu satunnaisesti. Laskettaessa on otettu huomioon kulutettava polttoaine, ylilentokustannukset sekä lentoaika. Kulutettava polttoainetieto sekä lentoaika kohteeseen on saatu lennonsuunnittelujärjestelmä Rodoksesta. Euroopan ylilentomaksuista on saatu tieto Eurocontrollin julkaisemista ylilentomaksutiedoista. Lentominuutin hintaan on laskettu kuluina mm. lentokoneen huoltokuluja perustuen lentoaikaan sekä miehistön ylityökuluja (Salmi 2010). Päästöoikeuden hinnaksi on arvioitu 50 euroa/tonni. Reittivaihtoehdot on saatu lennonsuunnittelujärjestelmän tarjoamista eri reittivaihtoehdoista kyseiseen kohteeseen.

Kokonaiskustannus 1 sisältää kustannukset, joita tällä hetkellä lennosta aiheutuu ilman ostettavia päästöoikeuksia, eli polttoainemaksu, ylilentomaksu ja lentoajan kustannus yhteensä.

Kokonaiskustannus 2 sisältää samat kustannukset mitä ensimmäinenkin kokonaiskustannus, mutta toisessa kokonaiskustannuksessa on laskettu vaihtoehto, jossa 40 % päästöoikeuksista jouduttaisiin ostamaan hintaan 50 euroa/tonni. Laskelmassa on käytetty samaa päästöoikeuden hintaa kuin aiemmassakin laskelmassa eli 50 euroa/tonni koska tarkkaa hintaa ei ole vielä saatavilla. Laskelmassa käytetty ostettavien päästöoikeuksien määrä 40 % on satunnaisesti valittu. Päästökaupan vaikutusta reittisuunnitteluun käydään tarkemmin läpi johtopäätöksissä osiossa reittisuunnittelu.

Taulukko 5. Päästöoikeusmaksun vaikutus reititykseen

Helsinki-Kööpenhamina					
REITTI	POLTOAINEKULUTUS KG	YLILENTOMAKSU €	LENTOAIKA MIN	KOKONAISKUSTANNUS 1.	KOKONAISKUSTANNUS 2.
REITTI 2	3636	417,96	103	3465,89	3694,96
REITTI 6	3689	370,96	104	3458,57	3690,97
REITTI 8	3612	435,56	102	3460,34	3687,90
REITTI 9	3811	417,96	109	3622,46	3862,55
POLTOAINEEN HINTA/KG	0,57	euroa			
LENTOMINUUTIN HINTA	9,47	euroa			
PÄÄSTÖOIKEUDEN HINTA/TONNI	50	euroa			
PÄÄSTÖOIKEUKSIA OSTETAAN	40	%			
Helsinki-Zürich					
REITTI	POLTOAINEKULUTUS KG	YLILENTOMAKSU €	LENTOAIKA MIN	KOKONAISKUSTANNUS 1.	KOKONAISKUSTANNUS 2.
REITTI 2	6338	865,45	180	6182,71	6582,00
REITTI 3	6397	739,69	183	6118,99	6522,00
REITTI 4	6334	953,07	179	6258,58	6657,63
REITTI 5	6888	865,45	182	6515,15	6949,09
REITTI 6	6346	785,29	181	6116,58	6516,37
REITTI 7	6466	1013,22	182	6422,38	6829,74
REITTI 8	6310	950,49	179	6242,32	6639,85
REITTI 9	6473	916,11	183	6338,73	6746,52
POLTOAINEEN HINTA/KG	0,57	euroa			
LENTOMINUUTIN HINTA	9,47	euroa			
PÄÄSTÖOIKEUDEN HINTA/TONNI	50	euroa			
PÄÄSTÖOIKEUKSIA OSTETAAN	40	%			
Helsinki-Berliini					
REITTI	POLTOAINEKULUTUS KG	YLILENTOMAKSU €	LENTOAIKA MIN	KOKONAISKUSTANNUS 1.	KOKONAISKUSTANNUS 2.
REITTI 2	3996	601,32	117	3987,03	4238,78
REITTI 4	3864	384,55	114	3666,61	3910,04
REITTI 6	3877	394,51	111	3655,57	3899,82
REITTI 8	3991	512,70	117	3895,56	4146,99
POLTOAINEEN HINTA/KG	0,57	euroa			
LENTOMINUUTIN HINTA	9,47	euroa			
PÄÄSTÖOIKEUDEN HINTA/TONNI	50	euroa			
PÄÄSTÖOIKEUKSIA OSTETAAN	40	%			

5.4 Muut vaikutukset ja kustannukset

Päästökauppa aiheuttaa kuluja niin julkisvallalle kuin kuormittajillekin. Lentoyhtiöille aiheutuu hallinnollisia kustannuksia, kuten esimerkiksi seurantaan, valvontaan ja raportointiin käytetty aika. Lentoyhtiö Blue1:n päästökauppavastaava Hanna Salmi (Salmi 2010) arvioi, että päästökaupan mukanaan tuomiin töihin kuluu

noin puoli työpäivää kuukaudessa, joka sisältää mm. yhteydenpidon viranomaisiin ja todentajaan.

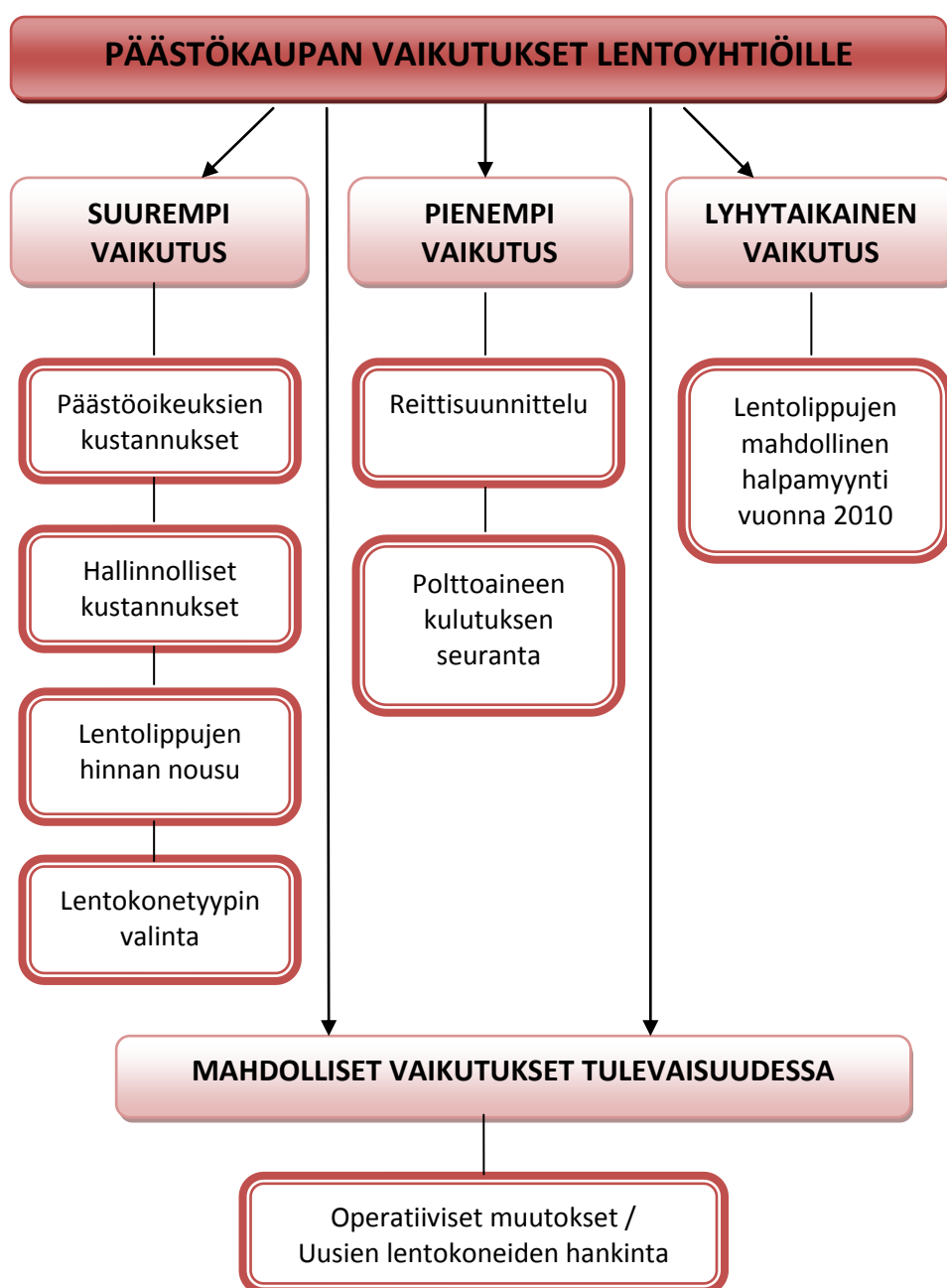
Viranomaiset, esimerkiksi Liikenteen turvallisuusvirasto TraFi, joka laatii mm. kansallisen päästöoikeuksien jakosuunnitelman, eivät ole vielä päättäneet maksuistaan, mutta oletettavasti niitä tulee lentoyhtiöille. Energiamarkkinavirasto veloittaa päästökaupassa toimivia mm. päästöoikeustilimaksuilla.

Todentajan palkkio riippuu lentokonetyypistä sekä kohteiden määrästä, mutta keskimääräinen hinta-arvio on muutama tuhat euroa vuodessa (Salmi 2010).

Tarkkailuvuoden 2010 aikana lentoyhtiöt voivat vaikuttaa tulevaisuuden maksuihinsa pyrkimällä täyttämään koneensa mahdollisimman täyteen. Periaatteessa siis pitkällä aikavälillä saatava huomattava säästö päästökuluissa voi johtaa tänä päivänä lippujen halpamyyntiin. (Allonen 2010, 6.)

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Päästökauppa tuo mukanaan huomattavia kustannuksia ja vaikutuksia matkustajalentoliikenteeseen. Kuviossa 9 on kuvattu päästökaupan mukanaan tuomia mahdollisia vaikutuksia.



Kuvio 9. Päästökaupan vaikutukset lentoyhtiöille

Kuviossa 9 päästökaupan vaikutukset lentoyhtiöille on jaettu neljään eri kategori-
aan:

- vaikutukset, joilla on suurempi merkitys lentoyhtiöille
- vaikutukset, joilla on pienempi merkitys lentoyhtiöille
- vaikutukset, joilla on lyhytaikainen vaikutus lentoyhtiöille
- mahdolliset vaikutukset tulevaisuudessa

Päästöoikeuksien hinta

Päästöoikeuksien hinnan ja ostettavien päästöoikeuksien määrän vaikutusta lentoyhtiöille koituviin kustannuksiin on laskettu Liitteessä 1. Jos lentoyhtiö joutuisi ostamaan esimerkiksi 10 % päästöoikeuksista hintaan 35 euroa/hiilidioksiditonni, olisi kokonaiskustannus päästöoikeuksista 1,4 miljoonaa euroa. Jos lentoyhtiö maksaisi päästöoikeuksistaan kyseisen 1,4 miljoonaa euroa, olisi matkustajakoh-
tainen kustannus noin 0,93 euroa matkustajaa kohden. Jos taas esimerkiksi 30 % päästöoikeuksista ostettaisiin hintaan 50 euroa/hiilidioksiditonni, olisi kokonais-
kustannus päästöoikeuksista 6 miljoonaa euroa. Jos lentoyhtiö maksaisi päästöoi-
keuksista kyseisen 6 miljoonaa euroa ja kuljettaisi 1,5 miljoonaa matkustajaa vuo-
dessa niin matkustajakohtainen kustannus olisi siis 4 euroa matkustajaa kohden. Päästöoikeuksien hinta ja niiden määrä vaikuttavat siis suuresti kustannuksiin ja kustannukset päästökaupasta tulevat olemaan suuria lentoyhtiöille.

Finnairin entinen toimitusjohtaja Jukka Hienonen on arvioinut, että jos päästöoi-
keus maksaa 30 euroa/hiilidioksiditonni, toisi päästökauppa Finnairille noin 150
miljoonan euron kustannukset, joka vastaa kolmasosaa polttoaine- ja seitsemää
prosenttia kaikista kustannuksista (Taloussanomat 2008).

Hallinnolliset kustannukset

Päästökauppa tuo mukanaan myös paljon hallinnollista työtä sekä lentoyhtiöille
että viranomaisille. Viranomaiset luonnollisesti laskuttavat työstään lentoyhtiöitä
ja myös todentajan tekemästä työstä tulee lasku lentoyhtiölle. Sen lisäksi lentoyh-

tiöille tulee päästökaupan myötä tarkkailusuunnitelmien ja raporttien tekoa, joka tuo työntekijäkustannuksia lentoyhtiölle.

Lentolippujen hinnat

Euroopan unionin mukaan lentoliikenteen päästökauppa ei tule suoraan vaikuttamaan lentolippujen hintaan. Päästökaupan johdosta, lentokoneoperaattorit saattavat joutua investoimaan kustannustehokkaampiin lentokoneisiin tai ostamaan päästöoikeuksia markkinoilta ja näin ollen operaattorit saattavat siirtää kustannukset lentolippujen hintaan. Jos oletetaan, että operaattorit siirtäisivät kaikki kustannukset matkustajien maksettavaksi, Euroopan unionin laskelmien mukaan EU:n sisäisen edestakaisen lentolipun hinta kohoaisi noin 2-9 eurolla, pitempien matkojen, kuten esim. New Yorkin edestakaisen lentolipun hinta kohoaisi noin 8-40 eurolla. Korotukset olisivat kuitenkin riippuvaisia päästöoikeuksien markkinahinnoista. Unionin mukaan päästökaupalla on joka tapauksessa pienemmät vaikutukset lentolippujen hintoihin kuin mitä olisi saavutettu esimerkiksi polttoaineverolla tai päästömaksulla. (European Union 2006.)

Elinkeinoelämän keskusliiton (Elinkeinoelämän keskusliitto 2008.) mukaan, päästökauppa tulee nostamaan lentolippujen hintaa. Elinkeinoelämän keskusliitto on myös huolestunut siitä, että lentoliikenteen tulo päästökauppaan nostaa jo päästökaupassa mukana olevien sektoreiden hiilidioksidipäästöoikeuksien hintaa.

Lentoyhtiö Blue1:n päästökauppavastaava Salmen (2010) mukaan päästökauppa tulee nostamaan lentolippujen hintoja, riippuen tosin reitistä ja markkinatilanteesta. Sellaisilla reiteillä, joissa on paljon kilpailua, lentoyhtiöiden kate pienenee, joten on hankalampi nostaa lentolippujen hintoja. Monopolireiteillä, joilla kilpailua ei ole, on helpompi siirtää päästökaupan kustannuksia lentolippujen hintoihin.

Myös Finnairin entisen toimitusjohtajan Jukka Hienosen mukaan päästökaupan kustannukset tullaan perimään matkustajilta. (Taloussanommat 2008).

Tarkkailuvuoden 2010 aikana on kuitenkin mahdollista, että lentoyhtiöt myyvät lentolippujaan alennuksella, koska tulevaisuuden päästömaksuja ajatellen, lentoyhtiöille on tärkeää pyrkiä täyttämään koneensa mahdollisimman täyteen. Eli periaatteessa siis pitkällä aikavälillä saatava huomattava säästö päästökuluissa voi johtaa vuonna 2010 lippujen halpamyyntiin. (Allonen 2010, 6.)

Monet lentoyhtiöt tarjoavat matkustajille jo nyt mahdollisuutta kompensoida lentämisestään koituvia päästöjä vapaaehtoisella päästömaksulla, kuten esimerkiksi SAS ja Blue1 (Blue1 2010c).

Lentokonetyypin valinta

Opinnäytetyössä tehtyjen laskelmien perusteella, lentokonetyypillä on suurikin merkitys lennon tuottamaan hiilidioksidimäärään. Potkuriturbiinikone on lyhyillä matkoilla polttoainetaloudellisempi ja näin ollen tuottaa vähemmän hiilidioksidipäästöjä. Vaikkakin Embraer suihkuturbiinikoneet ovat uudehkoja, tuottavat ne enemmän päästöjä kuin ATR72 potkuriturbiinikoneet. Hiilidioksidipäästöt per matkustaja ovat huomattavasti alhaisemmat ATR72 koneessa kuin esimerkiksi Airbus 321 koneessa. Potkuriturbiinikonetta ei kuitenkaan voi käyttää kuin kotimaan lennoilla ja lyhyillä Euroopan lennoilla sen toimintasäteen rajoituksen vuoksi. Kotimaan lennoilla olisi kuitenkin huomattavasti ympäristöystävällisempää ja kannattavampaa käyttää esimerkiksi ATR72 potkuriturbiinikonetta.

Työssä tehtyjen laskelmien perusteella nähdään miten lentokonetyypin valinta vaikuttaa matkustajakohtaisiin kustannuksiin, jos päästöoikeuksia jouduttaisiin ostamaan 30 % hintaan 50 euroa/tonni. ATR72 koneella matkustajakohtainen lisäkustannus olisi vain 0,57 euroa per matkustaja, kun taas Airbus 321:n matkustajakohtainen kustannus olisi huomattavasti enemmän eli 1,73 euroa per matkustaja. Joten jos päästöoikeuksista syntyviä kustannuksia siirrettään matkustajien maksettaviksi, olisi myös matkustajille merkitystä sillä millä lentokonetyypillä kyseinen lento lennetään.

Operatiiviset muutokset

Operatiiviset eli toiminalliset muutokset tulevat ainakin päästökaupan alkuvaiheissa olemaan vähäisiä. Uusien lentokoneiden hankinta pelkästään päästökaupan johdosta tulee lentoyhtiöille liian kalliiksi. Vaikka uudemmat lentokoneet kuluttavat vähemmän polttoainetta ja näin ollen tuottavat vähemmän hiilidioksidipäästöjä, on uusien koneiden ostaminen tai vuokraaminen niin kallista, että kustannushyötyä ei synny. (Salmi 2010.)

Reittisuunnittelu

Tehtyjen laskelmien perusteella päästökaupalla ei näyttäisi olevan suurempaa vaikutusta lennon reittisuunnitteluun. Esimerkiksi Helsinki-Zürich – välillä (Taulukko 5.) olisi ilman päästökauppaa valittu reitti 6 käyttöön ja vaikka reitille lasketaan lisäkustannuksena päästöoikeuksien hinta, on reitti 6 edelleen halvin. Helsinki-Kööpenhamina välillä halvin reitti ilman päästökauppakustannuksia olisi ollut reitti 6, mutta päästökaupan kustannukset huomioituna reitti 8 olisikin edullisempi. Tosin ero on vain noin 3 euroa per lento. Jos lentoyhtiöllä olisi esimerkiksi kolme päivittäistä lento Helsingistä Kööpenhaminaan seitsemän kertaa viikossa, niin vuodessa kustannus tästä olisi noin 3 000 euroa, joten päästökaupan vaikutus lennon reittisuunnitteluun on suhteellisen pieni.

Polttoaineen kulutuksen seuranta

Polttoaineen hinta on noussut paljon. Maailman suurimpiin kuuluvan lentokoneiden valmistajan Airbusin mukaan öljynhinnan odotetaan nousevan edelleen vuoden 2010 aikana ja jatkavan nousuaan vuosi vuodelta. (Hult 2010, 11.) Polttoaineen korkean hinnan vuoksi päästökauppa on osaltaan turha, koska lentoyhtiöt kontrolloivat muutenkin polttoaineen kulutusta ja sitä kautta myös päästöjä tarkasti (Salmi 2010).

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena ja tutkimusongelmana oli kartoittaa sekä myös ennustaa ilmailun päästökaupan vaikutuksia matkustajalentoliikenteeseen ja laskea mahdollisia kustannuksia mitä lentoyhtiöiden matkustajalentoliikenteeseen koituu ilmailun päästökaupasta. Lisäksi tässä työssä pyrittiin selvittämään kuinka lentokoneiden tuottamia hiilidioksidipäästöjä voitaisiin vähentää.

Opinnäytetyössä tehtyjen selvitysten ja laskelmien perusteella tuli selväksi, että ilmailun päästökauppa tuo mukanaan huomattavia kustannuksia lentoyhtiöille. Päästöoikeusmaksuista tulevat kustannukset ovat suurin kustannuserä, joka lentoyhtiöille koituu päästökauppaan mukaan tulemisesta. Lisäksi päästökauppa aiheuttaa hallinnollisia kustannuksia ja viranomaismaksuja, joihin lentoyhtiöiden tulee myös varautua.

Ilmailun päästökaupan tarkkailuvuonna 2010 lentoyhtiöt saattavat myydä lentolippuja halvemmalla, koska lentoyhtiöille on tulevaisuuden päästömaksuja ajatellen tärkeää saada tarkkailuvuoden aikana lentokoneensa mahdollisimman täyteen matkustajia. Mutta mahdollinen lentolippujen halpamyynti on lyhytaikainen muutos, koska luultavasti lentoyhtiöt tarkkailuvuoden jälkeen tulevat siirtämään päästökaupasta koituvat kustannukset lentolippujen hintoihin ja näin ollen lentolippujen hinnat nousevat.

Päästökaupan myötä lentoyhtiöiden tulee myös tarkemmin miettiä millaisella konetyypillä kannattaa mitäkin reittiä lentää, koska eri lentokonetyyppien kuluttamassa polttoainemäärässä ja sitä kautta tuotetuissa hiilidioksidimäärissä on suuria eroja. Tulevaisuudessa, jos päästömaksut kasvavat, lentoyhtiöiden tulee miettiä myös uudempien, kustannustehokkaampien ja vähäpäästöisempien lentokoneiden hankintaa.

Opinnäytetyössä suoritettujen laskelmien perusteella selvisi myös, että lentojen reittisuunnitteluun, eli lennon reititykseen, päästökaupalla on vain pieni merkitys

ja näin ollen lentoyhtiöiden reittisuunnitteluun päästökauppa ei todennäköisesti tule vaikuttamaan.

Päästökauppa tuo mukanaan lentoyhtiöille myös raportoitavaa ja tarkkailtavaa. Polttoaineen kulutuksen seuranta lentoyhtiöt ovat tehneet jo nyt kohonneiden polttoainehintojen seurauksena. Tulevaisuudessa polttoaineen hinta tulee edelleen nousemaan ja vaihtoehtoisia polttoaineita ei lähitulevaisuudessa ole vielä tarjolla, joten lentoyhtiöt tulisivat ilman päästökauppaakin seuraamaan lentokoneiden polttoaineen kulutusta.

Tätä opinnäytetyötä ei tehty vain yhtä lentoyhtiötä varten, vaan työn tulokset ovat yleistettävissä myös muihin lentoyhtiöihin. Jatkotutkimuksena olisi hyödyllistä tutkia päästökaupan toteutuneita todellisia kustannuksia ja mitä muutoksia päästökauppa on tuonut lentoyhtiöiden toimintaan sekä myös sitä, ovatko lentoyhtiöt onnistuneet vähentämään hiilidioksidipäästöjään.

Olennaisena syynä tämän opinnäytetyön tavoitteiden saavuttamiselle ja työn läpiviemiselle oli oman työn kautta saatu mielenkiinto aiheeseen sekä suuri tietopaljous, jota sain työpaikaltani Blue1:n lentoinsinööriltä ja päästökauppavastaavalta Hanna Salmelta. Tulevaisuudessa on mielenkiintoista nähdä ja seurata läheltä kuinka ilmailun päästökauppa vaikuttaa lentoyhtiöiden toimintaan.

LÄHTEET

Painetut ja sähköiset lähteet

ACARE. 2010. About ACARE. Advisory Council for Aeronautics Research in Europe [viitattu 28.3.2010]. Saatavissa:

<http://www.acare4europe.org/html/introduction.asp>

Ahlberg-Valdna, A. 2009. Pian määrätään päästökauppakiintiöitä. SAS Stories 4/2009, 27.

Allonen, M. 2010. Vihreä TraFi, mikä se on? Liikennelehtäjä 1/2010, 5-6.

Blue1. 2010a. Environmental Responsibility. Blue1 [viitattu 27.3.2010]. Saatavissa Blue1:n intranetsivuilta.

Blue1. 2010b. Blue1 fleet. Blue1 [viitattu 28.3.2010]. Saatavissa:

<http://www.blue1.com/fi/fi/Blue1/yrityksesta/laivue-reitit/fleet/>

Blue1. 2010c. Blue1 ja ympäristö [viitattu 3.4.2010]. Saatavissa:

<http://www.blue1.com/fi/fi/Blue1/yrityksesta/Ymparisto/>

Boeing. 2010. Image gallery. Boeing [viitattu 27.3.2010]. Saatavissa:

<http://www.boeing.com/commercial/bbj/html/c020301.html#>

Elinkeinoelämän keskusliitto. 2008. Lentoliikenne ja päästökauppa. Elinkeinoelämän keskusliitto [viitattu 15.2.2010]. Saatavissa:

http://www.ek.fi/www/fi/logistiikka/liikenteen_maksut_verot.php?we_objectID=8142&pid=29800

Energiamarkkinavirasto. 2005. Suomen päästökaupparekisteri avattu (1.3.2005).

Energiamarkkinavirasto [viitattu 19.3.2010]. Saatavissa:

<http://www.energiamarkkinavirasto.fi/data.asp?articleid=922&pgid=202>

Energiamarkkinavirasto. 2006. Päästöjen todentaminen on olennainen osa päästökauppaa. Energiamarkkinavirasto [viitattu 27.3.2010]. Saatavissa:

<http://www.energiamarkkinavirasto.fi/data.asp?articleid=1135&pgid=224>

Energiamarkkinavirasto. 2010a. Yleistä päästökaupasta. Energiamarkkinavirasto [viitattu 24.3.2010]. Saatavissa:

<http://www.energiamarkkinavirasto.fi/select.asp?gid=172&languageid=246>

Energiamarkkinavirasto. 2010b. Keskeinen päästökauppaa koskeva sanasto. Energiamarkkinavirasto [viitattu 13.2.2010]. Saatavissa:

<http://www.emvi.fi/select.asp?gid=249&pgid=249>

Enviro.aero. 2010. Technologies are constantly being deployed and researched by the aviation industry to increase environmental performance. Enviro.aero [viitattu 22.3.2010]. Saatavissa: <http://www.enviro.aero/Innovation.aspx>

Environment Agency UK. 2009. Guidance for the Aviation Industry. Environment Agency UK [viitattu 11.2.2010]. Saatavissa: http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Business/EU_ETSAviation_guidance_1.0_280509.pdf

Eurocontrol. 2006. Flight Planning. Eurocontrol [viitattu 8.2.2010]. Saatavissa: http://www.cfm.eurocontrol.int/cfm/public/standard_page/about_flightplanning.html

Eurocontrol. 2010. SESAR. Eurocontrol [viitattu 28.3.2010]. Saatavissa:

http://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/SESAR_Bochure.pdf

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/101/EY. Annettu 19.11.2008

Euroopan unioni. 2010. Ilmastonmuutoksen torjunta. Euroopan unioni [viitattu 27.3.2010]. Saatavissa:

http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/index_fi.htm

European Commission. 2009. Emission Trading System (EU ETS). European Commission [viitattu 11.2.2010]. Saatavissa:

http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/mrg_templates_en.htm

European Union. 2006. Questions & Answers on aviation & climate change. European Union [viitattu 6.2.2010]. Saatavissa:

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/06/506&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>

Finavia Oyj. 2008. CD – jatkuvan liu'un lähestyminen. Finavia Oyj [viitattu 28.3.2010]. Saatavissa: <http://www.finavia.fi/ymparisto/melu/cd>

Finavia Oyj. 2009a. Lentoliikenne ja ilmasto. Finavia Oyj [viitattu 3.1.2010]. Saatavissa: <http://www.lentoliikennejailmasto.fi/paastot>

Finavia Oyj. 2009b. Lentoliikenne ja ilmasto. Finavia Oyj [viitattu 3.1.2010]. Saatavissa: <http://www.lentoliikennejailmasto.fi/vaikutukset>

Finavia Oyj. 2009c. Lentoliikenne ja ilmasto. Finavia Oyj [viitattu 3.1.2010]. Saatavissa: <http://www.lentoliikennejailmasto.fi/vahentaminen>

Finnair Oyj. 2006. Finnairin ensimmäinen Embraer 190 -suihkukone liikenteseen. Finnair Oyj [viitattu 18.3.2010]. Saatavissa:

http://www.finnairgroup.com/konserni/konserni_11_2_1.html?Id=1166694649.html

Finnair Oyj. 2007. Ympäristöraportti 2007. Finnair Oyj [viitattu 22.3.2010]. Saatavissa:

http://www.finnairgroup.com/linked/fi/konserni/Finnair_ymparisto_FI_hires.pdf

Finnair Oyj. 2010a. Laivasto. Finnair Oyj [viitattu 28.3.2010]. Saatavissa:

http://www.finnairgroup.com/konserni/konserni_9.html

Finnair Oyj. 2010b. Päästölaskuri. Finnair Oyj [viitattu 2.4.2010]. Saatavissa:

<http://www.finnair.fi/paastolaskuri/index.html>

Finncomm Airlines. 2010. Laivasto. Finncomm Airlines [viitattu 28.3.2010]. Saatavissa: <http://www.fc.fi/info/laivasto.html>

Hassinen, T. 2009. Maailman modernein laivasto. Finnairin Vuosikatsaus 2009, 72–73 [viitattu 22.3.2010]. Saatavissa:

http://www.finnairgroup.com/linked/fi/konserni/Logbook_09_suomi_15MB.pdf

Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13., osin uudistettu painos. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy

Hult, M. 2010. Nuosutehoilla tulevaisuuteen. Liikennelentäjä 1/2010, 10-11.

IATA. 2010. Fact Sheet: Carbon-Neutral Growth. IATA [viitattu 15.2.2010]. Saatavissa: http://www.iata.org/pressroom/facts_figures/fact_sheets/carbon-neutral.htm

Laki lentoliikenteen päästökaupasta 34/2010. Annettu Helsingissä 22.1.2010.

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2009. Lentoliikenteen päästökauppa patistaa hiidioksidipäästöjen vähentämiseen. Liikenne- ja viestintäministeriö [viitattu 3.1.2010]. Saatavissa: <http://www.lvm.fi/web/fi/tiedote/view/919603>

Liikenne ja väylät 1 2005. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. Helsinki: Otavan Kirjapaino Oy.

Linnainmaa, T., Mälkki, H. & Laurikka, H. (toim.) 2005. HAMKin julkaisuja 6/2005. Päästökauppaopas, Kaupankäynti EU:n päästöoikeuksilla. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu

Maaseudun yrittäjyyden kehittämisohjelma 2020. Maaseutupolitiikan yhteistyöryhmän julkaisuja 1/2010. Vammalan kirjapaino Oy, Sastamala.

Määttä, K. & Pulliainen, K. 2003. Johdatus ympäristötaloustieteeseen. Saarijärvi: Gummerus Kirjapaino Oy

Nykänen, J. (toim.) 2006. Päästökauppa ja ympäristöhyödykkeiden markkinat. Helsinki: Edita Prima Oy.

Oikarinen, S. 2009. Lentoliikenteen päästökaupan todentajapäivät 10.12.2009. Avia Collegessa pidetty Lentoliikenteen todentajakoulutus 10.12.2009.

SAS Group. 2010. Fuel save. SAS Group portal, Activities and Campaigns, Fuel Save. [viitattu 28.3.2010]. Saatavissa SAS Groupin intranet-sivuilla.

Schofield, A. & Velocci, A. 2009. Aviation Industry Gains Support For Emissions Targets. Aviation Week [viitattu 8.2.2010]. Saatavissa:
http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_generic.jsp?channel=awst&id=news/emissions101909.xml

Suomen Ympäristökeskus. 2004. Ympäristönsuojelun taloudelliset ohjauskeinot Suomessa. Suomen Ympäristökeskus. [viitattu 29.4.2010]. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=19901>

Taloussanomat. 2008. Päästökauppa nostaisi Finnairin hintoja kymmenyksellä.

Taloussanomat [viitattu 22.3.2010]. Saatavissa:

<http://www.taloussanomat.fi/liikenne/2008/01/14/paastokauppa-nostaisi-finnairin-hintoja-kymmenyksella/20081210/139>

Taloussanomat 2009. Sähköautojen jälkeen sähkölentokoneita? Taloussanomat

[viitattu 22.3.2010]. Saatavissa: [http://www.digitoday.fi/tiede-ja-](http://www.digitoday.fi/tiede-ja-teknologia/2009/05/12/sahkoautojen-jalkeen-sahkolentokoneita/200911923/66)

[teknologia/2009/05/12/sahkoautojen-jalkeen-sahkolentokoneita/200911923/66](http://www.digitoday.fi/tiede-ja-teknologia/2009/05/12/sahkoautojen-jalkeen-sahkolentokoneita/200911923/66)

Trafi Ilmailu. 2009. Ilmailutoiminta ja EU:n päästökauppa. Trafi Ilmailu [viitattu

3.1.2010] Saatavissa: http://www.civilaviationauthority.fi/eun_paastokauppa

Ulkoministeriö. 2009. Ilmastonmuutos ja kehitys. Ulkoministeriö [viitattu

27.3.2010]. Saatavissa:

<http://www.ilmastonmuutosjakehitys.fi/public/default.aspx?nodeid=38816&contentlan=1&culture=fi-FI>

VTT. 2009. Ilmaliikenteen yksikköpäästöjen määrittämisperusteet. VTT [viitattu

25.2.2010]. Saatavissa:

http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/ilmaliikenne/maaritysperusteet_ilma.htm

Ympäristöministeriö. 2009. Kioton pöytäkirja. Ympäristöministeriö [viitattu

16.3.10]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1885&lan=fi>

Suulliset lähteet

Salmi, H. 2010. Lentokoneinsinööri, päästökauppavastaava. Blue1. Haastattelu 18.3.2010.

Uitto, P. 2010. Re: Päästöoikeustili [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Energia-markkinavirasto, Uitto, P. Lähetetty 27.3.2010 [viitattu 2.4.2010].

LIITE 1

LASKELMA 2. Päästöoikeuksien hinnan ja ostettavien päästöoikeuksien määrän vaikutus matkustajakohtaisiin kustannuksiin.											
Lentoyhtiön vuotuinen päästö määrä	400 000 000	kg hiiliidioksidia									
Ilmaiset päästöoikeudet											
Ostettavien oikeuksien hinta €/tonni											
15	6 000 000 €	5 400 000 €	4 800 000 €	4 200 000 €	3 600 000 €	3 000 000 €	2 400 000 €	1 800 000 €	1 200 000 €	600 000 €	0 €
20	8 000 000 €	7 200 000 €	6 400 000 €	5 600 000 €	4 800 000 €	4 000 000 €	3 200 000 €	2 400 000 €	1 600 000 €	800 000 €	0 €
25	10 000 000 €	9 000 000 €	8 000 000 €	7 000 000 €	6 000 000 €	5 000 000 €	4 000 000 €	3 000 000 €	2 000 000 €	1 000 000 €	0 €
30	12 000 000 €	10 800 000 €	9 600 000 €	8 400 000 €	7 200 000 €	6 000 000 €	4 800 000 €	3 600 000 €	2 400 000 €	1 200 000 €	0 €
35	14 000 000 €	12 600 000 €	11 200 000 €	9 800 000 €	8 400 000 €	7 000 000 €	5 600 000 €	4 200 000 €	2 800 000 €	1 400 000 €	0 €
40	16 000 000 €	14 400 000 €	12 800 000 €	11 200 000 €	9 600 000 €	8 000 000 €	6 400 000 €	4 800 000 €	3 200 000 €	1 600 000 €	0 €
45	18 000 000 €	16 200 000 €	14 400 000 €	12 600 000 €	10 800 000 €	9 000 000 €	7 200 000 €	5 400 000 €	3 600 000 €	1 800 000 €	0 €
50	20 000 000 €	18 000 000 €	16 000 000 €	14 000 000 €	12 000 000 €	10 000 000 €	8 000 000 €	6 000 000 €	4 000 000 €	2 000 000 €	0 €
55	22 000 000 €	19 800 000 €	17 600 000 €	15 400 000 €	13 200 000 €	11 000 000 €	8 800 000 €	6 600 000 €	4 400 000 €	2 200 000 €	0 €
60	24 000 000 €	21 600 000 €	19 200 000 €	16 800 000 €	14 400 000 €	12 000 000 €	9 600 000 €	7 200 000 €	4 800 000 €	2 400 000 €	0 €
65	26 000 000 €	23 400 000 €	20 800 000 €	18 200 000 €	15 600 000 €	13 000 000 €	10 400 000 €	7 800 000 €	5 200 000 €	2 600 000 €	0 €
70	28 000 000 €	25 200 000 €	22 400 000 €	19 600 000 €	16 800 000 €	14 000 000 €	11 200 000 €	8 400 000 €	5 600 000 €	2 800 000 €	0 €
75	30 000 000 €	27 000 000 €	24 000 000 €	21 000 000 €	18 000 000 €	15 000 000 €	12 000 000 €	9 000 000 €	6 000 000 €	3 000 000 €	0 €
80	32 000 000 €	28 800 000 €	25 600 000 €	22 400 000 €	19 200 000 €	16 000 000 €	12 800 000 €	9 600 000 €	6 400 000 €	3 200 000 €	0 €
85	34 000 000 €	30 600 000 €	27 200 000 €	23 800 000 €	20 400 000 €	17 000 000 €	13 600 000 €	10 200 000 €	6 800 000 €	3 400 000 €	0 €
90	36 000 000 €	32 400 000 €	28 800 000 €	25 200 000 €	21 600 000 €	18 000 000 €	14 400 000 €	10 800 000 €	7 200 000 €	3 600 000 €	0 €
95	38 000 000 €	34 200 000 €	30 400 000 €	26 600 000 €	22 800 000 €	19 000 000 €	15 200 000 €	11 400 000 €	7 600 000 €	3 800 000 €	0 €
100	40 000 000 €	36 000 000 €	32 000 000 €	28 000 000 €	24 000 000 €	20 000 000 €	16 000 000 €	12 000 000 €	8 000 000 €	4 000 000 €	0 €

