

TAMPEREEN YLIOPISTO
Johtamiskorkeakoulu

**PÄÄSTÖKAUPPA -
PIGOULAISESTA TRADITIOSTA
KOHTI COASELAISTA MARKKINAOHJAUSTA**

Kansantaloustiede
Pro gradu -tutkielma
Toukokuu 2011
Ohjaaja: Hannu Laurila

Mika Vuorinen

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN YLIOPISTO

Johtamiskorkeakoulu

VUORINEN, MIKA: Päästökauppa - pigoulaisesta traditiosta kohti coaselaista markkinaohjausta

Pro gradu -tutkielma: 62 sivua

Kansantaloustiede

Toukokuu 2011

Avainsanat: Päästökauppa, päästörahoitus, ETS, CDM, ulkoisvaikutukset

Hiilijalanjälki on päivittäin huomion kohteena tiedotusvälineissä ja julkisissa keskusteluissa. Kuluttajat tehdään tietoiseksi päivittäin valintojensa vaikutuksista hiilidioksidipäästöihin. Myös poliittisessa keskustelussa ja valmistelutyössä kasvihuoneilmiö ja ilmaston lämpeneminen saa yhä suuremman painoarvon. Yrityksille päästöt ja niiden vähentäminen ovat jo nyt konkreettinen tuotannontekijä kustannus- ja hintavaikutuksineen.

Ympäristötaloustieteessä päästöjen teorian peruslähtökohta on ulkoisvaikutukset ja niiden rajoittamiskeinot. Pigoun haittaveromalli ja Coasen markkinapohjainen ohjaus ovat alallaan klassikoita ja monen tarkastelun peruslähtökohtia. Teoreettisessa tarkastelussa voidaan löytää etuja ja haittoja sekä päästöjen verotuksesta että päästökaupasta, kun verrataan näiden vaikutusta taloudelliseen tehokkuuteen, tulonjakoon ja yritysten kilpailukykyyn.

Huoli maapallon ja ilmakehän tulevaisuudesta on konkretisoitunut YK:n johdolla lukuisiksi globaaleiksi ja alueellisiksi päästöjä vähentäviksi toimenpiteiksi. Kioton sopimus on poliittisesti huomattava saavutus: ensimmäistä kertaa on olemassa globaali ilmastosopimus, johon liittyy konkreettinen päästötavoite. Käytännössä alueellisesti on suuria eroja sopimuksen periaatteiden täytäntöönpanossa. Päästökaupan osalta globaalisti EU:n ETS-päästökauppa on kaikkein suurin päästömarkkina. EU:n ulkopuolisten teollisuusmaiden ja kaikkien maiden globaali päästökauppa ovat monilta osin vasta kehityksessä. Toinen voimakkaasti kehittynyt päästömarkkina on ns. puhtaan kehityksen mekanismi CDM, jossa teollisuusmaa voi saada päästöhyvityksiä rahoittamalla päästövähennysprojekteja kehitysmaassa.

Päästökaupan tulevaisuuden turvaamiseksi sen on laajennuttava myös muualla kuin EU:ssa. Toinen tärkeä kehityskohde on päästölupien allokaatiomalli. Perittyjen lupien ilmaisjako on kiistatta huutokauppaa huonompi malli taloudellisen tehokkuuden ja ympäristön kannalta. Kehitysmaiden päästörahoitus on CDM:n kautta saatu alkuun, mutta on selvää, että se voi toimia vain välivaiheena siirryttäessä myös kehitysmaiden osalta kohti tavoitteellista maiden omaa aktiivista päästöpolitiikkaa.

Tämän tutkielman tarkoituksena on kirjallisuuskatsauksen keinoin tutkia päästökaupan ja päästörahoituksen toimintaa, vaikutuksia, ongelmia ja tulevaisuuden kehityssuuntia.

SISÄLTÖ

1. Johdanto.....	1
2. Ulkoisvaikutukset ja niiden korjaaminen.....	5
2.1. Sosiaalinen rajakustannus ja tuotannon tasapaino.....	5
2.2. Ulkoisvaikutusten ohjauskeinot, Pigou ja Coase.....	6
2.3. Verotus ja päästökauppa.....	8
2.4. Benchmarking.....	10
2.5. Päästölupien ilmaisjaon kritiikki ja huutokauppa vaihtoehtona.....	11
3. Päästömarkkinoiden rakenne ja toiminta.....	18
3.1. Päästökaupan vaikutus markkinahintoihin.....	18
3.2. Hiilidioksidi-intensiivisyys.....	20
3.3. Päästölupien ilmaisjaon vaikutus hintoihin.....	21
3.4. Oligopoli.....	23
3.5. Hintoihin vaikuttavat muut tekijät.....	25
3.6. Päästömarkkinainstrumentit.....	27
3.7. Globaalit päästömarkkinat.....	29
4. EU:n päästökauppa ja kehitysmaiden päästörahoitus.....	32
4.1. Kokemuksia EU ETS-kaupasta.....	32
4.2. Päästölupien allokaatio.....	34
4.3. Huutokauppamallit.....	42
4.4. Euroopassa järjestettyjä huutokauppoja.....	44
4.5. Puhtaan kehityksen mekanismi CDM.....	46
4.6. Päästörahoituksen tulevaisuus.....	51
5. Yhteenveto.....	56
Lähteet.....	60

1. Johdanto

Ilmakehässä olevat kasvihuonekaasut aiheuttavat ilmaston lämpenemistä. Nämä kaasut päästävät auringon lämpösäteilyn maan pinnalle, mutta estävät lämmön säteilyn takaisin avaruuteen. Hiilidioksidi on vesihöyryn jälkeen toiseksi tärkein kasvihuonekaasu. Kasvihuoneilmiö on elämän edellytys maapallolla, mutta ihmisen toiminnan seurauksena ilmiö on voimistunut ja kasvihuonekaasut ovat lisääntyneet liiaksi, jonka seurauksena ilmasto on alkanut lämmetä. Ilmaston lämpenemisellä on merkittäviä vaikutuksia eri ekosysteemeihin ja elämän edellytyksiin maapallolla. Kuluneen 10-20 vuoden aikana on toden teolla aktivoiduttu globaalissa ilmastopolitiikassa. Poliitiikan suuntaviivat on laadittu YK:n toimesta, mutta myös alueellisesti ja maakohtaisesti on ryhdytty toimiin kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämiseksi.

Energiantuotannossa ja teollisessa tuotannossa syntyy kasvihuonekaasupäästöjä. Talousteorian näkökulmasta nämä päästöt ja niiden aiheuttama haitta yhteiskunnalle on klassinen esimerkki negatiivisesta ulkoisvaikutuksesta eli jonkun tahon taloudellisen toiminnan aiheuttamasta haitasta muille. Ympäristötaloustieteessä on kaksi merkittävää lähestymistapaa päästöjen rajoittamiselle, pigoulainen ja coaselainen. Pigoun esittämän mallin mukaan ulkoisvaikutuksia tulee vähentää verotuksen keinoin, kun taas Coasen mukaan markkinat itse löytävät kaupankäynnin kautta tehokkaan tasapainoratkaisun tuotannon ja päästöjen suhteen. Talousteoriassa on käsitelty ulkoisvaikutuksen rajoittamisen vaikutusta markkinatasapainoon ja tulonjakoon. Lisäksi talousteoria tarjoaa malleja eri ohjauskeinojen vertailuun. Ohjauskeinot voidaan jakaa taloudellisiin ja hallinnollisiin. Käytetyin taloudellinen ohjauskeino on verotus, tässä tutkielmassa käsitellään lähinnä kaupattavien päästölupien järjestelmää, joka on yhdistelmä taloudellisesta ja hallinnollisesta ohjauskeinosta. Päästölupien kansainvälisen ja kansallisen allokoinnin osalta kyseessä on hallinnollinen ohjauskeino ja päästölupien kauppa toimii taloudellisena ohjauskeinona. Päästökauppa lisää yritysten kustannuksia ja yritykset pyrkivät siirtämään kohonneet kustannukset myyntihintoihin. Kustannusten siirtyminen hintoihin riippuen toimialan kilpailutilanteesta ja kysynnän joustavuudesta. Lisäksi jos yrityksen kilpailijat toimivat päästökaupan ulkopuolisissa maissa, tällä on suoraa vaikutusta yrityksen kilpailukykyyn.

YK:n ilmastokokouksen vuonna 1997 laatima Kioton pöytäkirja tuli voimaan vuonna 2005. Kioton pöytäkirja on ensimmäinen laillisesti sitova ja määrälliset päästötavoitteet sisältävä ilmastopöytäkirja. Määrällisten tavoitteiden lisäksi pöytäkirjassa on sovittu useista mekanismeista ja periaatteista, jotka ovat toimineet ohjenuorana myös alueellisille päästövähennystoimenpiteille ja ohjelmille. EU on sitoutunut vuonna 2007 Eurooppa-neuvoston päätöksellä vähentämään kasvihuonekaasujen päästöjä 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 mennessä. Direktiivi hiilidioksidin päästökaupan aloittamisesta EU:n alueella tuli voimaan vuonna 2003. Päästökauppa on toteutettu EU:n ETS (Emissions Trading Scheme) -järjestelmän puitteissa. Päästökauppa on jaettu usean vuoden mittaisiin kausiin, ja EU tekee kauppaa koskevat määräykset kausittain. Päästökaupan ensimmäinen kausi oli 2005-2007, nyt käynnissä on toinen kausi 2008-2012 ja kolmas kausi alkaa vuonna 2013, kestäen vuoteen 2020 asti. EU:n alueella päästöluvat on jaettu perustuen maakohtaisiin kiintiöihin ja kansalliseen jakosuunnitelmaan (NAP, National Allocation Plan). Päästöluvat on jaettu päästöjä tuottaville laitoksille ilmaiseksi. Lisäksi laitokset voivat ostaa tai myydä päästöoikeuksia markkinoilla. Päästökaupan arvoksi EU:ssa vuositasolla on arvioitu n. 90 miljardia euroa. Keskimäärin yhden hiilidioksiditonnin päästöluvan hinta on ollut n. 20 euroa per päästötonni.

Päästökauppaa pidetään kustannustehokkaana ja oikeudenmukaisena tapana vähentää päästöjä. Nykyistä käytäntöä, jossa luvat jaetaan laitoksille ilmaiseksi, on kuitenkin kritisoitu. Esimerkiksi energia-alalla päästölupien myymisen vaihtoehtoiskustannus on siirtynyt sähkön hintoihin riippumatta sähkön tuotantotavasta ja sen päästölupien tarpeesta. Yksinkertaistettuna hiilellä tai öljyllä tuotettu sähkö ja sen vaatimat päästöluvat kustannuksineen ovat asettaneet hinnan myös vesi- ja ydinvoimalla tuotetulle sähkölle. Suomen teollisuuden ja kaupan suuria sähkönkäyttäjiä edustavan Elfi:n mukaan näiden ns. Windfall-voittojen arvo on ollut vuosina 2005-2009 Suomen osalta n. 9 miljardia euroa ja Pohjoismaiden tasolla n. 23-24 miljardia euroa. Ilmaisjaon seurauksena päästölupien arvo on siirtynyt lupien haltijoille ja samalla valtiolta on jäänyt saamatta huomattava tulo verrattuna mahdolliseen huutokaupalla tapahtuvaan päästölupien alkujakoon.

EU:n päästökaupassa on alkamassa kolmas kausi vuonna 2013. Uuden kauden aikana siirrytään päästölupien ilmaisjaosta vaiheittain päästölupien huutokauppaan. EU:n komission esityksen mukaan vuonna 2013 ilmaiseksi jaettavien päästölupien osuus olisi enää 80% ja vuoteen 2020 mennessä ilmaisista päästöluvista luovuttaisiin kokonaan. EU:n ulkopuolella on toteutettu päästölupien huutokauppoja vaihtelevin tuloksin. Myös taloustieteessä on osoitettu, että erilaiset huutokaupamallit yhdistettynä markkinoiden rakenteeseen eivät välttämättä aina johda optimaaliseen lopputulokseen.

Päästökaupan vaihtoehtona on päästöjen tai fossiilisten polttoaineiden verotus. Tutkimus ja käytäntö ovat osoittaneet, että verotuksella ja päästökaupalla on molemmilla omat hyvät ja huonot puolensa. Päästökaupan ja verotuksen lisäksi kolmas vaihtoehto lupien jaolle tai muulle päästökustannusten allokoinnille on ns. benchmarking, jossa yrityksen toimintaa verrataan määriteltyyn keskimääräiseen toimintaan, esim. päästötonneja per tuotettu yksikkö. Yritys hyötyy alittaessaan viitearvon ja vastaavasti viitearvon ylitys aiheuttaa lisäkustannuksia.

EU:n ulkopuolella päästökauppa on ollut volyymiltaan vähäistä. Eurooppalaiset teollisuuden etujärjestöt ovat huolissaan EU:n kilpailukyvyistä, ja keskusteluissa on jo esiintynyt protektionistisia vaatimuksia viennin tukemisesta tai tuonnin rajoittamisesta. Ympäristön kannalta suurempi kysymys on, kuinka saadaan kaikki teollisuusmaat mukaan päästöjen vähennyksiin. Lisäksi on selvää, että mikään globaali päästötavoite ei toteudu ilman päästöjen vähennystä myös kehitysmaissa.

Kehitysmaiden osalta päästöjen vähennyksiin liittyy oma ongelma-alueensa koskien päästövähennysten vaatimien investointien rahoitusta. Tähän mennessä tärkein rahoitusmuoto on ollut puhtaan kehityksen mekanismi (CDM, Clean Development Mechanism). CDM-projekteissa teollisuusmaa toteuttaa kehitysmaassa päästövähennysprojektin, ja saa päästövähennyksiä vastaavan määrän päästöhyvityksiä.

Menestyksekkäiden alkuvuosiensa jälkeen CDM on alkanut saada osakseen enenevässä määrin kritiikkiä koskien hallinnollista hitauttaan, päästövähennysten tehottomuutta ja

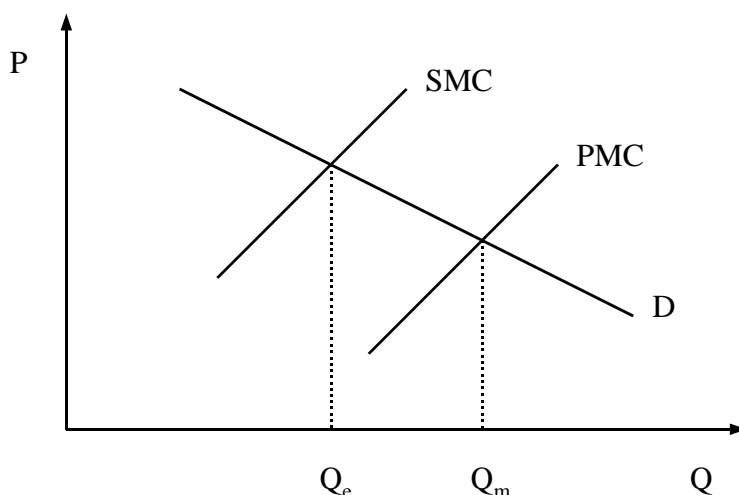
tulonjakoa sekä ennen kaikkea päästöjen siirtämistä teollisuusmaihin todellisten globaalien päästövähennysten sijaan. Lisäksi pitkällä aikavälillä on projektirahoituksen sijaan löydettävä keino, jolla kehitysmaat itse saadaan sitoutumaan kokonaispäästötavoitteisiin ja toimimaan aktiivisesti omassa ilmastopolitiikassaan.

Viime vuosina voimakkaasti kasvanut kauppa hiilidioksidin päästöluvilla ja lisääntynyt päästörahoitus kehitysmaiden päästövähennyshankkeisiin ovat huomattava muutos perinteisestä pigoulaisesta veroilla ohjatusta päästöjen ympäristöpolitiikasta kohti coaselaista markkinaohjausta. Tämän tutkielman tarkoituksena on tutkia päästökaupan ja päästörahoituksen toimintaa, vaikutuksia, ongelmia ja tulevaisuuden kehityssuuntia. Tutkimusmenetelmänä on kirjallisuuskatsaus. Luvussa 2 käsitellään ulkoisvaikutuksien ja niiden rajoittamisen teoriaa, ja vertaillaan päästöjen osalta vaihtoehtoisia ohjauskeinoja. Luvussa 3 tutkitaan päästökaupan vaikutusta markkinahintoihin ja yritysten kilpailukykyyn ja esitellään päästömarkkinoiden instrumentit ja toiminta. Luvussa 4 esitellään kokemuksia EU:n päästökaupasta ja vertaillaan päästö lupien allokaatiomallien ja huutokauppamallien vaikutuksia. Lisäksi luvussa 4 perehdytään puhtaan kehityksen mekanismin toimintaan ja päästörahoituksen tulevaisuuteen. Luvun 5 yhteenvedossa käsitellään tutkielman johtopäätökset ja tulokset.

2. Ulkoisvaikutukset ja niiden korjaaminen

2.1. Sosiaalinen rajakustannus ja tuotannon tasapaino

Tuottaessa sähköä fossiilisilla polttoaineilla syntyvä hiilidioksidipäästö on negatiivinen ulkoisvaikutus, jonka määrän kontrollointi on yhteiskunnan etujen mukaista. Erilaisilla ohjauskeinoilla pyritään saavuttamaan tasapaino halutun päästötason ja sähköntuotannolle aiheutuvan kustannuksen välille. Kuvio 1 esittää sosiaalisen ja yksityisen rajakustannuksen ja tuotannon tasapainon.



Kuvio 1. Sosiaalinen ja yksityinen rajakustannus ja tuotannon tasapaino (Stiglitz, 1986.)

Kuviossa 1 markkinoiden tasapaino ja yrityksen tuotanto-optimi on pisteessä Q_m , jossa kysyntä D on yhtä suuri kuin tarjonta, joka määräytyy yksityisen rajakustannuksen PMC mukaan. Negatiivisen rajahyödyn esiintyessä, sosiaalinen rajakustannus SMC on korkeampi kuin yksityinen rajakustannus PMC. Jos kuviota 1 tulkitaan sähköntuotannon kuvaajana, voidaan ajatella että sosiaalinen kustannus SMC sisältää hiilidioksidipäästöistä aiheutuvan ulkoisvaikutuksen kustannuksen. Yhteiskunta voi vaikuttaa markkinatasapainoon asettamalla päästöjä aiheuttavalle toiminnalle kustannuksen, jolloin yrityksen tuotannon rajakustannus lähestyy sosiaalista rajakustannusta ja päästöt eivät ole enää pelkkä ulkoisvaikutus, vaan osa yrityksen

tuotantokustannusta. Vastaavasti yritys voi pyrkiä lähemmäksi markkinatasapainoa ja alkuperäistä rajakustannusta vähentämällä päästöjään.

2.2. Ulkoisvaikutusten ohjauskeinot, Pigou ja Coase

Siebertin (2008) luokittelemat ulkoisvaikutusten ohjauskeinot voidaan jakaa taloudellisiin ja hallinnollisiin keinoihin.

Puhtaasti taloudellisena ohjauskeinona voidaan nähdä ensinnäkin ulkoisvaikutusten vähentämisen tulkitseminen valtion toiminnaksi, joka rahoitetaan yleisellä verotuksella. Valtio voi myös tukea rahallisesti toimia, jotka vähentävät haitallisia ulkoisvaikutuksia. Taloudellisena ohjauskeinona voi toimia myös ulkoisvaikutukselle asetettava maksu, esimerkiksi lupamaksu per päästöyksikkö.

Hallinnollisena keinona voidaan pyrkiä vaikuttamaan kuluttajien kulutustottumuksiin tai tuottajien tuotantotapoihin siten, että negatiiviset ulkoisvaikutukset vähenevät. Toinen hallinnollinen ohjauskeino on muodostaa alakohtaiset tai muut organisaatiot, jotka itse päättävät keinoista, joilla päästää valtion asettamiin laadullisiin tavoitteisiin.

Ohjauskeino voi olla myös yhdistelmä taloudellista ja hallinnollista ohjausta. Valtio voi asettaa rajat päästöille ja myöntää päästöluvat, ja rajojen ylitys johtaa sanktioihin tai lupien menetykseen. Myös päästökauppa on yhdistelmä molemmista keinoista. Valtio asettaa sallitun kokonaismäärän päästöille, ja päästöluvat hinnoitellaan markkinoilla huutokaupalla.

Julkisessa keskustelussa päästökaupan vaihtoehtona on nähty lähinnä päästöjen verotus, mutta kuten johdannossa viitattiin EU:n suunnitelmiin vuoteen 2020 asti, EU on päättänyt pitäytyä päästökaupaan verojen sijasta. Pääasiallinen peruste päästökaupan suosimisessa on kustannustehokkuus eli päästökaupalla päästöjen vähennys toteutuu pienimmillä kustannuksilla. Lisäksi EU:n kanta on, että päästökauppa on ollut tähän asti menestyksellistä. (EU ETS http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm)

Ympäristötaloustieteessä on kaksi kuuluisaa mallia, jotka esittävät toisistaan täysin poikkeavan ratkaisun ulkoisvaikutuksen hinnoitteluun ja vähentämiseen. Pigoun vero, joka nykyään yleisemmin tunnetaan haittaverona, nimensä mukaisesti on vaihtoehto, jossa valtio aktiivisesti vaikuttaa markkinoiden toimintaan veron kautta. Coasen teoreemassa valtio ei puutu suoranaisesti markkinoiden toimintaan. Sen sijaan tasapaino löytyy markkinoilla toimijoiden kesken.

Coasen teoreema esittää proaktiivisen ratkaisun markkinatasapainoon. Teoreeman mukaan ulkoisvaikutusten kontrollointi ja optimaalinen markkinatasapaino löytyy markkinoilla automaattisesti, kunhan omistusoikeudet on selkeästi määritelty, omistusoikeuden jakautumista ei rajoiteta ja transaktiokustannukset ovat matalat. Coasen mukaan osapuolet pyrkivät neuvottelemaan taloudellisesti tehokkaan ja molempia hyödyttävän sopimuksen, joka johtaa myös tehokkaaseen varojen allokointiin. Käytännössä osapuolia on yleensä useita, jolloin transaktiokustannukset nousevat ja tehokkuus kärsii. Lisäksi vapaamatkustajien esiintymisen riski kasvaa. (Hanley ym. 2001)

Alfred Pigoun esittämän kuuluisan teorian mukaan verojen lisääminen markkinahintaan on tehokas ratkaisu ulkoisvaikutusten esim. saastuttamisen hallintaan. Verrattuna Coasen teoreemaan malli esittää reaktiivisen ratkaisun. Vero asetetaan yhtä suureksi kuin ulkoisvaikutuksen kustannus tehokkaalla tuotantotasolla. Tuotanto ja verojen maksu kasvaa, kunnes tuotannosta saatava hyöty on pienempi kuin vero. Näin tuottaja vapaaehtoisesti valitsee tuotantotason, joka vastaa sosiaalista optimitasoa. Haittaveroihin liittyy sekä etuja että haittoja. Haittaverosta saatavalla tulolla voidaan korjata muiden verojen vääristäviä vaikutuksia. Toisaalta uudet verot aiheuttavat hintojen ja elinkustannusten nousua ja vähentävät työn tarjontaa. Avoin kysymys onkin, ovatko haittaveron ympäristöhyödyt suuremmat kuin työn tarjonnan vähenemisen aiheuttamat tappiot. (Hanley ym. 2001)

2.3. Verotus ja päästökauppa

Verotus on yleisin valtion taloudellinen ohjauskeino. Myös päästökaupan osalta on keskusteltu paljon siitä, olisiko päästöjen tai fossiilisten polttoaineiden verotus päästökauppaa parempi keino päästöjen vähentämiseksi. Parry ja Pizer (2007) käsittelee verojen ja päästökaupan eroja ja yhteneväisyyksiä sekä etuja ja haittoja.

Veron asettaminen fossiilisten polttoaineiden tuotantoon tai tukkumyyntiin vähentää päästökustannusten kohteena olevien yhteisöjen määrää, ja tällä on hallinnollista tehokkuutta parantava vaikutus. Tuottajat siirtävät veron polttoaineiden hintoihin, ja vaikutus ulottuu kaikkiin polttoainetta käyttäviin tahoihin, vähentäen kulutusta ja edistäen teknologisia innovaatioita ja hiilivapaiden vaihtoehtojen etsintää. Tässä suhteessa vero muistuttaa päästökauppaa, eli lopulta kustannus siirtyy polttoaineiden ja niillä tuotettujen hyödykkeiden hintoihin.

Sekä hiilidioksidivero tai päästökauppa voidaan kohdentaa eri tasoille polttoaineen kulutusketjussa tuottajista kuluttajiin, mutta hallinnollinen kustannus per tonni on pienempi, mikäli rasite kohdistetaan polttoaineketjun alkupäähän. Vaihtoehtoisesti kohdistettaessa rasite kuluttajiin pienimmät yksiköt jäävät rasitteen ulkopuolelle, kuten on käynyt EU:n ETS - päästökaupassa. Mutta joka tapauksessa sekä verot että päästökauppa luovat kannustimen koko kulutusketjussa hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen.

Parry ja Pizer (2007) listaa useita etuja, joita verotuksella on päästökauppaan nähden. Ensinnäkin veroilla saadaan hiilidioksidille asetettua kiinteä hinta. Päästökaupassa hiilidioksiditonin hinta voi vaihdella hyvinkin voimakkaasti. Vaikka tämä on luonnollista seurausta markkinoiden kysynnästä ja tarjonnasta, on hintojen vaihtelu ristiriidassa ulkoisvaikutuksen hinnoittelun kanssa. Voidaan ajatella, että lyhyellä aikavälillä päästön ulkoisvaikutuksen sosiaalinen kustannus per yksikkö ei voi muuttua. Ellerman ja Joakow (2008) kyseenalaistaa päästökaupan volatiilien hintojen luotettavuuden päästöjen vähentämisen kannustimena. On selvää, että hintojen voimakas vaihtelu vaikuttaa yritysten käyttäytymiseen päästöjänsä ja päästöluupien

suhteen. Lisäksi hintojen voimakas lasku on osoitus markkinatilanteesta, jossa luvista on ylitarjontaa ja luvan arvon laskiessa huomattavasti ollaan ei-toivotussa tilanteessa. Tässä tilanteessa päästötonnilla ei ole yhteiskunnan ja ulkoisvaikutuksen kannalta toivottua arvoa.

Verotuksen toinen etu on yrityksille tarjoutuva joustavuus päästövähennysten ajoitukseen. Kustannusten vaihdellessa kausittain yritys voi ajoittaa toimenpiteensä edullisimpaan ajankohtaan. Päästökaupan osalta tätä joustavuutta ei ole. Ehdottoman sitovien kausikohtaisten päästörajojen asettaminen on perusteltavissa vain, jos päästöjen osalta määrät alkavat lähestyä ilmakehän kannalta kriittisiä raja-arvoja ja jos sitovat päästörajat asetetaan globaalisti. Päästökaupan kauden aikana päästöjen maksimimäärän tulee toteutua, ja yritys ei voi siirtää toimenpiteitään tuleville kausille. Päästökaupan osalta käytössä oleva mahdollisuus tallettaa päästöluvat myöhempää käyttöä varten tosin jonkin verran lisää joustavuutta. Joustavuutta voidaan edelleen lisätä ottamalla käyttöön talletusten lisäksi mahdollisuus myös ottaa lainaksi päästölupia.

Kolmas verotuksen etu verrattuna päästölupien ilmaisjakoon on tulonmuodostus valtiolle. Toki päästökaupan alkujako voidaan tehdä myös huutokaupan avulla, jolloin veron ja päästökaupan väillä ei ole tässä suhteessa eroa. Kun päästölupien alkujasta kertyvä tulo ohjautuu valtiolle, tällä on huomattavaa vaikutusta päästölupien arvon tuottamaan tulonjakoon. Lisäksi uusia tuloja voidaan mahdollisesti käyttää ainakin osittain päästöjen vähentämiseen ja vaihtoehtoisten energianlähteiden kehittämiseen.

Päästölupien kauppa vaatii tehokkaat markkinat, joilla markkinoilla toimivat tahot voivat ostaa ja myydä lupia sekä saada tietoa hinnoista nyt ja tulevaisuudessa. Hintojen voimakas vaihtelu USA:n rikkidioksidi- ja typpioksidilupamarkkinoilla, samoin kuin EU:n hiilidioksidin päästölupamarkkinoilla osoittaa, että markkinat eivät välttämättä toimi tehokkaasti ja vakaasti. Verotuksella voidaan välttää nämä markkinoiden toiminnassa olevat puutteet.

Parry ja Pizer (2007) käsittelee myös verotuksen haittapuolia. Ensinnäkin uudet verot aiheuttavat poliittista vastustusta, vastaavasti päästökauppa on ehkä helpommin

hyväksyttävissä julkisessa keskustelussa. Toki tämä ongelma ei liene riittävä perustelu verojen välttämiseen ja toisaalta ajan myötä poliittinen ilmapiiri voi muuttua suopeammaksi esim. päästöverojen suhteen.

Mikäli päästöjä verotetaan tai käytetään lupien jaossa huutokauppaa, on myös tärkeää miettiä uusien tulojen käyttöä. Jos mahdollista, tuloja tulisi ohjata takaisin päästöjen vähentämiseen sekä tätä tukevaan tutkimus- ja kehitystyöhön parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Mutta on aivan varmaa, että verotulojen kohdistaminen ei ole näin yksinkertaista vaan aiheuttaa aina voimakasta poliittista keskustelua riippumatta verotulojen lähteestä ja kohteesta. Tämä myös tuo esiin toisen ongelman. On vaara, että ilmastopolitiikasta tulee enemmän talouspolitiikkaa, mikä ei välttämättä johda ympäristön kannalta parhaaseen lopputulokseen.

Toteutettaessa muutoksia päästöjen rajoitusten osalta voidaan joutua tilanteeseen, jossa valtio haluaa kompensoida uusien rasitteiden vaikutuksia joillekin aloille tai yrityksille. Päästökaupan osalta poikkeukset ja kompensatiot ovat helpommin toteutettavissa ilmaisten lupien muodossa. Verojen osalta poikkeukset ja niiden muutokset vaativat hallinnollisesti raskaamman lainsäädäntöprosessin.

Päästökaupassa voidaan asettaa selkeä tavoite päästöille per vuosi tai muu ajanjakso ja jakaa tai huutokaupata päästöjä vastaava määrä lupia tälle kaudelle. Veroilla ja verojen korotuksilla voidaan myös ohjata päästöjen vähentämistä, mutta ilman yhteyttä mihinkään absoluuttiseen päästömäärään. Käytännössä päästökaupan joustavuutta lisäävät elementit, kuten talletus- ja lainaamismahdollisuus, yhteistoteutus (JI) tai puhtaan kehityksen mekanismi (CDM) sekä lupamarkkinoiden epätäydellisyys vähentävät päästökaupan tehokkuutta tietyn päästötason saavuttamisessa.

2.4. Benchmarking

Benchmarking on verotuksen ja päästökaupan lisäksi kolmas yleisesti esitetty vaihtoehto päästöjen sääntelylle. Benchmarkingilla tarkoitetaan tässä yhteydessä alakohtaisia vertailuarvoja, joiden ylityksestä seuraa sanktioita ja alitus hyvitetään.

Esimerkiksi sähköntuotannossa voisi olla vertailuarvona hiilidioksidipäästöt per tuotettu sähkön kilowattitunti.

Parry ja Pizer (2007) esittää, että päästöverot tai päästökauppa ovat kustannustehokkuudeltaan aina benchmarkingia parempia. Verojen ja päästökaupan etu on, että lopulta päästöjen vähennyksen rajakustannus on sama kaikilla aloilla ja kaikilla talouden toimijoilla. Lisäksi benchmarking ei ohjaa päästöistä aiheutuvaa rasitetta kuten verot tai päästökauppa. Toisaalta benchmarking voisi toimia päästökaupparakkinoita täydentävänä instrumenttina silloin, kun lupamarkkinat eivät toimi täydellisesti ja markkinahinta ei vastaa hiilidioksiditonin rajakustannusta yhteiskunnalle. Vertailuarvoilla voidaan myös ohjata tarvittaessa kuluttajien käyttäytymistä, jos kuluttajat eivät muuten arvosta riittävästi energiatehokkaampia vaihtoehtoja. Tästä esimerkkinä on Suomessa käyttöön otettu hiilidioksidipäästöihin perustuva ajoneuvovero.

2.5. Päästölupien ilmaisjaon kritiikki ja huutokauppa vaihtoehtona

Päästökauppaa on myös kritisoitu useista heikkouksista. Ellerman ja Joakow (2008) listaa tärkeimmät kritiikin aiheet, ja esittää myös pohdintoja ja vastaväitteitä kritiikin oikeellisuudesta ja aiheellisuudesta.

Kritiikki kohdistuu sähkön tukkuhinnan nousuun päästökaupan ensimmäisen kauden 2005-2007 alkupuoliskolla. Tiivistettynä kritiikki esittää, että kyseisellä ajanjaksolla kohonnut sähkön hinta johtui markkinoilla ”väärin” sähkön hintoihin sisällytetystä ilmaisten päästölupien markkina-arvosta.

On kuitenkin useita tekijöitä, jotka on otettava huomioon keskustelussa windfall-voitoista. Samaan aikaan päästökaupan alun kanssa ajoittui EU:ssa sähkömarkkinoiden vapautus sääntelystä. Markkinoiden säätelyn asteella on suuri merkitys siihen, kuinka ilmaiseksi saatujen päästölupien markkina-arvo siirtyy sähkön hintoihin. Säännellyssä sähkön tuotannossa, sähkön tuottajalle taataan kustannuksia vastaava hinta, ja hiilidioksidipäästöjen osalta kustannukset siirtyvät hintoihin vain ostettujen lisälupien

osalta. Vähemmän säännellyssä sähköntuotannossa sähköntuottaja saa sähköstä markkinahinnan ja hintaan voidaan sisällyttää päästölupien myynnin vaihtoehtokustannus. Voidaan siis todeta, että ilmaisilla päästöluvilla on sähkön hintaa nostava vaikutus sääntelystä vapaassa sähköntuotannossa, verrattuna perinteiseen säänneltyyn markkinaan. Ilmaisjaon vaihtoehtona oleva huutokauppa nähdään korjauskeinona vapaan sähkömarkkinan tapauksessa ainakin windfall-voittojen osalta. Sähköyhtiöiden voitot pienenisivät, mutta sähkön hintaan sillä ei olisi laskevaa vaikutusta.

Vuonna 2005 sähkömarkkinoiden vapautus oli edennyt pitkälle mm. Englannissa, Alankomaissa ja Pohjoismaissa, ja vastaavasti Saksassa, Ranskassa ja Italiassa oltiin yhä säännellyssä sähköntuotannossa. EU:n jäsenmaat olivat hyvin erilaisessa tilanteessa sähkömarkkinoiden vapautumisen osalta, ja näin ollen myös päästölupien ilmaisjaon vaikutukset olivat hyvin erilaisia.

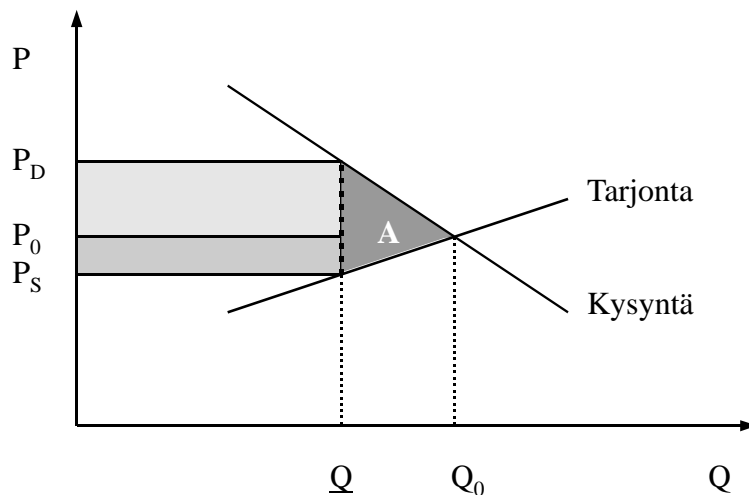
Kuten edellä todettiin, ei yleisesti välttämättä ymmärretty sähkömarkkinoiden sääntelyasteen ja päästölupien ilmaisjaon vaikutusta ennen päästökaupan ensimmäisen kauden alkua. Samalla tavalla ei ehkä osattu ottaa huomioon sähköä tuottavien yritysten käyttäytymistä päästölupien vaihtoehtokustannusten suhteen. Riippumatta siitä, onko päästöluvat saatu ilmaiseksi alkujäon kautta, tai ostettu markkinoilta tai huutokaupasta, on yritykselle rationaalista toimintaa ottaa huomioon hinnoittelussa yhden päästöluvan vaihtoehtokustannus. Yksi päästölupa voidaan käyttää kattamaan tuotannon päästöjä tai se voidaan myydä markkinoilla markkinahintaan, ja silloin tämä hinta on yritykselle kiistaton vaihtoehtokustannus

Edellä kuvatun sääntelyn ja vaihtoehtokustannuksen lisäksi päästölupien arvon siirtyminen sähkön hintoihin riippuu myös jokaisen maan sähkömarkkinoiden kilpailutilanteesta ja myös mahdollisesta sähkön kuluttajahintojen sääntelystä. Kilpailutilanteesta johtuen voi yrityksen olla mahdotonta siirtää koko päästöluvan kustannusta hintaan ja voitto alenee vastaamaan muuttunutta kustannustasoa. Sähkön hintojen osalta jotkut maat, esimerkiksi Espanja ovat rajoittaneet sähkön hinnan nousua tietyille kuluttajaryhmille asettamalla prosentuaalisen rajan sähkönhinnan nousulle ja

mahdollinen tätä enemmän nousseista kustannuksista aiheutunut tappio korvataan tuottajalle mahdollisuutena kirjata tämä saatava erä tulevaisuudessa veloittavaksi.

EU:n alueella päästöluvat on tähän asti jaettu pääosin ilmaiseksi ja perustuen laitosten ja yritysten historialliseen tuotantoon, päästöihin ja niistä aiheutuvaan lupatarpeeseen (ns. grandfathering). Cramton ja Kerr (2002) listaa useita tekijöitä, miksi huutokauppa on lupien historiaan perustuvaa ilmaisjakoa parempi vaihtoehto. Ensinnäkin huutokauppa aiheuttaa vähemmän päästökustannusten verojen kohdentumisen vääristymää. Toiseksi huutokauppa luo yrityksille ja laitoksille paremman kannustimen päästöjen vähentämiseen tähtäävien innovaatioiden kehittämiseen. Huutokauppa tarjoaa myös joustavamman mekanismin päästökaupan kustannusten allokointiin. Lisäksi huutokauppa vähentää päästölupien jakoon liittyvää poliittista kiistanalaista argumentointia ja tuo ilmaisjakoon verrattuna valtiolle huomattavan tulonlähteen vaikuttamatta kyseessä olevan hyödykkeen esim. energian hintaan.

Huutokaupasta saatava tulo korvaa vääristyneen verotuksen vaikutukset. Jokaisen tehokkaan hiilidioksidia sääntelevän järjestelmän tulee vähentää hiilidioksidin saatavuutta nostamalla hiilidioksidin käytön rajakustannusta. Rajakustannuksen nousu vastaa vääristyneen verotuksen aiheuttamaa tehokkuustappiota (ns. deadweight loss). Kuviossa 2 esitetään hiilidioksidin sääntelyn kustannus ja tehokkuustappio.



Kuvio 2. Hiilidioksidin sääntelyn kustannus ja tehokkuustappio (Cramton ja Kerr, 2002).

Kuviossa 2 on esitetty kuinka hiilidioksidin sääntely nostaa fossiilisen polttoaineen hintaa per yksikkö ja vähentää markkinoiden tasapainoa määrästä Q_0 määrään Q . Kuviossa oletuksena on, että on vain yksi fossiilinen polttoaine, joka myydään suoraan tuottajilta loppukäyttäjille. P_0 on alkuperäinen hinta, P_D on hinta, jonka kuluttajat maksavat, ja P_S on tuottajien saama hinta. Hintojen P_D ja P_S välinen erotus on lupakustannus per polttoaineyksikkö. Kuviossa tummennettu alue A on sosiaalinen kustannus ja yhtä suuri tehokkuustappiota vastaavan veron kanssa. Cramton ja Kerr (2002) arvioi tästä seuraavan tuotannon vähennyksen arvoksi Yhdysvalloissa v. 1995 tasolla 60 mrd dollaria, ja vastaavien päästölupien arvoksi 125 mrd dollaria. Historiaan perustuvien ilmaisilupien tapauksessa tämä summa ohjautuu lupien saajille. Huutokaupassa sama summa olisi valtion käytettävissä.

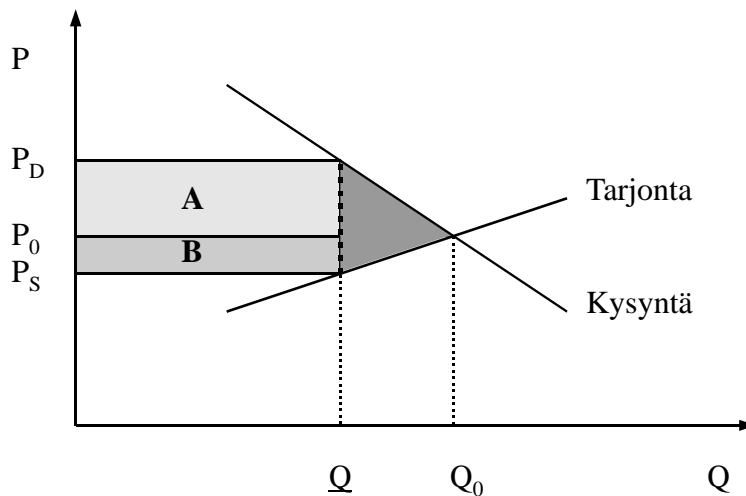
Valtion tulonmuodostuksen lisäksi huutokauppa edistää dynaamista tehokkuutta. Ilmaisjaon tapauksessa päästöjä tuottavat tahot omistavat päästöluvat ja niillä ei ole kannustinta päästöjä vähentävien innovaatioiden kehittämiseen. Huutokauppajärjestelmässä mahdollisuus vähentää päästölupien hankintakustannusta kannustaa päästöjen tuottajia innovaatioihin, jotka vähentävät päästöjä. Usein esitetyn argumentin mukaan yritykset tarvitsevat ilmaisten lupien tuomaa kassavirtaa

innovaatioiden ja muun kehitystoiminnan rahoitukseen, mutta tutkimusten mukaan kassavirran ja kehitystyön välistä positiivista korrelaatiota ei ole osoitettu. On myös syytä olettaa, että tämä korrelaatio on erilainen alalla jo toimivien suurien ja vakiintuneiden toimijoiden ja alalle tulevien uusien yritysten osalta (Cramton ja Kerr, 2002).

Huutokaupasta seuraavien tulon- ja kustannustenjaon vaikutukset voidaan jakaa kahteen osaan: hinnan ja toimijoille muodostuvan tulon muutoksiin sekä lupien omistajuuden muutosten tuottamaan varallisuusvaikutukseen. Lupien tuottaman arvon omistajuus siirtyy huutokaupan tapauksessa veronmaksajille ja ilmaisjaossa lupien saajille. Hintavaikutus on sama riippumatta lupien jakotavasta. Tulonjaon yhteisvaikutus on hinta- ja varallisuusvaikutusten summa. Kustannusten jakoa voidaan tarkastella ottamalla huomioon kolme tärkeää näkökulmaa: oikeudenmukaisuus, poliittinen toteutettavuus sekä näiden yhdistäminen. Kustannusjaon vaikutuksella tulonjakoon on oikeudenmukaisuusvaikutuksia ja toisaalta kustannusten siirto päästöä tuottaville vaikutusvaltaisille tahoille aiheuttaa politiikan kritisointia. On selvää, että nämä tahot puolustavat lupien ilmaisjakoa ja vastustavat huutokauppaa. (Cramton ja Kerr, 2002).

Päästökaupan lopulliset kustannukset jakaantuvat kolmelle ryhmälle. Kuluttajien ylijäämä pienenee, työntekijöiden tulot pienenevät ja pääoman omistajien pääoman arvo laskee. Päästölupien jakomuoto ei sinänsä vaikuta kustannusten jakoon, vaan kustannusten jako seuraa valitun jakomuodon hintavaikutuksesta. Talouden toimijat voivat siirtää hintamuutosten vaikutuksia ostajille tai tuottajille. Päästölupien käyttöönotto nostaa fossiilisen polttoaineen lupakustannuksen sisältämää yksikkökustannusta. Jos polttoaineen hinta ei vastaavasti nouse, polttoaineen omistajalle koituu tappiota. Hinnanmuutokseen vaikuttaa tarjonnan ja kysynnän jousto. Kotimaisen tarjonnan joustavuuteen vaikuttaa tuottajan pääsy kansainvälisille markkinoille, ja tuottajien pitkän aikavälin tarjonnan jousto on lyhyen aikavälin joustoa suurempi. Pitkällä aikavälillä tuottajilla on mahdollisuus etsiä uusia vaihtoehtoja polttoaineen lähteelle ja muuttaa käyttäytymistään. Polttoaineen kysynnän joustoon vaikuttaa osittain tuottajien ja kuluttajien mahdollisuus vaihtaa polttoainetta, parantaa polttoaineen käytön hyötysuhdetta ja muuttaa kulutustottumuksia.

Polttoaineen tuottajilla on hinnanmuutoksen siirron ostajille lisäksi mahdollisuus kompensoida osa muutoksista myös vaikuttamalla tuotannon tekijöiden kustannuksiin, esimerkiksi työntekijöiden palkkoihin. Tämä toki riippuu työntekijöiden kysynnän ja tarjonnan joustosta. Ainakin lyhyellä aikavälillä tarjonta on suhteellisen joustamatonta, ja kysynnän muutoksesta seuraa joko tulojen alentumista tai työttömyyttä. Osa kustannuksesta voi siirtyä myös hiilidioksidisidonnaiseen tuotantoon sidotun pääoman tuottoon alentaen sitä, ja lyhyellä aikavälillä pääoman tarjonta on joustamatonta. Hiilidioksidivapaiden tuotantotapojen arvo kasvaa, ja pitkällä aikavälillä pääoma kohdentuu näihin tuotantotapoihin. Lopulta myös kuluttajat kohtaavat fossiilisen polttoaineen tai sillä tuotetun hyödykkeen hintamuutoksen vaikutukset. Kuinka paljon kustannuksista siirtyy kuluttajien kannettaviksi, riippuu jälleen kysynnän ja tarjonnan joustavuudesta. Kuviossa 3 esitetään hiilidioksidin sääntelyn hinta- ja määrävaikutukset.



Kuvio 3. Hiilidioksidin sääntelyn hinta- ja määrävaikutukset

Kuviossa 3 Q_0 on säätelystä vapaan markkinan tasapainomäärä ja Q on hiilidioksidin sääntelyä seuraava tasapainomäärä. Päästöluvan hinta on kuluttajien maksaman hinnan P_D ja tuottajan saaman hinnan P_S erotus. Koska kuluttajan kysyntä on suhteellisen joustamatonta, suurin osa hinnannoususta aiheutuvasta kustannuksesta koituu kuluttajan maksettavaksi. Kuviossa tummennettu alue A esittää kuluttajan tappiota ja alue B tuottajan tappiota.

Yhteenvetona voidaan todeta, että sääntelystä seuraavat hinnanmuutokset riippuvat fossiilisen polttoaineen, tuotantoon liittyvän työvoiman ja pääoman sekä hiilidioksidisidonnaisten hyödykkeiden kysynnän ja tarjonnan suhteellisista joustoista (Cramton ja Kerr, 2002).

3. Päästömarkkinoiden rakenne ja toiminta

3.1. Päästökaupan vaikutus markkinahintoihin

Päästölupien myötä yrityksen kustannukset kasvavat joko todellisten tai vaihtoehtoiskustannusten kautta. Yritys pyrkii siirtämään mahdollisimman suuren osan kohonneista kustannuksista hintoihin. Riippuen toimialan kansainvälisestä kilpailusta ja markkinoiden rakenteesta päästökustannuksilla voi olla myös vaikutusta yrityksen kilpailukykyyn.

Sijm ym. (2005) on tutkimuksessaan selvittänyt EU:n päästökaupan vaikutusta sähkön hintaan. Tiivistettynä muutokset voidaan esittää muodossa:

$$\Delta P_e = C * I * L ,$$

jossa ΔP_e on sähkön hinnan muutos €/MWh, C on hiilidioksidipäästön hinta €/tCO₂, I on sähkön tuotannon hiilidioksidi-intensiivisyys tCO₂/MWh ja L on kustannusten hintoihin siirtymisen aste prosentteina, esimerkiksi

$$4\text{€/MWh} = 10\text{€/tCO}_2 * 0.8\text{tCO}_2/\text{MWh} * 0.5 .$$

Hiilidioksidipäästön hinta on EU:n alueella sama kaikille toimijoille, kahteen muuhun muuttujaan liittyy enemmän vaihtelua. Lyhyellä aikavälillä maiden ja yritysten välillä on eroja sekä tuotannon hiilidioksidi-intensiivisyydessä että kustannusten siirtoasteessa. Lisäksi ajan myötä muutokset esim. hiilidioksidin hinnassa aiheuttavat muutoksia myös muihin tekijöihin. Hiilidioksidin hinta riippuu kolmesta tekijästä: tarjonnasta, kysynnästä sekä markkinoiden rakenteesta, sääntelystä ja markkinainterventioista (Sijm ym., 2005).

Tarjonnassa tärkein tekijä on päästölupien alkujako maiden kesken sekä maan sisäinen kansallinen jako. Tarjontaan vaikuttaa myös puhtaan kehityksen mekanismin tai yhteistoteutuksen kautta saatujen päästöhyvitysten muunto päästöluviksi. Lisäksi

mahdollisuus ottaa tai antaa lainaksi päästölupia päästölupakauden sisällä vaikuttaa tarjolla olevien lupien määrään (Sijm ym., 2005).

Kysynnän perustekijät ovat odotetut ja toteutuneet päästöt. Koska tähän asti lähes kaikki luvat on jaettu laitoksille alkuaosassa ilmaiseksi, on nettokysyntä muodostunut ilmaiseksi saatujen lupien ja päästöjen erotuksesta (Sijm ym., 2005). Huutokaupattavien lupien osuuden noustessa vuodesta 2013 alkaen yritysten nettokysyntä tulee kasvamaan.

Kysyntään vaikuttaa päästöjen lisäksi useat taustalla olevat tekijät. Talouskasvu on tärkein näistä tekijöistä. Päästökaupassa vuosi- ja kausikohtaiset päästöt ja lupakiintiöt päätetään etukäteen. Mikäli talouskasvu poikkeaa ennustetusta kehityksestä huomattavasti, tällä on suuria vaikutuksia päästölupakauden loppupuolella. Talouskasvun alittaessa ennustetun lupien kysyntä voi olla ennustettua pienempää ja näin markkinoilla on ylitarjontaa luvista, ja vastaavasti talouskasvun ylittäessä ennusteen vaikutus on päinvastainen. Toinen vaikuttava seikka on säätila. Vuotuinen sää vaikuttaa lähes päästövapaan vesivoiman tuotantoon ja sitä kautta myös päästölupien kysyntään ja hintaan. Kolmanneksi eri energian muotojen hinta vaikuttaa päästölupien kysyntään. Hiilen, kaasun ja öljyn hinnanvaihtelut vaikuttavat sähkön tuotannossa tuotantotapojen vaihtamiseen ja näin ollen myös päästölupien kysyntään. Neljänneksi päästöjen vähennysmahdollisuus vaikuttaa päästölupien kysyntään. Tärkeimpänä päästöjen vähennyksissä on päästölupien hinnan ja päästövähennysinvestointien suhde, mutta tähän toki vaikuttaa myös muiden vaihtoehtojen olemassaolo, yrityksen politiikka sekä tulevaisuuden odotukset. Viimeiseksi voidaan todeta, että suhteellisen uusilla päästölupamarkkinoilla kysyntään vaikuttaa myös näkemys ja epävarmuus markkinoiden ja päästölupien hintojen kehittymisestä. Tyypillisesti aina ennen tärkeitä poliittisia päätöksiä kysyntä kasvaa ja hinnat nousevat (Sijm ym., 2005).

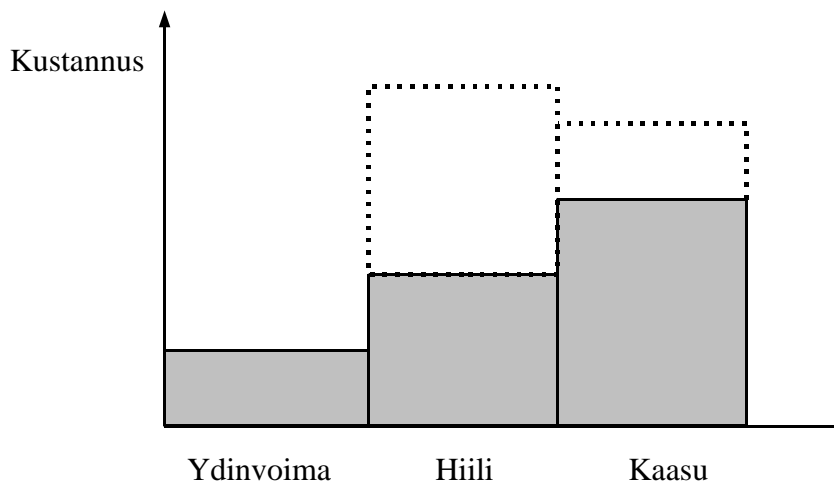
Kysynnän ja tarjonnan lisäksi markkinoiden rakenne sekä markkinoiden sääntely ja markkinainterventiot vaikuttavat hiilidioksidin hintaan. Markkinoiden rakenteen osalta toimijoiden lukumäärä, näiden markkinavoima sekä mahdollinen strateginen hintoihin vaikuttava toiminta vaikuttaa hintoihin. Markkinoiden kehittyessä toimijoiden määrää

kasvaa ja tämän seikan vaikutus vähenee. Päästökauppaa koskevat poliittiset päätökset vaikuttavat myös päästölupien hintoihin. Tärkeimpiä näistä päätöksistä ovat päästölupien määrään nyt ja tulevaisuudessa vaikuttavat päätökset, kuten päästötavoitteet ja lupa-allokaatio, päästöhyvitysten käyttö ja säännöt, lupien lainauksen säännöt ja päästökaupan soveltamisala (Sijm ym., 2005).

3.2. Hiilidioksidi-intensiivisyys

Päästöjen hinnan lisäksi sähkön tuotannon hiilidioksidi-intensiivisyydellä on vaikutusta päästökaupan hintavaikutukseen. Vaikutus riippuu sekä kyseisen polttoaineen hiilidioksidi-intensiivisyydestä, tuotantotavan hyötysuhteesta että fossiilisella polttoaineella tuotettavan sähkön osuudesta. EU-maissa tuotantotavan ja hyötysuhteen jakauma on suuri: vuoden 2002 tasolla Ruotsissa tuotetun sähkön hiilidioksidipäästöt olivat 16kgCO₂/MWh verrattuna Kreikan lukuihin 807kgCO₂/MWh (Sijm ym., 2005).

Tärkeä sähkötuotantoon liittyvä tekijä on myös ns. ”merit order” eli sähköä tuottavan yrityksen oma tuotantojärjestys edullisimmasta kalleimpaan. Sähkön kysynnän kasvaessa tuotantomuotoja otetaan käyttöön tässä järjestyksessä. Pohjoismaiden osalta on myös tiedossa, että sähkön hinta määräytyy NordPool-sähköpörssissä kalleimman tuotantotavan mukaan. Päästökustannuksen noustessa sähkön tuotantojärjestys ja myös sähkön hinta voi muuttua. Kuviossa 4 on esitetty päästökustannuksen vaikutus sähkön tuotantojärjestykseen.



Kuvio 4. Päästökaupan vaikutus sähköntuotannon tuotantojärjestykseen (Sijm ym., 2005).

Kuviossa 4 näkyy tummennetuilla alueilla alkuperäisen nousevan kustannuksen mukainen tuotantojärjestys. Katkoviivalla merkityt alueet kuvaavat päästökaupan kustannusta ja muuttunutta tuotantojärjestystä.

Tuotantojärjestyksen muutoksella laajassa mittakaavassa on pitkällä aikavälillä vaikutus myös polttoaineiden hintaan. On luultavaa, että EU:n päästökaupan myötä kaasun hinta nousee pienentäen edellä kuvattua tuotantojärjestyksen muutoksen vaikutusta ja nostaa sähkön hintaa (Sijm ym., 2005).

3.3. Päästölupien ilmaisjaon vaikutus hintoihin

Riippumatta siitä, onko päästöluvat saatu ilmaiseksi vai hankittu huutokaupasta, on yritykselle rationaalista toimintaa käsitellä päästölupia vaihtoehtokustannuksena. Yritys voi aina jättää luvat käyttämättä toiminnassaan ja myydä ne markkinahintaan. Yritys pyrkii lisäämään nämä vaihtoehtokustannukset täysimääräisesti hintoihin, ja mikäli kysyntä on joustamatonta, koko kustannus siirtyy hintoihin. On kuitenkin lukuisia tekijöitä, jotka saattavat vähentää ilmaisjaon tapauksessa kustannusten siirtymistä hintoihin.

Ilmaisjako voidaan nähdä kertaluontoisena tukena yritykselle investoinneille ja periaatteessa tämä mahdollistaa sähkön myynnin pienemmällä myyntikatteella, kun myynnillä pitää kattaa pienempi osa kiinteistä kustannuksista. Johtaako tämä käytännössä myyntikatteen pienenemiseen, riippuu siitä, kuinka alalle tulevia uusia yrityksiä kohdellaan päästölupien suhteen. Jos tulokkaat joutuvat ostamaan markkinoilta kaikki päästölupansa, ja alalla jo toimivat yritykset saavat ”perittyinä” kaikki lupansa ilmaiseksi, hinnat eivät laske. Uudet tulokkaat eivät pysty tuottamaan sähköä hinnalla, joka ei kata lupien kustannusta. Mikäli myös uudet tulokkaat saavat lupansa ilmaiseksi, alalle tulo on helpompaa ja lisääntyneen tarjonnan kautta sähkön hinta voi laskea. Ilmaisjaolla voi olla siis sekä sähkönhintoja nostava vaikutus vaihtoehtokustannuksen kautta, mutta myös toisaalta sähkön hintaa laskeva vaikutus, jos myös alalle tulijat saavat päästölupansa ilmaiseksi.

Edellä esiteltyä ilmaisjaon vaikutusta voidaan täydentää edelleen. Ensinnäkin, ilmaisjaon hintoja laskeva vaikutus voi toteutua vain, jos tällä korjataan tuotantokapasiteetin vähyyttä. Jos tuotantokapasiteettia on jo tarpeeksi, ei uuden kapasiteetin lisäämisellä ole hintoja alentavaa vaikutusta. Toiseksi voidaan todeta, että päästölupien hintojen noustessa, tietyssä pisteessä ilmaisjaon hintoja vaikuttava vaikutus lakkaa, jos päästölupien ja polttoaineen myynnin vaihtoehtokustannus ylittää sähkön hinnan.

Jos ilmaisjaon hintoja laskeva vaikutus toteutuu, tällä on ei-toivottu vaikutus ulkoisvaikutuksen kontrollointiin ja yhteiskunnan kannalta halutun kulutus- ja päästötason saavuttamisessa. Lisäksi ilmaisjaon muodossa annettava tuki voi ohjata nykyisen kulutuksen ja päästöjen lisäksi investointeja yhteiskunnan kannalta väärään suuntaan, tukien investointeja hiilidioksidi-intensiiviseen tuotantoon. Yhteiskunnan ja ympäristön kannalta parempia keinoja ohjaukseen ovat pyrkimykset lisätä kapasiteettia ja kilpailua tuotannossa sekä sen varmistaminen, ettei ilmaisten päästölupien arvo päädy pelkästään yritysten voitoksi (Sijm ym., 2005).

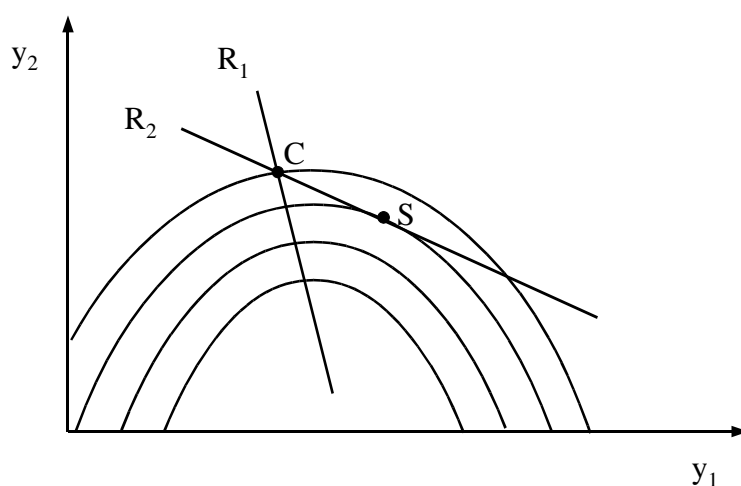
3.4. Oligopoli

Hiilidioksidipäästöjä tuottavat yritykset ja laitokset toimivat tyypillisesti joko sähkön- ja lämmöntuotannossa tai perusteellisuudessa, esim. sementin tai teräksen tuotannossa. Tyypillistä näille aloille on toimijoiden pieni lukumäärä, yksiköiden ja yritysten suuri koko, niiden vaatima suuri sitoutunut pääoma ja korkeat kiinteät kustannukset. On syytä olettaa, että talousteorian täydellisen kilpailun edellytykset eivät täyty, ja näiden alojen kustannus- ja hintamuutosten tarkasteluun soveltuu paremmin oligopolin teoreettinen tarkastelu.

Päästökauppa vaikuttaa sekä kiinteisiin että muuttuviin kustannuksiin, hintoihin ja tuotantomääriin markkinoilla. Nämä vaikutukset voidaan jakaa muuttuviin ja kiinteisiin vaikutuksiin. Muuttuvat vaikutukset muuttavat hintoja markkinoilla ja vastaavasti kiinteät muutokset muuttavat pysyvästi yritysten voittomarginaalia ja kannattavuutta. Päästökaupan myötä päästöistä tulee uusi työvoimaan ja raaka-aineisiin verrattavissa oleva tuotannontekijä. Päästökaupalla on kahdenlaista vaikutusta tuotannon rajakustannuksiin. Ensinnäkin yrityksille, jotka osallistuvat päästökauppaan, aiheutuu suora kustannus päästöä per yksikkö. Lisäksi vaikutus koskee kaikkia päästökaupan alueen maissa olevia yrityksiä energian hinnan nousun kautta. Rajakustannuksen nousu vaikuttaa yrityksen voittoihin kolmella tavalla. Ensinnäkin tuotannon taso samalla kustannustasolla laskee. Myös osa kustannuksista jää yrityksen kannettavaksi. Osa kustannuksista siirtyy asiakkaiden maksettavaksi, joka vaikuttaa hintojen nousun kautta myyntiä vähentävästi (Smale ym. 2006).

Talousteoriassa kolme klassista mallia käsittelee oligopolia: Stackelbergin, Bertrandin ja Cournotin mallit. Stackelbergin mallissa markkinoilla on yksi tuotantomäärän suhteen dominoiva markkinajohtaja, joka pyrkii optimoimaan oman tuotantomääränsä ja ennakoimaan myös muiden alalla toimivien yritysten markkinajohtajaa seuraavat päätökset. Muut markkinoilla toimivat tuottajat seuraavat markkinajohtajan päätöksiä ja tekevät päätöksensä peräkkäin seuraten kaikkien edellisten tuottajien päätöksiä. Bertrandin mallissa yritykset asettavat hinnan ja antavat markkinoiden päättää myyntimäärän. Yritykset tarkkailevat toistensa hinnoittelupäätöksiä, ja päätyvät lopulta

täydellisen kilpailun tasapainoon, jossa tuotannon rajakustannus vastaa hintaa. Bertrandin malli soveltuu kuvaamaan aloja, joilla tuotantokapasiteetti on helposti muutettavissa ja kiinteät kustannukset ovat matalat. Korkeiden kiinteiden kustannusten tapauksessa yritys ei voi pitkällä aikavälillä hinnoitella tuotantoaan rajakustannusten mukaan. Kolmas ja yleisimmin käytetty oligopolimalli on Cournotin malli. Yritykset pyrkivät optimoimaan tuotantotasansa ja maksimoimaan voittonsa ottamalla huomioon muiden yritysten odotetun tuotannon. Tässä mallissa millään yrityksellä ei ole määräävää markkina-asemaa. Cournot-mallin tasapainossa yritys ei halua muuttaa tuotantomääräänsä, mikäli se havaitsee odotuksiansa muiden yritysten tuotannosta toteutuvan (Varian, 1990). Kuviossa 5 on esitetty Stackelbergin ja Cournotin mallien tasapainot.



Kuvio 5. Stackelbergin ja Cournotin tasapaino (Varian, 1990).

Kuviossa 5 on esitetty akselilla y_1 yrityksen 1 tuotantomäärä, akselilla y_2 yrityksen 2 tuotantomäärä, R_1 on yrityksen 1 reaktiokäyrä, R_2 on yrityksen 2 reaktiokäyrä ja lisäksi kuviossa on yrityksen 1 samavoittokäyrät. Stackelbergin tasapainossa pisteessä S yritys 1, joka on markkinajohtaja, valitsee tuotantonsa yrityksen 2 reaktiokäyrän ja yrityksen 1 matalimman samavoittokäyrän tangenttipisteessä. Tässä pisteessä yrityksen 2 tuotanto on matalimmillaan, ja näin yrityksen 1 voitto maksimoituu. Cournotin tasapaino on yritysten reaktiokäyrien leikkauspisteessä C (Varian, 1990).

Edellä mainittu rajakustannusten nousun jako yrityksen ja kuluttajien kesken riippuu ennen kaikkea yrityksen mahdollisuudesta siirtää kustannuksia kuluttajien maksettavaksi. Cournotin mallin mukaan jokainen yritys tavoittelee voiton maksimointia. Jos oletetaan lineaarinen kysyntäkäyrä, kustannusten siirto hintoihin voidaan esittää kaavalla $X/(N+1)$, jossa X on kustannusten nousun kohteeksi joutuvien yritysten lukumäärä, ja N on markkinoilla toimivien yritysten kokonaismäärä. Monopolin tapauksessa $N=1$ ja $X=1$, ja näin ollen puolet kustannuksista siirtyy hintoihin. Yritysten lukumäärän kasvaessa ja kilpailun asteen noustessa yhä suurempi osuus kustannuksista siirtyy hintoihin lineaarisen kysyntäkäyrän tapauksessa. EU:n ETS-päästökaupan osalta voidaan ajatella, että mitä suurempi osuus kysynnästä tyydytetään pienten tai EU:n ulkopuolisten yritysten toimesta, sitä pienempi osuus päästökustannuksista siirtyy hintoihin (Smale ym. 2006, Varian, 1992).

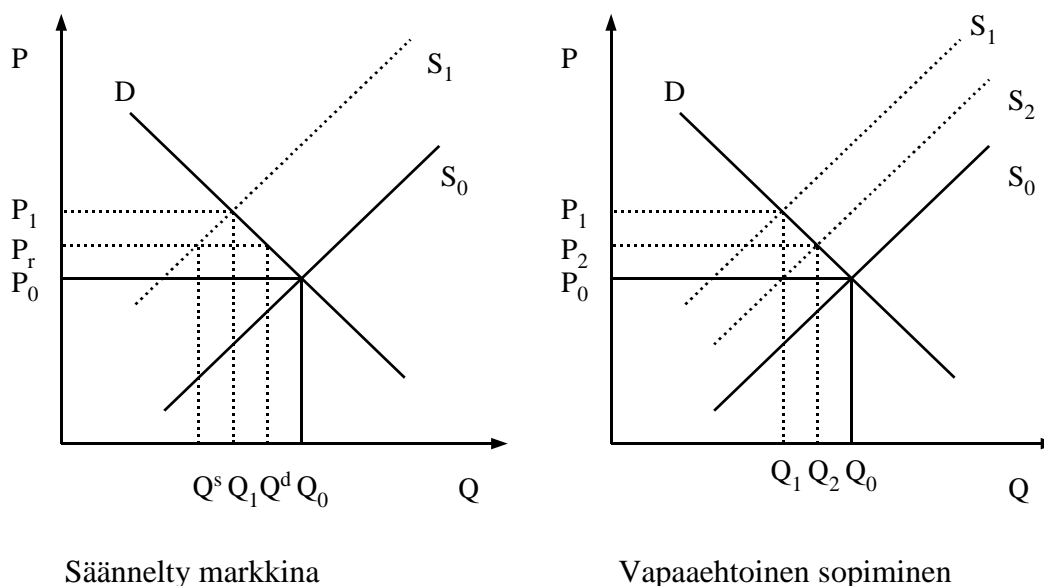
3.5. Hintoihin vaikuttavat muut tekijät

Ulkopuolinen kilpailu vaikuttaa myös tasapainohinnan määräytymiseen. Sähköntuotannon osalta EU:n ETS-alueen ulkopuolinen kilpailu on lähes merkityksetöntä, koska sähkön tuonti EU:n ulkopuolelta on vähäistä. Lämpöteholtaan alle 20 MW:n laitokset ovat myös päästökaupan ulkopuolella, mutta näiden vaikutus markkinatasapainoon on myös vähäinen. Sähkön tuotannon osalta fossiilisia polttoaineita käyttävät laitokset tai maat kohtaavat ”ulkopuolista” kilpailua ei-fossiilisia polttoaineita käyttäviltä laitoksilta tai maista tai yrityksistä, joissa ei-fossiilisen polttoaineen tuotantotavat ovat markkinoilla määräävässä asemassa. Muiden päästökaupan piirissä olevien toimialojen osalta, esim. metalli-, paperi- ja sementtiteollisuus, tilanne on täysin päinvastainen. Hinnat muodostuvat kilpailluilla maailmanmarkkinoilla ja mahdollisuudet siirtää kustannuksia hintoihin ovat rajalliset (Sijm ym., 2005).

Päästökustannusten siirtyminen hintoihin riippuu myös markkinoiden sääntelystä ja valtion interventioista. Sähkön tuotannon osalta myös EU-maissa on rajoitettu ilmaisten päästölupien vaikutuksia valtion toimin. Irlannissa vuonna 2004 valtio ilmoitti mahdollisesti käyttävänsä sääntelyä sähkön siirron osalta, koskien etenkin

valtionyrityksiä, mikäli ilmaisten päästölupien vaihtoehtokustannus siirtyisi kokonaan sähkön kuluttajahintoihin. Espanjassa samana vuonna valtio kielsi sähköyhtiöitä nostamasta sähkön hintaa perustuen päästökustannuksiin. Puhtaan sääntelyn lisäksi esiintyy myös ns. vapaaehtoista sopimista. Tässä mallissa sähkön tuottajia ohjataan vapaaehtoisesti sopimaan vain todellisten ostettuihin päästölupiin perustuvien kustannusten siirrosta hintoihin sen sijaan, että hintoihin sisällytettäisiin myös koko ilmaisten lupien vaihtoehtokustannus (Sijm ym., 2005).

Kuviossa 6 on esitetty säännellyn markkinan ja vapaaehtoisen sopimisen tarjonta- ja hintavaikutukset.



Kuvio 6. Säännellyn markkinan ja vapaaehtoisen sopimisen tarjonta- ja hintavaikutukset (Sijm ym., 2005).

Kuviossa 6 säännellyn markkinan kuvaajassa S₀ on tarjontakäyrä ilman päästökustannusta ja S₁ on päästökustannuksen sisältävä tarjontakäyrä. Päästökauppa ilman sääntelyä muuttaa tuotannon Q₀:sta Q₁:een ja hinnan P₀:sta P₁:een. Jos sääntelyllä asetetaan hinta tasolle P_r, tuottajat vähentävät tuotantoa tasolle Q^s, jossa päästölupien vaihtoehtokustannuksen sisältävä rajakustannus vastaa säänneltyä hintaa P_r. Hinnan sääntely ei siis vähennä ilmaisilupien vaihtoehtokustannuksen siirtymistä hintoihin ja

yrittäjien windfall-voittoja. Lisäksi matalampi hinta lisää kysyntää määrään Q^d , joka ei vastaa tarjontaa, vaan johtaa mahdollisesti epävirallisten sääntelystä vapaiden markkinoiden syntyyn. Kuviossa 6 vapaaehtoisen sopimisen osalta S_0 esittää alkuperäistä tarjontaa, S_1 täyden lupakustannuksen sisältämää tarjontaa ja S_2 sovittua todellisiin päästölupien keskikustannuksiin perustuvaa tarjontaa. Tasapaino saavutetaan määrällä Q_2 ja hintatasolla P_2 (Sijm ym., 2005).

Talusteoriassa yleensä, ja myös sähkön tuotantoa kuvaavissa malleissa oletetaan tuottajien maksimoivan voittojaan täydellisillä markkinoilla, joilla informaatio on täydellistä, ei ole riskejä eikä epävarmuustekijöitä, muutuskustannuksia ei ole ja muutosten toteutuksessa ei ole viiveitä. Näissä olosuhteissa päästölupien vaihtoehtoiskustannus siirtyy täysin ja ilman viiveitä kuluttajahintoihin. Käytännössä kuitenkin sähkön tuotannon, hinnoittelun ja myynnin päätökset voivat poiketa tästä. Ensinnäkin yritysten johdon tavoitteena voi olla muu kuin voiton maksimointi. Toiseksi riskit ja epävarmuustekijät on otettava huomioon. Kolmanneksi tuotannon rajoitteet ja muut esteet tai niihin liittyvät korkeat kustannukset voivat estää tuotannon muutokset lyhyellä aikavälillä. Lisäksi päästölupien tai polttoaineiden hintojen nousussa nopeasti hintojen nousussa voi esiintyä viivettä. Sähkömarkkinoiden trendin mukaisesti siirryttäessä kohti vapautetumpia markkinoita, muutokset kysynnässä, tarjonnassa ja tuotannon edellytyksissä heijastuvat tulevaisuudessa nopeammin sähkön hinnoissa ja tuotannossa (Sijm ym., 2005).

3.6. Päästömarkkinainstrumentit

Tässä luvussa luodaan yleiskatsaus globaaleihin päästömarkkinoihin, tärkeimpiin osamarkkinoihin ja instrumentteihin. Tämän tutkielman luvussa 4 tutkitaan tarkemmin kahden osamarkkinan, EU:n ETS-kaupan ja puhtaan kehityksen mekanismin (CDM, Clean Development Mechanism) toimintaa.

Nykyinen päästökauppa perustuu globaalilla tasolla Kioton pöytäkirjaan, joka hyväksyttiin joulukuussa 1997 Kiotossa ja tuli voimaan helmikuussa 2005. Kiotoa edeltävä tärkeä askel oli otettu vuonna 1992 Riiossa YK:n ympäristö- ja kehityskokous

Earth Summitissa, jossa hyväksyttiin YK:n ilmastopöytäkirja UNFCCC (United Nations Framework on Climate Change). Tällä hetkellä 192 valtiota on ratifioinut Kioto pöytäkirjan, mukaan lukien kaikki suurimmat teollisuusmaat Yhdysvaltoja lukuun ottamatta. Kioto pöytäkirja velvoittaa kehittyneitä maita vähentämään päästöjään 5,2% vuoden 1990 tasosta vuosien 2008-2012 aikana. Lisäksi pöytäkirjassa on määritelty kehittyneille maille raportointivelvoitteet. Kehitysmailla ei ole asetettu sitovia tavoitteita päästöjen suhteen, mutta alkuperäisen ilmastopöytäkirjan hengessä myös näille maille on asetettu tavoitteet laatia ja toteuttaa ilmastonmuutosta hillitseviä toimintaohjelmia. Kioto alkuperäistä pöytäkirjaa on täydennetty ns. Marrakeshin sopimuksella vuodelta 2001, jotka sisältävät toimeenpanosäännöt ja määräykset koskien Kioto mekanismeja ja ns. hiilinielujen käyttöä. (<http://unfccc.int>, <http://www.ymparisto.fi>)

Kioto ilmastopöytäkirjan mukaan maiden tulee ensisijaisesti kansallisin toimin vähentää päästönsä sopimuksessa sovitulle tasolle. Kansallisen toimien lisäksi Kioto pöytäkirja tarjoaa kolme mekanismia päästötavoitteen saavuttamiselle. Ensimmäinen mekanismi on globaali, kaikkien sopimuksen ratifioimien maiden välinen päästökauppa koskien kaikkia kasvihuonekaasuja. Kioto pöytäkirjassa maille on määrätty vuosille 2008-2012 päästötasot. Päästöt on jaettu yksiköihin ja kaupankäynnin kohteena on AAU (Assigned Amount Unit). Maat, joilla on päästöyksiköitä yli oman tarpeen, voivat myydä ylimääräiset yksiköt maille, jotka ovat ylittäneet päästötavoitteen. Toinen mekanismi on puhtaan kehityksen mekanismi (Clean Development Mechanism, CDM), jossa Kioto päästörajoitteiden alainen maa voi toteuttaa Kioto sopimuksen päästötavoitteiden ulkopuolisessa kehittyvässä taloudessa päästöjä vähentävän hankkeen. Hyväksytyistä hankkeista rahoittaja saa käyttöönsä päästövähennysyksiköitä (Certified Emission Reduction Unit, CER). Puhtaan kehityksen mekanismin tarkoitus on tukea kestävä kehitys ja päästöjen vähentämistä antaen samalla teollisuusmaille pelkkään päästökauppaan nähden enemmän joustavuutta päästötavoitteisiinsa pääsemisessä. Samalla tuetaan myös taloudellista tehokkuutta, eli pyritään toteuttamaan päästövähennys siellä, missä se on mahdollista pienimmillä kustannuksilla. Kolmas Kioto mekanismi on yhteistoteutus (Joint Implementation, JI). Yhteistoteutuksella tarkoitetaan Kioto päästötavoitteiden piirissä olevien maiden kesken toteutettavia

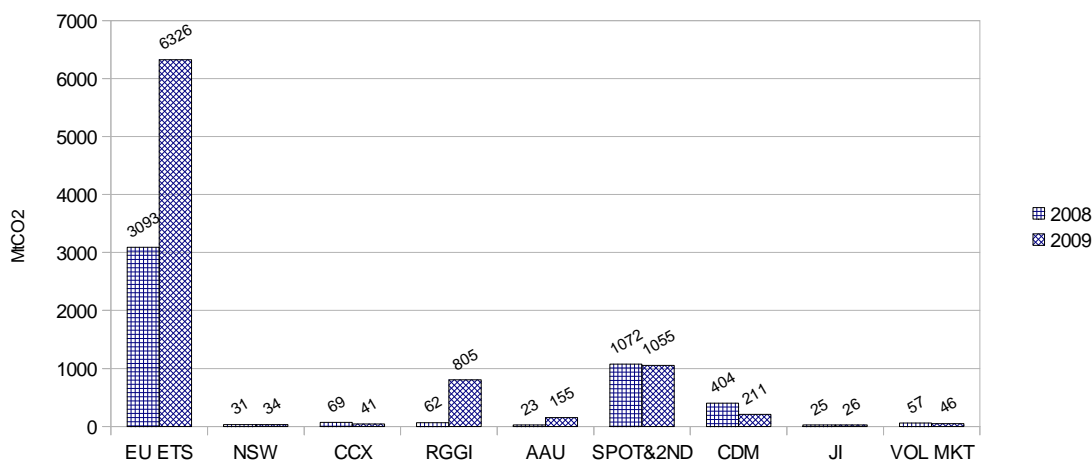
vastaavia projekteja, joissa yleensä vauraampi teollisuusmaa toteuttaa projektin jossain siirtymätaloudessa. Myös näissä projekteissa projektin rahoittajaa hyvitetään päästövähennysyksiköillä. JI:n tapauksessa näitä yksiköitä kutsutaan lyhenteellä ERU (Emission Reductions Unit). AAU-, CER- ja ERU-yksiköiden lisäksi neljäntenä instrumenttina on RMU (Removal Unit). Projekteista, jolla pyritään edistämään ns. hiilinielujen säilyttämistä tai lisäämistä, projektin rahoittaja voi saada RMU-päästövähennysyksiköitä. Kasvillisuus sitoo hiilidioksidia ja esimerkiksi metsien muuttaminen pelloiksi pienentää hiilinieluja ja lisää näin päästöjä. Näin ollen metsien hakkuita estävät tai uusien metsien istuttamista edistävät projektit voivat tuottaa RMU-päästöhyvityksiä. (<http://unfccc.int>)

Kioton pöytäkirjaan sisällytetyt toimenpiteet ja periaatteet koskevat kaikkia kasvihuonekaasuja, mutta ehdottomasti pisimmälle markkinat ovat kehittyneet hiilidioksidin päästöjen ja päästölupien osalta. Näillä markkinoilla kaikki edellä mainitut päästövähennysyksiköt (AAU, CER, ERU ja RMU) ovat yhtä suuria, eli vastaavat yhden hiilidioksiditonnin päästöjä. Kioton pöytäkirjassa on myös annettu mahdollisuus maakohtaiseen tai alueelliseen päästövähennysyksiköiden tai -lupien kauppaan. Tästä esimerkkinä on globaalilla tasolla ehdottomasti suurin päästömarkkina, EU:n hiilidioksidipäästöjen markkina ETS (European Union Emissions Trading Scheme). ETS:ssä päästökaupan yksikkönä on EUA (European Allowance Unit). (<http://unfccc.int>, <http://ec.europa.eu>)

3.7. Globaalit päästömarkkinat

EU:n ETS-päästökaupan ja Kioton pöytäkirjan mukaisen globaalien AAU-kaupan lisäksi on olemassa myös muita, alueellisia päästölupamarkkinoita Australiassa (NSW) sekä Yhdysvalloissa (Koillis-Amerikan RGGI ja Chicagon ilmastopörssi CCX). CDM:n tuottamien CER-yksiköiden markkinat voidaan jakaa kahteen: suoraan projektien tuottamiin CDM-primääriyksiköihin sekä jälkimarkkinoilta hankittuihin CDM-sekundääriyksiköihin. Lisäksi päästömarkkinoilla toimii ns. vapaaehtoisia päästölupamarkkinoita, eli markkinoita, joiden taustalle ei ole minkään julkisen tahon

sitovat määräykset päästöjen vähennyksistä. Kuviossa 7 on esitetty globaalin päästömarkkinan jakauma vuosina 2008-2009.



Kuvio 7. Hiilidioksidin päästömarkkinan jakauma vuosina 2008-2009 (data: Kossoy ja Ambrosi, 2010).

Kuten kuviosta voidaan todeta, ETS-kauppa on ylivoimaisesti suurin markkina. 2009 koettiin maailmanlaajuinen taantuma. Tästä huolimatta päästökaupassa globaalisti ja etenkin EU:n ETS-kaupassa volyymit nousivat huomattavasti vuoteen 2008 verrattuna. EU:n ETS-kaupan voidaan todeta onnistuneen tavoitteessaan, vuosi vuodelta päästökaupan määrä on kasvanut ja samaan aikaan on saavutettu myös päästövähennyksiä. Tutkimusten mukaan ensimmäisellä päästökaupan kaudella vuosina 2005-2007 hiilidioksidipäästöt vähenivät 2-5%. Mutta samalla kun voidaan todeta EU:n olevan johtavassa asemassa päästökaupassa sekä päästöjen vähentämisessä, voidaan kysyä onko tämä kehityssuunta, joka voi jatkua? Mikäli muissa suurissa teollisuusmaissa ei nähdä samanlaista kehitystä, eurooppalaisten yritysten kilpailuasema muuttuu suhteessa muuhun maailmaan, ja EU:n lienee pakko reagoida. Vaarana on joko tuotannon väheneminen tai ns. hiilivuoto, jolloin yritykset siirtävät tuotantonsa alueille, joissa päästöjen aiheuttama kustannus on pienempi.

Vuoden 2008-2009 kehityksestä voidaan havaita myös toinen mielenkiintoinen seikka. CDM-projektien määrä on pudonnut puoleen ko ajanjaksolla. Taustalla on kaksi tekijää. Ensinnäkin, taantumana myötä sijoittajat ovat vetäytyneet riskipitoisista ja pitkistä CDM-projekteista. Toiseksi, viime vuosina CDM-projektien määrä on ollut kasvussa, ja tämä on hidastanut hyväksynnän saantia projekteille. Tällä hetkellä CDM-projektin rekisteröinti, hyväksynnän saaminen ja lopulta CER-todistusten liikkeellelasku kestää yli 3 vuotta. (Kossov ja Ambrosi, 2010).

4. EU:n päästökauppa ja kehitysmaiden päästörahoitus

4.1. Kokemuksia EU ETS-kaupasta

Grubb ym. (2009) käsittelee artikkelissaan kokemuksia EU:n ETS-päästökaupasta. Ensinnäkin voidaan todeta jo ensimmäisen ”kokeilukauden” 2005-2007 perusteella, että päästökauppa toimii. Hiilidioksidin päästöjen vähennyksen arvioidaan olevan noin 120-300 Mt, joka vastaa noin 5%:a päästökaupan piirissä olevien toimialojen päästöistä. Päästöjen vähenemisen arvoa nostaa myös se tieto, että ensimmäisellä kaudella päästölupien alkujaoissa on esiintynyt ns. yllälokaatiota, eli lupia on joillain laitoksilla ja toimialoilla yli oman tarpeen.

Päästökaupan ensimmäinen kausi on myös osoittanut, että päästöjen vähentäminen on monitahoista toimintaa, johon liittyy luonnollisesti teollisuuden taholta voimakasta pyrkimystä vaikuttaa päätöksiin ja poliittiset päättäjät ja talouden asiantuntijat ovat vaikean tehtävän edessä analyysien ja järjestelmän suunnittelun osalta. On selvää, että kyseessä on ns. ”learning-by-doing”, eli virheitä tehdään, mutta prosessin edetessä virheistä on opittu ja tehty korjaavia toimenpiteitä. Tässä on auttanut myös päästökaupan jaksotus usean vuoden kausiin, jolloin on voitu suunnitella korjauksia seuraavalle kaudelle.

EU ETS-kaupassa hinnat ovat olleet volatiileja ja niihin ovat vaikuttaneet lukuisat ennalta arvaamattomat seikat. Osittain hintoihin ovat vaikuttaneet puutteet lähtödatassa sekä haasteet päästöjen ennustamisessa. Myös päästökaupan ulkopuolinen muu energiatehokkuutta ja uusiutuvien energianlähteiden käyttöä edistävä politiikka on laskenut osalta päästölupien hintaa. Hinnat ja sen myötä päästöjen kustannus on myös ollut odotettua matalampi. Tärkeä kysymys onkin, ovatko odotettua matalammat kustannukset riittävästi toimineet kannustimena päästöjen vähentäville innovaatioille ja investoinneille. Markkinoiden ja hintojen vakaus onkin keskeinen tekijä investointipäätösten kannalta.

Vaikutukset BKT:hen ovat myös olleet odotettua pienempiä. Jatkossa siirryttäessä vaiheittain huutokauppaan lupien alkujaossa ja mikäli huutokaupasta kertyviä varoja voidaan ohjata tukemaan päästöjä vähentäviä investointeja, negatiivinen vaikutus BKT:hen voidaan eliminoida tai jopa kääntää positiiviseksi.

Päästökauppa herätti ennen alkuaan voimakasta vastustusta. Tärkeimpänä argumenttina oli kustannusten nousu. Ensimmäisen kauden kokemusten perusteella kaikki päästökaupan piirissä olevat toimialat ovat kokonaisuutena hyötynet päästökaupasta taloudellisesti, joissain tapauksissa jopa saaneet ylisuuria voittoja. Tärkein kustannusten tai voittojen toteutumiseen vaikuttava tekijä on alkujako ja lupien allokaatio.

Useimmille toimialoille päästökaupan vaikutus kansainväliseen kilpailukykyyn on rajallinen. Kustannusten muutokset muiden tuotannon tekijöiden osalta ovat yleensä suurempia kuin päästökaupan aiheuttama lisäkustannus. Lisäksi useimmilla aloilla kustannukset voidaan ainakin osittain siirtää hintoihin. Mutta on myös poikkeuksia, joillakin aloilla päästökaupan tuoma lisäkustannus on todellinen uhka kansainväliselle kilpailukyvyille. Usein keskusteluissa nousee esiin myös näillä aloilla suojatullien tai vientitukien käyttö kilpailukyvyyn säilyttämiseksi, mutta toistaiseksi näitä ei ole EU:n alueella käytetty liittyen päästökauppaan. Protektionistisilla toimilla saattaisi olla vakavat seuraukset muulle kaupalle, estämättä kuitenkaan hiilivuotoa. Sen sijaan on suositeltavampaa pyrkiä sopimuksiin, joilla voidaan rajoitetusti esim. antaa helpotuksia päästötavoitteisiin.

Eräs keskeisimmistä tekijöistä päästökaupassa on päästölupien ilmainen alkujako ja sen perusteet. Samalla alkujako on myös poliittisesti kaikkein suurimman huomion kohteena. Yleisimmin alkujako on perustunut historiallisiin päästöihin, jota jotkut maat ovat täydentäneet alakohtaisilla päästöjen viitearvoilla (ns. benchmarking). Hyvän alkujaon tulisi minimoida alalla toimivien yritysten ja nykyisen teknologian kannattavuuden nettomuutokset, ja vastaavasti tukea uusia puhtaampia tuotantotapoja ja näitä toteuttavia yrityksiä. Teollisuuden puolelta vaatimuksena yleensä on lupien jako toteutuvan tuotannon mukaan historiallisten päästöjen sijasta. Nämä vaatimukset on kuitenkin EU:n toimesta toistuvasti hylätty. Optimitilanteessa päästölupien alkujaon

tulisi olla historiallisten ja tuotantoon perustuvien päästöjen kompromissi, joka ottaa alakohtaisesti huomioon toimialan mahdollisuudet siirtää kustannuksia hintoihin, alttius kansainväliselle kilpailulle ja hiilivuodoille ja mahdollisuus päästöjen vähentämiseen innovaatioiden, tuotesubstituution tai kysynnän laskun kautta.

Kokemukset päästökaupasta ja lukuisat taloustutkimukset päätyvät suosittamaan huutokauppoja kokonaan tai osittain ilmaisen alkujaon sijasta. Huutokaupan uskotaan vakauttavan päästölupamarkkinoita ja päästölupien hintoja tukien näin yritysten ja kuluttajien päätöksiä kulutuksen, päästövähennysinnovaatioiden ja vähähiilisten investointien suhteen. Huutokaupoista saatavilla tuloilla voidaan lisäksi tukea päästöjä vähentävää kehitystä monin tavoin. (Grubb ym., 2009)

Hepburn (2007) luo katsauksen päästökaupan tulevaisuudennäkymiin. Ensinnäkin päästökaupan tulisi laajeta maantieteellisesti kattamaan kaikki tärkeimmät teollisuusmaat ja kaikki globaalisti suurimmat fossiilisten päästöjen lähteet. Myös uusien toimialojen ottaminen päästökaupan piiriin on eräs tulevaisuuden kehityssuunnista. Ilmailun osalta on jo tehty päätös ottaa se päästökaupan piiriin vuoden 2012 alkaen. Eräs tärkeä tarvittava kehityssuunta on myös päästökaupan ajallinen laajentaminen. Tällä hetkellä EU:lla on suuntaviivoja vuoteen 2020 asti, mutta usein päästövähennyksiin liittyvien investointien horisontti on useita kymmeniä vuosia. Tästä syystä on erittäin tärkeää, että jatkossa päästöpolitiikan päätökset tehdään yhä pidemmille ajanjaksoille. Näin voidaan pienentää rahoittajien riskiä ja lisätä investointeja.

4.2. Päästölupien allokaatio

Päästölupien jakotapa vaikuttaa yritysten käyttäytymiseen luomalla kannustimia, jotka vaikuttavat päästövähennysten kustannuksiin ja koko päästökauppajärjestelmän oikeudenmukaisuuteen ja vakauteen. EU on direktiivillä asettanut tiettyjä rajoituksia kansalliselle lupien jakojärjestelmälle. Tannehtivat allokaatioiden muutokset ovat kiellettyjä, eli jaettavien lupien määrä ja jako on päätettävä aina ennen päästökauppakauden alkua ja kauden aikana lupia ei saa uudelleenjakaa. Lisäksi EU on

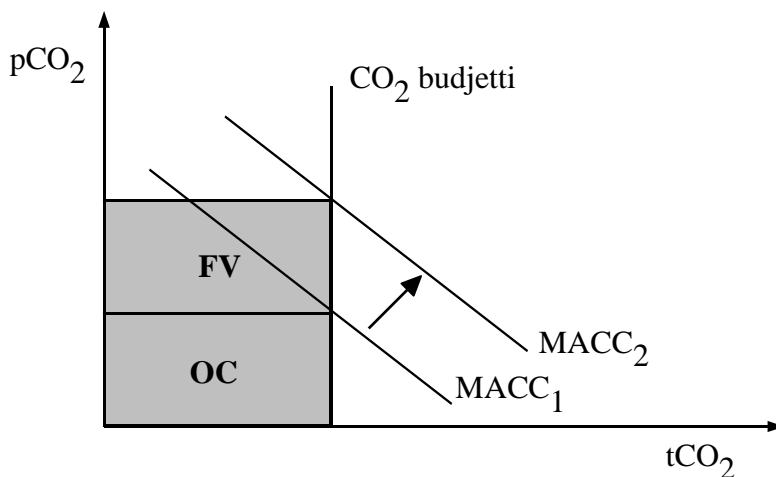
määrännyt ensimmäiselle kaudelle ilmaiseksi jaettavien lupien määräksi vähintään 95% ja toiselle kaudelle vähintään 90%. Joka tapauksessa EU:n jäsenvaltiot voivat suhteellisen vapaasti päättää näiden peruseriaatteiden asettamisrajoissa kansallisesta lupien jaosta. Jokaisen maan tulee luoda päästölupakaudelle kansallinen jakosuunnitelma NAP (National Allocation Plan), joka vaatii EU:n hyväksynnän (Åhman ym., 2005).

Jakosuunnitelmaan liittyy kaksi tärkeää kysymystä, jotka liittyvät jakosuunnitelman päivittämiseen taannehtivasti ja lupien siirtoon kausien välillä. Kuinka tulisi kohdella suljettavia laitoksia ja uusia laitoksia? Olennaista yritysten kannalta on myös kysymys, vaikuttaako yrityksen oma käyttäytyminen tulevaan allokaatioon ja onko yrityksellä riittävästi tietoa tulevasta allokaatioista ja päästölupamarkkinoiden toimintaperiaatteista ja niiden muuttumattomuudesta investointipäätösten tueksi?

Päästölupien alkujako voidaan toteuttaa kertajakona tai peräkkäisinä kausijakoina. Kertajaosta on kokemuksia USA:n rikin ja typen oksidien päästölupamarkkinoilta, kun taas EU:n hiilidioksidipäästöjen kaupassa on käytössä peräkkäisten kausien lupajako. Sinänsä lupien kausittainen jako sopii muuttuvaan päästötilanteeseen ja teknologian kehittymiseen, mutta tämä jakotapa itsessään voi aiheuttaa vaikutuksia päästömökkinoiden tehokkuuteen verrattuna kertajakoon. Esimerkiksi se luo vääristyneen kannustimen pitää käytössä hiilidioksidi-intensiivisiä laitoksia ilmaisten päästölupien turvaamiseksi myös jatkossa, vaikka yhteiskunnan edun mukaista olisi sulkea laitos tai korvata se vähäpäästöisemmällä. Lisäksi yritys saattaa kohdentaa investointinsa ja tuotantonsa hiilidioksidi-intensiivisempiin tuotantotapoihin, mikäli se ennakoii tulevaisuuden allokaatioiden perustuvan nykyisiin päästöihin, tuotantoon tai käytettyyn energianlähteeseen. Tämä johtaa korkeampiin kustannuksiin päästötavoitteen saavuttamisessa ja tehottomampaan päästökauppaan. Kausittaisen jaon lisäksi toinen vaikuttava tekijä on lupien hajautettu kansallinen jako, missä jäsenvaltiot päättävät lopullisesta yritys- ja laitoskohtaisesta jaosta. Mikäli jäsenvaltiot pyrkivät ensisijaisen päästötavoitteen sijasta esim. sähkön alhaiseen hintaan, tällä voi olla päästöjä ja päästölupien kysyntää ja hintaa nostava vaikutus. Lisäksi muiden joustomekanismien (JI ja CDM) kysyntä kasvaa (Neuhoff ym., 2006).

Päästökaupan ensimmäisellä kaudella toiminnassa olevat yritykset saivat päästölupansa perustuen historiallisiin päästöihin. Suurin osa jäsenmaista käytti perusteena 3-5 vuoden ajanjakson keskiarvoa vuosien 1990 ja 2002 välillä. Toiselle kaudelle mentäessä Euroopan Komissio ja monet jäsenmaat ilmoittivat alun perin, että nykyiset päästöt eivät ole tulevan allokaation perusta. Jäsenvaltioiden hallituksille on rationaalista päivittää jakoperusteet ja vertailuajankohta vastaamaan tuotannon rakenteessa tapahtuneita muutoksia. Vaikka allokaatioperusteiden muuttaminen sinänsä vähentää yritysten luottamusta järjestelmän sääntöjen jatkuvuuteen, on uuden kauden jakoperusteissa otettava huomioon vähintäänkin suljetut ja uudet laitokset (Neuhoff ym., 2006).

Päästölupien allokaation muutokset voidaan havainnollistaa graafisesti. Kuviossa 8 on esitetty päästövähennysten rajakustannusten käyrä (MACC, marginal abatement cost curve) yritykselle, jolla on käytössä useita hiilidioksidi-intensiivisyydeltään erilaisia tuotantotapoja.



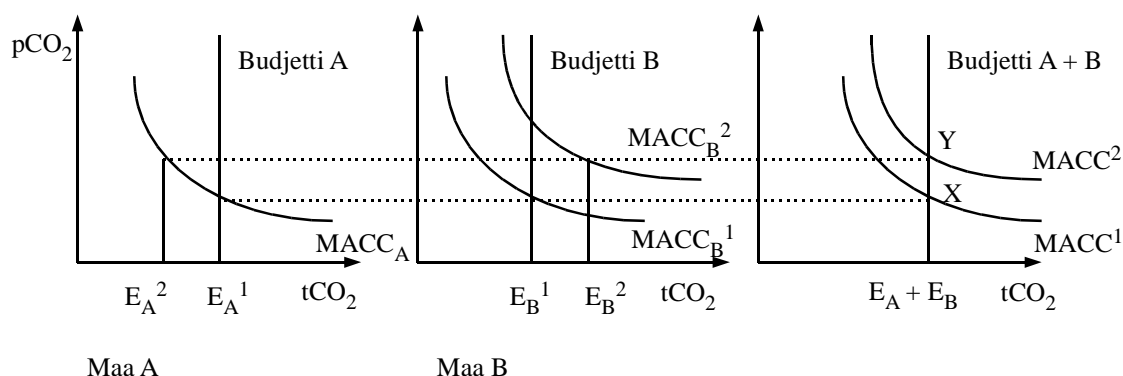
Kuvio 8. Päästövähennysten rajakustannusten käyrä (Neuhoff ym., 2006).

Kuviossa 8 pCO₂ on hiilidioksidipäästön hinta, tCO₂ on päästöjen määrä, MACC₁ esittää päästövähennysten rajakustannusta ennen allokaation muutosta, MACC₂ on päästövähennysten rajakustannus allokaation muutoksen jälkeen, alue OC on

vaihtoehtokustannus ja alue FV on nykypäästöihin perustuvan tulevan allokaation arvo. Päästöjen hinnan noustessa yrityksen on siirryttävä vähemmän päästöjä tuottavaan tuotantotapaan. Päästöjen hinnan ja päästöjen määrän suhde on päästövähennysten rajakustannusten käyrä $MACC$. Allokaation muutoksessa yritys saa entisiin päästöihin perustuvan määrän päästölupia tulevaisuuteen. Tämä päästölupien tuleva arvo FV on yrityksen vaihtoehtokustannuksen OC ja päästölupien markkinahinnan erotus. Näin ollen päästövähennysten rajakustannusten käyrä ja päästölupien hinta nousee, koska päästöbudjetti on vakio (Neuhoff ym., 2006).

Yhden maan näkökulmasta on houkutteleva vaihtoehto sisällyttää allokaatioon päivitysmahdollisuus. Yhden maan päästöillä on rajallinen vaikutus ETS-hintaan. Päästöjen tulevan arvon lisääminen on tuotantotuki, joka vähentää tuotannon muuttuvia kustannuksia ja voi johtaa päästöjen kannalta ei-toivottuun lopputulokseen. Tuotanto ja päästöt lisääntyvät ja investoinnit ohjautuvat enemmän hiilidioksidi-intensiivisiin tuotantotapoihin. Lisäksi, jos sähkön kysyntä on hintajoustavaa, sähkön kysyntä kasvaa ja päästöt kasvavat edelleen (Neuhoff ym., 2006).

Allokaation päivityksen vaikutusta voidaan myös tarkastella kahden maan mallissa. Kuviossa 9 on esitetty kahden maan markkinatasapaino ilman allokaatiopäivitystä ja allokaatiopäivityksen jälkeen.



Kuvio 9. Kahden maan päästömarkkinoiden tasapaino allokaatiopäivityksen jälkeen (Neuhoff ym., 2006).

Mikäli kumpikaan maa A tai B ei päivitä allokaatiotaan, yhteinen tasapainohinta X on sama molempien markkinoiden tasapainohinta. Mikäli maa B päivittää allokaationsa, päästövähennysten rajakustannusten käyrä ja päästölupien hinta nousee sekä maassa B, että yhteisillä markkinoilla. Uusi tasapainohinta on Y. Tällä hintatasolla päästöjen on vähennyttävä maassa A määrästä E_A^1 määrään E_A^2 ja vastaavasti maassa B päästöt nousevat määrästä E_B^1 määrään E_B^2 . Päästöjen kokonaismäärä säilyy ennallaan. Maa B siis tukee tuotantoaan ja on lisäpäästöjen suhteen vapaamatkustaja maan A kustannuksella (Neuhoff ym., 2006).

Åhman ym. (2005) esittelee uusiin ja suljettaviin laitoksiin liittyvän päästölupien allokoinnin päivityksen ongelman. Markkinapohjaisen päästökaupan tarkoitus on suosia päästöjen suhteen kaikkein tehokkaimpia yrityksiä ja laitoksia sekä toteuttaa päästöjen vähennykset halvimalla mahdollisella tavalla. Päästökauppa pakottaa laitokset tunnistamaan päästölupien arvon kautta päästöjen kustannukset. Ympäristön kannalta tehottomampien laitosten tulisi väistyä ja tehdä tilaa tehokkaammille laitoksille. Allokaation tulisi pysyä muuttumattomana, vaikka laitoksen toiminta vähenisi tai loppuisi kokonaan. Tämä on tärkein argumentti oikeiden kannustimien luomisessa yritysten toiminnalle. Mikäli allokaatio pysyy muuttumattomana, yritys joutuu vertamaan jatkuvan toiminnan vaihtoehtokustannuksia, eli tuotannon marginaalikustannukset mukaan luettuna päästölupien kustannukset verrattuna investointeihin tehokkaampaan tuotantoon. Jos yritykselle on kannattavampaa sulkea tehottomampi laitos ja myydä päästöluvat ympäristön kannalta tehokkaammalle laitokselle, tämä on tehokkain lopputulos ja päästökaupan tavoittelema vaikutus. Mikäli allokaatio muuttuu laitoksen sulkemisen myötä, eli yritykseltä otetaan suljettavan laitoksen päästöluvat pois, tämä johtaa vääristyneeseen kannustimeen, jossa yrityksen kannattaa pitää tehottoman laitoksen tuotanto käynnissä taatakseen itselleen päästölupien tuoma taloudellinen hyöty myös jatkossa. Tämä johtaa markkinoiden tehottomuuteen ja liian suureen tuotantoon. Lisäksi päästölupien kysyntä ja niiden hinta nousee. Jos yrityksen päätökset eivät vaikuta allokaation, allokaatio on kustannusten minimoinnin suhteen tehokas. Jos allokaatio on ehdollinen edellyttäen laitoksen toiminnan jatkumista, allokaatiosta tulee tuotantotuki, joka vaikuttaa yrityksen tuotantopäätöksiensä vaihtoehtokustannuksiin.

Tehokkuusnäkökulman lisäksi allokaation muuttumattomuutta tukeva toinen seikka on lupien omistusoikeuden käsite ja varmuus. Päästökaupan perusteena on toimijoiden välinen kaupankäynti heidän omistamillaan päästöluvilla. Mikäli lupien omistajilta otetaan lupia pois laitoksen sulkemisen tai jollain muulla perusteella, tämä heikentää luottamusta kehittyvään päästökauppaan (Åhman ym., 2005).

Vaikka edellä esitetty teoreettinen todistelu kiistatta puolustaa allokaation muuttumattomuutta, on selvää että käytännössä muuttumatonta allokaatiota on vaikea puolustaa poliittisesti. Pysyvä, muuttumaton allokaatio on vastoin yleistä oikeustajua. Miksi lupia pitäisi antaa jollekin, joka ei niitä tarvitse? Varsinkin tilanteessa, jossa laitos olisi suljettu joka tapauksessa päästöluvista riippumatta. Samankaltaista kritiikkiä on esiintynyt kansainvälisesti eräiden Itä-Euroopan maiden saamien Kioton päästölupakiintiöiden (AAU) osalta. Muutokset ko alueen valtioiden rajoissa ja teollisen tuotannon tasossa 90-luvun alun jälkeen, ovat johtaneet tilanteeseen, jossa näillä mailla on todella suuri määrä käyttämättömiä päästöluvia johtuen vanhentuneiden historiallisten päästöjen käyttämisestä jakoperusteena. Tämä ”kuuman ilman” ongelma on ollut tärkeä tekijä koko AAU-kaupankäynnin aloittamisen hidasteena (Åhman ym., 2005).

EU:n alueella suljettujen laitosten osalta on käytössä kolme erilaista käytäntöä. Kaikkein yleisin on malli, jossa laitoksen sulkemisen myötä päästöluvat palautuvat valtiolle. Joissain maissa on mahdollista, että yritys voi siirtää suljettavan laitoksen päästöluvat omalle uudelle laitokselle, mikäli uusi laitos aloittaa toimintansa tietyn ajanjakson kuluessa. Muuttumaton allokaatio on vain vähäisessä käytössä (Åhman ym., 2005).

Taloudellisen tehokkuuden ja oikeudenmukaisuuden säilyttämiseksi uusille laitoksille myönnettävien päästöluvien tulee olla tasapainossa suljettavien laitosten lupien kanssa. Kuten edellä todettiin teoreettisesti muuttumaton allokaatio olisi ideaalinen, mutta käytännössä samoin kuin olemassa olevien laitosten allokaatiota joudutaan päivittämään, tulee myös uusille laitoksille olla lupia saatavilla. Käytännössä kaikki EU:n jäsenmaat jakavat uusille laitoksille lupia ilmaiseksi. Tähän on lukuisia syitä.

Ensinnäkin, pitkällä aikavälillä on mahdotonta elää tilanteessa, jossa toimialalla yritykset ja laitokset jakaantuvat kahteen luokkaan, joista toiset saavat jatkuvasti tulonsiirtoja päästölupien muodossa ja toiset eivät. Toiseksi, suurin osa EU-maista ottaa pois suljettavilta laitoksilta päästöluvat pois. Jos uusille laitoksille ei vastaavasti jaeta lupia, tämä asettaa uudet laitokset huonompaan asemaan ja johtaa yhteiskunnan kannalta vääristyneeseen tilanteeseen, jossa vanhat laitokset jatkavat toimintaansa ja yritykset ei-toivotusti hylkäävät investointipäätöksiään uusiin laitoksiin. Kolmanneksi, allokaation muuttumattomuus on edullista vain täydellisen kilpailun olosuhteissa. Käytännössä esim. pääomamarkkinoiden vaikutuksesta päästölupien allokaation voi pääomakustannusten kautta asettaa alalla jo toimivat yritykset ja laitokset parempaan asemaan. Yrityksille ilmaiset päästöluvat ovat markkinahintaista pääomaa halvempi vaihtoehto, ja vaikuttaa näin yrityksen kustannuksiin ja investointipäätöksiin pitkällä aikavälillä ja asettaa uudet yritykset ja laitokset huonompaan asemaan. Allokaatio uusille laitoksille voi vaihdella myös perustuen esim. käytettyyn polttoaineeseen. Samalla tavalla kuin allokaation muutokset uusille ja suljettaville laitoksille, eri polttoaineiden erilainen allokaatiokohtelu voi johtaa päästömarkkinoiden tehottomaan tasapainoon (Åhman ym., 2005).

Olemassa oleville laitoksille päästöluvat on allokoitu perustuen yleensä absoluuttisiin historiallisiin päästömääriin. Nämä kansalliset NAP-jakosuunnitelmat on tullut hyväksyttäväksi EU:lla. EU ei vaadi jäsenmaita jakamaan lupia uusille laitoksille, mutta vaatii jäsenmaitaan selvittämään, kuinka uudet tulokkaat saavat päästöluvat. Yleisin jakotapa uusille laitoksille perustuu toimialan tai tuotteen valmistuksen yleisiin päästötasoihin ja ennustettuun tuotantoon. Näiden viitearvojen laskennassa on kuitenkin huomattavaa eroa jäsenmaiden välillä. Mikäli alakohtaista viitearvoa ei voida määritellä, voidaan käyttää ns. parhaan käyttökelpoisen tekniikan (Best Available Technology, BAT) viitearvoa. Allokoitavien lupien määrä saadaan viitearvon ja tuotantomäärän tulona. Tuotantomäärä voidaan joko ennustaa yrityksen toimesta, jolloin esiintyy yliennustamisen riski, tai se voidaan arvioida viranomaisen toimesta perustuen laitoksen kapasiteettiin ja arvioituun normaaliin käyttöasteeseen (Åhman ym., 2005).

Lukuisat tekijät siis vaikuttavat allokaation taloudelliseen tehokkuuteen ja oikeuden mukaisuuteen. Tehokkaita allokaatiomalleja ovat huutokauppa ja päästölupien ilmainen kertajako. Neuhoff ym.(2006) esittää yhteenvedon eri mallien ja jakoperusteiden vaikutuksesta tehokkuuteen. Taulukossa 1 on esitetty päästölupien allokaatiomallien ja jakoperusteiden vaikutukset ja markkinatasapainon vääristymä.

Taulukko 1. Päästölupien allokaatiomallien ja jakoperusteiden vaikutukset (Neuhoff ym. 2006).

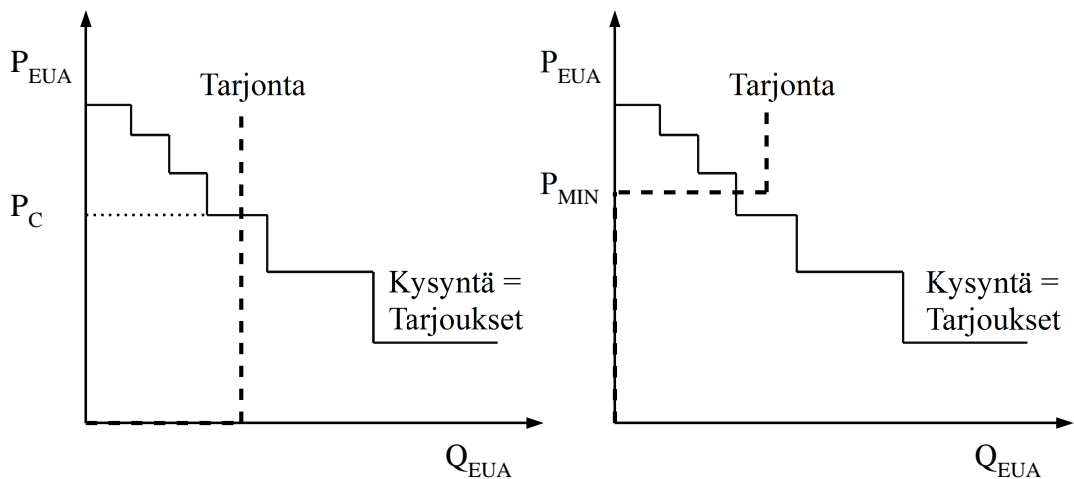
		Vaikutus	Enemmän investointeja laitosten käyttöajan pidentämiseen suhteessa uusiin investointeihin		Laitoksen toiminnan lisääminen		Vähemmän energia-tehokkaita investointeja
Allokaatio-malli		Vääristymä	Vähentää laitosten sulkemista	Suosii enemmän saastuttavia laitoksia	Suojelee tuotantoa CO ₂ -päästöjen kustannuksilta	Suosii enemmän saastuttavia laitoksia	Vähentää energia-tehokkaita investointeja
Huuto- kauppa							
Bench- marking	Kapasi- teetti		X				
	Kapasiteetti per polttoaine / laitostyyppi		X	X			
Historial- liset päästöt	Tuotanto		epäsuora		X		
	Tuotanto per polttoaine / laitostyyppi		X	X	X	X	
	Päästöt		X	X	X	X	X

4.3. Huutokaupamallit

Päästökaupan ensimmäisellä ja toisella kaudella on ollut mahdollista järjestää päästölupien huutokauppoja rajatulle määrälle päästölupia. Osittain huutokaupoista on tullut säännöllisiä ja vakiintuneita. Päästökaupan kolmannella kaudella vuodesta 2013 alkaen tulee voimaan EU:n määräykset pakollisesta päästölupien huutokaupasta. Vuonna 2013 huutokaupattavien osuus tulee olla vähintään 20% ja vuoteen 2020 mennessä ilmaisista jaettavista luvista luovutaan kokonaan. Siirtyminen huutokauppaan vähentää edellä kuvattuja allokaation ongelmia. Mutta luonnollisesti huutokaupan toiminnassa ja huutokaupamallin valinnassa on omat haasteensa.

Hepburn ym. (2006) esittelee erilaisia huutokaupamalleja ja niiden vaikutuksia. Päästölupien huutokaupan kohteena ovat luvat, joista jokainen oikeuttaa yhden hiilidioksiditonin päästöihin. Talousteorian näkökulmasta kyseessä on ns. ”multi-unit auction”, eli huutokaupan kohteita on useita ja ne ovat identtisiä. Mahdolliset huutokaupamallit voidaan jakaa kahteen perustyyppiin: suljetut tarjoukset ja nousevat tarjoukset. Suljetun tarjouksen huutokaupassa jokainen tarjoaja toimittaa heti lopullisen tarjouksensa ja nousevien tarjousten mallissa tarjoajilla on mahdollisuus korottaa tarjoustaan huutokaupan kuluessa.

Suljetun huutokaupan mallissa tarjoajat esittävät tarjouksensa ”kysyntäkäyrän” muodossa, ts. kuinka monta yksikköä tarjoaja on valmis ostamaan eri hintatasoilla. Eri tarjoajien tarjouksista muodostetaan kokonaiskysyntäkäyrä, ja huutokaupan lopullinen hinta asettuu tasolle, jossa kysyntä vastaa tarjontaa. Voittavat tarjoukset ovat ne, jotka ylittävät tämän tasapainohinnan. Huutokaupan järjestäjä voi asettaa myös minimihinnan, joka tulee ylittyä. Kuviossa 10 on esitetty hinnanmuodostus ilman minimihintaa (P_C) ja kun minimihinta on asetettu (P_{MIN}). (Hepburn ym. 2006)



Kuvio 10. Huutokaupan lopullinen hinta (Hepburn ym. 2006).

Suljetussa huutokaupassa voidaan soveltaa kahta erilaista hinnoittelua. Yhtenäishinnoittelussa (uniform pricing) jokainen voittaneen tarjouksen tehnyt maksaa saman hinnan. Tarjotun hinnan järjestelmässä (pay as you bid, discriminatory pricing) jokainen voittaneen tarjouksen tehnyt maksaa kysyntäkäyränsä mukaisesti eri määriä vastaavan hinnan.

Valitulla hinnoittelujärjestelmällä on huomattavia vaikutuksia sekä huutokaupan onnistumiseen että huutokaupasta saataviin tuloihin. Usein esitetään, että yhtenäishinnoittelussa tarjosten ja strategian valmistelu on osallistujille yksinkertaisempaa, mikä lisää huutokauppaan osallistumista ja kilpailua. Tarjotun hinnan järjestelmässä etenkin pienemmät tai kokemattomat tarjoajat saattavat vetäytyä huutokaupasta välttääkseen liian korkean tarjouksen aiheuttamat kustannukset, etenkin jos hintakehityksestä vallitsee epävarmuutta ja johdannaismarkkinat eivät ole likvidit. Mikäli halutaan välttää epävarmojen toimijoiden vetäytyminen huutokaupasta, voidaan sallia myös ns. ei-kilpailulliset tarjoukset. Näiden tarjosten osalta voidaan tarjoajalle taata lupien saanti, joko yhtenäishinnoittelussa markkinahinnalla tai tarjotun hinnan järjestelmässä voittavien normaalitarjosten keskiarvohinnalla.

Hinnoittelujärjestelmä vaikuttaa myös huutokaupasta saatavaan tuloon. Luonnollinen oletus on, että tarjotun hinnan järjestelmä johtaa korkeampaan toteumahintaan ja suurempaan tuloon, mutta on syytä muistaa, että myös tarjoajat muuttavat käyttäytymistään hinnoittelujärjestelmän mukaan. Itse asiassa on rationaalista käyttäytymistä laskea kaikkia tarjouksiaan tarjotun hinnan järjestelmässä välttyäkseen ylihinnan maksulta. Yhtenäishinnoittelussa tarjoajat laskevat tarjouksiaan vain, jos uskovat sen vaikuttavan lopulliseen huutokauppahintaan. On myös olemassa todisteita USA:n joukkovelkakirjamarkkinoilta, että yhtenäishinnoittelu johtaa korkeampaan hintaan ja vähemmän keskittyneeseen allokaatioon

Hepburn ym. (2006) tulevat artikkelissaan johtopäätökseen, että EU:n päästölupien huutokaupat tulevat toimimaan kilpailullisesti ja tehokkaasti, kunhan tarjoajien mukaan pääsyä ei keinotekoisesti rajoiteta. Erilaisia huutokauppamalleja on lukuisia, mutta todennäköisin vaihtoehto on suljettu huutokauppa ja jompikumpi em. mainituista hinnoittelumalleista. Yhtenäishinnoittelu näyttäisi todennäköisemmin tuottavan toivotun lopputuloksen ja olevan myös tarjoajien mieleen, mutta tältä osin tutkimustulokset ovat rajallisia (Hepburn ym. 2006).

Myös Macken (2007) toteaa artikkelissaan, että vaikka avoimen nousevan tarjousten huutokaupan etu on läpinäkyvyys, sen käyttöönotto on suljetun tarjousten mallia kalliimpi ja monimutkaisempi ja tästä syystä EU ETS:n huutokaupoissa on päädytty suosimaan suljetun tarjousten mallia laajan osanoton ja prosessin yksinkertaisuuden varmistamiseksi. Macken esittää myös yhtenäishinnoittelun olevan parempi vaihtoehto, mutta esittää tärkeän huomion koskien tarjoajia: Yhtenäishinnoittelu on paras vaihtoehto, jos kullakin osallistujalla ei ole liikaa markkinavoimaa suhteessa toisiin.

4.4. Euroopassa järjestettyjä huutokauppoja

Päästökaupan ensimmäisellä kaudella 2005-2007 neljässä maassa järjestettiin hiilidioksidin päästölupien huutokauppa: Irlanti, Unkari, Liettua ja Tanska. Tanskassa päädyttiin varsinaisen huutokaupan sijaan käyttämään mallia, jossa välittäjä hoiti myynnin. Muissa kolmessa maassa järjestettiin suljetun tarjouksen huutokauppa ja

hinnoitteluna käytettiin yhtenäishinnoittelua. Kaikissa maissa huutokauppaan sai osallistua lupia käyttävien laitosten lisäksi myös finanssi-instituutiot. Taulukossa 2 on esitetty päästökaupan ensimmäisen kauden toteutuneet huutokaupat (Cong ja Wei, 2010).

Taulukko2. Päästökaupan ensimmäisen kauden 2005 - 2007 toteutuneet hiilidioksidin päästöluvien huutokaupat (Cong ja Wei, 2010).

Huutokauppaan varatut päästöluvut			
	Irlanti	Unkari	Liettua
Huutokauppaan varatut päästöluvut	502 201	1 420 000	552 000
Varattujen lupien osuus lupien kansallisesta kokonaismäärästä	0,75 %	2,50 %	1,50 %
Päästöluvien toteutunut myynti	Irlanti	Unkari	Liettua
2005	0	0	0
2006	250 000	1 197 000	0
	963 000		
2007		1 177 500	552 000
Yhteensä	1 213 000	2 374 500	552 000
Myytyjen lupien osuus lupien kansallisesta kokonaismäärästä	1,81 %	4,18 %	1,50 %

Ensimmäisellä kaudella määrät olivat suhteellisen pieniä, huutokaupattujen lupien osuus koko ETS-järjestelmän ensimmäisen kauden luvista oli n. 0,2 %.

Taulukossa 3 on esitetty toisen kauden huutokauppamäärät, jotka ovat huomattavasti ensimmäistä kautta suurempia, mutta kuitenkin edustavat vain n. 4 %:in osuutta ETS:n kokonaislupamäärästä.

Taulukko 3. Päästökaupan toisen kauden 2008-2012 hiilidioksidin päästölupien huutokaupat. Tilanne 11/2010. (Chlistalla ja Zähres, 2010)

Huutokaupat toisella kaudella 2008-2012		
Maa	Vuotuinen huutokauppamäärä	Osuus kansallisista luvista
Itävalta	400 000	1,3 %
Saksa	40 000 000	9,0 %
Alankomaat	3 200 000	3,7 %
Englanti	17 000 000	7,0 %

Myös taulukon 3 maissa päädyttiin käyttämään suljetun tarjouksen huutokauppaa ja yhtenäishinnoittelua.

Itävallan ja Alankomaiden huutokaupat ovat olleet yksittäisiä, Saksassa on järjestetty tammikuusta 2010 alkaen viikoittainen huutokauppa ja Englannissa on säännöllinen huutokauppa kerran kuussa. EU:n tavoitteena on saada mahdollisimman paljon huutokauppoja keskitettyä samalle järjestäjälle. Jäsenmailla on mahdollisuus hakea tästä poikkeusta ja järjestää huutokauppa myös kansallisesti. Em. toisen kauden huutokaupoista Englanti on järjestänyt itse huutokauppansa, myös Itävallassa ensimmäinen huutokauppa järjestettiin kansallisesti. Muissa tapauksissa järjestäjänä on ollut sähkö- ja ympäristöpörssi Climex tai EEX (Chlistalla ja Zähres, 2010).

4.5. Puhtaan kehityksen mekanismi CDM

CDM (Clean Development Mechanism, puhtaan kehityksen mekanismi) on päästökaupan ja yhteistoteutuksen (JI) ohella kolmas Kioton joustomekanismeista. CDM:ssä Kioton päästötavoitteiden alaisessa maassa toimiva yritys voi toteuttaa kehittyvässä Kioton sopimuksen ulkopuolisessa maassa päästöjen vähennys- tai poistoprojektin ja saada päästövähennyksiä vastaavan määrän CER-todistuksia, jotka vastaavat päästökaupan EUA:ta ja oikeuttavat yhden hiilidioksiditonnin päästöihin.

Koska ilmakehän päästötavoitteet ovat globaalit, perustavoitteena on toteuttaa päästövähennykset siellä, missä se on halvinta ja saada myös kehittyvät taloudet mukaan päästöjen vähennyksiin. CDM on menestyksekkäiden alkuvuosiensa jälkeen alkanut saada osakseen myös yhä kriittisempiä kannanottoja ja keskustelua järjestelmän epäkohdista ja mahdollisista täydentävistä tai vaihtoehtoisista päästöhyvitysjärjestelmistä.

Suuri osa päästövähennysmahdollisuuksista on kehittyvissä talouksissa. Mikäli halutaan saavuttaa haluttu hiilidioksidin taso ilmakehässä globaalisti, myös nämä mahdollisuudet tulee hyödyntää. Kehittyvien talouksien resurssit ovat kuitenkin niukat ja päästöjen vähennyksessä tarvitaan teollisuusmaiden päästörahoitusta. Rahoituksen tulee olla taloudellista, tehokasta ja oikeudenmukaista. Rahoitukseen liittyy myös kysymykset rahoituksen tasosta, ts. mikä määrä päästövähennyksiä tulisi rahoittaa teollisuusmaiden päästörahoituksella, millä mekanismeilla rahoitus tulisi kerätä ja kuinka se pitäisi allokoida (Hepburn, 2009)?

On arvioitu, että hiilidioksiditasolle 450 ppm (parts per million, yksi miljoonasosa) pääsy vaatisi teollisuusmailta noin 25-40 prosentin päästövähennykset vuoteen 2020 mennessä verrattuna vuoden 1990 lähtötasoon. Tämän lisäksi kehittyviltä talouksien päästöjen tulisi olla 15-30 prosenttia matalammat verrattuna muuttumattomaan lähtötalanteeseen, ns. BAU-skenaarioon (Business As Usual). Vuositasolla tämä vastaa noin 10 GtCO₂e. Ja jos otetaan huomioon, että kehittyvät taloudet ei missään tapauksessa pysty rahoittamaan tarvittavaa vähennystä itse ja otetaan tavoitteeksi puolet tästä, määrä on 5 GtCO₂e vuosittain. Nykyiseen verrattuna tarvittaisiin siis n. kymmenkertainen määrä päästövähennyksiä ja niille rahoitusta (Hepburn, 2009). Tällä hetkellä hyväksytyjen CDM projektien vuosikeskiarvo on n. 470 Mt (<http://cdm.unfccc.int/Statistics>). EU on direktiivillä määrännyt, että CDM- ja JI-päästövähennyksillä voidaan toteuttaa enintään puolet 20% päästövähennystavoitteesta 1990-2020. Jos verrataan vuoden 2005 päästöihin ja otetaan huomioon CDM-päästöhyvitykset, päästöjen vähennystavoite on enää n. 6%. Tämä vie pohjaa uusiutuvien energianlähteiden käytön edistämiseltä sekä päästöjä vähentävältä ja energiatehokkuutta parantavalta kehitystyöltä ja investoinneilta. EU onkin ilmoittanut

mahdollisesti tarkastelevansa uudestaan ja rajoittavansa päästöhyvitysten käyttöä (Neuhoff ja Vasa, 2010).

Määräysten mukaan CDM-projektin tuottamien päästövähennysten tulee toteuttaa ns. lisäisysehto. Lisäisysehto tarkoittaa, että päästövähennyksiä ei saavutettaisi ilman CDM-projektia. Tämä sinänsä ihan ymmärrettävä ja selkeä periaate on CDM-projektien hyväksyntää eniten hidastuttava tekijä ja aiheuttaa valtavan työtaakan projektien kehittäjille ja etenkin hyväksyjille. CDM EB:lle (CDM Executive Board) on toimitettu useita satoja eri lisäisyyden arviointimenetelmiä hyväksyttäväksi, joista yli sata on hyväksytty käyttöön. CDM EB:ssä alkuvuosien resurssointi on ollut riittämätöntä, ja tämä on johtanut pitkiin useiden vuosien käsittelyaikoihin. Päästövähennysten arvioinnin haaste ei ole kuitenkaan ainoastaan CDM:n ongelma. Mikä tahansa vastaava mekanismi, jossa kohdemaassa ei ole tappion mahdollisuutta ts. velvoitetta vähentää päästöjä, kohtaa tämän väistämättömän ongelman (Hepburn, 2009).

Projektien hyväksynnän viive johtuu pohjimmiltaan epäsymmetrisestä informaatiosta CDM EB:n ja projektikehittäjien välillä. CDM EB joutuu luottamaan projektikehittäjän ja ulkopuolisen arvioijan toimittaman arvion tarkkuuteen lähtötilanteesta, ns. BAU-skenaariosta (Business As Usual) ja päästöurasta (baseline). BAU:n määrittäminen absoluuttisen tarkasti on mahdotonta, mutta varmaa on, että projektin kehittäjällä on parempi näkemys oikeasta BAU-skenaariosta, kuin CDM EB:llä. Akerlofin (1970) tunnetun artikkelin ”The Market for Lemons” epävarmuus ja epäsymmetrinen informaatio johtavat epäsuotuisaan valintaan (adverse selection). Ei-lisäiset projektit ovat halvempia, joten mitä suurempi informaation epäsymmetria ja mitä vähemmän luotettavia ulkopuoliset arvioijat ovat, sitä enemmän ei-lisäisiä projekteja hyväksytään. Vaikka ulkopuoliset arvioijat tekevät yksityiskohtaisen ja mahdollisimman tarkan arvion projektista ja päästöurasta, lisäisyyden varmistaminen kaikille tuhansille CDM-projekteille on mahdotonta. Tästä syystä aivan oikeutetusti on arvioitu, että hyväksytyjen projektien joukossa on myös ei-lisäisiä projekteja, jotka olisi toteutettu joka tapauksessa. Tämä ei välttämättä ole kuitenkaan huono asia ympäristön kannalta. Samalla tavoin syöttötariffilla tuetaan tiettyjä uusiutuvan energialähteen tuotannon muotoja, riippumatta siitä olisiko investoinnit näihin tuotantomuotoihin toteutettu joka

tapauksessa ilman syöttötariffin tarjoamaa tukea. Joka tapauksessa nämä tuet tuottavat kannustimen alalle tuloon ja lisäävät investointeja luomalla vakautta hintoihin (Hepburn, 2009).

CDM:n kohdistuu lukuisia odotuksia. Ensinnäkin, sen odotetaan tukevan kehittyvissä talouksissa vähemmän hiilidioksidi-intensiivisempää kehitystä lisäämällä resursseja ja teknologista yhteistyötä. Toiseksi sen odotetaan laskevan teollisuusmaiden kustannustaakkaa omien päästötavoitteidensa saavuttamisessa, mutta voidaan myös ajatella että tältä osin CDM on markkinapohjainen ”sakko” siitä, että päästötavoitteisiin ei ole päästy. Kolmanneksi, CDM toimii myös päästöjen hinnan ”varaventiilinä”, tasoittaen hintakehitystä päästötavoitteiden jäädessä saavuttamatta. CDM:n odotetaan myös toimivan kannustimena globaaleille päästömarkkinoille (Neuhoff ja Vasa, 2010).

Vähemmän päästöjä aiheuttavan teknologian käyttöönotto kehittyvissä talouksissa vaatii huomattavia taloudellisia resursseja. CDM on suurin tähän liittyvä varojen siirtomekanismi. Vuositasolla siirtojen arvo on n. 1,5Mrd€ (150 miljoona CER:iä, keskihinta 10€/CER). Tästä summasta osansa saavat projektien kehittäjät ja auditot. CDM on toiminnassa oleva järjestelmä, joka hyödyttää edellä mainittuja sidosryhmiä ja lisäksi on helppoa poliittisesti tukea CDM:n järjestelmän jatkoa myös tulevaisuudessa. Johtuen päästöhyvitysten ”nollasummapelistä”, päästöjen vähennys kehittyvissä talouksissa vähentää päästöjä vähentävän teknologian kehittämistä ja päästöjen vähentämistä teollisuusmaissa. Mutta varmistaako CDM myös jatkossa vähäpäästöisen teknologian käytön lisääntymisen kehittyvissä talouksissa? Vaikein haaste liittyy CDM:n myöntöperusteiden ja kohdemaan oman politiikan yhteensovittamiseen. CDM EB (CDM Executive Board), jonka hyväksyntä vaaditaan kaikille CDM-projekteille, on luonut ns. E+/E–säännöt, joiden mukaan maan omassa politiikassa tai säännöksissä tehtyjä päästöjä lisääviä tai vähentäviä muutoksia ei oteta huomioon päästöjen lähtötason määrittelyssä. Tarkoituksena on ollut kannustaa kehittyviä maita olemaan itsekin aloitteellisia päästöjen suhteen ja silti saada CDM-projekteja maahan, mutta käytännössä ollaan jouduttu tilanteeseen, jossa E+/E–sääntöjen seurauksena on teollisuusmaiden varoilla tuettu hankkeita, jotka olisivat toteutuneet joka tapauksessa. Alun perin CDM tarkoitettiin suoraksi projektikohtaiseksi tueksi, joka toteutuu ilman

kohdemaan hallinnon voimakasta osallistumista, mutta em. ongelma osoittaa, että teknologinen kehitys vaatii paikallisen hallinnon taholta ohjausta ja koordinoitua, varsinkin silloin, kun muutoksilla on ympäristö- tai muita ulkoisvaikutuksia. CDM-projekteja on myös arvosteltu siitä, että ne kohdistuvat energia- ja hiilidioksidipäästöintensiivisille aloille, tukien tehokkaampien tai uusien laitosten rakentamista esim. teräs- ja sementtiteollisuudessa ja fossiilisen polttoaineen energiatuotannossa sen sijaan että pyrittäisiin kohti matalampaa tuotantoa ja kulutusta näillä aloilla (Neuhoff ja Vasa, 2010).

CDM:llä on myös tavoiteltu päästövähennysten kustannusten laskua teollisuusmaille. Staattisessa mallissa vertailu on helppo, eli missä saadaan päästövähennykset toteutettua halvimmalla. CDM:n ja päästökaupan käyttöönotto ovat tuoneet mukanaan dynaamisia tekijöitä, jotka vaikutuksillaan voivat kumota CDM-projekteilla saavutetut staattiset hyödyt. Ensinnäkin, CDM on tuki tietyille toimialoille ja tuotantotavoille kehitysmaissa. Tämä saattaa pitkällä aikavälillä vääristää investointien kohdentumista ja aiheuttaa näin saavutettua välitöntä hyötyä suuremman hyvinvointitappion pitkällä aikavälillä. Toiseksi, epävarmuus CDM-projektien ja CER-todistusten kysynnästä ja tarjonnasta aiheuttaa epävarmuutta yrityksille omissa laitoksissa tarvittavien päästövähennysten ja kustannusten suhteen. Kolmanneksi, CDM-projekteissa hyödynnetään halvimmat päästövähennyskeinot. Tämä voi vaikeuttaa myöhemmin kohdemaassa oman päästöpolitiikan käyttöönottoa (Neuhoff ja Vasa, 2010).

Kun valtio sitoutuu kiinteisiin päästörajoihin, ja päästöjen hinta määräytyy markkinoilla, tästä aiheutuu riski yrityksille päästöjen hinnan epävarmuuden kautta. EU:n ETS -kaupassa päästölupien hinnoille ei ole asetettu rajoja. CDM:n on esitetty toimivan päästöjen hinnan ”varaventiilinä. Koska kaudella lupien määrä on vakio, kysynnän noustessa EUA-hinnat nousevat, mutta CDM tarjoaa mahdollisuuden tuoda vastaavia CER- päästölupia ETS- markkinan ulkopuolelta. Teoriassa tämä toimii hyvin ja oikein silloin, kun päästölupien hinnat ovat korkealla. Mutta kuten EU:n ETS-kaupassa on nähty, ajoittain lupia on ollut markkinoilla tarjolla runsaasti, ja tällöin CER-päästöluvat entisestään lisäävät tarjontaa ja vääristävät investointipäätöksiä teollisuusmaissa. USA:n päästökaupamallia koskevissa keskusteluissa on esitetty, että

CDM- tai muiden vastaavien päästöhyvitysten käyttö olisi sallittua vasta päästölupien hinnan saavuttaessa tietyn tason tai jos kansalliset päästövähennykset eivät riitä tavoitteiden saavuttamiseen. On selvää, että tämä aiheuttaisi suurta epävarmuutta päästöhyvitysten arvolle, ja sitä kautta huomattavasti vähentäisi kehitysmaissa tapahtuvia päästövähennysprojekteja (Neuhoff ja Vasa, 2010).

CDM:n on ajateltu toimivan myös mekanismina kansainvälisten päästötavoitteiden saavuttamisessa. CDM:n myötä varoja siirretään kehitysmaihin. Yritysten näkökulmasta voidaan myös nähdä, että investointien toteuttaminen kotimaassa on maan omaa taloutta tukevaa sen sijaan, että tuettaisiin kilpailijoita muissa maissa. Tällä perusteella voidaan poliittisesti argumentoida, että CDM luo kannustimen toteuttaa päästövähennykset kotimaassa päästövähennysten kustannuksen ja kilpailuvaikutuksen välttämiseksi. Kuitenkin, yksittäisen päätöksen osalta lisäpäästöhyvitysten kustannukset ovat pienet, jakautuvat useille vuosille ja kohdentuvat yksityiselle sektorille, ja näin ollen kannustimen vaikutus ei välttämättä ole kovin vahva. Lisäksi CDM antaa mahdollisuuden olla täyttämättä kansallisilla toimilla päästötavoitteita, ja sen sijaan hankkia päästöhyvityksiä. Kaikkein suurin ongelma liittyy kuitenkin, kuten jo edellä viitattiin, CDM-projektien ja maan oman päästöpolitiikan yhtensovittamiseen. CDM ei pakota kohdemaata asettamaan omia päästötavoitteita, tai mikäli ne asetetaan, niiden saavuttamatta jääminen ei aiheuta maalle kustannuksia (Neuhoff ja Vasa, 2010).

4.6. Päästörahoituksen tulevaisuus

Kuten edellä kuvattiin CDM-mekanismiin liittyy huomattavia ongelmia liittyen projektimenettelyn hitauteen ja korkeisiin kustannuksiin, projektien lisäisyyteen sekä vääristyneisiin kannustimiin, jotka eivät kannusta kehitysmaata itseään vähentämään päästöjä. Yleistyvän käsityksen mukaan CDM:n epäkohtiin tulisi puuttua. Monissa artikkeleissa on esitelty parannusehdotuksia, korvaavia päästöhyvitysjärjestelmiä tai kokonaan toisentyypisiä mekanismeja päästörahoitukselle ja päästöjen vähentämiselle kehitysmaissa.

Wagner ym. (2009) listaa kriteerit, jotka päästörahoitusmekanismin tulisi täyttää. Ensinnäkin päästörahoituksen tulee taata kehittyville talouksille riittävästi pääomaa kannustaen vähähiiliseen talouskasvuun. Pääomaa ei voida vain ”siirtää” maahan, pääoman käytön tulee auttaa talouskasvun ja päästöjen kasvun yhteyden katkaisemisessa. Toiseksi, päästörahoituksen tulee valmistella kehittyvien maiden tulevaa täyttä osallistumista globaaliin päästöjen rajoittamiseen. Erityisesti tukea tarvitaan teknisen, institutionaalisen ja tiedollisen kapasiteetin lisäämiseksi päästöjen vähentämisessä. Alkuedellytyksenä tälle on päästöjen luotettava ja perusteellinen mittaus. Kolmanneksi, mekanismin tulee olla suhteessa valtioiden ja markkinoiden kykyyn luoda ja ottaa vastaan rahoitusresursseja. Uuden päästörahoituksen tulee myös taata päästöjen ydinmarkkinoiden, joka alkuvaiheessa toimii lähinnä teollisuusmaissa, koskemattomuus. Neljänneksi, päästörahoituksen tulee johdonmukaisesti tukea ympäristön päästötavoitteiden saavuttamista.

Hepburn (2009) esittää artikkelissaan useita eritasoisia muutosehdotuksia. Kaksi ensimmäistä ovat pieniä parannusehdotuksia nykyiseen CDM-järjestelmään ilman muutoksia päästörahoituksen perusrakenteissa. Ensinnäkin projektit hyväksyvä CDM EB on tällä hetkellä kiistatta pullonkaula. Vuositasolla tarvittavasta määrästä CER-todistuksia varovasti arvioituna n. 1/10 ehditään käsitellä, ja projektien rekisteröinnistä CER-todistusten liikkeellelaskuun kuluu yli kolme vuotta. CDM EB:n jäsenet ovat toimineet osa-aikaisesti ja projektipohjaisesti. On selvää, että CDM EB tarvitsee lisää resursseja, projektihyväksyntä tulisi jakaa osa-alueisiin ja kaiken kaikkiaan CDM-projektien hyväksynnästä tulisi tulla ammattimaisempaa toimintaa. Toinen kehitysehdotus, joka on osittain jo toteutumassa, liittyy ns. ohjelma-CDM:n käyttöönottoon. Ohjelma-CDM:ssä useita pieniä saman projektin osaprojekteja käsitellään yhdessä sen sijaan, että jokainen projekti käsitellään erillisenä. Ohjelma CDM:n osalta käyttöönottoa on hidastanut kaikkien osapuolten hyväksymien toimintamallien ja sääntöjen luominen, mutta ohjelma-CDM voisi tuoda huomattavaa tehostusta CDM EB:n toimintaan ja projektien hyväksymisprosessin nopeuteen.

Huomattavasti suurempi muutos olisi Changin (2007) esittämä CER-vähennys (CER discounting). Yksi CDM-mekanismin perusongelmista on, että globaalisti nettopäästöt

eivät vähene, vaan siirtyvät kehitysmaasta teollisuusmaahan. Käytännössä yritys teollisuusmaassa ostamalla CER-todistuksia voi tuottaa lisäpäästöjä kehitysmaan päästövähennystä vastaavan määrän. CER-vähennyksellä voitaisiin vähentää myytävien CER-todistusten määrää, esim. jos projekti tuottaa 2 MtCO₂e päästövähennyksiä, voitaisiin CER-todistuksia myydä vain 1 Mt ja 1 Mt olisi oikeaa päästövähennystä. CER-vähennyksen ”perusprosentissa” tulisi ottaa huomioon päästömarkkinoiden hintajoustot, kysyntä ja tarjonta, hintojen vakaus ja tavoiteltu hintataso. Mallin mukaan lisäksi eri vähennysprosenttia voitaisiin soveltaa esim. maan bkt:n tai maantieteellisen sijainnin mukaan. Vähennysprosentti voisi olla suurempi korkean tulon kehittyneemmissä talouksissa ja matalampi köyhemmissä maissa tai maanosissa, esimerkiksi Afrikassa. Lisäksi CER-vähennys toisi mahdollisuuden vähennyksen sijaan kertaistaa projektin tuottamat CER-todistusten määrä, esim. tuuli- tai aurinkoenergia projektit voisivat saada CER-todistukset kymmen- tai satakertaisena päästövähennyksiin nähden. CER-markkinoiden hallinta CER-vähennyksillä mahdollistaisi myös luopumisen tiukasta CDM-projektin lisäisyysvaatimuksesta. Sen lisäksi että lisäisyyden todistaminen on kallista ja hidasta, moni oikeasti päästöjä vähentävä projekti jää kokonaan toteuttamatta tai CDM:n ulkopuolelle, koska lisäisyyden todistaminen on mahdotonta. CER-vähennyksen hallinnoinnilla voitaisiin joka tapauksessa estää CER-todistusten liikatarjonta Chang (2007). Teknologia- tai tuotantotapakohtainen CER-vähennys myös mahdollistaisi ylivoittojen pienentämisen aloilla, joilla päästövähennysten rajakustannusten ja päästölupien markkinahinnan ero on suuri. Lisäksi CER-vähennys parantaisi päästövähennysten ”vipuvaikutusta” ts. päästövähennysten määrää suhteessa käytettyyn rahamäärään. CER-vähennysprosentin kasvu myös loisi kehittyneimmille maille kannustimen siirtyä kohti EU:n ETS-päästökaupan kaltaista cap-and-trade päästökauppaa, jossa päästövähennyksistä saadaan niitä vastaava täysi arvo (Hepburn, 2009).

CDM-projektien käsittelyä voitaisiin myös tehostaa ottamalla käyttöön alakohtaiset CER:it. Tätä kehityssuuntaa on myös EU tuonut esiin yhtenä mahdollisena tehostamiskeinona. Perusajatus näissä alakohtaisissa CER-luvissa on alakohtaisten viitearvojen (benchmarking) käyttöönotto. Yritys saa CER-hyvityksiä alittaessaan alalle asetetun viitearvon, mutta viitearvon saavuttamatta jäämisestä ei rangaista. Tämä

mahdollistaa haastavien viitearvojen asettamisen myös kehitysmaiden tapauksessa. Alakohtaisen CDM:n etuina on laajempi osanotto, neuvottelujen yksinkertaistuminen, parempi tavoitteenasetanta kriittisillä aloilla ja kilpailun edistäminen. Oikean viitearvon ja tavoitetason on luonnollisesti keskeisessä asemassa. Liian tiukka tavoite johtaa kehitysprojektien vähenemiseen ja vastaavasti liian helppo tavoite tuottaa liikaa CER-todistuksia. Tiukka tavoite vähentää ei-lisäisiä projekteja, mutta johtaa myös joidenkin aidosti lisäisten projektien hylkäämiseen. Toinen alakohtaisen CDM:n sovellus voisi olla myös malli, jossa yhden maan yhden toimialan käsitellään yhtenä CDM-projektina. CER-todistukset myönnettäisiin yritysten sijasta maan hallitukselle. Vaikka tämä malli huomattavasti vähentäisi CDM-projektien määrää ja hallinnointia CDM EB:ssä, haittapuolena on lisääntynyt hallinnointi maatasolla. Lisäksi yrityksillä ei ole suoraa kannustinta päästövähennyksiin, vaan lopullinen lupien saanti riippuu maan CER-todistusten jakopolitiikasta. Jakotavasta riippumatta kaikille alakohtaisille CER-mekanismeille on yhteistä riittävän informaation saaminen viitearvojen asettamiseksi. Tarvittava tieto on yritysten kannalta luottamuksellista tietoa ja tietojen todentaminen on vaikeaa. Myös alakohtaisen CER:in tapauksessa vaarana on epäsymmetrinen informaatio kuten nyt käytössä olevan CDM-järjestelmänkin tapauksessa Hepburn (2009).

Kokonaan toisentyyppinen kehitysehdotus on kansainvälisen päästöpankin tai -rahaston perustaminen. Perusideana näissä ehdotuksissa on, että markkinoilla on monopsonistinen pankki, joka ostaa kaikki päästöhyvitykset hinnalla, joka on mahdollisimman lähellä projektin päästövähennyksen rajakustannusta ja myy edelleen päästöhyvitykset teollisuusmaille markkinahinnoilla. Hintojen erotus voidaan ohjata uusien päästövähennysprojektien rahoittamiseen. Tämän mallin suurin ongelma on todellisen rajakustannuksen löytäminen, joka on epäsymmetrisestä informaatiosta johtuen vaikeaa. Eräs ratkaisu on käyttää ns. käännteistä huutokauppaa ts. tarjouskilpailua päästöhyvitysten ostohinnan minimoiseksi (Hepburn 2009).

Wara ja Victor (2008) kritisoi voimakkaasti päästöhyvitysjärjestelmiä, ja esittävät CDM:n käytön voimakasta rajoittamista. Pääasiallisesti rahoitus tulisi tulla päästöpankin tai -rahaston kautta. Esimerkkinä jo toimivasta rahoitusjärjestelmästä on

Multilateral Fund of the Montreal Protocol. Kyseessä on Montrealin pöytäkirjaan otsonikerrosta heikentävistä aineista vuodelta 1987 liittyvä rahoitusjärjestelmä, jonka puitteissa on rahoitettu vuoteen 2009 mennessä yli 6000 projektia 147:ssä maassa (<http://www.multilateralfund.org>) Wara ja Victor (2008) tuo ehkä tärkeimpänä ehdotuksenaan esiin myös muun kuin suoran taloudellisen avun merkityksen kehitysmaiden päästöjen vähentämisessä. Poliittisella ja diplomaattisella toiminnalla pitäisi pyrkiä saamaan teollisuusmaiden ja kehitysmaiden välille laajoja perusinfrastruktuurin kehittämiseen tähtäviä sopimuksia, joilla saadaan päästöjen perusuraa muutettua. Lisäksi tarvitaan myös teknistä osaamista, monesti kehitysmaissa puuttuu osaamista ja tästä syystä osa teknologisista vaihtoehdoista jää kokonaan käyttämättä päästöjen vähennyksissä, mikäli vain rahoitetaan CDM:n projekteja.

Wagner ym. (2009) esittää nykyisen CDM-mekanismiin tilalle ns. puhtaan investoinnin budjetti -mallia (CIB, Clean Investment Budget). CIB:ssä kehitysmaan päästöraja asetetaan nykyisten päästöjen yläpuolelle. Nykyiset päästöt ylittävästä osuudesta muodostetaan päästöhyvityksiä, joita maa voi myydä teollisuusmaiden päästömarkkinoilla. Myynnistä saaduilla tuloilla voitaisiin rahoittaa päästöjä vähentäviä investointeja ja teknologista kehitystä. Budjetit määritellään useille vuosille tai kausille siten, että päästöjen kokonaismäärä vähenee edelliseen kauteen nähden ohjaten näin maan päästökaikusta laskevalle uralle. CIB:n tulee täyttää kaksi ehtoa. Ensinnäkin CIB-lupien määrän tulee olla yhteensopiva muiden päästömarkkinoiden kanssa siten, että markkinat pystyvät ottamaan vastaan luvat. Toiseksi, eri maiden yhteenlaskettujen CIB-lupien määrän tulee taata haluttu ympäristöllinen vaikutus. CIB:n etu olisi myös tehokkuus. Minimissään CIB tuottaa yhtä päästöhyvitysyksikköä kohti yhden tonnin päästövähennykset, mutta on luultavaa että päästöjen vipuvaikutuksen kautta (carbon leverage) saavutetaan parempi tehokkuus. Markkinahinnan ja päästövähennyksen rajakustannuksen erotus jää projektin toteuttavaan maahan ja mahdollistaa monin eri tavoin lisävähennykset päästöihin. CIB, kuten muutkin päästöjen vähennysohjelmat vaativat maalta luotettavaa päästöjen seuranta ja raportointia, riittävää institutionaalista kapasiteettia sekä ennen kaikkea kansallisen toimenpideohjelman vähäpäästöiselle kasvu-uralle siirtymisestä.

5. Yhteenveto

Ympäristöpolitiikassa käytetyin päästöjen negatiivisten ulkoisvaikutusten taloudellinen ohjauskeino on ollut verotus. Tästä pigoulaisen tradition mukaisesta ohjauksesta ollaan päästökaupan ja päästörahoituksen myötä siirtymässä kohti coaselaista markkinapohjaista ohjausta. Toki tässäkin mallissa ei olla puhtaasti markkinoiden toiminnan varassa, vaan kansainvälinen ja maakohtainen hallinto asettaa toiminnan tavoitteet, rajat ja säännöt.

Verrattuna päästökauppaan verotuksen etuina voidaan nähdä kiinteä hinnan asettaminen päästöille, yrityksille tarjoutuva ajallinen joustavuus päästövähennysinvestointien toteuttamiseen sekä tulonmuodostus valtiolle. Päästökaupan tuoma päästöjen hinnan vaihtelu on pitkäjänteisen päästöpolitiikan puutteen lisäksi keskeinen epävarmuutta lisäävä ja investointipäätöksiä vaikeuttava tekijä yrityksille. Päästökaupassa ajallista joustavuutta voidaan lisätä erilaisilla joustomekanismeilla, kuten päästölupien otto- ja antolainaus, päästöhyvitykset jne. Siirryttäessä ilmaisjaosta huutokauppaan voidaan myös päästökaupasta saada verotusta vastaavaa tuloa valtiolle. Usein esitetty ehdotus näiden vero- tai huutokauppatulojen ”korvamerkitsemisestä” edelleen päästöjen vähentämiseen on sinänsä mielenkiintoinen ajatus ja mahdollinen päästökaupan tehokkuutta lisäävä ajatus, mutta ei sinänsä pelkästään ympäristöpolitiikkaan tai -talousteoriaan liittyvä aihe, vaan oma yleisemmän tason julkistalouden ongelmansa.

Kiintiöihin perustuvan päästökaupan tärkein etu on täsmällisen päästötavoitteen asettaminen. Sekä verot että päästökauppa vähentävät päästöjä asettamalla hiilidioksidille kustannuksen, joka vähentää hiilidioksidista tuotantoa, kulutusta ja päästöjä. Lisäksi päästökauppa edistää taloudellista tehokkuutta kohdentamalla päästörasitteen maille, aloille ja laitoksille, joiden päästöt tehokkuudessa on eniten tehostettavaa. Rasitteen oikeudenmukainen kohdentuminen edellyttää riittävää tietoa päästöistä ja teknologisista mahdollisuuksista kiintiöiden laadinnassa.

Verotuksen ja päästökaupan lisäksi kolmas usein esiintyvä päästöjen vähentämisen mekanismin on ns. benchmarking, eli päästöjen vertailu johonkin viitearvoon,

keskiarvoon tms. Suurin osa kirjallisuudesta päätyy johtopäätökseen, että benchmarking ei voi sinänsä toimia ainoana mekanismina, mutta sillä voi olla tärkeä täydentävä rooli markkinaehtoisen päästökaupan ja päästörahoituksen toiminnan parantamisessa.

Päästökauppa aiheuttaa yrityksille kustannuksia, joko konkreettisia tai vaihtoehtoiskustannuksia. Riippumatta siitä, onko luvat saatu ilmaisesta alkujasta tai ostettu huutokaupasta päästöluvilla on arvo, jonka yritys pyrkii siirtämään myyntihintoihinsa. Kustannusten siirtyminen hintoihin riippuu markkinatilanteesta, kysynnän ja tarjonnan joustoista, päästöjen hinnasta ja tuotannon hiilidioksidintensitiivisyydestä. Mikäli kaikki kilpailijat toimivat samalla päästökauppa-alueella, hintavaikutus toimii oikein, ja kohtelee ankarimmin eniten hiilidonnaisia toimijoita. Kun tarkastellaan kilpailua kansainvälisessä ympäristössä, saattavat esim. EU:ssa toimivat yritykset kohdata kilpailua EU:n ulkopuolisista maista, joissa ei ole sitovia päästötavoitteita ja päästökauppaa. Nämä tilanteet luovat epäoikeudenmukaisen kilpailutilanteen, ja ovatkin jo lisänneet EU:ssa poliittista painetta oman tuotannon suojaamiseksi.

Päästö lupien jaon pelisäännöt vaikuttavat yritysten käyttäytymiseen. Teoreettisesti paras muuttumaton allokaatio on käytännössä poliittisesti mahdoton toteuttaa. Lisäksi uusien ja suljettujen laitosten lupien lupasäännöt tulee olla johdonmukaiset. Väärin laaditut lupien jakosäännöt voivat tuottaa yrityksille vääristyneen kannustimen ylläpitää korkeaa päästötasoa ja tehottomia laitoksia tuotannossa. Toinen päästö lupien jakoon liittyvä ongelma on ollut lupien ilmaisjako. Mikäli ohjauskeinona on päästökauppa, on huutokauppa tehokkain tapa välttää allokaatiosääntöjen ongelmat ja vääristyneet kannustimet yrityksille.

EU:ssa on saatu kokemuksia em. ilmaisjaon ongelmista päästökaupan ensimmäisellä ja kuluvalle toisella kaudella. Huutokauppoja on järjestetty vuodesta 2006 alkaen ja joillain markkinoilla on jo nyt vakiintunut tilanne, jossa huutokauppoja järjestetään säännöllisesti. Päästökaupan kolmannella kaudella on olemassa EU:n asettama tavoite vuodesta 2013 alkaen vähentää ilmaisjaon osuutta vuosittain ja vuonna 2020 ilmaisjakoa ei enää ole, vaan kaikki luvat huutokaupataan. Huutokaupan kautta

kustannus tulee konkreettisemmaksi, ja on tietenkin olemassa vaara, että ilmaisjaon lupien vaihtoehtokustannusten kautta saatu hyöty on mahdollistanut muiden tuotantokustannusten nousun ja siirryttäessä huutokauppaan toteutuva konkreettinen kustannus asettaa lisää hinnankorotuspaineita. Toteutuneissa huutokaupoissa on pääosin päädytty käyttämään klassista suljetun tarjouksen ja yhtenäishinnoittelun mallia. Talousteoria tarjoaa runsaasti pohdintoja erilaisista huutokaupamalleista ja niiden eduista ja haitoista. Valitusta mallista riippumatta onnistuneen huutokaupan tulee aina houkutella mahdollisimman paljon osallistujia, estää tarjoajien välinen yhteistoiminta ja johtaa järkevään hintatasoon sekä myyjän että ostajien kannalta.

Kioton pöytäkirjassa on sovittu globaalista päästökaupasta, mutta käytännössä EU:n ETS-kauppa on ollut volyymiltaan ylivoimaisesti suurin markkina. Kaupankäynti globaaleilla AAU-päästöluvilla on ollut vähäistä, tosin pari viime vuoden aikana nopeassa kasvussa. Tärkein Kioton sopimuksen ulkopuolinen teollisuusmaa Yhdysvallat on alueellisesti aloittanut rajoitetun kansallisen päästökaupan, mutta suuremmassa mittakaavassa Yhdysvallat ei ole vielä perustanut omia päästömarkkinoitaan tai osallistunut globaaliin päästökauppaan. Päästökaupan maantieteellinen laajentaminen onkin yksi tulevaisuuden avainkysymyksiä. Lisäksi päästökaupapolitiikka kaipaa ”ajallista” laajentamista, eli yrityksille pitäisi olla päästöpolitiikan periaatteet ja tavoitteet selvillä useiksi kymmeniksi vuosiksi eteenpäin, koska tyypillisillä päästökaupan toimialoilla myös investointien käyttöaika on pitkä. Pitkäjänteisen päästöpolitiikan lisäksi yrityksille ja myös koko päästökaupalle on tärkeää hintojen vakaus ja päästölupien allokaation muuttumattomuus ja ennustettavuus.

Globaalilla tasolla tarvitaan teollisuusmaiden lisäksi myös kehitysmaat mukaan päästöjen vähennyksiin. Avainasemassa kehitysmaiden osalta on päästövähennysten rahoitus. Tällä hetkellä yleisimmin käytetty päästörahoitus on puhtaan kehityksen mekanismi CDM. CDM vaatii tuntuvia parannuksia tai korvaamista kokonaan toisella järjestelmällä. CDM on kallis ja tehoton, sekä hallinnollisesti raskas ja hidas mekanismi. Lisäksi päästöt eivät aidosti vähene, vaan siirtyvät päästöhyvitysten kautta teollisuusmaihin. CDM myös tuo kehitysmaalle helppoa rahoitusta, ja saattaa rahoituksen menettämisen pelossa hidastaa tai jopa estää omien päästöjä vähentävien

toimenpiteiden aloittamisen. CDM ei myöskään riittävästi ohjaa kehitysmaata vähähiiliseen talouskasvuun ja kohti omaa aktiivista päästöpölitikka ja päästötavoitteita.

CDM:lle on myös esitetty lukuisia mielenkiintoisia vaihtoehtoja. Näistä mielenkiintoisimpia ovat CER-vähennysten ja päästöpankin tai -rahaston perustaminen. Molemmissa pyritään ennen kaikkea taloudellisen tehokkuuden parantamiseen eli päästövähennysten ja käytetyn rahan suhteen parantamiseen siten, että hyöty ympäristön kannalta maksimoituu ja päästölupien arvon tuottama tulonjako suosii kehitysmaata, ei teollisuusmaita ja projektinkehittäjiä. Pidemmällä aikavälillä on myös nähtävissä, että päästörahoitus- ja päästöhyvitysjärjestelmä tulisi korvata päästökaupan kaltaisella sitovat tavoitteet ja kiintiöt sisältävällä päästökaupalla myös kehitysmaiden osalta.

Lähteet

Kirjallisuus

Akerlof, George A. (1970). The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 84, No. 3.

Chlistalla, Michael, Zähres, Meta (2010). Bidding for the better. EU Emissions Trading Scheme moves to auctioning. Deutsche Bank Research. Frankfurt am Mein.

Chung, Rae Kwon (2007). A CER discounting scheme could save climate change regime after 2012. *Climate policy* 7. (2007) 171-176. Earthscan.

Cong, Rong-Gang, Wei Yi-Ming (2010). Auction design for the allocation of carbon emission allowances: uniform or discriminatory price? *International journal of energy and environment*. Volume 1, Issue 3, 2010.

Cramton, Peter, Kerr, Suzi (2002). Tradeable carbon permit auctions. How and why to auction not grandfather. *Energy Policy* 30 (2002) 333–345. Elsevier.

Ellerman, A. Denny, Joakow, Paul L. (2008). The European Union's Emissions Trading System in perspective. Massachusetts Institute of Technology.

Grubb, Michael, Brewer, Thomas L., Sato, Misato, Heilmayr, Robert, Fazekas, Dora (2009). Climate policy and industrial competitiveness: Ten insights from Europe on the EU Emissions Trading System. *Climate & energy paper series 09*. The German Marshall Fund of the United States.

Hanley, Nick, Shogren, Jason F., White, Ben (2001). *Introduction to Environmental Economics*. Oxford University Press.

Hepburn, Cameron (2007). Carbon Trading: A Review of the Kyoto Mechanisms. *The Annual Review of Environment and Resources*.

Hepburn, Cameron (2009). International carbon finance and the Clean Development Mechanism. *Climates of Change: Sustainability Challenges for Enterprise*. Smith School Working Paper Series. Smith School of Enterprise and the Environment. Oxford University.

Hepburn, Cameron, Grubb, Michael, Neuhoff, Karsten, Matthes, Felix, Tse, Maximilien (2006). Auctioning of EU ETS Phase II. Allowances: how and why? *Climate policy* 6. (2006) 137-160. Earthscan.

Kosoy, Alexandre, Ambrosi, Philippe (2010). State and trend of the carbon markets 2010. *Carbon Finance at the World Bank*. Washington.

Macken, Ken (2007). Auctioning Greenhouse Gas Allowances. Environmental Protection Agency. Cambridge.

Neuhoff, Karsten, Martinez, Kim Keats, Sato, Misato (2006). Allocation, incentives and distortions: the impact of EU ETS emissions allowance allocations to electricity sectors. *Climate policy* 6. (2006) 73-91. Earthscan.

Neuhoff, Karsten, Vasa, Alex (2010). The role of CDM post-2012. Background paper for workshop: Carbon Pricing and Investment response. Climate Policy Initiative. climatepolicyinitiative.org

Parry, Ian W.H., Pizer, William A. (2007). Emissions Trading versus CO₂ Taxes. Resources for the future. Washington.

Siebert, Horst (2008). Economics of the Environment. Theory and Policy. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag,

Sijm, J.P.M, Bakker, S.J.A, Chen, Y., Harmsen, H.W., Lise, W. (2005). CO₂ Price dynamics: The implications of EU emissions trading for the price of electricity. Energy research Centre of the Netherlands.

Smale, Robin, Murray, Hartley, Hepburn, Cameron, Ward, John, Grubb, Michael (2006). *Climate policy* 6. (2006) 29-46. Earthscan.

Stiglitz, Joseph E. (1986). Economics of the public sector. New York, London: W.W. Norton & Company

Varian, Hal R. (1990). Intermediate microeconomics. A modern approach. New York, London: W.W. Norton & Company

Varian, Hal R. (1992). Microeconomic analysis. New York, London: W.W. Norton & Company

Wagner, Gernot, Keohane, Nathaniel, Peterson, Annie, Wang, James (2009). Docking into a global carbon market: Clean Investment Budgets for finance low-carbon economic development. *The Economics and Politics of Climate Change*. Oxford University Press.

Wara, Michael W., Victor, David G. (2008). A Realistic Policy on International Carbon Offsets. Working paper #74. Program on Energy and Sustainable Development. Stanford University.

Åhman, Marcus, Burtraw, Dallas, Kruger, Joseph A., Zetterberg, Lars. (2005). The Ten-Year Rule. Allocation of Emission Allowances in the EU Emission Trading System. Washington. RFF Resources For the Future.

Internet

<http://cdm.unfccc.int/Statistics>

http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm

<http://www.multilateralfund.org>

<http://unfccc.int>

<http://www.ymparisto.fi>