

Sektorinäkökulma kasvihuonekaasujen rajoittamisessa

Tomi Lindroos



ISBN 978-951-38-6632-7 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)
ISSN 1459-7683 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

Copyright © VTT 2007

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 3, PL 1000, 02044 VTT
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 4374

VTT, Bergsmansvägen 3, PB 1000, 02044 VTT
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 3, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland
phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 4374

VTT, Biologinkuja 7, PL 1000, 02044 VTT
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 7026

VTT, Biologgränden 7, PB 1000, 02044 VTT
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 7026

VTT Technical Research Centre of Finland, Biologinkuja 7, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland
phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 7026



Tekijä Lindroos, Tomi		
Nimeke Sektorinäkökulma kasvihuonekaasujen rajoittamisessa		
Tiivistelmä Kioton sopimuksen neuvottelemisen oli suuri onnistuminen kansainvälisessä ilmastopolitiikassa 1990-luvulla ja Yhdysvaltain sekä Australian jättäytyminen pois sopimuksesta suuri takaisku 2000-luvulla. Kioton sopimus ja siten myös kansainvälisesti sovitut konkreettiset tavoitteet kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamiseksi loppuvat vuonna 2012, eikä jatkotoimista ole päästy vielä sopuun. Kansainvälisten keskustelujen lukkotilaa on pyritty avaamaan sektorikohtaisilla lähestymistavoilla yksittäisiin maihin kohdistuvien rajoitustoimien sijasta. Tämän työn tavoitteena on esitellä eri ehdotuksia sektorikohtaisiksi lähestymistavoiksi kasvihuonekaasujen rajoittamisessa. Osa ehdotuksista on kansainvälisiltä organisaatioilta, kuten IEA:lta tai OECD:ltä, mutta mukaan on otettu myös kansallisten tutkimuslaitosten ja teollisuuden etujärjestöjen esittämiä näkökulmia. Kun rajoitukset kohdistetaan kaikkiin tuotantolaitoksiin sektorilla, voidaan hillitä hiilivuotoa päästörajoitusalueen ulkopuolelle ja saavuttaa myös parempi kustannustehokkuus päästöjen vähentämisessä. Kiinteä päästökatto on epätodennäköinen myös tässä lähestymistavassa, mutta päästörajoitukset voidaan kohdistaa sektorin tuotantolaitosten tai prosessien ominaispäästöihin tai energiatehokkuuteen. Löysät sektorikohtaiset ominaispäästöraajat sallivat kokonaispäästöjen kasvun, mutta mahdollistavat sopimuksen laajemman kattavuuden ja siten harvoille maille langetettua tiukkaa päästökattoa suuremmat vähennykset. Kokonaispäästöt voidaan myöhemmin pakottaa laskuun ominaispäästörajojen säännöllisellä tiukentamisella ja vähennysten kustannuksia voidaan pienentää joustomekanismeilla, kuten päästökaupalla. Ehdotuksissa pyritään saamaan kehitysmaat mukaan usealla eri tavalla, joista yleisimmin esitettyjä keinoja ovat olleet teknologiarahastot ja CDM-mekanismilla teollisuusmaiden laitoksille myytävät päästöoikeudet. Sektorikohtaisten lähestymistapojen etuna on myös, että yksittäisestä kehitysmaasta voidaan aluksi ottaa mukaan esimerkiksi pelkän terästeollisuuden laitokset ja myöhemmin laitoksia myös muilta sektoreilta. Päästörajoitusten aloittaminen muutaman sektorin laitoksissa mahdollistaa myös kehitysmaiden nopeamman osallistumisen, sillä useimmilta mailta osallistuminen edellyttää päästöjen mittaamista ja todentamista huomattavasti nykyistä tarkemmin.		
ISBN 978-951-38-6632-7 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		
Avainnimeke ja ISSN VTT Working Papers 1459-7683 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		Projektinnumero 18165
Julkaisu-aika Lokakuu 2007	Kieli Suomi	Sivuja 37 s. + liitt. 9 s.
Projektin nimi Post-Kyoto 2050 – Energy technologies, systems and markets for the post-Kyoto period (VTT:n Frontier-hanke)	Toimeksiantaja VTT	
Avainsanat sectoral emissions reductions, sectoral, green house gas, ghg-emissions, ghg, emissions trading, EU ETS, Kyoto protocol, Kyoto, CO ₂	Julkaisija VTT PL 1000, 02044 VTT Puh. 020 722 4404 Faksi 020 722 4374	

Alkusanat

Tämä julkaisu on kirjoitettu osana VTT:n Post Kyoto 2050 Frontier -hanketta. Julkaisussa pyritään antamaan kattava yleiskuva esitetyistä ehdotuksista sektorikohtaisiksi päästörajoitustoimiksi ja ehdotuksia seuranneesta vilkkaasta keskustelusta. Tähän työhön ovat ehtineet mukaan ennen syyskuuta 2007 julkaistut esitykset ja osa syyskuun aikana julkaistuista esityksistä.

Haluan esittää kiitokset työtä ohjanneelle Ilkka Savolaiselle ja arvokkaita kommentteja esittäneille Mikko Hongistolle ja Mikael Ohlströmille.

24.9.2007

Tomi Lindroos

Sisällysluettelo

Alkusanat.....	4
1. Johdanto	7
2. EU:n päästökauppa	10
2.1 Lähihistoria ja uudistuminen	10
2.2 Uusien sektorien ja kaasujen lisääminen.....	12
3. Kansainvälinen sektorilähestymistapa teollisuudessa.....	13
3.1 Sektorilähestymistavan eduista ja vaatimuksista.....	13
3.2 Alumiinisektori.....	15
3.3 Terässektori	16
3.4 Sementtisektori.....	17
3.5 CCAP:n ehdotus kansainväliseksi päästökaupaksi	19
3.6 The Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate.....	21
3.7 World Business Council for Sustainable Development	21
3.8 Sektorikohtaiset päästörajoitteet kansainvälisille suuryrityksille.....	22
4. Liikennesektorit	23
4.1 Meri- ja lentoliikenne	23
4.1.1 Lentoliikenteen liittamisestä EU:n päästökauppaan	23
4.1.2 Komission ehdotus lentoliikenteen päästökauppadirektiiviksi	25
4.1.3 ICAO:n ehdotus kansainväliseksi päästökaupaksi.....	26
4.1.4 NEAA:n ja CE Defl:n ehdotus lento- ja meriliikenteen kansainvälisiksi päästökaupoiksi	27
4.1.5 Meriliikenteen liittamisestä EU:n päästökauppaan.....	28
4.2 Tieliikenne.....	29
5. Yhteenveto ja johtopäätökset.....	32
Lähdeluettelo	34
Liitteet	
Liite A: Maakohtaiset päästöt	
Liite B: Sektorikohtaiset päästöt	

1. Johdanto

Vuonna 1992 YK:n Rion kokouksessa saatiin aikaiseksi uusi sopimus kasvihuonekaasujen rajoittamiseksi (The United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), jonka on allekirjoittanut tähän mennessä 196 maata [UNFCCC]. Sopimuksen perimmäisenä tavoitteena on vakauttaa ilmakehän kasvihuonekaasujen (khk) pitoisuus vaarattomalle tai mahdollisimman pienelle tasolle. Käytännössä sekä nykyinen khk-pitoisuus että sen kasvunopeus vaikuttavat konkreettisiin tavoitteisiin. EU on ottanut tavoitteekseen rajoittaa lämpeneminen kahteen asteeseen esiteollisesta ajasta.

UNFCCC:n sopimuksessa ensisijainen vastuu vähennyksistä kohdennettiin 40 teollistuneeseen maahan, joita kutsutaan Annex I -maiksi. Muiden valtioiden sallittiin kasvattaa talouksiaan ja siten myös khk-päästöjään. Sopimuksessa määritellään neljä maaluokkaa, joita käytetään tässä julkaisussa: vähiten kehittyneet maat, kehitysmaat, siirtymätaloudet ja Annex I -maat. Yleisesti käytetään myös termiä Non-Annex I -maat, jolla tarkoitetaan kaikkia muita paitsi Annex I -maita. Maaryhmät ovat pysyneet muuttumattomina, eikä yhtään kehitysmaata tai siirtymätaloutta ole vielä päivitetty Annex I -maaksi, vaikka esimerkiksi Etelä-Korea on vaurastunut paljon.

Vuonna 1997 Kioton ilmastokokouksessa onnistuttiin sopimaan konkreettisista päästörajoituksista pitkien kansainvälisten neuvotteluiden jälkeen. Annex I -maiden tavoite-tasoksi vuoteen 2012 mennessä sovittiin keskimäärin 6–8 % alle vuoden 1990 päästöjen, mutta suurin este Kioton toteutumiselle on ollut Yhdysvaltain jättäytyminen pois sopimuksesta vuonna 2001. Yhdysvallat tuottaa yksin melkein 40 %:a Annex I -maiden päästöistä, ja lisäksi Yhdysvaltojen päätöksillä on suuri merkitys kansainvälisessä politiikassa. Kansainväliset keskustelut sitovista päästörajoista eivät ole juurikaan edenneet 2000-luvulla ja khk-päästöt ovat jatkaneet kasvuaan.

World Resource Instituten (WRI) julkaiseman CAIT-tilaston (the Climate Analysis Indicators Tool) mukaan Annex I -maiden osuus khk-päästöistä oli 42 % vuonna 2000. Annex I -maiden päästöt vähenivät noin 3 % vuodesta 1990 vuoteen 2000, kun yhteensä 21 Annex I -maata onnistui vähentämään khk-päästöjään. Todellisuudessa 85 % vähennyksistä tapahtui entisen Neuvostoliiton alueella ja 9 % yhdistyneiden Saksojen alueella. Loppujen 19 maan päästöt kasvoivat 15 %. Nopeinta kasvu oli Portugalissa, Espanjassa, Turkissa ja Kreikassa, mutta määrällisesti kasvu oli selvästi suurinta Yhdysvalloissa.

CO₂-päästöt fossiilisista polttoaineista ja sementin valmistuksesta käyttäytyivät kuten kokonaispäästöt, mutta niiden vähennykset olivat pienempiä ja kasvu nopeampaa. Tarkkailuvälillä Non-Annex I -maiden kokonaispäästöt kasvoivat yli 16 %, mikä on määrällisesti yli viisi kertaa Annex I -maiden vähennysten verran. Non-Annex I -maiden osuus

maailman päästöistä onkin kasvamassa nopeasti. Merkittävä khk-lähde kehittyvissä maissa ovat etenkin Indonesian ja Brasilian valtavat päästöt maankäytöstä ja metsistä. Taulukossa 1 esitetään osa edellä mainituista luvuista ja loput liitteessä A.

Taulukko 1. Viiden suurimman saastuttajan sekä Annex I ja Non-Annex I -alueiden khk-päästöt vuosina 1990 ja 2000 [CAIT3]. Annex I -maat on lihavoitu.

Maa tai alue	Kaikki kasvihuonekaasut (myös CO ₂ maankäytöstä ja metsistä)				Ainoastaan CO ₂ fossiilisista polttoaineista ja sementin valmistuksesta			
	Vuonna 1990	Vuonna 2000	Muutos 1990– 2000	Osuus vuonna 2000	Vuonna 1990	Vuonna 2000	Muutos 1990– 2000	Osuus vuonna 2000
	MtCO ₂ eq	MtCO ₂ eq	%	%	MtCO ₂	MtCO ₂	%	%
Yhdysvallat	5640	6533	15,8	15,8	4910	5766	17,4	24,0
Kiina	3970	4915	23,8	11,9	2536	3469	36,8	14,4
EU25	4975	4693	-5,7	11,3	3939	3830	-2,8	15,9
Indonesia	2499	3066	22,7	7,4	169	294	74,4	1,2
Brasilia	2641	2222	-15,9	5,4	218	337	54,6	1,4
Annex I	17720	17150	-3,2	41,5	14150	14060	-0,6	58,5
Non-Annex I	20370	23660	16,2	57,2	4910	9610	96	40,6

Kun kansainvälinen keskustelu pitkittyi, Euroopan unioni päätti toimia yksin ja toteuttaa Kioton pöytäkirjan tavoitteet omalta osaltaan. EU on sitoutunut myös suurempiin vähennyksiin pidemmällä aikavälillä, ja ensisijainen työkalu näiden vähennysten saavuttamiseen on vuonna 2005 käynnistetty päästökauppajärjestelmä. EU:n aloitevalmius kansainvälisissä ilmastoasioissa näkyy myös siten, että viimeisten vuosien ajan EU on toiminut ja muut ovat reagoineet. Esimerkiksi siviililentoliikenteen kattojärjestö ICAO julkaisi oman ehdotuksensa ilmailualan kansainväliseksi päästökaupaksi vuosi sen jälkeen kun EU päätti liittää lentoliikenteen osaksi päästökauppaansa. Tämän vuoksi tässä julkaisussa esitellään myös suunnitelmia EU:n päästökaupan laajentamiseksi.

Uusi yritys avata kansainvälisiä keskusteluja ovat olleet sektorikohtaiset lähestymistavat, joissa päästöjä ei rajoitettaisi maakohtaisilla toimilla vaan tietyille toimialalle asetettavilla globaaleilla rajoituksilla tai tavoitteilla. Yhdysvallat on vastustanut myös sektori-kohtaisia päästökattoja, mutta ei suoranaisesti vastusta esimerkiksi energiatehokkuuteen tai ominaispäästöihin perustuvia, sitovia päästörajoituksia. Yhdysvallat haluaisi myös kehitysmaiden, etenkin Kiinan ja Intian, osallistuvan päästövähennyksiin, mutta suunnitelmissa on huomioitava voimassa olevat UNFCCC:n yhteiset mutta eriytetyt tavoitteet, joissa Non-Annex I -maille ei ole kohdistettu sitovia tavoitteita.

Kehitysmaat voidaan ottaa mukaan vapaaehtoisilla tavoitteilla, mutta vapaaehtoisten tavoitteiden toteutumiseen ja jopa niiden ylittämiseen tarvitaan hyvä kannustin. Ilmas- tonmuutoksen torjumisella vältettäneen merkittäviä kuluja, mutta epävarmat tulevaisuu- den kulut eivät ole riittäneet syyksi lyhyen tähtäimen kuluihin nykyisessä talousmallis- sa. Useassa ehdotuksessa kehitysmaille tarjotaankin mahdollisuutta saada tukea tarkoi- tusta varten perustettavista teknologiarahastoista ja myydä vapaaehtoisen rajan ylittä- neet vähennykset maille, joita koskevat sitovat tavoitteet. Päästöoikeuksien ostaminen edellyttää toimivia päästöoikeusmarkkinoita teollisuusmaissa. Suurin tällä hetkellä toi- minnassa oleva päästökauppa on EU:n ETS, joka kattaa tällä hetkellä vain hieman alle 5 % koko maailman päästöistä (EU:n CO₂-päästöt olivat 9,3 % kaikista päästöistä vuonna 2004, ja EU ETS kattoi niistä noin puolet). Sektorikohtaiseen päästökauppaan siirryttäessä tulisikin ostopuolelle saada mukaan myös muita Annex I -maita.

Julkaisun päätavoite on käydä läpi ehdotuksia sektorikohtaiseen taakanjakoon ja antaa kuva kansainvälisen keskustelun nykytilanteesta. Keskustelu on vielä hyvin hajanaista, eikä keskeistä foorumia ole muodostunut. Vain muutamalla sektorilla on kattava ja ak- tiivinen kansainvälinen keskusjärjestö, mikä näkyy ohjatun ja keskitetyn keskustelun puuttumisena. Globaali sementtisektori on erityisen hajanainen, ja tämän vuoksi sitä on käsitelty lähinnä eri tutkimuslaitoksissa tai yritysten välisissä konferensseissa. Keskus- telun hajanaisuuden ja päästörajoitusten rahallisen arvon takia kansainvälistä keskuste- lua on käyty paljon ja suuria osia siitä on päällekkäistä. Eri selvitykset ovat päätyneet pohtimaan perusteita yhä uudelleen. Työssä joudutaankin esittelemään osa ehdotuksista hyvin lyhyesti, mutta lähdeluettelon on etsitty kaikkiin artikkeleihin internetviite tar- kempaa perehtymistä varten.

2. EU:n päästökauppa

2.1 Lähihistoria ja uudistuminen

EU:n vuonna 2005 aloittama päästökauppa (EU ETS) on maailmanlaajuisesti ensimmäinen merkittävä ja julkaisun kirjoitushetkellä laajin lainvoimaiseksi saatettu järjestelmä Kioton tavoitteiden toteuttamiseksi. Vaikka EU ETS on laajin päästökauppajärjestelmä maailmassa, se kattaa noin puolet CO₂-päästöistä EU25:ssä, mikä vastasi 4,6 %:a koko maailman khk-päästöistä vuonna 2000. Osuus oli todennäköisesti tätäkin pienempi vuonna 2005, koska kehitysmaiden päästöt ovat kasvaneet huomattavasti EU25:n päästöjä nopeammin.

EU:n päästökaupan ensimmäinen, kolmivuotinen kausi päättyy vuoden 2007 lopussa. Komission heinäkuussa 2007 antaman tiedonannon mukaan ensimmäisen kauden päästökatto oli EU:ssa yhteensä noin 8 % yli vuonna 2005 todennettujen päästöjen [EC 2007d]. Yksittäisten maiden päästöraajat vaihtelivat erittäin löysästä vakauttavaan: Latviassa päästöraja oli 59 % yli vuoden 2005 todennettujen päästöjen ja Itävallassa 1 % alle. Tämä viittaa siihen, että EU:n päästöt kasvavat ensimmäisellä kaudella päästökaupasta huolimatta. Päästökaupan toinen kausi kestää vuodet 2008–2012, minkä jälkeen umpeutuu myös Kioton sopimus. Toisen kauden päästöoikeuksien jakaminen on vielä käynnissä, mutta saman tiedonannon mukaan oikeuksia tullaan jakamaan noin 7 % vähemmän eli keskimäärin 2,5 % alle vuoden 2005 todennettujen päästöjen.

Euroopan komissio on käynnistänyt laajan keskustelun päästökaupan uudistamiseksi kolmannelle päästökauppakaudelle. Komission merkittävimpiä tavoitteita on päästökaupan kattavuuden ja kustannustehokkuuden parantaminen, joka mahdollistaa suuremmat päästöjen vähennykset halvemmalla. Tähän pyritään lisäämällä päästökauppaan osallistuvien sektorien ja maiden määrää, yhdenmukaistamalla jäsenmaiden toimintatapoja, parantamalla mittaustarkkuutta ja raportointia sekä mahdollisesti karsimalla pieniä toimijoita. Päästökauppa myös uudistetaan kokemusten perusteella eikä ainoastaan laajenneta. Seuraavassa esitellään lyhyesti muut kohdat, mutta ehdotus uusista sektoreista käsitellään tarkemmin luvussa 2.2.

- Uusien maiden ottaminen mukaan: Maaliskuussa 2007 Norjan valtionvarainministeriö ilmoitti, että Norja luopuu hiilidioksidiverosta ja perustaa päästökaupan vuosille 2008–2012. Vaikka Norjan päästöraajat ovat tiukemmat kuin EU:lla, Norja lupautui yhdistämään päästökauppansa EU ETS:ään. [EurActiv 2007a.] Lisäksi EU:n uudet jäsenmaat, Bulgaria ja Romania, osallistuvat päästökauppaan vuodesta 2008 lähtien. Keskusteluissa ovat nousseet esille myös kauempaa maailmalta liitettävät päästökauppajärjestelmät, joiden liittäminen voitaisiin ehkä toteuttaa CDM-mekanismiin kautta.

- Toimintatapojen yhdenmukaistaminen: EU:n direktiivien täytäntöönpano vaatii, että jäsenvaltiot liittävät säädökset osaksi omaa lainsäädäntöään. Jokaisella jäsenvaltiolla on mahdollisuus tulkita direktiivejä hieman, ja sama koskee myös päästökauppadirektiiviä. Ecofysin jäsenmaille tekemän kyselyn perusteella jäsenmaiden käytännöissä oli merkittäviä eroja. Kyselyn perusteella 20 MW lämpötehorajaa on sovellettu kapeimmissa tulkinnoissa ainoastaan sähköä tai lämpöä myyviin laitoksiin, keskimääräisissä tulkinnoissa sähköä tai lämpöä myös omaan käyttöön tuottaviin laitoksiin ja laajimmillaan laitoksen koko prosessin lämpötehoon. Useimmat jäsenvaltiot käyttävät keskenään erilaisia keskitasoisia tulkintoja, mutta Suomen vastausten perusteella suomalainen tulkinta oli lähimpänä kapeaa [Ecofys 2006]. EU:n komissio on voimakkaasti painottanut jäsenmaiden siirtymistä laajaan tulkintaan, ja yksittäisille jäsenmaille tämä saattaa aiheuttaa suuriakin muutoksia riippuen teollisuuden rakenteesta ja aiemmin sovelletusta tulkinnasta [EC 2005].
- Tarkkuuden parantaminen: Päästökaupan ensimmäisellä kaudella jäsenvaltiot käyttivät kansallisten päästöinventaaroiden päästökertoimia, mutta toisella kaudella käytetään akkreditoituissa laboratorioissa määritettyjä kertoimia. Uudistus saattaa vaatia päästöluvituksessa käytettävien päästötietojen mittavaa uudistamista, jos luvut eroavat toisistaan suuresti.
- Pienten toimijoiden määrän vähentäminen: EU:n päästökaupan kustannukset ovat suhteessa huomattavasti kalliimpia pienille toimijoille. Jäsenmaiden vastausten perusteella yhden laitoksen hallinnointikulut ovat maasta ja laitoksen koosta riippuen 2000–20 000 euroa tai enemmänkin, laskentatavan mukaan. Ecofysin selvityksen mukaan EU:n päästökaupassa on mukana runsaasti pieniä toimijoita, joiden osuus yritysten kokonaismäärästä on todella suuri ja osuus päästöistä todella pieni. Päästöiltään pienin kolmannes toimijoista kattaa vain 1 % EU ETS:n kokonaispäästöistä ja puolet toimijoistakin alle 5 % päästöistä [Ecofys 2007]. Pienten toimijoiden määrää karsimalla tarvittavan byrokratian määrä vähenisi huomattavasti, mutta päästökaupan kattavuus vain hieman. Käytännössä rajan on oltava riittävän alhainen, ettei tuotantoa voida suuressa määrin mitoittaa juuri rajan alapuolelle.

EU:n päästökaupan säädökset muuttuvat ja päivittyvät nopeasti, ja jäsenvaltioilla on ollut suuri työ pysyä mukana jo ennen toista päästökauppakautta. Kolmannelle kaudelle valmisteltava remontti muuttaa ja laajentaa päästökauppaa entisestään. Samalla EU kerää kokeellista tietoa suuren päästökaupan organisoimisesta, mikä on arvokasta, kun kansainvälisiä järjestelmiä kehitetään. Yksittäisille jäsenvaltioille kokeilut tosin saattavat tulla kalliiksi, ja niihin kannattanee varautua mahdollisimman hyvin jo ennalta.

2.2 Uusien sektorien ja kaasujen lisääminen

Ecofys on selvittänyt myös mahdollisuuksia lisätä uusia sektoreita ja kaasuja EU:n päästökauppaan [Ecofys 2006]. Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa määriteltiin 19 CO₂-sektoria ja 32 CH₄-, N₂O-, HFC-, PFC- tai SF₆-sektoria. Valituista sektoreista tarkasteltiin niiden osuutta EU:n päästöistä, päästöjen arvioitua kehitystä vuodesta 2010 eteenpäin, toimijoiden määrää ja kokoa sekä päästöjen tilastoinnin laatua ja todentamisen luotettavuutta. Muut selvityksen sektorit käsitellään tässä, mutta liikennesektoreille on varattu omat lukunsa.

Yleisin syy sektorien jättämiselle pois jatkotarkastelusta oli päästölähteiden suuri määrä ja pieni koko, kuten maanviljelyksessä ja rakennuksissa. Pelkästään nämä kaksi sektoria vastaavat miltei kolmanneksesta koko EU:n energiankäytöstä, mutta päästökauppa on selvityksen mukaan kallis instrumentti niiden päästöjen vähentämiseksi.

Karkean seulan läpäisseet 14 sektoria analysoitiin tarkemmin ja huomioon otettiin myös sektorien vähennyspotentiaali, kansainvälinen kilpailutilanne, vähennysten kustannukset, mahdollisuus siirtää kustannukset tuotteen hintaan ja muut sektoriin kohdistuvat vähennystoimet, kuten ympäristölainsäädäntö. Kuudella sektorilla näistä jo olemassa olevat sopimukset tulevat vähentämään päästöjä merkittävästi, kuten Montrealin sopimus, jossa teollisuusmaat sitoutuvat luopumaan HCHF-22:n valmistuksesta, tai EU:n F-kaasu-direktiivi, joka säätelee SF₆:n käyttöä.

Taulukossa 2 esitetään loput kahdeksan sektoria, niiden päästämät kaasut, laitosten määrä EU:ssa ja mahdolliset esteet päästökauppaan liittämiseksi. Selvityksen mukaan kolme sopivinta sektoria ovat hiilikaivosten metaanipäästöt, mineraalivillan tuotanto ja petrokemian teollisuus, joiden liittämiseksi päästökauppaan Ecofys ei löytänyt merkittäviä esteitä. Muilla sektoreilla on omat esteensä, jotka on kartoitettava tarkemmin.

Taulukko 2. Ecofysin ehdotus päästökauppaan liitettävistä sektoreista sekä sektorien tyypillinen kaasu, laitosten määrä ja mahdollinen este liittämiseksi [Ecofys 2006].

Sektori	Kasvihuone- kaasu	Laitosten määrä	Potentiaalinen este päästökauppaan liittämiseksi
Hiilen kaivostoiminta	CH ₄	50	-
Alumiinin tuotanto	CO ₂ , PFCt	25	Jäljellä oleva vähennyspotentiaali
Kipsin tuotanto	CO ₂	200	Paljon pieniä laitoksia
Mineraalivillan tuotanto	CO ₂	20	-
Lannoitteiden ja ammoniak- in tuotanto	CO ₂ , N ₂ O	100	-
Adiipiinihapon valmistus	N ₂ O	5	-
Petrokemiaallinen teollisuus	CO ₂	20	-
Jätteiden poltto	CO ₂	400	Mahdolliset ympäristölakien asettamat esteet CO ₂ :n vähennyksessä

3. Kansainvälinen sektorilähestymistapa teollisuudessa

3.1 Sektorilähestymistavan eduista ja vaatimuksista

Sektorikohtaisessa lähestymistavassa sovitaan päästörajoitteita maiden sijasta yhdelle sektorille, esimerkiksi terästeollisuudelle. Laajat sektorikohtaiset päästörajoitukset koskisivat myös kehitysmaissa toimivia tuotantolaitoksia, jolloin yrityksille ei synny lisää kannusteita siirtää tuotantoa halvan työvoiman maihin. Näin pystytään vähentämään teollisuusmaissa myös uusinvestointien ja suhteellisen kilpailuedun menetystä, joka on ollut keskeisimpiä syitä Yhdysvaltojen ja Australian jättäytymiselle pois Kioton sopimuksesta. Kattavaa ja perusteellista tutkimusta päästörajoitusten vaikutuksesta kansantalouteen on tosin erittäin vaikea tehdä.

Monessa ehdotuksessa sektorikohtaisten rajoitusten haluttiin perustuvan tuotannon ominaispäästöihin tai energiatehokkuuteen. Jokaiselle sopimukseen osallistuvalla maalla neuvoteltaisiin perusura, jonka alittamiseen tuotantolaitokset pyrkisivät. Ehdotuksissa oli useita erilaisia etuja tavoitteiden ylittämisestä ja haittoja niiden alittamisesta, mutta useimmat mekanismit olivat markkinajohtoisia, eli esimerkiksi ominaispäästöiltään pienet laitokset voivat myydä päästöoikeuksia laitoksille, joiden ominaispäästöt ylittävät perusuran. Suhteelliset tavoitteet myös palkitsevat aiemmista säästötoimista toisin kuin perusvuoteen perustuvat päästökäytöt.

Sektorikohtaisia päästörajoituksia muotoiltaessa etuja ovat voimakas kansainvälinen altistus, riittävän pieni määrä toimijoita ja erilaisia tuotteita, vähäinen kansallinen protektionismi, läpinäkyvä päästöjen mittaaminen ja raportointi sekä luotettava tarkkailu. Taulukossa 3 esitetään WRI:n arvio useimpien tässä julkaisussa käsiteltävien sektorien eduista ja haitoista edellä luetelluin kriteerein sekä niiden khk-päästöjen osuus vuonna 2002 [WRI 2005]. Lisäksi liitteessä B on kuva, jossa esitetään alku- ja loppukäytön sektorit sekä niiden tuottamat kasvihuonekaasut.

Osa sektoreista on kansainvälisesti järjestäytyneet, kuten alumiiniteollisuus, jonka keskusjärjestön IAI:n jäsenet tuottavat noin 99 % maailman alumiinista. Järjestäytyneillä sektoreilla sektorikohtaisista päästörajoituksista on helpompi neuvotella, ja keskustelua niiden osalta onkin käyty niin etujärjestöissä kuin tutkimuslaitoksissa. Huonommin järjestäytyneillä sektoreilla yksi merkittävistä esteistä on luotettavan ja kattavan tiedon puute. Kehittyvissä maissa ei välttämättä ole tarkkaa tietoa edes tuotantolaitosten määrästä, puhumattakaan niiden ominaispäästöistä tai energiatehokkuudesta. Näiden sektorien osalta sektorilähestymistapaa on pohdittu lähinnä tutkimuslaitoksissa, mutta ensimmäisiä toimia ovat väistämättä yhteisten standardien, mittausmenetelmien ja rapor-

tointitapojen luominen ja käyttöönotto. Kun tilanne on näiden osalta riittävässä kunnossa, voidaan aloittaa sektorikohtaisten päästörajoitusten suunnittelu.

Taulukko 3. WRI:n arvio sektorien eduista (+) ja haitoista (-) globaaleja, sektorikohtaisia päästörajoituksia muodostettaessa [WRI 2005].

Sektori	% khk-päästöistä (2002)	Kansainvälisyys	Toimijoiden määrä ja koko	Erilaisten tuotteiden määrä	Protektio-nismin määrä	Päästöjen mittaaminen ja raportointi	Päästöjen tarkkailu
Sähkö ja lämpö	24,6		-	+	-		
Teollisuus	10,4						
Kemikaali	4,8	+	-	-			+
Sementti	3,8		+	+			
Rauta ja teräs	3,2	+	+	+			+
Alumiini	0,8	+	+	+			+
Liikenne	13,5						
Tie-	9,9	+	+	+	+		
Lento-	1,6	+	+	+		+	+

Toinen suuri ongelma sektorikohtaisessa lähestymistavassa on vastuu päästöjen vähentämisestä. Oikeudelliset kysymykset muodostuvat merkittäviksi etenkin, jos sallitaan päästöoikeuksien myyminen muille toimijoille. EU:n päästökaupasta on direktiivi, jonka jäsenvaltiot ovat liittäneet lainsäädäntöönsä. ETS:ssä tarkkailtava kohde on laitos, jonka määrittäminen on suhteellisen yksinkertaista. Lakisääteinen valvontavalta ja -velvollisuus on EU:lla, joka valvoo jäsenvaltioita, ja jäsenvaltioilla, jotka valvovat päästökauppaan kuuluvia laitoksia. Sektorikohtaisessa lähestymistavassa vastaavien suhteiden määrittäminen on huomattavasti vaikeampaa, sillä yritykset noudattavat kohdemaan lainsäädäntöä eikä ole olemassa kansainvälistä instituutiota, joka voisi valvoa valtioita ja pakottaa niitä noudattamaan sopimuksia, kuten EU:ssa.

Sektorikohtaiset päästörajoitukset eivät siis ole ongelmattomia ja poista suoraan nykyisiä ongelmia, mutta oikein muotoiltuna ne voivat pienentää ongelmia ja saada aikaan merkittäviä päästövähennyksiä. Seuraavissa alaluvuissa esitellään ehdotettuja sektorilähestymistapoja alumiini-, teräs- ja sementtisektoreilla sekä kansainvälisten organisaatioiden muita sektorikohtaisia toimia päästöjen vähentämiseksi.

3.2 Alumiinisektori

Alumiinin valmistus on erittäin energiaintensiivistä ja vaatii siten suuria investointeja sekä tehtaisiin että voimalaitoksiin. Alumiinin valmistus on samasta syystä keskittynyt voimakkaasti suuriin yrityksiin, jotka käytännössä kaikki ovat International Aluminium Instituten (IAI) jäseniä. IAI kattaa noin 99 % alan tuotannosta ja johtaa alumiiniteollisuuden liittyvää kansainvälistä keskustelua. Parhaalla nykytekniikalla yhden alumiinitonin valmistaminen vaatii noin 15 MWh sähköä, mikä hiilivoimalla tuottaessa aiheuttaa suuret khk-päästöt ja on vesivoimalla saasteetonta. Lisäksi alumiinin tuotantoprosessissa syntyy PFC-päästöjä, jotka voidaan suurelta osin kerätä talteen ja polttaa hiilidioksidiksi. Liitteen B kuvassa B2 on OECD:n arvio tuotannon ominais- ja absoluuttisista päästöistä eri alueilla.

Saman liitteen taulukossa B1 on suurimpien tuottajamaiden tuotantoluvut vuosilta 2000 ja 2006 sekä CCAP:n arvio maiden khk-päästöistä vuodelta 2000. Tuotanto on hajautunut eri maiden välille hieman enemmän kuin teräksen tai sementin valmistuksessa, mutta myös alumiinin tuotannon kasvu on selvästi nopeinta Kiinassa. CCAP:n arviot tuotannon ominaispäästöistä poikkeavat OECD:n arvioista monen maan kohdalla, mutta molemmat arviot on koostettu useasta lähteestä ja niiden laskentatavoissa saattaa olla merkittäviä eroja.

IAI käynnisti vuonna 1997 vapaaehtoisen kestävä kehityksen hankkeen ”Aluminium for Future Generations”, jossa aluksi luotiin standardeja hallintoon, prosesseihin, työturvallisuuteen ja kierrätykseen. Seuraavassa vaiheessa IAI siirtyi luotujen standardien toteuttamiseen ja laajentamiseen uusille osa-alueille, kuten vedenkulutukseen. Tällä hetkellä ohjelma kattaa noin 70 % alumiinin tuotannosta ja on saavuttanut jopa 60 % vähennyksen tuotantoprosessin PFC-päästöissä vuodesta 1990. Prosessin sähköenergian tarve sulatuksessa on vähentynyt hitaammin, mutta sekin noin 5 % vuodesta 1990. IAI on vuosiraporttinsa mukaan saavuttanut merkittäviä päästövähennyksiä vapaaehtoisilla tavoitteilla, eikä päästökaupalle siksi ole alumiinisektorilla tarvetta. IAI on useasti ylittänyt asettamansa tavoitteet tai pystynyt kiristämään niitä huomattavasti alkuperäisiä tiukemmiksi. [IAI 2006.]

OECD:n vuonna 2005 julkaisemassa raportissa pohditaan alumiinisektorin kansainvälistä päästökauppaa. Siinä todetaan, että uudet alumiinitehtaat ottavat käyttöönsä uusimman ja parhaan tekniikan, mutta valitsevat kohdemaan sähkön hinnan ja saatavuuden perusteella. Tämä johtaa yritysten monikansallistumiseen ja alumiinilla käytävään kansainväliseen kauppaan. Raportti toteaaakin, että jos sektorille luodaan päästökauppa, kansainvälisen päästökaupan edut ja mahdollisuudet ovat kansallisia päästökauppoja suu-remmat [OECD 2005a].

3.3 Terässektori

Terästeollisuus heijastaa voimakkaasti yhteiskunnan taloudellista kasvua. Kiihkeässä kasvuvaiheessa olevat kehitysmaat rakentavat infrastruktuuriaan ja tarvitsevat lyhyessä ajassa moninkertaisen teräksen tuotantokapasiteetin. Hyvä esimerkki tästä on Kiina, jonka tuotanto kasvoi 235 % vuosien 2000 ja 2006 välillä. Taloudellisen kasvun tasaantuessa myös rakentaminen ja teräksen tuotantomäärät vakiintuvat tai jopa kääntyvät laskuun, kuten on käynyt esimerkiksi Yhdysvalloissa, Kanadassa ja Australiassa. Kiinan nopean kasvun vuoksi teräksen hinta on tosin noussut myös näissä maissa.

Uuden malmista valmistettavan teräksen valmistuksessa päästöt ovat hiilidioksidipäästöjä, jotka syntyvät sekä prosessissa että sähköntuotannossa. Kierrätetyn teräksen sulattamiseen tarvitaan pelkästään sähköä tai lämpöä, mutta myös tämän prosessin ominaispäästöt riippuvat suuresti käytetystä tekniikasta. Liitteen B kuvassa B3 on OECD:n arvio eri maiden ja alueiden terästehtaiden ominaispäästöistä ja taulukossa B2 on suurimpien tuottajamaiden tuotantoluvut vuosilta 2000 ja 2006 sekä CCAP:n arvio maiden terässektorin khk-päästöistä vuodelta 2000. CCAP:n ja OECD:n arviot saattavat poiketa toisistaan, koska ne on kerätty useasta lähteestä.

Terästeollisuuden kansainvälinen etujärjestö IISI (International Iron and Steel Institute) on aloittanut vuonna 2002 vastaavan kestävän kehityksen ohjelman kuin alumiiniteollisuus. ”Steel: The Foundation of a Sustainable Future” -ohjelma pyrkii luomaan alalle standardeja ja toimintatapoja, joita voitaisiin käyttää yritysten vertailussa ja parannuskohdeiden etsimisessä. Vuoden 2005 välikatsauksessa ohjelmaan oli liittynyt niin monta uutta yritystä, ettei lukuarvoja voi verrata luotettavasti ensimmäiseen, vuoden 2004 seurantaraporttiin. Vuonna 2005 osallistuvat yritykset valmistavat noin 40 % maailman raakateräksestä, ja ne ovat luvanneet parantaa ohjelmassa raportoitavia asioita [IISI 2005]. LähivuoDET saavat näyttää, ottavatko yritykset konkreettisia tavoitteita ja yrittävät saavuttaa ne vai onko tämä yritys pelata aikaa ja välttää sitovat kansainväliset tavoitteet.

EU:n päästökauppaan liitetty Euroopan terästeollisuus on Euroferin johdolla muotoillut oman ehdotuksensa sektorikohtaiseksi päästökaupaksi. Ehdotuksen keskeisin piirre on koko kansainvälisen terässektorin kattava pakollinen päästökauppa, jossa huomioitaisiin myös epäsuorat päästöt ja päästöyksikkönä olisi tCO₂ per tonni terästä tai muu ominaispäästöihin perustuva yksikkö. Koko sektori benchmarkattaisiin, kuten IISI on jo tekemässä, ja keskimääräiset ominaispäästöt sovittaisiin perustasoksi. Kaikki perustasoa tehottomammat tuotantolaitokset joutuisivat ostamaan päästöoikeuksia perustason alitavilta laitoksilta. [Eurofer 2007.]

Eurofer mainostaa, että sen ehdotuksella on eurooppalaisten teräsyhtiöiden vankkumaton kannatus, mikä on helppo ymmärtää, koska eurooppalainen terästeollisuus on te-

hokkaimpia maailmassa. Kun ehdotuksessa otetaan mukaan vielä terästeollisuuden epäsuorat päästöt eli lähinnä sähköntuotanto tehtaita varten, runsaasti hiilivoimaa käyttävät Kiina, Yhdysvallat ja Venäjä putoavat ominaispäästövertailussa kauaksi EU:sta. Ehdotuksessa ei pohdita, mikä saisi nämä valtiot liittymään näin muotoiltuun sopimukseen tai mikä taho ottaisi oikeudellisen vastuun vähennyksistä.

Szabo ja Hidalgo julkaisivat vuonna 2004 tutkimuksen, jossa arvioitiin kansainvälisen terässektorilla käytävän päästökaupan päästöoikeuden hintaa [Szabo 2004]. Arviossa yhdistettiin POLES- ja ISIM-mallien arvioita ja oletettiin maakohtainen päästökatto Kioton sopimuksen mukaan. Lähtökohta on nykytilanteessa jo vanha, mutta antaa silti hyvän kuvan maiden lähtökohdista neuvoteltaessa kansainvälisistä rajoitustoimista.

Perustilanteessa arvioitiin viitteelliset päästöoikeuksien hinnat, jos maat tekisivät kaikki vähennykset rajojensa sisällä. Arvion mukaan vähennysten kustannukset nousisivat korkeimmalle Norjassa (250 €/tCO₂), Suomessa (225 €/tCO₂), Hollannissa (160 €/tCO₂), Ruotsissa (154 €/tCO₂) ja Tanskassa (140 €/tCO₂). Näissä maissa suuri osa päästövähennyksistä on toteutettu jo ennen Kioton perusvuotta ja lisävähennykset ovat nykytekniikalla kalliita. Tutkimuksen mukaan entisen Neuvostoliiton alueella riittäisi talousromahduksen seurauksena runsaasti myytäviä päästöoikeuksia ilman tarvetta päästövähennyksiin. Tutkimukseen ei ollut otettu mukaan Kiinaa tai Yhdysvaltoja.

Jos päästökauppa muotoillaan ominaispäästöpohjaiseksi, tutkimuksen tulokset kääntyvät käytännössä päinvastaisiksi ja samoista syistä. Tehtaisiinsa valmiiksi investoineet Pohjoismaat saavat ominaispäästöt erittäin pieniksi ja voivat myydä huomattavan määrän päästöoikeuksia tehottomille tehtaille entisen Neuvostoliiton alueella. Ero korostuu entisestään, jos mukaan otetaan myös epäsuorat päästöt, jolloin vesivoiman suuri osuus Pohjoismaissa kasvattaa kilpailuetua entisestään.

3.4 Sementtisektori

Sementtisektori käyttäytyy talouskasvun suhteen kuten terässektori, mutta vaatii pienempiä investointeja ja on siten huomattavasti terässektoria hajanaisempi. Etenkin seuduilla, joilla sementin kysyntä on suuri ja raaka-ainetta on helposti saatavilla, alahuttelee paljon pieniä valmistajia, jotka investoivat suuria toimijoita herkemmin kustannuksiltaan halvempiin eli tehottomampiin ja ominaispäästöiltään suurempiin laitoksiin. Sementin valmistuksessa käytettävät raaka-aineet ovat merkittäviä CO₂-lähteitä, eikä prosessin hiilidioksidipäästöjä voi saada tietyn rajan alle ilman hiilidioksidin talteenottoa tai raaka-aineiden vaihtoa. Kaikesta huolimatta uudet laitokset ovat tälläkin sektorilla huomattavasti vanhoja tehokkaampia.

Myös sementin valmistus on keskittynyt Kiinaan, joka USGS:n mukaan valmisti noin 44 % kaikesta maailman sementistä vuonna 2006. Määrä on noin yksitoistakertainen Yhdysvaltojen tuotantoon verrattuna. Kiinan kapasiteetin nopeasta kasvusta johtuen sen laitokset ovat kumminkin uusia ja ominaispäästöiltään selvästi Yhdysvaltain tehtaita parempia. Liitteen B kuvassa B4 on OECD:n arvio eri maiden ja alueiden tehtaiden ominaispäästöistä ja taulukossa B3 on suurimpien maiden tuotantoluvut vuosilta 2000 ja 2006 sekä CCAP:n arvio sektorien khk-päästöistä näissä maissa. OECD:n ja CCAP:n lukuarvot ovat monen maan kohdalla suurelta osin arvioita, sillä sektorilla ei kaikkien maiden osalta tiedetä edes tarkkoja tuotantomääriä.

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) käynnisti sementtisektorilla hallinnon, prosessien ja työturvallisuuden standardien kehittämisen vuonna 2002. Sektorilla ei ole kansainvälistä kattojärjestöä, mutta eri maanosissa on paikallisia keskusjärjestöjä. WBCSD:n kestävä kehityksen ohjelman nimeksi on annettu Cement Sustainability Initiative (CSI), ja sen ensimmäinen viisivuotiskausi päättyi vuonna 2007. Väiliraporttia kirjoitettaessa ohjelmaan osallistuvat yritykset valmistivat yli 40 % maailman sementistä. Ohjelman tavoitteena on tunnistaa kestävä kehityksen mahdollisuudet ja muodot sementtisektorilla, tunnistaa ja löytää toimenpiteet, joilla asetetut tavoitteet voitaisiin saavuttaa, saada jäsenyrityksiä osallistumaan ja rohkaista uusia yrityksiä liittymään jäseniksi.

Tämän työn kannalta kiinnostavin osa-alue CSI:ssä on päästöjen todentamiseen ja hallintaan liittyvät tavoitteet. Ensimmäisessä vaiheessa luotiin yhdessä WRI:n kanssa ohjeistus CO₂-päästöjen mittaamiseen ja tilastointiin. Toisessa vaiheessa on tarkoituksena luoda eri sementtitehtaista kattava tietokanta, johon osallistuvat yritykset ovat sitoutuneet antamaan tarvittavat tiedot riippumattomalle kolmannelle osapuolelle. Tietokannan avulla voidaan perustella kansainvälisiä poliittisia päätöksiä ja helpottaa kehittyvien maiden yritysten osallistumista CDM-mekanismiin. Ensimmäisten vaiheiden aikana osallistujat päättivät omista vähennystavoitteistaan, mutta CSI:n tavoitteisiin kuuluu myös sektorikohtaisten rajoitusmahdollisuuksien tutkiminen. [WBCSD 2007.]

Ohjelma pyrkii tekemään yhteistyötä myös The Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climates kanssa, joka on toinen suuri kansainvälinen ohjelma sementtisektorin päästöjen vähentämiseksi. APP:stä kerrotaan tarkemmin luvussa 3.6.

Hidalgo ja Szabo ovat tehneet tutkimuksen päästöoikeuksien hinnasta myös sementtisektorille [Hidalgo 2003]. Tässä arviossa yhdistettiin POLES- ja CEMSIM-mallien arvioita ja oletettiin maakohtainen päästökatto Kioton sopimuksen mukaan. Tulokset olivat sementtisektorille hyvin samankaltaisia kuin terässektorille. Kansallisten vähennysten hinnat nousevat korkeimmiksi Pohjoismaissa, ja halpoja oikeuksia on runsaasti myynnissä entisen Neuvostoliiton alueella. Ominaispäästöihin perustuvassa tilanteessa

asetelma kääntyy toisin päin myös sementtiteollisuudessa, jossa Pohjoismaiden modernisoidut tuotantolaitokset pystyvät myymään päästöoikeuksia tehottomampiin maihin. Jos ominaispäästöihin lasketaan myös epäsuorat vaikutukset eli lähinnä sähkön käyttö, Pohjoismaiden kilpailuetu korostuu entisestään vesivoiman suuren osuuden ansiosta.

3.5 CCAP:n ehdotus kansainväliseksi päästökaupaksi

CCAP julkaisi vuonna 2006 tähän mennessä kattavimman ehdotuksen kansainvälisestä, sektoripohjaisesta päästökaupasta [CCAP 2006]. Ehdotuksessa kehittyvät maat saataisiin mukaan sopimukseen, koska niille neuvoteltaisiin no-lose-rajat. Sovitun no-lose-ajan ylittämistä ei joutuisi maksamaan sakkoja, mutta maiden tuotantolaitokset voisivat myydä rajoja suuremmat päästövähennykset CDM-kelpoisina teollisuusmaille. Näille päästövähennyksille on kumminkin oltava riittävän suuri kysyntä teollisuusmaissa, mikä taataan teollisuusmaiden tiukoilla ja sitovilla päästörajoituksilla.

CCAP:n ehdotuksen lopullisessa versiossa on tutkittu kuutta sektoria: sähköntuotantoa, raudan ja teräksen valmistusta, kemikaalien tuotantoa, alumiinin tuotantoa, sementin ja kalkin valmistusta sekä paperi- ja selluteollisuutta. Sektoreja ei ole ehdotuksessa määritelty sen tarkemmin. Käytännössä sektorirajojen määrittelemine on erittäin vaikeaa siten, että välituotteita, tuotantolaitoksia tai sivuvirtoja ei voi määritellä sektorirajan päästökaupattomalle puolelle. Kehitysmaissa tämä ei tosin muodostu ongelmaksi, sillä no-lose-ajan tarkoituksena on, että yksittäinen laitos voi halutessaan noudattaa sitä ja hyötyä sitä suuremmista vähennyksistä.

CCAP:n ehdotuksessa on pyritty saavuttamaan suuri kattavuus pienellä maamäärällä. Alumiini-, teräs- ja paperisektoreilla kymmenen suurimman kehitysmaan yhteenlaskettu osuus Non-Annex I -maiden tuotannosta on yli 90 % ja loppuilla kolmella sektorilla yli 80 %. Taulukossa 4 on jokaisen sektorin kymmenen suurinta Non-Annex I -maata. Sopimukseen osallistuvissa maissa päästöjen tarkka todentaminen aloitettaisiin vain osallistuvaan sektoriin kuuluvissa laitoksissa. Kun päästöt voidaan todentaa riittävän tarkasti ja luotettavasti, maiden kanssa sovittaisiin vapaaehtoisista no-lose-rajajoista sen sektorin laitoksissa, jonka päästökauppaan maa osallistuu. Toimintatapojen vakiintuessa ja kehityessä käytäntöjä voitaisiin laajentaa muillekin sektoreille.

Absoluuttisen päästökaton sijasta maiden rajat perustuisivat ominaispäästöihin, kuten CO₂/tuotetonni, energia/tuotetonni tai CO₂/energia. Tiukempien no-lose-rajajojen saavuttamiseksi voitaisiin perustaa teknologian kehittämistä tukeva rahasto, josta rahoitettaisiin maakohtaisia pilotti- ja demoprojekteja. Koska kehittyvien maiden teollisuus on hyvin eri-ikäistä, jokaiselle maalle neuvoteltaisiin oma raja UNFCCC:n, IEA:n tai vastaavan organisaation johdolla. Maille voitaisiin tarvittaessa neuvotella useita tavoiteta-

joja, esimerkiksi eri rajat uusille ja vanhoille tehtaille. Tavoitteet olisivat vapaaehtoisia, mutta CCAP:n mukaan kehittyvien maiden laitosten kannattaisi tavoitella niiden täyttämistä, koska rajan alittamisesta saa tuloja ja rajan tavoittelemiseen saa tukea perustetavasta teknologiarahastosta.

Taulukko 4. Kymmenen suurinta Non-Annex I -maata kuudella sektorilla CCAP:n ehdotuksessa. Maat ovat suuruusjärjestyksessä tuotantomäärän mukaan [CCAP 2006].

Sähköntuotanto	Rauta ja teräs	Kemia ja petrokemia	Alumiini	Sementti ja kalkkikivi	Paperi, sellu ja painatus
Kiina	Kiina	Kiina	Kiina	Kiina	Kiina
Intia	Intia	Intia	Brasilia	Intia	Brasilia
Etelä-Afrikka	Brasilia	Y. arabiemiirikunnat	Intia	Etelä-Korea	Etelä-Korea
Etelä-Korea	Etelä-Afrikka	Etelä-Afrikka	Venezuela	Brasilia	Intia
Meksiko	Meksiko	Etelä-Korea	Chile	Indonesia	Indonesia
Iran	Etelä-Korea	Brasilia	Argentiina	Meksiko	Meksiko
Saudi-Arabia	Venezuela	Meksiko	Bahrain	Thaimaa	Kolumbia
Kazakstan	Indonesia	Iran	Kazakstan	Pakistan	Thaimaa
Indonesia	Kazakstan	Indonesia	Etelä-Korea	Egypti	Argentiina
Thaimaa	Iran	Venezuela	Makedonia	Iran	Chile

Päästöoikeuksien ostaminen taattaisiin teollisuusmaiden tiukoiksi asetettavilla rajoilla. Teollisuusmaiden rajat olisivat sitovat toisin kuin Non-Annex I -maiden, ja ne neuvoteltaisiin niin tiukoiksi, etteivät kokonaispäästöt kasvaisi ilman kehittyvistä maista ostettavia päästöoikeuksia. Maat voisivat halutessaan asettaa yhtiökohtaiset rajat ja velvoittaa yhtiöt operoimaan päästömarkkinoilla. CCAP:n mukaan kansainvälisesti neuvoteltavat, intensiteettiin perustuvat rajat eivät vääristäisi kansainvälistä kilpailua, ja siten ne vähentäisivät teollisuuden pakoa teollisuusmaista. Lisäksi sektorikohtaisesti määräytyvät rajat yksittäisille laitoksille estäisivät esimerkiksi EU ETS:n perintömenettelyn mahdollistamat piilotuet. Kaikkien maiden rajat tarkistettaisiin kahdesti jokaisella viisivuotiskaudella.

Ehdotuksessa haastavaa on asettaa Non-Annex I -maiden no-lose-rajaa riittävän, muttei liian tiukaksi. Löyhät rajat tuottavat paljon myytäviä päästöoikeuksia, mikä romahduttaa niiden hinnan ja mitätöi päästökaupan tavoitteet. Liian tiukat rajat taas eivät rohkaise vähennyksiin eivätkä siten tuo halpoja päästöoikeuksia myyntiin teollisuusmaihin. CCAP:n raportti ei anna mitään käytännön ehdotuksia, kuinka tai kuka tekisi tämän valtavan benchmarkkauksen seuraavan kolmen tai neljän vuoden aikana.

Raportissa ei myöskään pohdita, miten Annex I -maat saataisiin mukaan sopimukseen, sillä ilman niiden liittymistä kehittyvien maiden päästöille ei riitä ostajia. Jos teollisuusmaissa ei ole riittävää ostovoimaa tuotetuille CDM-oikeuksille, niiden hinta putoaa eivätkä kehitysmaat saa sopimuksesta laskemaansa hyötyä, mikä ei kannusta uusiin vähennyksiin. Lisäksi CCAP:n ehdotus saattaa maailman mittakaavassa vääristää kilpailua entisestään, sillä ehdotuksen ideana on, että kehittyvät maat uudistavat teollisuuslaitoksiaan omilla ja muiden rahoilla. Tämän jälkeen ne ovat entistä kilpailukykyisempiä. Hiilivuodonkin sopimus estää vain, jos kehittyvien maiden hallitukset säätävät päästövähennykset pakollisiksi. Muuten länsimaiset yritykset voivat siirtää tehtaat kehittyviin maihin ja olla välittämättä vapaaehtoisista tavoitteista. Käytännössä saattaa käydä myös niin, että yksittäisen maan liian löysä no-lose-rajaa kannustaa yrityksiä perustamaan modernin tehtaan tähän maahan, sillä silloin laitos saa runsaasti lisätuloja myytävistä päästöoikeuksista.

3.6 The Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate

Yhdysvallat, Australia, Kiina, Intia, Etelä-Korea ja Japani perustivat vuoden 2006 aikana yhteistyöryhmän, joka pyrkii puhtaiden teknologioiden kehityksen nopeuttamiseen ja levittämiseen. Maat ovat valinneet kahdeksan sektoria, joille ne keskittävät toimensa: alumiini, rakentaminen ja kodinkoneet, sementti, fossiiliset polttoaineet, hiilen kaivos-toiminta, sähköntuotanto ja siirto, uusiutuva energia ja hajautettu tuotanto sekä teräs. Kuusi jäsenmaata edustaa noin puolta maailman väestöstä, taloudesta ja energiankulutuksesta. Ne tuottavat myös 65 % maailman hiilestä, 61 % maailman sementistä, 48 % teräksestä ja 37 % alumiinista [APP].

Pienikin suhteellinen vähennys maiden khk-päästöissä olisi määrällisesti merkittävä. Lisäksi maiden tavoitteet ja toimet eri sektoreilla ovat kunnianhimoiset ja toteutuessaan voisivat pudottaa maiden päästökehitystä selvästi perusuraa alemmaksi. Yksikään tavoitteista ei kumminkaan sisällä rajoitteita tai päästökauppaa vaan ainoastaan vähäpäästöisemmän tekniikan kehittämistä ja siirtymistä sen käyttöön, kierrätyksen tehostamista sekä benchmarkkauksen, hallinnon ja standardien kehittämistä. Ensimmäisiä käytännön tuloksia ohjelmista voidaan odottaa lähivuosina.

3.7 World Business Council for Sustainable Development

WBCSD on yritysvetoinen hanke, mutta toimii hyvin samankaltaisesti kuten edellä esitelty APP. WBCSD:llä on yritysjäseniä kaikilta mantereilta, ja toiminta on keskittynyt kuuteen sektoriin: sementtiin, sähköntuotantoon, metsätuotteisiin, kaivostoimintaan

sekä mineraaleihin, liikenteeseen ja rengasteollisuuteen. Tavoitteena on löytää uusia ja parempia toimintatapoja tutkimuksen kautta ja soveltaa niitä käytäntöön. Samalla kehitetään tapoja mitata sektorien ympäristöystävällisyyttä ja etsitään parannuskohteita, joita lähdetään ratkaisemaan tutkimuksen kautta. Tämäkään ohjelma ei sisällä sitovia tavoitteita tai päästökauppaa, mutta todennäköisesti tulee tarjoamaan pohjatietoa ja uusia ehdotuksia sellaisten suunnitteluun.

3.8 Sektorikohtaiset päästörajoitteet kansainvälisille suuryrityksille

Teollisuusmaat vaativat myös kehitysmaita osallistumaan päästövähennyksiin, mutta usein unohdetaan teollisuusmaiden suora ja epäsuora vaikutus kehitysmaiden päästöihin. Huomattava osa teollisuusmaiden tuontitavarasta tulee kehitysmaista, joiden khk-päästöihin tuotteiden valmistaminen lasketaan. Kattavia arvioita näistä vaikutuksista ei ole, mutta CCAP:n selvityksen mukaan 90-luvun loppupuoliskolla teollisuusmaista kehitysmaihin virtasi vuosittain noin 200 miljardia dollaria, mikä vastasi noin 4 %:a kehitysmaiden BKT:stä. Noin puolet tästä summasta tuli kansainvälisiltä yrityksiltä, ja noin 40 % yritysten investoinneista kohdistui energiavaltaiseen teollisuuteen [CCAP 2004].

Samassa tutkimuksessa CCAP julkaisi uudenlaisen lähestymistavan tämän epäsuhdan tasoittamiseksi. Ehdotuksen mukaan voitaisiin perustaa erillinen sektorikohtainen päästökauppa Annex I -maiden kansainvälisille yrityksille. Kansainvälisen yrityksen kotimaa määritettäisiin pääkonttorin tai osakkeenomistajien kotimaan perusteella. Ehdotuksen mahdollistaa käytäntöjen ja tilastoinnin luominen kehittyviin maihin ja niiden päästöjen vähentämisen ilman, että päästöoikeuksia tuotetaan teollisuusmaihin.

Selkeinä haittoina ehdotuksessa ovat jälleen oikeudellisen vastuun määrittely ja päätöksen tekemiseen vaadittava vahva poliittinen tahto, jota tuskin löytyy vain taloudellisia etujaan suojelevilta valtiolta. Ehdotuksessa on suuri riski myös siitä, että kilpailuvääritystä kasvaa enemmän kuin pelkästään Annex I -maissa käytävässä päästökaupassa. CCAP:n mukaan hyödyt voidaan saada riittävän suuriksi, jos sopimus neuvotellaan oikein.

4. Liikennesektorit

4.1 Meri- ja lentoliikenne

Kansainväliseen lento- ja meriliikenteeseen kohdistuu erityinen mielenkiinto, sillä sen päästöt eivät kuulu UNFCCC:n sopimukseen eivätkä siten Kioton ilmastosopimukseen. Sektorien päästöjä voidaan arvioida polttoaineen kulutuksesta, mutta päästöjen valvominen ja raportoiminen eivät kuulu maiden velvollisuuksiin. CAIT:n tietokantojen mukaan yhteenlasketut päästöt olivat 0,82 GtCO₂ vuonna 2003. EU25:n osuus niistä oli 30,3 %, Yhdysvaltojen 17,8 %, Singaporen 8,0 %, Japanin 4,4 % ja Arabiemiraattien 3,9 % [CAIT4]. Singaporen päästöt ovat todella suuret, koska sen kautta kulkee paljon lento- ja laivaliikennettä, jonka päästöt ovat yli 60 % Singaporen kokonaispäästöistä. Näitä sektoreita koskevat kansainväliset uudistukset ovat elintärkeitä Singaporen taloudelle. EU:ssa vastaava tilanne on Alankomaissa, missä lento- ja meriliikenteen päästöt ovat noin 22 % Alankomaiden kokonaispäästöistä ja yli 20 % EU:n kokonaispäästöistä tällä sektorilla.

Tulevaisuudessa kansainvälisten lentomatkojen odotetaan kasvavan yli 4 %:n vuosivauhdilla. Jos tilanteeseen ei puututa, päästöjen kasvu korvaa osan tai kaikki muilla sektoreilla saavutetuista päästövähennyksistä. Lento- ja meriliikenteen päästöt kasvoivat EU25:ssä yli 40 % vuosina 1990–2002, vaikka sektorien energiatehokkuus parantui kaluston uudistuessa ja tekniikan kehittyessä. Samassa ajassa EU:n kokonaispäästöt kasvoivat vain muutaman prosentin. Muissa Annex I -maissa lento- ja meriliikenteen päästöt ovat kasvaneet hieman hitaammin, mutta silti yli 20 %. Non-Annex I -maissa kokonaispäästöt kasvoivat yli 50 % ja lento- ja meriliikenteen päästöt yli 70 % [CAIT4].

Keskustelu meri- ja lentoliikenteen päästöjen rajoittamiseksi on pyörinyt kolmen työkalun ympärillä: sääntelyn, verottamisen ja päästökaupan. Kaikkien näiden toteuttamista vaikeuttaa yhtiöiden siirtyminen halvempiin maihin ja etenkin laivojen helppo ulosliputus, joka on yleistä jo nykyään. Seuraavissa luvuissa keskitytään päästökauppaehdotuksiin, mutta sivutaan myös ehdotuksia sääntelystä ja verotuksesta.

4.1.1 Lentoliikenteen liittämistä EU:n päästökauppaan

Nopeiden toimien tärkeys korostuu lentoliikenteen kokonaisvaikutuksissa ilmaston lämpenemiseen: vaikutukset ovat yli kaksinkertaiset pelkkiin CO₂-päästöihin verrattuna. Vuonna 2004 Euroopan komissio teki Single European Sky -aloitteen Euroopan ilmatilan yhtenäistämiseksi ja lennonjohdon tehostamiseksi. Näiden toimien odotetaan vähentävän kustannuksia, lentojen myöhästymisiä ja päästöjä [EC 2004]. Kehitys on tosin ollut toivottua hitaampaa, ja maaliskuussa 2007 komissio kehotti jäsenmaita toimimaan

aktiivisemmin, jotta yhtenäisen ilmatilan tavoitteet saavutettaisiin aikataulussa [EC 2007a]. EU on pyrkinyt vähentämään päästöjä myös verotuksellisin keinoin, ja heinäkuussa 2006 Euroopan parlamentti julkaisi muistion, jossa ehdotetaan kerosiinin ja muiden nykyisten verovapauksien lakkauttamista [EP 2006]. Ehdotus ei ole edennyt lakiehdotukseksi asti, koska lentoyhtiöt ovat vastustaneet sitä voimakkaasti vedoten kansainväliseen kilpailuun ja mahdollisiin ulosliputuksiin.

Konsulttitoimisto CE Delftin vuonna 2005 tekemän selvityksen mukaan kansainväliset lait eivät estä EU:ta säättämästä päästökauppaa pakolliseksi kaikille ilmatilassaan lentäville yhtiöille, jos jokaista yhtiötä kohdellaan tasa-arvoisesti. Selvitys päättyy kolmeen eri skenaarioon, joille kaikille on yhteistä, että lentoyhtiöt ovat päästökaupan toimijoita ja päästöoikeudet jaetaan samoilla perusteilla koko EU:n alueella tai kaikille yhtiöille. Skenaariot ovat seuraavanlaisia:

- Ensimmäisessä vaihtoehdossa päästökauppa toteutettaisiin vain EU:n sisäisillä lennoilla ja ilmastovaikutukset pyrittäisiin ottamaan huomioon kokonaisuudessaan CO₂-kertoimella. Päästöoikeuksien jakoperusteena käytettäisiin erikseen määriteltävää perusura, jonka ylittävät päästöt lentoyhtiöt ostaisivat muilta toimijoilta. Perusuran alittavia päästöjä ei voisi myydä. Päästöt todennettaisiin lentojen jälkeen ilmoitetusta polttoaine-kulutuksesta, mikä kuuluu yhtiöiden velvollisuuksiin jo ennen uudistusta.
- Kattavammassa mallissa päästökaupan piiriin otettaisiin kaikki unionin lentokentille laskeutuvat tai niiltä lähtevät lennot. Tämä koskisi myös ulkomaalaisia lentoyhtiöitä, joiden päästöoikeudet jaettaisiin ja todennettaisiin kuten eurooppalaisten lentoyhtiöiden. Tässä mallissa päästöoikeudet jaettaisiin benchmarkkauksen perusteella, vain CO₂-päästöt otettaisiin huomioon ja muihin vaikutuksiin voitaisiin puuttua sivuavilla säädöksillä. Lentoyhtiöt voisivat käydä päästöoikeuksista kauppaa ilman rajoituksia.
- Kolmannessa vaihtoehdossa päästökauppa koskisi kaikkia lentoja, jotka käyttävät EU:n ilmatilaa. Päästöistä otettaisiin huomioon vain CO₂-päästöt ja ne joudutaisiin joissain tapauksissa todentamaan EUROCONTROLin tutkatiedoilla. Päästöoikeudet jaettaisiin huutokauppaamalla, ja lisää oikeuksia voisi tarvittaessa ostaa muilta sektoreilta, mutta lentoyhtiöt voisivat myydä oikeuksia vain toisille lentoyhtiöille.

Keskeisin ero eri mallien välillä ei ole kustannustehokkuudessa tai vähennyspotentiaalissa vaan poliittisessa tahdossa. Yhdysvaltojen viranomaiset suhtautuivat CE:n ehdotukseen hyvin varautuneesti ja kehottivat Euroopan unionia yhteiseen toimintaan ja selvityksiin kansainvälisen ilmailualan järjestön ICAO:n kautta (International Civil Aviation Organization) [USINFO 2005]. Kiivasta keskustelua on käyty myös muiden maiden ja lentoyhtiöiden mahdollisista vastatoimista, jos kansainväliset lennot liitetään päästö-

kauppaan. EurActiv on kasannut verkkosivuilleen tiivistelmän kannanotoista, jotka vaihtelevat hyvin myönteisestä hyvin kielteiseen [EurActiv 2007b].

Lentoyhtiöillä on CE Delftin selvityksen mukaan vain pienet mahdollisuudet parantaa lentokoneiden ominaispäästöjä, ja etenkin lyhyellä aikavälillä ainoiksi merkittäviksi keinoiksi jäävät toimintatapojen muutos ja päästöoikeuksien ostaminen muilta sektoreilta [CE 2005]. Toisella kaudella lupien hinnan odotetaan nousevan jo valmiiksi korkealle, ja lentoliikenteen liittäminen mukaan ilman lisälupien jakoa nostaisi hintoja entisestään. Lentoyhtiöt voivat todennäköisesti siirtää kulut ilman ongelmia suoraan lentolippujen hintoihin, sillä CE Delftin arvion mukaan lippujen hinnat nousisivat vain 0,2–6,9 e/lippu riippuen lennon pituudesta ja valitusta päästökaupparamallista. Selvityksen mukaan päästökaupan vaikutus lentoyhtiöiden kilpailukykyyn olisi muutenkin vähäinen, sillä kaikkia tietyllä reitillä lentäviä yhtiöitä kohdeltaisiin samoin. Lisäksi lentoliikenne ei ole yhtä herkkä kansainväliselle kilpailulle kuin moni teollisuudenala, ja sitä on säännelty kaksinkeskeisillä sopimuksilla.

Tutkimuksen ennakoimat korotukset olisivat erittäin pieniä lisä lippujen hintoihin, mikä tuskin muuttaisi kulutustottumuksia tai lomasuunnitelmia. Lentoyhtiöiden ostamat luvat saattavat kumminkin kallistaa päästöoikeuksien hintaa huomattavasti, mikä haittaa kansainvälisestä kilpailusta kärsiviä aloja, kuten alumiini- ja terästeollisuutta.

4.1.2 Komission ehdotus lentoliikenteen päästökauppadirektiiviksi

Euroopan komissio päätti toimia odottamatta ICAO:n ehdotusta ja teki direktiiviehdotuksen lentoliikenteen liittämisestä EU:n päästökauppaan joulukuussa 2006 [EC 2006]. Päätös direktiivin lopullisesta muodosta sekä äänestys sen voimaantulosta on tarkoitus saada aikaiseksi vuoden 2007 loppuun mennessä. Ehdotuksen suuret linjat olivat CE Delftin toisen skenaarion mukaisia ja tarkemmat yksityiskohdat komission sovittelemia.

Päästökaupan on tarkoitus tulla voimaan 1.1.2011 lähtien kaikille EU:n ja jäsenvaltioiden sisäisille lennoille ja 1.1.2012 lähtien myös kaikille lennoille unioniin tai unionista. Päästökaupan ulkopuolelle jätettäisiin lähtöpainoltaan alle 5700 kilon koneet ja muun muassa sotilas- ja pelastuslennot. Myös tarkemmin määritellyt ehdot täyttävillä reiteillä voidaan tehdä poikkeuksia. Lentoyhtiöt vastaavat päästöistään kuten muut yritykset, mutta byrokratian vähentämiseksi jokaista lentoyhtiötä – myös EU:n ulkopuolisia – hallinnoi vain yksi jäsenvaltio.

Erona nykyiseen päästökauppaan päästöoikeudet luvitettaisiin keskitetysti ja samalla tavalla koko EU:ssa. Perusvuonna käytettäisiin vuosien 2004–2006 keskiarvoa. Osa päästöluvista jaettaisiin benchmarkkauksen perusteella ja loput huutokauppaamalla.

Huutokaupattavien lupien osuus on vuonna 2011 sama kuin jäsenmaiden keskimäärin huutokauppaamien lupien määrä, ja myöhempinä vuosina huutokaupattavien lupien osuus päätettäisiin kokemusten perusteella. Lentoyhtiöt voisivat käydä kauppaa päästöluvilla ja ostaa niitä JI- ja CDM-mekanismien kautta. Tarkemmat ohjeet todentamisesta, raportoinnista ja jakoperusteista tehdään myöhemmin. Mahdollisuutta kytkeä myös typioksidipäästöt päästökauppaan tutkitaan tarkemmin.

4.1.3 ICAO:n ehdotus kansainväliseksi päästökaupaksi

ICAO julkaisi luonnoksen omasta ehdotuksestaan lentoliikenteen päästöjen vähentämiseksi huhtikuussa 2007. ICAO palaa pohdinnoissaan lähtöpisteeseen ja vähän kauemmaksi käyden läpi paljon samoja ajatuksia ja ehdotuksia kuin aiemmat selvitykset, mutta sisältää uutena ehdotuksen kansainväliseksi sektorilähestymistavaksi [ICAO 2007]. Neljä tarkemmin käsiteltyä ehdotusta ovat seuraavat:

- Khk-päästöjen korvaaminen – päästövähennykset rahoitettaisiin asiakkaiden maksamalla vapaaehtoisilla tai pakollisilla lisämaksuilla.
- Vapaaehtoiset vähennykset päästökauppaa edeltävänä toimenpiteenä – ICAO suunnitteli raportointipohjan vapaaehtoisille päästövähennyksille, joilla voidaan harjoitella päästökauppaa ja sen tarvitsemia toimenpiteitä.
- Vapaaehtoiseen vähennyksiin perustuvaan ohjelmaan liittyminen – Keskustelun perusteella ICAO kävi läpi suurimmat vapaaehtoiseen vähennyksiin perustuvat päästökauppajärjestelmät ja totesi, että ainoastaan Chicago Climate Exchange (CCX) tarjoaa edes pienen mahdollisuuden osallistumiseen. Tarkemmassa selvityksessä kävi kumminkin ilmi, ettei CCX sovi ilmailualan erikoispiirteille ja sitä pitäisi laajentaa lentoyhtiöille sopivaksi.
- Ilmailualan oma päästökauppa – Päästöoikeudet jaettaisiin erikseen sovittavalla perusteella lentoyhtiöille, joilla pitäisi olla hallussaan riittävä määrä oikeuksia kauppakauden lopussa. Osallistujat päättäisivät keskenään, mutta sitovasti, vähennysten suuruudesta. Päästökaupan piiriin kuuluisivat vain osallistuvien maiden sisällä ja välillä lennettyjen matkustajalentojen CO₂-päästöt.

Selvityksen mukaan vapaaehtoiset ohjelmat laajentuisivat nopeammin, jos hallitukset tukisivat niihin liittymistä rahallisesti ja CDM-mekanismien kautta olisi ostettavissa halpoja päästöoikeuksia. ICAO ehdotti omaksi roolikseen päästökaupassa päästöjen todentamisen, toimintaan liittyvän keskustelun järjestämisen sekä teknisen tiedon levittämisen. Raportti ei kumminkaan sisältänyt ehdotuksia käytännön toimista, vaan ainoastaan pohjusti ja kartoitti vaihtoehtoja. Syyskuussa 2007 ICAO järjestää konferenssin, jossa keskustellaan raportista ja mahdollisista toimista.

4.1.4 NEAA:n ja CE Delftin ehdotus lento- ja meriliikenteen kansainvälisiksi päästökaupoiksi

Hollantilaiset konsulttitoimistot NEAA ja CE Delft julkaisivat vuoden 2007 huhtikuussa raportin, jossa esitellään ehdotukset sektorikohtaisesta päästökaupasta kansainväliselle lento- ja laivaliikenteelle ja ehdotukset niiden liittämistä EU:n päästökauppaan [NEAA 2007]. Lentoliikenteestä on jo aiemmin keskusteltu paljon, joten raportissa on paneuduttu tarkemmin meriliikenteen ongelmakohtiin.

Ehdotuksissa kansainväliseksi päästökaupaksi on otettu huomioon UNFCCC:n hyväksymät yhteiset mutta eriytyvät vähennystavoitteet. Ehdotuksissa teollisuusmaille asetetaan päästökatto, kehitysmailla mahdollistetaan CDM-mekanismien käyttö ja vähiten kehittyneet maat jätetään kokonaan päästökaupan ulkopuolelle. Kilpailuvääristymien pienentämiseksi tietyt reitit voidaan rajata päästökaupan ulkopuolelle tai sitten kaupan käynti voidaan rajata ainoastaan teollisuusmaiden sisäisiin ja välisiin matkoihin. Ehdotuksissa lento- ja laivayhtiöt olisivat päästökaupan toimijoita ja velvollisia omistamaan päästökaupakauden lopussa riittävän määrän päästöoikeuksia.

Kaksi keskeisintä ehdotusta ovat reittiperusteinen taakanjako ja sektorikohtainen päästökauppa. Ne poikkeavat toisistaan etenkin päästökaupan rajauksessa ja kansainvälisten järjestöjen ICAO:n ja IMO:n (International Maritime Organization) rooleissa. Järjestöillä ei ole mahdollisuutta säätää lakeja ja valvoa niiden noudattamista, joten ne tarvitsevat jälkimmäisessä vaihtoehdossa maiden hallituksia huolehtimaan yhtiöiden pakottamisesta.

- Reittiperusteinen taakanjako – Annex I -maiden sisäiset ja erikseen sovittavat kansainväliset reitit sisällytetään päästökauppaan ja niistä aiheutuvat päästöt lasketaan kaikkien lentojen tai alusten lähtö- tai kohdemaalle. Päästökauppa sisältäisi vain CO₂-päästöt, mutta muut ilmastovaikutukset voitaisiin ottaa huomioon päästökauppaan sivuavilla asetuksilla tai päästökertoimilla. UNFCCC päättäisi tavoitteet sekä valvoisi niiden toteutumista, ICAO ja IMO uudistaisivat ohjeistusta toimintatapoihin, ja maat vastaisivat ohjeiden toimeenpanosta. Teollisuusmaat lisäksi panostaisivat tutkimukseen ja kehitykseen sekä teknologiastandardien parantamiseen.
- Sektorikohtainen päästöraja ja -kauppa – Tässä mallissa päästöjä ei kohdennettaisi yksittäisiin maihin vaan päästökatto asetettaisiin koko sektorille. ICAO ja IMO järjestäisivät sektorien sisäiset päästökaupat yhtiöille ja johtaisivat keskustelua uusista toimintatavoista sekä standardeista. Sektorien sisäiset päästökaupat yhdenmukaistettaisiin UNFCCC:n kanssa, jotta päästöoikeuksilla voitaisiin käydä kauppaa muiden päästökauppajärjestelmien kanssa ja hyödyntää JI- sekä CDM-mekanismia. Muut ilmastovaikutukset voitaisiin tarvittaessa ottaa huomioon kerrotoimella.

Absoluuttisen päästökaton lisäksi ehdotukset voitaisiin toteuttaa myös suhteellisina eli energiatehokkuuteen tai ominaispäästöihin perustuvana päästökauppana. Tässä mallissa korostuisi tekniikkastandardien ja niiden jatkuvan kehittämisen merkitys. Lähestymistavan ongelmina olisivat päästökaupan yhteensovittaminen muiden päästökauppajärjestelmien ja Kioton sopimuksen kanssa sekä absoluuttisten päästöjen kasvu jopa kunnianhimoisilla suhteellisten päästöjen pienennyksillä. Tutkimuksen mukaan energiatehokkuus voisi vuoteen 2050 mennessä mahdollisesti parantua 15 % lentoliikenteessä ja 25 % laivaliikenteessä, mutta jos nykyiset kasvuennusteet pitävät paikkansa, sektorien päästöt kasvaisivat tästä huolimatta jopa 200 % ja 110 % [NEAA 2007].

4.1.5 Meriliikenteen liittamisestä EU:n päästökauppaan

Kansainvälinen meriliikenne on saanut lentoliikennettä vähemmän huomiota, vaikka sen päästöt ovat lentoliikennettä suuremmat (463 ja 354 MtCO₂ vuonna 2002) ja ne ovat kasvaneet nopeammin (27,6 % ja 23,9 % vuodesta 1990 vuoteen 2002). Laivaliikenne tarvitsee erikoishuomiota myös siksi, että kansainvälisen laivaliikenteen rikki- ja typpioksidipäästöt ovat erittäin suuret. Pelkästään Euroopan aluevesillä ne vastaavat noin 30 %:n osuutta koko Euroopan unionin rikki- ja typpioksidipäästöistä. Sektorin päästöjen rajoittamista helpottaa päästöjen keskittyminen suuriin rahtialuksiin. IIASA:n selvityksen mukaan 95 % päästöistä tulee suurista laivoista ja 95 % näistä on rahtilaivoja [IIASA 2007]. Typen- ja rikin oksidit aiheuttavat happosateita, mutta ne myös kylmentävät ilmastoa sekundaarisesti esimerkiksi hajottamalla metaania, joten näiden päästöjen rajoittaminen tulee lisäämään laivaliikenteen lämmittävää vaikutusta entisestään.

Saman NEAA:n ja CE Delftin tekemän tutkimuksen mukaan meriliikenteen sisällyttäminen EU:n päästökauppaan on huomattavasti ongelmallisempaa kuin lentoliikenteen. Keskeisimpiä syitä tähän ovat laivojen helppo ulosliputus ja kapasiteetti tankata polttoainetta usean matkan ajaksi kerralla. Suoraan yhtiöihin kohdistuvat vähennystavoitteet todennäköisesti johtavat ulosliputuksiin, ja polttoaineeseen kohdistuvat verot lisäävät muissa maissa tai merellä tapahtuvaa tankkausta. Lisäksi sektorin vähennyspotentiaali on suhteellisen pieni ja laivat vuokrataan usein lastin kuljettajalle, jolloin omistajan motiivit vähentää päästöjä ovat pienemmät vuokraajan vastatessa matkalla aiheutuvista polttoaine- ja muista kuluista [NEAA 2007].

Näistä syistä laaja joukko yleensä käytetyistä keinoista on tehottomia ja harvat kestävät vaihtoehdot kohdistuisivat EU:n satamiin, laivareitteihin EU:n alueella tai laivojen kuljettamaan lastiin ja matkustajiin. Tutkimuksessa mahdollisiksi toimenpiteiksi listattiin joihinkin edellisistä kohdistuvat maksut, laivoille asetettavat ominaispäästövaatimukset tai laivaliikenteen liittäminen päästökauppaan. Tutkimuksen mukaan päästökauppa ei meriliikenteen tapauksessa kumminkaan ole selvästi muita vaihtoehtoja parempi, mutta

tarkempia selvityksiä kannattaa tehdä, sillä vähennyspotentiaali on suuri etenkin vanhoissa laivoissa. Kustannustehokas vaihtoehto olisi myös satamamaksun porrastaminen laivan ominaispäästöjen tai energiatehokkuuden mukaan.

NEAA:n ja CE Delftin ehdotuksessa laivaliikenteen liittamisestä EU:n päästökauppaan laivayhtiöt olisivat päästökaupan toimijoita ja niiden päästöille asetettaisiin kiinteä katto, ominaispäästöihin perustuva raja tai jokin näiden yhdistelmä. Päästöt laskettaisiin EU:n satamiin saapuville laivoille, mutta päästöjen todentajaa ei pohdittu. Laivayhtiöiden pitäisi korvata päästörajan ylitykset kuten muidenkin yritysten eli ostamalla oikeuksia tai hankkimalla niitä CDM-mekanismilla. Meriliikenteen osalta päästökaupassa huomioitaisiin vain hiilidioksidipäästöt, ja IMO:n rooliksi jäisi ainoastaan teknologia- ja päästöstandardien kehittäminen ja ylläpitäminen.

Tähän mennessä käytännön työ on tapahtunut IMO:ssa, mutta ainoat saavutukset ovat olleet standardien kehittämistä ja ohjeita päästöjen tilastoimiseen. Laivaliikenteelle on käymässä kuten lentoliikenteelle, eli Euroopan komissio toimii yksin, kun kansainvälistä sopimusta ei saada riittävän nopeasti aikaiseksi. Komissio on usean vuoden ajan tehnyt kattavaa taustaselvitystä ja julkaissut useita tutkimuksia meriliikenteen päästöistä, vähennyspotentiaalista ja kustannustehokkaimmista keinoista puuttua päästöihin [EC 2007b]. EurActivin mukaan Euroopan komission pitäisi vuoden 2007 loppuun mennessä saada tehtyä ehdotus meriliikenteen liittamisestä EU:n päästökauppaan [EurActiv 2007c].

4.2 Tieliikenne

Tieliikenteen päästöt ovat hyvin suuret, ja EU:n alueella niiden on arvioitu olevan noin 20 % EU:n kaikista CO₂-päästöistä. Autojen päästöt sisältävät lisäksi huomattavan määrän pienhiukkasia, ja suuri osa päästöistä vapautuu tiheään asutuilla alueilla. Tieliikenteen päästöjen rajoittaminen on vaikeaa, koska rajoituksia ei voida kattavasti kohdentaa yhteenkään toimijaan sektorilla ja yksityisautoilu on jo nykyhinnoilla niin kallista, että hinnankorotusten on oltava suuria nostaakseen kokonaiskustannuksia merkittävästi.

Sektorin kokonaispäästöihin vaikuttavat ensinnäkin autojen valmistajat ja omistajat, mutta myös öljynjalostamot, infrastruktuuri ja muiden liikennemuotojen saatavuus. Autojen valmistajat vaikuttavat ensisijaisesti autojen ominaispäästöihin, autojen käyttäjät niiden määrään sekä niillä ajettuihin kilometreihin ja öljynjalostamot polttoaineiden ominaisuuksiin. Autoilijan käyttöpäätökseen vaikuttavat myös vallitseva kulttuuri, joukkoliikenteen kilpailukyky sekä infrastruktuuri, kuten teiden kunto ja kapasiteetti. Lisäksi autojen kulutuksen pienentäminen vähentää käyttökustannuksia, mikä lisää ajettuja kilometrejä. IEA:n arvion mukaan tämän efektin suuruus voi olla jopa 30 % saavutetuista vähennyksistä. Tieliikenne onkin hyvä esimerkki siitä, ettei päästöjä voi kaikissa

tilanteissa vähentää pelkällä päästökaupalla, vaan instrumentit tarvitsee valita ja kohdentaa oikein sekä tukea niitä riittävästi muilla keinoilla, kuten veroilla, maksuilla ja normeilla.

Lyhyellä aikavälillä sektorin mahdollisuudet päästöjen pienentämiseen ovat autojen ominaiskulutuksen pieneneminen, käytön vähentäminen ja autokannan uusiminen. Seuraavassa esitellään IEA:n vuonna 2005 julkaiseman ”Act Locally, Trade Globally”-raportin ehdotuksia näihin ryhmiin suunnatuista päästökaupoista [IEA 2005].

- Yksittäisten käyttäjien ottaminen mukaan päästökauppaan lisäisi pienten toimijoiden ja byrokratian määrää valtavasti. Myös kuljetusfirmojen joukossa on hyvin paljon pieniä yrityksiä, mikä käytännössä estää niihin kohdennetun päästökaupan. Raportissa todettiinkin verot ja auton ominaispäästöihin sidotut käyttömaksut paremmiksi vaihtoehdoiksi. Niillä pystyttäisiin kustannustehokkaasti puuttumaan sekä autokantaan että ajotapoihin.
- Autonvalmistajia on maailmassa suhteellisen vähän, ja 10 suurinta valmistaja noin 75 % ja 25 suurinta noin 95 % maailman autoista vuonna 2005 [OICA 2006]. Sektori sopisi päästökauppaan tässä suhteessa loistavasti, mutta ongelmana on, ettei valmistajille voi laittaa absoluuttista päästökattoa ilman suurta arvailua keskimääräisistä ajokilometreistä ja auton eliniästä. Sopivampi päästöyksikkö olisikin automallien keskikulutus, jolla käytäisiin kauppaa kuten hiilidioksiditonilla. Lähestymistavan vähennyspotentiaali on suuri, mutta ongelmaksi muodostuu hallitusten suojeleva rooli, mikä tekee kansainvälisen päästökaupan toteutumisesta epätodennäköistä. Etenkin Yhdysvalloissa autoteollisuutta pidetään kansallisesti tärkeänä: sille maksetaan suuria tukia, eikä yritysten toimintaa haluta rajoittaa haittaavilla säädöksillä.
- Öljynjalostamot kävivät 80-luvulla Yhdysvalloissa kauppaa polttoaineen lyijypitoisuudella, mikä johti lyijypitoisuuden nopeaan laskuun. CO₂-päästöjen vähentämisessä päästökauppa voitaisiinkin kohdentaa öljynjalostamoiden kokonaispäästöihin, jolloin saavutettaisiin erittäin laaja kattavuus hyvin pienellä määrällä tuotantolaitoksia. Jalostamot voisivat pienentää päästöjään optimoimalla prosessiaan tai lisäämällä biopolttoaineiden osuutta tuotannossaan. Biopolttoaineen laajempaa käyttöä rajoittavat saatavuus ja kannattavuus sekä nykyisellä tuotantotekniikalla todellisuudessa saavutettavat päästövähennykset. Jalostamoiden päästökaupasta voitaisiinkin muotoilla markkinavetoinen lähestymistapa biopolttoaineisiin nykyisen tuotantotuen sijasta. Öljynjalostus on kansainvälisesti erittäin kilpailtu ala, eli päästökauppa aiheuttaisi vääristymän kilpailussa, mutta toisaalta tällä hetkellä käytännössä kaikki jalostettu polttoaine käytetään, joten alalle saattaisi muodostua vastaava marginaalihinta, kuten sähköntuotannossa.

Yksi mahdollisuus, jota IEA:n raportissa ei käsitelty, on polttoaineen jakelijoiden liittäminen päästökauppaan. Jakelijat velvoitettaisiin osallistumaan päästökauppaan ja omistamaan päästökauppakauden lopussa välittämäänsä polttoainemäärää vastaavat päästöoikeudet. Tällä lähestymistavalla voitaisiin kattaa kaikki liikennemuodot tai rajoittaa se vain tieliikenteen polttoaineisiin. Tässä ja aiemmin esitetyissä lähestymistavoissa polttoaineeseen kohdistettaisiin verot ja päästökauppa, mutta samoin kohdellaan esimerkiksi sähköntuottajia.

Jos tieliikenteelle haluttaisiin perustaa oma päästökauppa tai liittää sektori johonkin olemassa olevaan päästökauppaan, ratkaisu vaatisi usean edellä esitellyn vaihtoehdon yhdistelmää. Ecofys suosittelikin komissiolle, ettei tieliikennettä liitetä EU:n päästökaupan kolmanteen kauteen edellä lueteltujen ongelmien vuoksi [Ecofys 2006]. Tähän mennessä yleisin lähestymistapa tieliikenteen päästövähennyksiin on ollut autojen keskkulutuksen vapaaehtoinen tai lakisääteinen pienentäminen, mistä useat maat ovat sopineet valmistajien kanssa. Euroopan komissio on tehnyt ehdotuksen, jonka mukaan autovalmistajien pitäisi saavuttaa 140 gCO₂/km keskipäästöraja vuoteen 2009 mennessä ja 120 gCO₂/km vuoteen 2012 mennessä [EC 2007c]. Direktiivin lopullinen muoto varmistunee vuoden 2007 loppuun mennessä. Feng teki vuonna 2004 tutkimuksen eri maiden säännöksistä, ja siinä EU:n jo silloin valmisteleva ehdotus tulkittiin kansainvälisesti tiukimmaksi tavoitteeksi [Feng 2004].

Nykyiset yhteiskunnat on rakennettu ihmisten ja tavaroiden vapaan liikkuvuuden vaaraan, ja tämän rajoittaminen vaatisi suuria muutoksia yhteiskunnissa. Lento-, meri- ja tieliikenteen kohdalla onkin kysyttävä, kuinka tärkeää on sektorien päästöjen väheneminen vai riittääkö päästöjen ostaminen muilta sektoreilta. Myös asian tekninen ratkaisu on mahdollista, ja puhtaita liikennemuotoja voidaan kehittää, mutta siihen asti liikennesektorit tulevat olemaan netto-ostajia muilta sektoreilta. Tämä näkyy aluksi käytön kustannuksissa, mutta pidemmällä aikavälillä ja päästörajojen kiristyessä muilta sektoreilta tuskin riittää tarpeeksi myytävää. Ongelmia aiheutuisi muille sektoreille jo ennen tätä, kuten lentoliikenteen tapauksessa saattaa käydä. Kuten muillakin sektoreilla, sopeutuminen on todennäköisesti sitä helpompaa, mitä aikaisemmin se aloitetaan.

5. Yhteenveto ja johtopäätökset

Yhdysvaltojen jättäytyminen pois Kioton sopimuksesta oli merkittävä takaisku kansainväliselle ilmastopolitiikalle. Toisaalta voi sanoa, että Kioton sopimuksen onnistuminen oli suuri menestys, jonka osittain kariuduttua ajauduttiin vanhan uran tuntumaan. Uusimmat yritykset kehittyvien maiden ja Yhdysvaltojen saamiseksi mukaan ovat olleet sektorikohtaisia lähestymistapoja, jotka perustuvat energiatehokkuuteen tai muuhun suhteelliseen rajaan, joka ei rajoita taloudellista kasvua. Lähestymistapa on vielä uusi ja keskustelu sen ympärillä vilkasta.

Ehdottomat päästökäytöt olisivat tehokkaita, mutta eivät poliittisista syistä kovinkaan todennäköisiä. Reaalipolitiikassa on muutenkin otettava huomioon, että mahdollinen voi joskus olla kaukana optimaalisesta. Viimeisten vuosien aikana Euroopan unioni on toiminut yksin ja perustanut oman päästökaupan Kioton tavoitteiden saavuttamiseksi sekä asettanut itselleen vielä tiukemmat tavoitteet pidemmälle ajanjaksolle. EU on laajentamassa päästökauppaansa lähivuosina uusiin maihin, sektoreihin ja kaasuihin. Tämän julkaisun kannalta EU:n päätökset ovat merkittäviä, koska niitä ovat usein seuranneet kansainvälisten järjestöjen kritiikki ja vastaehdotukset.

Julkaisun kirjoitushetkellä sektorikohtaisissa ehdotuksissa pohdittiin useimmiten itse päästörajoitusten rakennetta ja toimivuutta, mutta konkreettisia ehdotuksia löytyi hyvin vähän. Osasyynä tälle voi olla, että ehdotukset muotoillaan lopullisesti poliittisinä päätöksinä ja tutkimukset ainoastaan pyrkivät antamaan mahdollisimman kattavat pohjatiedot niihin. Silti yhdessä ehdotuksessa ei arvioitu toteutuksen mahdollisia kustannuksia ja ainoastaan kahdessa arvioitiin mahdollisten päästövähennysten suuruutta.

Päästörajoitusten ja etenkin päästökaupan muodostaminen tietyn sektorin laitoksille vaatii hyvät perusteet ja kattavan valmistelun. Monen kehittyvän maan päästöistä ja tuotantomääristä onkin vain valistuneita arvauksia, ja ensimmäisenä joudutaan kehittämään kansainväliset menettelyt päästöjen monitoroinnille ja todentamiselle. Lisäksi pitää arvioida päästöjen vähennyspotentiaalia ja suunnitella rajoitustoimet siten, että niiden hallinnoinnin kustannukset eivät muodosta liian suurta osaa vähennettyjen CO₂-tonnien hinnasta. Yksi tapa arvioida kansainvälisten ehdotusten kustannuksia olisi tehdä se EU-päästökauppajärjestelmästä saatujen kokemukseräisten tietojen pohjalta.

Kansainvälisten sopimusten, kuten Kioton sopimuksen, suurimpia ongelmia ovat sopimuksen tarkka muotoilu ja oikeudelliset kysymykset. Päästörajoitukset on säädettävä kunkin maan lainsäädäntöön erikseen ja kansainvälisissä sopimuksissa on luotettava osallistuvien maiden kykyyn ja haluun valvoa tuotantolaitoksiaan sekä noudattaa sopimuksia. Ei ole olemassa kansainvälistä instituutiota, joka voi pakottaa itsenäisiä valtioita pitämään kiinni tehdyistä sopimuksista.

Taloudessa, eli myös yritysten investointipäätöksissä, ennustamattomuus vastaa korkeita korkoja, ja epävarmassa tilanteessa voitot sijoitetaan lyhyellä tähtämellä ja kotiutetaan nopeasti. Tämä estää esimerkiksi energiasäästötoimia, joiden takaisinmaksuajat ovat usein hieman pidempiä kuin muiden investointien. Säästötoimet tepsivät tehokkaimmin mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, sillä päästöjen vähentäminen on halvempaa laitosten rakentamisvaiheessa ja luonnollisten poistumien yhteydessä. Oikein suunniteltu, sektorit kattava laitoskohtainen päästökauppa myös nopeuttaisi siirtymistä kehittyneempään tekniikkaan päästökauppaan osallistuvissa valtioissa.

Ehdotuksissa jätettiin usein huomiotta myös se, että jonkun on suostuttava ostamaan kehittyvien maiden tuottamat päästöoikeudet, jotta kehitysmaat hyötyisivät päästövähennyksistään. Tällä hetkellä ainoa suuri markkina on EU ETS, mutta sen volyyymi on maailman mittakaavassa pieni ja tasapaino koetuksella jo ilman suuria CDM-mekanismien tuottamia päästöoikeuksia. Uusia vapaaehtoisia päästökauppa-järjestelmiä, jotka hyväksyvät CDM-mekanismien tuottamat päästöoikeudet, on syntymässä ainakin Kanadaan ja Yhdysvaltoihin. Mitä enemmän niitä on, sitä enemmän kehitysmaat houkuttaa osallistua sektorikohtaiseen sopimukseen.

Ehkä suurin etu sektorikohtaisissa lähestymistavoissa on, että ne mahdollistavat vain tiettyjen laitosten ottamisen mukaan uusista teollisuus- ja kehitysmaista ja tarvittaessa vain niiltä sektoreilta, joilla voidaan saavuttaa suuria päästövähennyksiä kustannustehokkaasti. Samalla voitaneen vähentää hiilivuotoa. Kansainvälinen päästöjen rajoittaminen voi olla huomattavasti realistisempaa aloittaa pienistä osista eli lähestyen alhaalta käsin eikä ylhäältäpäin suuresta kokonaisuudesta, kuten Kioton sopimus pyrki tekemään.

Lähdeluettelo

Työn kannalta merkittävimmät lähteet:

[CCAP 2006] Center for Clean Air Policy; J. Schmidt, N. Helme et al.; Sector-based Approach to the Post-2012 Climate Change Policy Architecture; August 2006; http://www.ccap.org/publications_climate.htm (16.8.2007)

[EC 2006] European Commission; Proposal for a Directive of European Parliament and of the Council – Amending Directive 2003/87/EC so as to include aviation activities in the scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community; December 2006; http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/aviation_ets_com_2006_818-21273_en.pdf (1.8.2007)

[Ecofys 2006] Ecofys; Inclusion of Additional Activities and Gases into the EU-Emissions Trading Scheme; Report for European Commission, DG Environment; October 2006; http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/etsreview/ecofys_review.pdf (25.7.2007)

[IEA 2005] IEA, OECD; Act Locally, Trade Globally: emissions trading for climate policy; 2005; http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2005/act_locally.pdf (1.8.2007)

[NEAA 2007] Netherlands Environmental Assessment Agency; J. Faber, B. Boon et al.; Aviation and maritime transport in a post 2012 climate policy regime; April 2007; <http://www.mnp.nl/bibliotheek/rapporten/500102008.pdf> (31.7.2007)

[OECD 2005a] J. Ellis & R. Baron; Sectoral Crediting Mechanisms: An Initial Assessment of Electricity and Aluminium; OECD/IEA; November 2005; <http://www.oecd.org/dataoecd/62/39/35798634.pdf> (21.8.2007)

[OECD 2005b] C. Watson, J. Newman, Rt H. S. Upton & P. Hackmann; Can Transnational Sectoral Agreements Help Reduce Greenhouse Gas Emissions?; OECD; June 2005; <http://www.oecd.org/dataoecd/14/11/35030013.pdf> (21.8.2007)

[WRI 2005] WRI; K. A. Baumert, T. Herzog & J. Pershing; Navigating the Numbers – Greenhouse Gas Data and International Climate Policy; 2005; http://pdf.wri.org/navigating_numbers.pdf (1.8.2007)

Muut lähteet:

[APP] The Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate; <http://www.asiapacificpartnership.org/> (22.8.2007)

[CAIT3] World Resource Institute; Climate Analysis Indicators Tool – CAIT-excel v. 3.0; <http://cait.wri.org/downloads.phpr> (30.7.2007)

[CAIT4] World Resource Institute; Climate Analysis Indicators Tool – CAIT v. 4.0; <http://cait.wri.org/cait.php> (30.7.2007)

[CCAP 2004] F. Sussman, N. Helme & C. Kelly; Establishing Greenhouse Gas Emission Caps for Multinational Corporations; The Center for Clean Air Policy; June 2004; <http://www.ccap.org/pdf/Establishing%20GHG%20Emission%20Caps%20for%20MNCs%2004.pdf> (16.8.2007)

[CE 2005] CE Delft; Giving wings to emission trading – Inclusion of aviation under the European emission trading system (ETS): design and impacts; Report for the European Commission, DG Environment; July 2005; http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/aviation_et_study.pdf (1.8.2007)

[EC 2004] Single Sky information campaign; http://ec.europa.eu/transport/air_portal/traffic_management/materials/campaign_en.htm (30.7.2007)

[EC 2005] Euroopan komissio; Komission tiedoksianto – EU:n päästökauppajärjestelmän vuosien 2008–2012 päästökaupunkauden jakosuunnitelmia koskevat lisäohjeet; 22.12.2005; http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/nap_2_guidance_fi.pdf (1.8.2007)

[EC 2007a] European Commission; Building the Single European Sky through Functional Airspace Blocks: A mid-term status report; March 2007; http://ec.europa.eu/transport/air_portal/traffic_management/doc/com_2007_101_en.pdf (30.7.2007)

[EC 2007b] EU policy on ship emissions; <http://www.ec.europa.eu/environment/air/transport.htm#3> (31.7.2007)

[EC 2007c] European Commission; Results of the review of the Community Strategy to reduce CO₂ emissions from passenger cars and light-commercial vehicles; February 2007; http://www.ec.europa.eu/environment/co2/pdf/com_2007_19_en.pdf (1.8.2007)

[EC 2007d] European Commission; Emissions trading: Commission adopts decisions on amendments to five national allocation plans for 2008–2012; July 2007; <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/1094&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=fr> (16.8.2007)

[Ecofys 2007] Ecofys; Small Installations within the EU Emissions Trading Scheme; Report under the project "Review of EU Emissions Trading Scheme"; July 2007; http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/finalrep_small_installations.pdf (1.8.2007)

[EP 2006] European Parliament; European Parliament resolution on reducing the climate change impact of aviation (2005/2249(INI)); July 2006; <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2006-0296+0+DOC+XML+V0//EN&language=EN> (1.8.2007)

[EurActiv 2007a] Norway to join EU carbon-trading scheme; Published: Friday 9 March 2007 | Updated: Friday 29 June 2007; <http://www.euractiv.com/en/climate-change/norway-join-eu-carbon-trading-scheme/article-162342> (30.7.2007)

[EurActiv 2007b] Aviation and Emissions Trading; Published: Sunday 22 May 2005 | Updated: Thursday 19 July 2007; <http://euractiv.com/en/transport/aviation-emissions-trading/article-139728> (30.7.2007)

[EurActiv 2007c] EU plans shipping emissions cap; Published: Tuesday 17 April 2007 | Updated: Friday 29 June 2007; <http://euractiv.com/en/transport/eu-plans-shipping-emissions-cap/article-163229> (31.7.2007)

[Eurofer 2007] Eurofer; Combating Climate Change; A Global Approach to Foster Growth, Competition and Innovation for European Steel; 2007 <http://www.eurofer.org/publications/pdf/2007-ClimateChange.pdf> (20.9.2007)

[Feng 2004] A. Feng et al.; Comparison of Passenger Vehicle Fuel Economy and GHG Emission Standards Around the World; Prepared for the Pew Center on Global Climate Change; December 2004; http://www.pewclimate.org/global-warming-in-depth/all_reports/fuel_economy (20.7.2007)

[Hidalgo 2003] I. Hidalgo, L. Szabo, J. C. Ciscar & A. Soria; Technological prospects and CO₂ emission trading analyses in the iron and steel industry: A global model; December 2003; <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V2S-4CVR155-1/2/ee2fba2036839d4fc2c8b0707dad3fe5> (1.8.2007)

[IAI 2006] IAI – International Aluminium Institute; Aluminium for Future Generations – Sustainability Update 2006; 2006; <http://www.world-aluminium.org/cache/fl0000133.pdf>

[ICAO 2007] International Civil Aviation Organization (ICAO); Report on Voluntary Emissions Trading for Aviation; Preliminary Edition; April 2007; http://www.icao.int/icao/en/env/vets_report.pdf (30.7.2007)

[IIASA 2007] IIASA; J. Cofala, M. Amann et al.; Analysis of Policy Measures to Reduce Ship Emissions in the Context of the Revision of the National Emissions Ceilings Directive; April 2007; http://www.ec.europa.eu/environment/air/pdf/06107_final.pdf (31.7.2007)

[IISI] International Iron and Steel Institute, IISI; Steel Statistics Archive; <http://www.worldsteel.org/?action=archivedsteellist2> (13.7.2007)

[IISI 2005] IISI – International Iron and Steel Institute; Steel: The Foundation of a Sustainable Future – Sustainability Report of the World Steel Industry 2005; <http://www.worldsteel.org/pictures/publicationfiles/SR2005.pdf>

[OICA 2006] OICA STATISTICS 2005; World Motor Vehicle Production; <http://www.oica.net/htdocs/statistics/tableaux2005/worldranking2005.pdf> (23.7.2007)

[Szabo 2004] L. Szabo, I. Hidalgo, J. C. Ciscar & A. Soria; CO₂ emission trading within the European Union and Annex B countries: the cement industry case; Joint Research Centre; July 2004; <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V2W-4D09G8J-3/2/4494cb139906280265b2b4d79940b295> (1.8.2007)

[UNFCCC] Parties to The Convention and Observer States; http://unfccc.int/parties_and_observers/parties/items/2352.php (16.8.2007)

[USGS 2002] United States Geological Survey, USGS; Mineral Commodity Summaries 2002; <http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/> (15.7.2007)

[USGS 2007] United States Geological Survey, USGS; Mineral Commodity Summaries 2007; <http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/> (15.7.2007)

[USINFO 2005] United States Questions European Aviation Emission Trading Scheme; December 2005, <http://usinfo.state.gov/gi/Archive/2005/Dec/05-48743.html> (30.7.2007)

[WBCSD 2007] WBCSD – World Business Council for Sustainable Development; The Cement Sustainability Initiative; June 2007; http://www.wbcscement.org/pdf/cement_initiative_arp.pdf (21.8.2007)

Liite A: Maakohtaiset päästöt

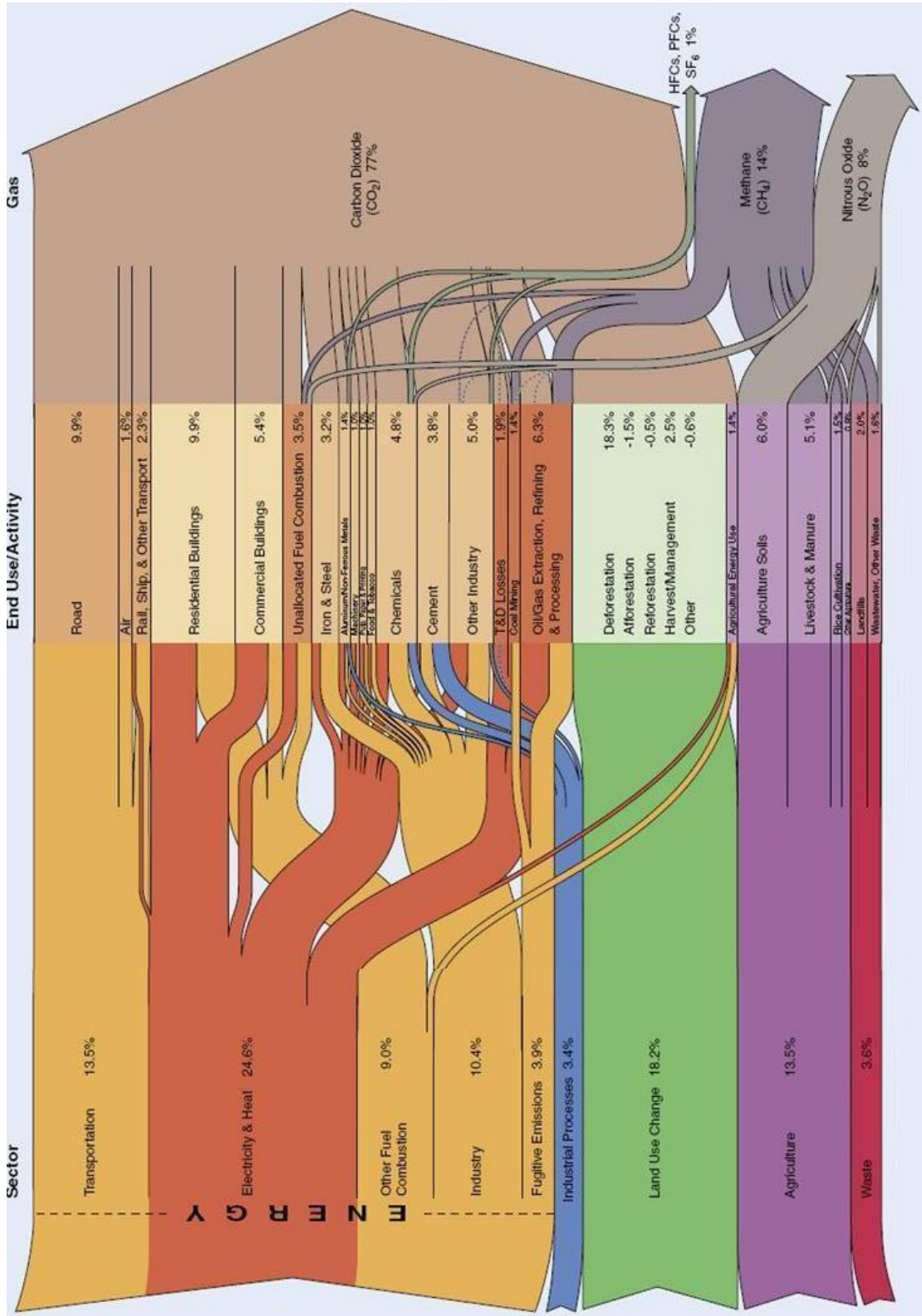
Taulukko A1. Khk-päästöjen perusteella 35 suurimman maan ja Suomen kasvihuonekaasupäästöt vuosilta 1990 ja 2000 [CAIT3]. Annex I-maat on lihavoitu ja EU:n jäsenmaat kursivoitu.

Maa tai alue	Kaikki kasvihuonekaasut (myös CO ₂ maankäytöstä ja metsistä)				CO ₂ fossiilisista polttoaineista ja sementin valmistuksesta			
	Vuonna 1990	Vuonna 2000	Muutos 1990–2000	Osuus vuonna 2000	Vuonna 1990	Vuonna 2000	Muutos 1990–2000	Osuus vuonna 2000
	MtCO ₂ eq	MtCO ₂ eq	%	%	MtCO ₂	MtCO ₂	%	%
Yhdysvallat	5640	6533	15,8	15,8	4910	5766	17,4	24,0
Kiina	3970	4915	23,8	11,9	2536	3469	36,8	14,4
EU25	4975	4693	-5,7	11,3	3939	3830	-2,8	15,9
Indonesia	2499	3066	22,7	7,4	169	294	74,4	1,2
Brasilia	2641	2222	-15,9	5,4	218	337	54,6	1,4
Venäjä	2894	1956	-32,4	4,7	2179	1537	-29,5	6,4
Intia	1315	1861	41,5	4,5	649	1055	62,6	4,4
Japani	1218	1322	8,5	3,2	1117	1208	8,2	5,0
<i>Saksa</i>	1181	992	-16,0	2,4	971	858	-11,7	3,6
Malesia	678	864	27,5	2,1	59	120	102,6	0,5
Kanada	656	783	19,4	1,9	431	526	22,0	2,2
<i>Britannia</i>	725	653	-9,9	1,6	577	552	-4,3	2,3
Meksiko	569	609	6,9	1,5	309	386	25,0	1,6
<i>Italia</i>	501	532	6,1	1,3	417	447	7,0	1,9
Etelä-Korea	295	522	77,2	1,3	254	466	83,5	1,9
Myanmar	419	508	21,2	1,2	4	9	109,8	0,0
<i>Ranska</i>	534	498	-6,7	1,2	377	365	-3,2	1,5
Iran	297	488	64,2	1,2	192	340	76,8	1,4
Ukraina	901	487	-45,9	1,2	666	313	-53,0	1,3
Australia	411	482	17,3	1,2	265	332	25,5	1,4
Etelä-Afrikka	358	420	17,2	1,0	295	349	18,5	1,5
Nigeria	312	388	24,4	0,9	78	79	1,1	0,3
Venezuela	407	387	-4,9	0,9	115	139	21,2	0,6
Turkki	297	383	28,8	0,9	151	224	48,5	0,9
<i>Espanja</i>	283	373	31,9	0,9	226	305	34,9	1,3
<i>Puola</i>	448	372	-16,9	0,9	358	302	-15,6	1,3
Kongo, Dem.	293	369	25,8	0,9	4	2	-62,8	0,0
Argentiina	330	347	5,2	0,8	114	142	24,7	0,6
Saudi-Arabia	204	341	66,6	0,8	162	277	70,8	1,2
Pakistan	240	318	32,9	0,8	67	106	57,8	0,4
Thaimaa	215	312	44,9	0,8	90	175	93,6	0,7
Kolumbia	281	266	-5,3	0,6	52	63	21,1	0,3

	Kaikki kasvihuonekaasut (myös CO ₂ maankäytöstä ja metsistä)				CO ₂ fossiilisista polttoaineista ja sementin valmistuksesta			
	Vuonna 1990	Vuonna 2000	Muutos 1990–2000	Osuus vuonna 2000	Vuonna 1990	Vuonna 2000	Muutos 1990–2000	Osuus vuonna 2000
	MtCO ₂ eq	MtCO ₂ eq	%	%	MtCO ₂	MtCO ₂	%	%
Peru	316	257	-18,6	0,6	20	28	42,1	0,1
Zambia	196	254	29,5	0,6	3	2	-35,6	0,0
Taiwan	129	230	79,1	0,6	122	226	85,4	0,9
...								
Suomi	69	67	-2,0	0,2	54	56	3,6	0,2
Top 5 ^{a)}	19730	21430	8,6	51,8	11770	13700	16,3	57,0
Top 15	28970	30830	6,4	74,5	17630	19660	11,5	81,8
Top 25	32030	34580	7,9	83,6	18970	21480	13,2	89,4
Koko maailma	38490	41360	7,5	100,0	21420	24020	12,1	100,0
Annex I	17720	17150	-3,2	41,5	14150	14060	-0,6	58,5
Non-Annex I	20370	23660	16,2	57,2	4910	9610	96	40,6

a) EU on laskettu yhdeksi maaksi, eikä jäsenmaita ole huomioitu erikseen.

Liite B: Sektorikohtaiset päästöt

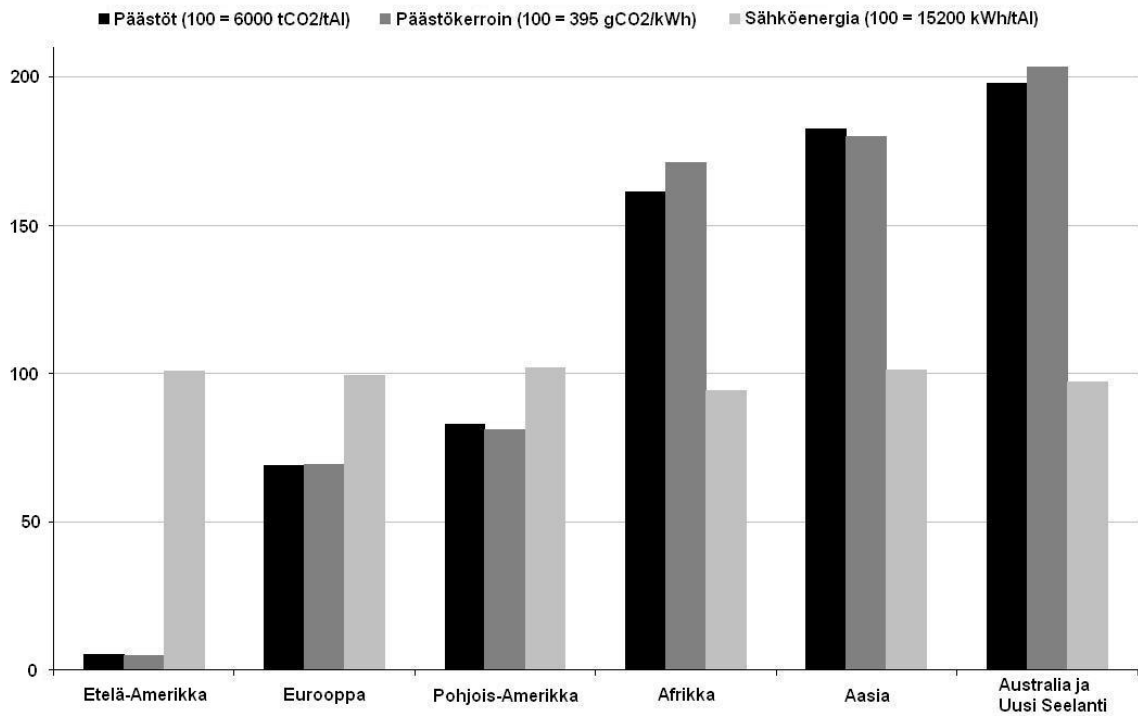


Kuva B1. Maailman kasvihuonekaasupäästöjen virtaus yhteiskuntastruktuurin läpi [WRI 2005].

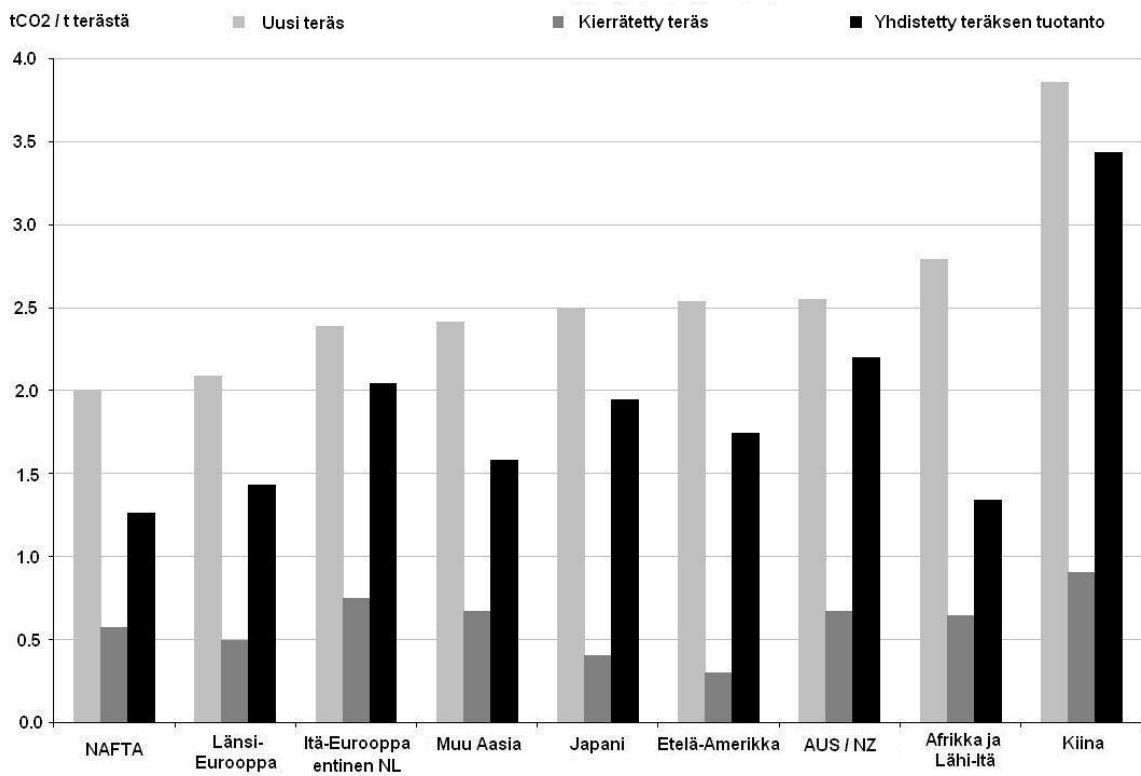
Taulukko B1. Suurimpien alumiinin tuottajamaiden tunnusluvut vuosilta 2000 ja 2006. Annex I -maat on lihavoitu.

Maa tai alue	[USGS 2002]	[USGS 2007]	Muutos 2000–2006 %	Osuus tuotannosta 2006 %	[CCAP 2006]	Tuotannon ominaispäästöt vuonna 2000 tCO ₂ /tuotetonne
	Tuotanto vuonna 2000 Mton	Tuotanto vuonna 2006, arvio Mton			Khk-päästöt vuonna 2000 MtCO ₂ eq	
Kiina	2,6	8,7	241,2	26,3	23	8,8
Venäjä	3,2	3,7	14,8	11,2	16	5,0
Kanada	2,4	3,0	26,6	9,1	3	1,2
Yhdysvallat	3,7	2,3	-37,3	6,9	29	7,8
Australia	1,8	1,9	7,3	5,7	14	8,0
Brasilia	1,3	1,6	25,0	4,8	6,2	4,8
Norja	1,0	1,4	32,0	4,1	0,3	0,3
Intia	-	1,0	-	3,0	2	-
Etelä-Afrikka	0,7	0,9	32,6	2,7	0,1	0,1
Bahrain	-	0,8	-	2,5	1	-
Saksa	-	0,5	-	1,6	3	-
Top 5	13,6	19,6	44,3	59,3	84	6,2
Top 15	-	25,3	-	76,4	68	-
Annex I ^{b)}	12,1	12,8	6,1	38,7	65	5,4
Non-Annex I ^{b)}	4,5	13,0	189,3	39,3	32	7,0
Koko maailma	24,0	33,1	37,9	100,0	123	5,1

b) Arvot laskettu vain edellä listatuista maista.



Kuva B2. OECD:n arvio alumiiniteollisuuden ominaispäästöistä eri alueilla [OECD 2005b].



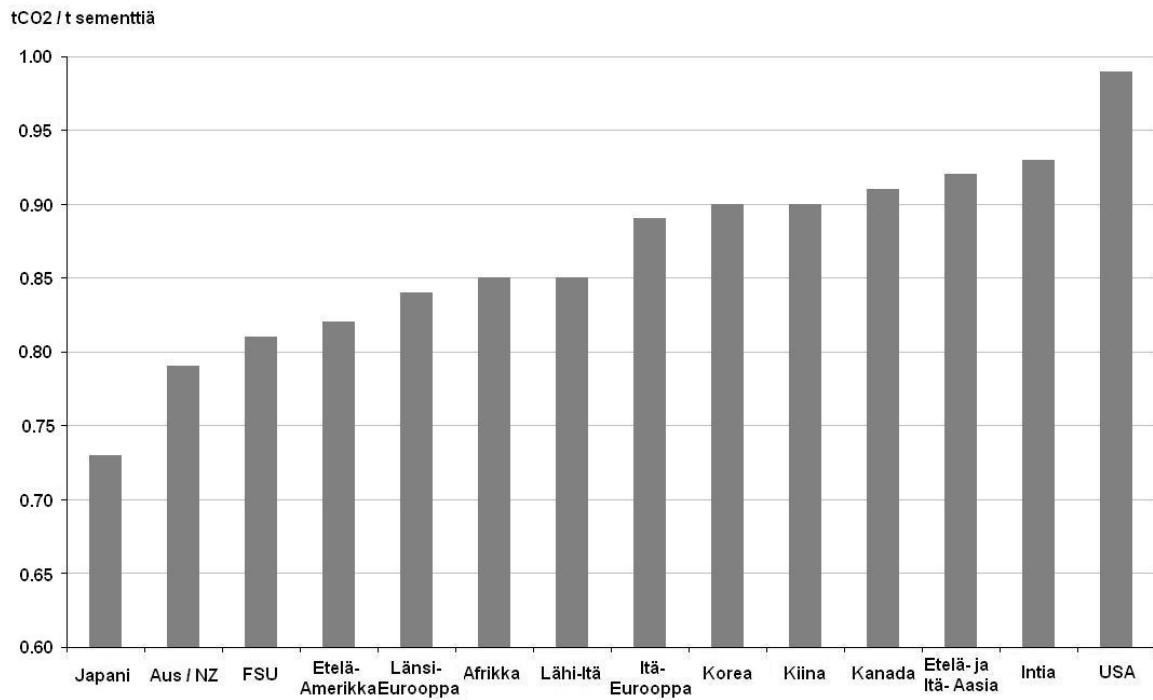
Kuva B3. OECD:n arvio terästuotannon ominaispäästöistä eri maissa ja alueilla [OECD 2005b].

Taulukko B2. Suurimpien teräksentuottajamaiden tunnusluvut vuosilta 2000 ja 2006. Annex I -maat on lihavoitu ja EU:n jäsenvaltiot kursivoitu.

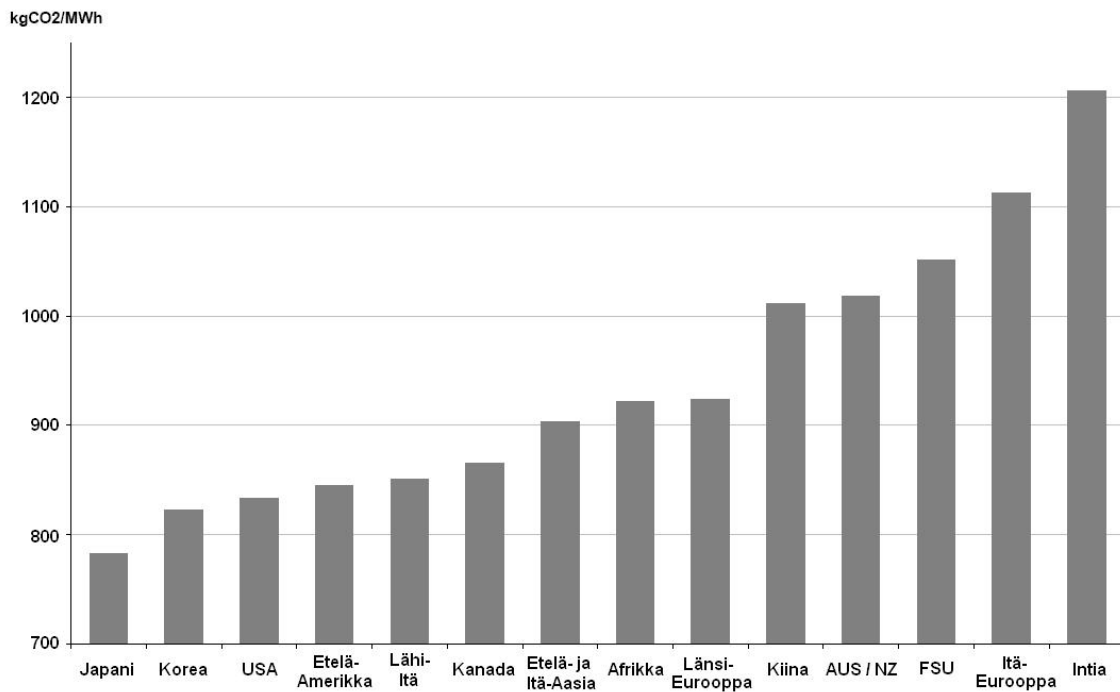
Maa tai alue	[IISI]	[IISI]	Muutos 2000–2006	Osuus tuotannosta 2006	[CCAP 2006]	Tuotannon ominaispäästöt vuonna 2000
	Tuotanto vuonna 2000	Tuotanto vuonna 2006, arvio			Khk-päästöt vuonna 2000	
	Mton	Mton			MtCO ₂	
Kiina	126	423	235	34,6	290	2,3
EU25	-	181	-	14,8	145	-
Japani	106	116	9	9,5	88	0,8
Yhdysvallat	101	99	-2	8,1	75	0,7
Venäjä	58	71	23	5,8	91	1,6
Etelä-Korea	43	49	13	4,0	9	0,2
Saksa	46	47	2	3,9	38	0,8
Intia	27	43	61	3,5	59	2,2
Ukraina	31	41	31	3,3	38	1,2
Italia	27	32	19	2,6	11	0,4
Brasilia	28	31	11	2,5	25	0,9
Turkki	14	23	63	1,9	6	0,4
Ranska	21	20	-5	1,6	15	0,7
Espanja	16	19	17	1,5	8	0,5
Meksiko	16	16	4	1,3	14	0,9
Kanada	17	15	-7	1,3	15	0,9
Iran	7	10	48	0,8	4	0,6
Etelä-Afrikka	7	10	37	0,8	17	2,5
Australia	8	8	-3	0,6	9	1,1
Ruotsi	5,2	5,5	5	0,4	3	0,6
Egypti	2,8	5,5	92	0,4	3	1,1
Suomi	4,1	5,1	23	0,4	4	1,0
Venezuela	4	5	30	0,4	7	1,9
Top 5 ^{a)}	-	890	-	72,7	689	-
Top 15	-	1136	-	92,9	885	-
Annex I ^{b)}	-	555	-	45,4	470	-
Non-Annex I ^{b)}	260,2	592	127	48,4	429	1,6
Koko maailma	828	1223	48	100,0	957	1,2

^{a)} EU on laskettu yhdeksi maaksi, eikä jäsenmaita ole huomioitu erikseen.

^{b)} Arvot laskettu vain edellä listatuista maista.



Kuva B4. OECD:n arvio sementtiteollisuuden ominaispäästöistä eri alueilla [OECD 2005b].



Kuva B5. OECD:n arvio hiilivoimaloiden ominaispäästöistä eri alueilla ja maissa [OECD 2005b].

Taulukko B3. Suurimpien sementintuottajamaiden tunnusluvut vuosilta 2000 ja 2006. Annex I-maat on lihavoitu ja EU:n jäsenvaltiot kursivoitu.

Maa tai alue	[USGS 2002]	[USGS 2007]	Muutos 2000–2006	Osuus tuotannosta 2006	[CCAP 2006]	Tuotannon ominaispäästöt vuonna 2000
	Tuotanto vuonna 2000	Tuotanto vuonna 2006, arvio			Khk-päästöt vuonna 2000	
	Mton	Mton			MtCO ₂	
Kiina	583	1100	89	44,0	500	0,9
Intia	95	155	63	6,2	78	0,8
EU25 ^{c)}	124	147	19	5,9	155	1,3
Yhdysvallat	90	101	13	4,0	104	1,2
Japani	81	68	-16	2,7	70	0,9
Venäjä	32	54	67	2,2	31	1,0
Etelä-Korea	51	52	1	2,1	42	0,8
<i>Espanja</i>	30	50	67	2,0	36	1,2
<i>Italia</i>	36	46	28	1,8	40	1,1
Turkki	36	45	26	1,8	19	0,5
Thaimaa	32	40	25	1,6	23	0,7
Meksiko	32	40	26	1,6	23	0,7
Indonesia	28	40	44	1,6	23	0,8
Brasilia	39	37	-6	1,5	33	0,8
Iran	20	33	65	1,3	12	0,6
Vietnam	-	33	-	1,3	7	-
<i>Saksa</i>	38	30	-21	1,2	35	0,9
Egypti	24	29	20	1,2	12	0,5
Saudi-Arabia	-	26	-	1,0	9	-
<i>Ranska</i>	20	21	5	0,8	18	0,9
Top 5 ^{a)}	973	1571	61	62,8	907	0,9
Top 15	1309	2008	53	80,3	1190	0,9
Annex I ^{b)}	363	415	14	16,6	380	1,0
Non-Annex ^{b)}	904	1585	75	63,4	762	0,8
Koko maailma	1600	2500	56	100,0	1382	0,9

^{a)} EU on laskettu yhdeksi maaksi, eikä jäsenmaita ole huomioitu erikseen.

^{b)} Arvot laskettu vain edellä listatuista maista.

^{c)} Vain Espanja, Italia, Saksa ja Ranska.

Taulukko B4. Suurimpien tuottajamaiden ja Suomen kasvihuonekaasupäästöt sähkö-, kemikaali- ja paperisektoreilla vuonna 2000 [CCAP 2006]. Annex I -maat on lihavoitu.

Maa	Sähköntuotanto			Kemikaalien ja petrokemikaalien tuotanto			Paperin ja sellun tuotanto sekä painatus				
	Khk-päästöt vuonna 2000	Osuus kokonais- päästöistä	%	Maa	Khk-päästöt vuonna 2000	Osuus kokonais- päästöistä	%	Maa	Khk-päästöt vuonna 2000	Osuus kokonais- päästöistä	%
	MtCO ₂ eq				MtCO ₂ eq				MtCO ₂ eq		
Yhdysvallat	2139	27		Yhdysvallat	179	19		Yhdysvallat	51	31	
Kiina	1291	16		EU25^{a)}	172	18		EU25^{a)}	36	22	
EU25^{a)}	1222	16		Kiina	157	17		Kiina	23	14	
Venäjä	510	6		Venäjä	62	7		Japani	15	9	
Intia	478	6		Intia	49	5		Kanada	11	7	
Japani	326	4		Japani	42	4		Brasilia	4	3	
Etelä-Afrikka	175	2		Y. arabiemiirikunnat	24	3		Etelä-Korea	4	2	
Australia	164	2		Etelä-Afrikka	23	2		Intia	2	1	
Etelä-Korea	125	2		Etelä-Korea	23	2		Australia	2	1	
Kanada	122	2		Brasilia	20	2		Taipei	2	1	
Meksiko	111	1		Kanada	20	2		Indonesia	2	1	
Ukraina	88	1		Taipei	19	2		Venäjä	2	1	
Taipei	88	1		Meksiko	15	2		Meksiko	2	1	
Suomi	18,6	0		Suomi	0,9	0		Suomi	3,4	2	
Top 5	5161	66		Top 5	571	61		Top 5	136	84	
Top 15	6906	88		Top 15	806	86		Top 15	157	97	
Annex I b)	4633	59		Annex I b)	476	51		Annex I b)	119	73	
Non-Annex I b)	2516	32		Non-Annex I b)	386	41		Non-Annex I b)	42	26	
Koko maailma	7846	100		Koko maailma	936	100		Koko maailma	162	100	

^{a)} EU on laskettu yhdeksi maaksi, eikä jäsenmaita ole huomioitu erikseen.

^{b)} Arvot laskettu vain edellä listatuista maista.

