

Ilmastopaneeli

KANSAINVÄLISEN JA EU:N ILMASTOPOLITIIKAN
AJANKOHTAISIA TEEMOJA

SANNA SYRI, ANTTO VIHMA, MIIMU AIRAKSINEN, AIRA HAST, MARJA
JÄRVELÄ, MARKKU OLLIKAINEN, ILKKA SAVOLAINEN, JYRI SEPPÄLÄ,
SAMPO SOIMAKALLIO

Suomen ilmastopaneeli
Raportti 6/2013

SANNA SYRI, ANTTO VIHMA, MIIMU AIRAKSINEN, AIRA HAST, MARJA JÄRVELÄ, MARKKU OLLIKAINEN, ILKKA SAVOLAINEN, JYRI SEPPÄLÄ, SAMPO SOIMAKALLIO

TIIVISTELMÄ

Tarvitaan tiukka globaali ilmastopöytäkirja

- Globaalit ilmastoneuvottelut vuodesta 2009 alkaen voimaan tulevasta uudesta päästörajoitussopimuksesta käynnistyivät vuonna 2011. Durbanissa (2011) ja Dohassa (2012) sovittu Kioton pöytäkirjan toinen sitoumuskausi (2012–2020) koskee vain pientä osaa globaaleista päästöistä. Uusille globaaleille ns. ADP-neuvotteluille on annettu aikaa vuoteen 2015 asti. Maailman maiden tähänastisten sitoumusten ja ilmastomuutoksen tehokkaaseen hillintään tarvittavien toimien välillä on suuri kuilu.
- Nykyisen EU-27:n alueen osuus globaaleista CO₂-päästöistä oli vuonna 1990 19 %. Vuonna 2010 EU-27:n osuus oli 12 %. Koska kehittyvien maiden päästöjen arvioidaan kasvavan voimakkaasti, EU:n osuus globaaleista CO₂-päästöistä tulee vähenemään tulevaisuudessa kaikissa IEA:n skenaarioissa. Vuonna 2020 EU-27:n osuus tulee IEA:n mukaan olemaan jo alle 10% ja vuoteen 2035 mennessä osuus on enää 7-8% skenaariosta riippuen.
- Hiilivuodolla tarkoitetaan tilannetta, jossa päästöjä tuottavaa tuotantoa siirretään esimerkiksi pienempien muuttuvien kustannusten ja suhteellisten hintojen vuoksi sellaisiin maihin, joissa päästörajoitukset ja ilmastopoliittikka on löysempää. Hiilivuodolle alttiita toimialoja ovat runsaasti energiaa käyttävä teollisuus, kuten sementti-, rauta-, teräs-, puunjalostus- ja alumiiniteollisuus. OECD:n arvion mukaan tilanteessa, jossa ainoastaan EU toimisi päästöjä rajoittavasti siten, että kasvihuonekaasupäästöjä vähennettäisiin 50 % vuoteen 2050 mennessä vuoden 2005 tasoon verrattuna, EU:n päästövähennyksistä noin 12 % kumoutuisi päästöjen kasvulla muissa maissa. Jos tämä vähennys toteutettaisiin vähentämällä ainoastaan CO₂ päästöjä, hiilivuoto olisi noin 16 %. Jos kaikissa Annex I -maissa toteutettaisiin vastaava päästöjen vähennys, hiilivuoto vähenisi alle kahteen prosenttiin (OECD 2009). On ilmeistä, että pyrittäessä vielä tiukempiin pitkän aikavälin tavoitteisiin, ilmastopoliittikan kattavuus tulee vielä keskeisemmäksi kysymykseksi, ja esimerkiksi EU:n yksipuolinen kunnianhimoinen eteneminen todennäköisesti myös lisäisi hiilivuotoa lyhyellä aikavälillä. Toisaalta nykytilanteessa on vaikea ajatella kunnianhimoisen kansainvälisen sopimuksen syntymistä ilman EU:n osoittamaa vastaavaa tavoitteellisuutta.

EU on ollut tärkeä edelläkävijä

- EU on ollut edelläkävijä hiilidioksidin päästökaupan käyttööntössä. EU:n rooli päästökaupan edistäjänä on tärkeä ajatellen erityisesti mahdollisuutta saada globaali ilmastopöytäkirja, sillä EU:n vuonna 2005 käynnistämä päästökauppa rakenteineen on käytännössä ainoa uskottavasti toimiva kansainvälinen ohjauskeino. Oikeudellisesti sitovan päästökaton sisältäviä päästökauppajärjestelmiä on perustettu Uuteen Seelantiin (2010) ja Australiaan (2012), alueellisia vastaavia järjestelmiä puolestaan Yhdysvaltoihin (RGGI 2009, Kalifornia 2013), Kanadaan (Quebec 2013) ja Japaniin (Tokio 2010). Mahdollisuus yhdistää Australian päästökauppa Euroopan järjestelmään siten, että tulevaisuudessa alueilla olisi yhteinen hiilen hinta, ratkaisi järjestelmän hyväksymisen Australiassa.
- Euroopan unionin tärkein ilmastopoliittinen ohjauskeino eli päästökauppa (EU-ETS) on todennäköisesti ainoa instrumentti, jonka tapaiset linkitetyt järjestelmät voivat tulevaisuudessa kattaa suurimmat päästäjämaat ja siten levittää hiilidioksidipäästöjen hintaa laajemmalle. Viime vuosina erilaisia päästöihin tai energiatehokkuuteen pohjaavia kauppajärjestelmiä on suunniteltu ja toteutettu sekä teollisuusmaissa että kehitysmaissa.

- EU:n uusiutuvan energian politiikan vaikutus tuuli- ja aurinkovoiman tuotantoteknologiaan ja kustannuksiin on ollut globaalistikin katsottuna kiinnostava, vaikka politiikka on EU:lle erittäin kallis. Tuuli- ja aurinkoenergian tuotantokustannukset ovat laskeneet merkittävästi. Samalla Kiinasta on tullut maailman johtava tuuli- ja aurinkoenergian tuottaja. Suurtuotannon edut ovat siirtäneet tuotannon painopisteen Euroopasta Aasiaan, joskin alan arvolisäyksestä merkittävä osuus koituu Eurooppaan korkean teknologian osaamisen ansiosta. Arviot uusiutuvan energian tukimuotojen vaikutuksesta vaihtelevat siltä osin olisiko sama tai kenties laaja-alaisempi vaikutus saatu aikaan tiukemmalla päästökäytöllä ja korkeammalla päästöoikeuden hinnalla. Pohdittavaksi jää olisiko päästöoikeuden korkeampi hinta edesauttanut monimuotoisemmin ja uudenlaisten ratkaisujen syntymistä, sillä uusiutuvan energian tuki on tuonut markkinoille lähinnä jo tunnettua teknologiaa.
- EU:n toimijat ovat olleet merkittäviä kehitysmaiden puhtaan kehityksen mekanismien hankkeiden toteuttajia, ja valtaosa päästöoikeuksista on ohjautunut EU:n alueelle. Toiminta on nyt hiljentynyt merkittävästi päästökaupan hintatason romahdettua. EU:n olisi monessa mielessä tärkeää palata aktiiviseksi toimijaksi kehitysmaiden hankkeisiin, sillä aktiivinen läsnäolo, teknologian käyttöönotto, sen myötä osaamisen siirto ja vaikutus päästöjen vähenemiseen ovat olleet merkittäviä.

EU:n sisäisessä ilmastopolitiikassa tulee vahvistaa päästökaupan roolia asettamalla tiukka vähennystavoite vuodelle 2030

- Keskustelu EU:n sisäisen ilmastopolitiikan vaihtoehtoista 2020 jälkeen on käynnistynyt (ns. vihreä kirja 27.3.2013). Yksi tavoite (eli numeerinen kasvihuonekaasujen vähennystavoite), jonka keskeisenä ohjauksena on päästöoikeuskauppa, on kustannustehokas mekanismi EU:n ilmastotavoitteiden saavuttamiseen. Muut päästövähennyksiin tähtäävät vaatimukset, kuten tietty uusiutuvan energian määrä energiajärjestelmässä, nostavat päästövähennystavoitteeseen pääsyn kokonaiskustannuksia tilanteessa, jossa päästöoikeuksien hinta on alhainen.
- Tällä hetkellä keskeinen ongelma EU:n sisäisessä ilmastopolitiikassa on päästökauppasektorin toiselta kauppakaudelta periytyvä suuri ylijäämä ja alhainen hinta. Päästöoikeuksien ylijäämä, johtuu löysästä päästöjen vähennystavoitteesta, suuresta määrästä (noin 900 megatonnia CO₂) markkinoille tulleita päästövähennysyksiköitä puhtaan kehityksen mekanismeista, taloudellisista taantumasta sekä päällekkäisen ohjauksen luomisesta mm. Uusiutuvan energian direktiivin myötä. Vaikka päästökauppasektorin päästöt ovat laskeneet asetetun katon alapuolelle, päästöoikeuden hinta ei ohjaa investointeja vähähiiliseen tuotantoon ja nyt vähähiilistä tuotantoa edistetään kalliisti, yleensä joko valtioiden budjeteista tai (pien)kuluttajien sähkölaskun lisänä.
- Tällä hetkellä päästökauppa kannustaa toimiin, joiden hintataso on luokkaa 3 €/tonniCO₂. Tämä tarkoittaa sitä, päästöoikeuksien hinnalla on käytännössä merkitystä vain hyvin harvoissa toimituksissa, eli toimet eivät tule markkinaehtoisesti käyttöön. Ei-päästökauppasektorilla toteutetaan toimia, joiden hinta on jopa luokkaa 50-60 €/tonniCO₂. Liikenteen biopolttonesteiden lisääminen on vielä merkittävästi tätä kalliimpi toimi. Halvan päästöoikeuden tilanteessa päällekkäinen ohjaus ei myöskään tue johdonmukaisesti monipuolista ilmastomuutoksen hillinnän teknologiakehitystä ja vientimahdollisuuksia.
- EU:n tulisi ryhtyä päästöoikeuksien niukkuutta luoviin toimenpiteisiin, jotta päästökauppasektorin toimia saadaan ohjaamaan nykyistä korkeampi hintataso. EU:n tulisi jo nyt lyödä lukkoon tiukka päästökauppasektorin vähennystavoite vuodelle 2030. Tämä yksinään ei kuitenkaan ole riittävä elementti ohjaamaan ei-päästökauppa- ja maankäyttösektoreita, esim. rakennussektoria ja liikennesektoria, vaan niiden ohjaamiseen tarvitaan myös omia ohjaukskeinoja. Myös vähäpäästöisten resurssien käytön tulisi olla tehokasta, koska tällöin näillä resursseilla on suurempi potentiaali korvata päästöjä aiheuttavia polttoaineita ja materiaaleja. Energiaintensiivisen teollisuuden kilpailukyky globaaleilla markkinoilla voi olla ongelma

korkeammilla päästöoikeuksien hinnoilla, ja tämä tulisi huomioida mm. päästöoikeuksien alkujaossa jatkossakin, mutta uudella tavalla ilman että tukitoimilla lasketaan päästöoikeuksien yleistä hintatasoa.

Tarvitaan myös energiatehokkustoimia ja uusiutuvaa energiaa. Toimet on laadittava niin, etteivät ne romuta päästökaupan ohjausvaikutusta.

- Energiatehokkuus on tärkeä keino ohjata resurssien tehokkaaseen käyttöön, jolloin vähäpäästöisiäkin energialähteitä ei sallita käytettävän tuhaavasti. Energiatehokkuus pienentää lisäksi päästöjä. Päästökauppa ohjaa energiatehokkuuteen välillisesti, mutta se ei ole tehokkain tapa ohjata resurssien tehokkaaseen käyttöön kulutuspuolella.
- Erilliset vaatimukset, kuten tietty uusiutuvan energian määrä energijärjestelmässä, nostavat päästövähennystavoitteeseen pääsyn kokonaiskustannuksia tilanteessa, jossa päästöoikeuksien hinta on alhainen. Energiatuet olemassa olevalle uusiutuvalla teknologialle (aurinko, tuuli) johtavat niiden lisääntyvään käyttöön, jolloin vapautuvat päästöoikeudet laskevat päästöoikeuksien hintaa ja tällöin myös esimerkiksi kivihiilen käyttö tulee edullisemmaksi. Samalla läpimurtoihin tähtäävä tuotekehitys ja päästöjä vähentävät ratkaisut kivihiiltä käyttävällä teknologialla jäävät tekemättä. Uusiutuvan energian lisäksi tarvitaan markkinamekanismit päästökaupan muodossa ohjaamaan kokonaisuutta, eikä riittävällä päästökaupan hinnalla budjettia rasittavia subventioita tarvittaisi.
- Erillisiä lisätavoitteita voidaan perustella sillä, että ne selkeyttävät pitkäjänteisen politiikkaympäristön ilmastotavoitteiden vaatimien suurten rakenteellisten muutosten toteuttamiseksi. Lisätavoitteet voivat aktivoida myös uusia toimijoita päästökauppatoimijoiden ulkopuolelta. Esimerkiksi liikenteen päästövähennystoimet ovat yleensä varsin kalliita, ja rakenteellisiin muutoksiin tarvitaan erillisiä toimia. Uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden tavoitteet aktivoivat myös uusia toimijoita päästökauppatoimijoiden ulkopuolelta, yrityksistä yksityishenkilöihin. Tieteellistä tutkimustietoa siitä, kuinka kahden tavoitteen päällekkäisjärjestelmä (päästökauppa ja erilliset veloitteet) tulisi virittää, ei ole. Jos muita ohjauskeinoja on käytössä päästökaupan ohella, tulee ne asettaa yhtäaikaisesti siten, että päästökaupan päästokiintiö on riittävän tiukka, eli päästokiintiöstä tulee vähentää muiden ohjauskeinojen päästöjä alentava vaikutus.

Globaalisti biopolttoaineiden tuotannossa ruokaturvan huomioiminen on keskeistä

- Biopolttoaineiden tuotannon arvioidaan moninkertaistuvan tulevien vuosikymmenien aikana. Muiden kuin ruokakasvien osuutta pyritään kasvattamaan biopolttoaineiden raaka-aineiden lähteinä muun muassa kehittämällä teknologioita, jotka pystyvät hyödyntämään entistä monipuolisemmin erilaisia raaka-aineita. IEA:n mukaan biopolttoaineiden tuotannon maa-ala kasvaisi nykyisestä noin 30 miljoonasta hehtaarista noin 60 miljoonaan vuoteen 2030 mennessä ja noin sataan miljoonaan vuoteen 2050 mennessä. Samaan aikaan merenpinnan nousun seurauksena maapallon maapinta kutistuu. Tällä hetkellä maapallon väestöstä 40% asuu rannikkoalueilla. Ilmaston muutoksen seurauksena laajat tiheästi asutut rannikkoseudut ovat infrastukturinsa puolesta ja sosiaalisesti erittäin haavoittuvia erityisesti sään ääri-ilmiöille. Ilmastomuutos lisää myös monien nykyisten viljelyalueiden kuivuutta. Biopolttoaineiden hyödyntäminen energian tuotannossa on suhteutettava ruokaturvaan, joka sisältää paitsi ihmisten välittömän ruuan raaka-aineet myös esimerkiksi tuotantoeläinten rehuntuotannon. Ruokaturva on tulevaisuudessa keskeinen elementti, joka on huomioitava biopolttoaineiden tuotannossa. Biopolttoaineiden epäsuorien maankäytön muutosten päästöjä on vaikea arvioida, mutta ne voivat olla erittäin merkittäviä.

- Nykyisin metsien hävityksestä tulevat päästöt aiheuttavat noin 5-15 % maailman kokonaispäästöistä (Global Carbon project 2012). Metsien hävitys tapahtuu pääosin trooppisen alueen kehitysmaissa, joissa yhteiskunnan valmius huolehtia metsien säilyttämisestä ja eri näkökulmat huomioon ottavasta kokonaisvaltaisesta hyödyntämisestä on heikko.

Öljyn maailmanmarkkinahinta pysynee korkealla. Öljyn käytön vähentämistä on perusteltua nopeuttaa kansallisilla toimilla.

- Maailmanlaajuinen öljyn kysyntä kasvaa todennäköisesti edelleen. Kysyntä kasvaa erityisesti OECD-maiden ulkopuolella, mutta OECD-maissa se voi jopa hieman vähentyä. Kiinan osuus koko globaalista kysynnän kasvusta on noin puolet. Tuotannossa tullaan enenevässä määrin hyödyntämään epätavanomaisia lähteitä, esimerkiksi Pohjois-Amerikassa (ns. light tight oil ja öljyhiekka Kanadassa). IEA arvioi että USA voi olla öljyn suhteen lähes omavarainen vuoteen 2035 mennessä. Globaali tiukka ilmastopolitiikka vähentäisi öljyn kysynnän kasvua sekä voisi laskea merkittävästi markkinahintoja ns. perusskenaarioon nähden. Ei kuitenkaan ole todennäköistä että öljyn maailmanmarkkinahinta laskisi nykyiseltä, historiallisesti erittäin korkealta tasoltaan. Siksikin Suomessa suunnitellut toimet öljyn käytön ja tuontiriippuvuuden vähentämiseksi ovat suositeltavia, ja esimerkiksi pienlämmityksen siirtymistä pois öljyn käytöstä ja liikennesektorin öljyn kulutuksen vähentämistä on perusteltua nopeuttaa kansallisilla toimilla.

Markkinaehtoinen rakenteellinen muutos vähähiilisyteen ei tällä hetkellä etene Euroopassa. Liuskekaasu tuskin muuttaa Euroopan tilannetta merkittävästi tällä vuosikymmenellä.

- Liuskekaasu on muuttanut nopeasti maailman kaasumarkkinoita. USA on liuskekaasun kaupallisen käyttöönoton myötä muuttunut omavaraiseksi kaasun suhteen. Tämä on vastaavasti alentanut kivihiielen kysyntää USA:ssa. Euroopan maakaasumarkkinat reagoivat muutokseen hitaammin, sillä pääosa Euroopan maakaasukaupasta perustuu pitkiin, mm. öljyn hintaan sidottuihin kahdenvälisiin toimitussopimuksiin. Kuljetuskustannukset muodostavat merkittävän osan nesteytetyn maakaasun hinnasta, joten ei pidetä todennäköisenä että maakaasun hinta Euroopassa laskisi vastaavasti kuin USA:ssa. Ei myöskään pidetä todennäköisenä, että Euroopan liuskekaasuvaroja alettaisiin hyödyntää laajassa mitassa vielä tällä vuosikymmenellä. Mikäli liuskekaasun tarjonta tulevaisuudessa kasvaa EU:ssakin, tämä tarkoittaisi sitä että EU:n olisi aiempaa arvioitua helpompi saavuttaa päästötavoitteita. Liuskekaasun mahdollinen laajamittainen hyödyntäminen joissakin jäsenmaissa voisi vaikuttaa merkittävästi EU:n sisämarkkinoihin rikkoessaan vanhoja asetelmia ja riippuvuuksia.
- Hiilen maailmanmarkkinahinta on pysynyt edullisena osin USA:n alentuneen kysynnän vuoksi. Yhdessä EU:n alhaisen CO₂-markkinahinnan kanssa toimijoiden polttoainevalinnat EU:ssa ohjautuvat tällä hetkellä kaasun sijasta hiilen käyttöön. Tämä tarkoittaa sitä, että toivottu rakenteellinen muutos kohti vähähiilisyttä ei toistaiseksi toteudu markkinaehtoisesti päästökauppasektorilla, vaan hinta ohjaa investointeja monissa EU-maissa edelleen kivi- ja ruskohiileen, mikäli uusia investointeja tehdään. Yleisesti ottaen energiayhtiöiden markkinaehtoinen investointihalukkuus Euroopassa on alhainen epävarman markkinatilanteen vuoksi. Tilannetta on kiinnostavaa verrata myös Yhdysvaltoihin, missä EPA on ehdottanut uusille sähköntuotannon voimalaitoksille hiilidioksidin päästörajaa 454 gCO₂/kWh. Ehdotus vaatisi käytännössä CCS-teknologiaa uusiin hiilivoimalaitoksiin viimeistään 2020-luvulla. Kanada on ottamassa käyttöön vastaavan päästörajan, 420 gCO₂/kWh. Tämäntasoiset päästörajat eivät salli hiili- tai öljyvoimalaitoksen rakentamista ilman CCS:ää tai erittäin merkittävää biomassan osuutta.

Avainsanat: EU, ilmastopolitiikka, päästökauppa, uusiutuva energia, kustannustehokkuus

KANSAINVÄLISEN JA EU:N ILMASTOPOLITIIKAN AJANKOHTAISIA TEEMOJA

SANNA SYRI¹, ANTTO VIHMA², MIIMU AIRAKSINEN³, AIRA HAST¹, MARJA JÄRVELÄ⁴, MARKKU OLLIKAINEN⁵, ILKKA SAVOLAINEN³, JYRI SEPPÄLÄ⁶, SAMPO SOIMAKALLIO³

¹Aalto-yliopisto, insinööritieteiden korkeakoulu, energiatekniikan laitos

²Ulkopoliittinen instituutti

³Teknologian tutkimuskeskus VTT

⁴Jyväskylän yliopisto, yhteiskuntatieteiden ja filosofian laitos

⁵Helsingin yliopisto, taloustieteen laitos

⁶Suomen ympäristökeskus

JOHDANTO

Hallitustenvälisen ilmastopaneelin IPCC:n mukaan globaaleja hiilidioksidipäästöjä tulisi vähentää 50-85% vuoteen 2050 mennessä, jotta maapallon keskilämpötila olisi mahdollista rajoittaa noin 2 °C lämpenemiseen. Tämä vaatisi globaalien kasvihuonekaasujen päästöjen kääntämistä laskuun tällä vuosikymmenellä, ja vuoteen 2030 mennessä päästöjen tulisi olla vuoden 1990 tason alapuolella, eli noin 25% vuoden 2010 tason alapuolella (mm. IPCC 2007a,b). Viitteen (UNEP 2012) nyt annettujen päästörajoituslupausten huomioonottamisen jälkeenkin maailman päästöt vielä kasvavat vuoteen 2020 mennessä useita kymmeniä prosentteja. Päästöjen vähentämisen haasteet, jotta saataisiin lämpötilan nousu rajoitetuksi kahteen asteeseen, ovat hyvin suuret. Tämän vuosisadan jälkipuoliskolla vaatimuksena saattaisivat olla negatiiviset hiilidioksidin nettopäästöt. Muiden merkittävimpien pitkäaikaisten kasvihuonekaasujen rajoittaminen on suhteessa vielä vaikeampaa kuin hiilidioksidin. Esimerkiksi metaanin ja typpioksiduulin päästöistä merkittävä osa on peräisin maataloudesta, maaperästä, vesi- ja jätehuollosta, ja maaperän ja monien maatalouden päästöjen voimakas rajoittaminen on käytännössä hyvin vaikeaa. Tämän vuoksi ilmastonmuutoksen hillinnän skenaarioissa energian tuotannon ja käytön päästöjä rajoitetaan suhteessa voimakkaammin. Käytännössä on realistista olettaa, että teollisuusmailta vaaditaan rajoitustoimia tiukemmassa aikataulussa kuin kehittyviltä mailta.

Vuonna 2011 EU:n komissio julkaisi ns. energiatiekartan, jossa hahmotellaan vähähiilistä tulevaisuutta vuoteen 2050 asti (EC, 2011). Ehdotus koskee kaikkea energian tuotantoa ja käyttöä. Siinä todetaan, että energian tuotannon ja käytön tulisi olla lähes päästötöntä vuoteen 2050 mennessä (93-98% vähenemä vuoden 1990 tasosta). Tämä tavoite on linjassa IPCC:n arvojen kanssa.

Monet yhteiskuntien investoinnit ovat erittäin pitkäkestoisia. Kaavoituksella ja rakentamisella ohjataan yhteiskuntien toimintaa jopa sadoiksi vuosiksi. Energiantuotannon investointien pitoaika on suuruusluokkaa 30-60 vuotta. Vaatimus vähähiilisydestä tarkoittaa käytännössä sitä, että suurelta osin joudumme toteuttamaan muutokset olemassa olevissa yhdyskuntarakenteissa.

Kansainvälisessä ilmastopolitiikassa ei toistaiseksi ole toiminnassa instrumentteja, jotka ohjaisivat näitä toimijoiden pitkäkestoisia investointeja rakenteelliseen vähähiilisyyteen. Kaikkialla maailmassa on edelleen taloudellisesti kannattavaa investoida fossiilisten polttoaineiden käyttöön. Esimerkiksi

kansainvalinen energijärjestö IEA on toistuvasti ja voimakassanaisesti ilmaissut huolensa ns. lukkiutumisen fossiilisten polttoaineiden käyttöön ("fossil lock-in"). Tämä huoli tällä hetkellä on erityisen ajankohtainen johtuen sekä kansainvälisten ilmastoneuvottelujen haastavasta tilanteesta että globaaleilla energiemarkkinoilla tapahtuneista muutoksista erityisesti epätavanomaisten liuskekaasun ja öljyjakeiden nopeasti kasvaneen käyttöönoton vuoksi. Korvatessaan kivihiltä liuskekaasu vähentää hiilidioksidipäästöjä noin puoleen (oletetaan että tuotantoprosesseissa ei vapaudu merkittäviä määriä metaania). Halpeneva energian hinta kuitenkin jarruttaa investointeja energiatehokkuuteen, uusiutuviin energialähteisiin sekä vähentää mielenkiintoa investoinneiltaan kalliiden vähäpäästöisten teknologioiden, kuten hiilidioksidien erotuksen ja varastoinnin (CCS), kehittämiseen ja käyttöönottoon ellei päästövähennystavoitteita kiristetä merkittävästi.

Uutta tutkimustietoa vuodelle 2020 vaadittavasta globaalista päästökehityksestä on hiljattain ilmestynyt (Rogelj, 2013a, b). Näissä skenaarioanalyysissä arvioidaan globaalien päästöjen tasoa vuonna 2020, joka vielä mahdollistaisi 2 °C asteen lämpenemistavoitteessa pysymisen. Tuloksista voidaan yksinkertaistaen sanoa, että globaalien ilmastoneuvottelujen piirissä tähän mennessä maiden antamalla sitoumuksilla on tärkeä rooli siinä, että lämpenemistavoite on vielä mahdollista saavuttaa kaikkein optimistisimmilla pidemmän aikavälin kehityskuluilla, joissa negatiivisten nettopäästöjen keinoilla on merkittävä rooli (esim. LULUCF-sektorin nielujen kasvattaminen, biomassa-CCS-teknologia energiantuotannossa).

Tässä raportissa esitellään kansainvälisten ilmastoneuvottelujen ja EU:n sisäisten ilmastotoimien tämänhetkistä tilannetta sekä ajankohtaisia kansainväliseen ja EU:n sisäisen ilmastopolitiikkaan liittyviä teemoja.

EU:N ILMASTO- JA ENERGIAPOLITIikka

EU on jo 1990-luvulta asti ollut keskeinen kansainvälisiä ilmastoneuvotteluja eteenpäin vievä toimija. Osana YK:n ilmastosopimuksen (UNFCCC) Kioton pöytäkirjaa EU sitoutui pöytäkirjan osapuolista haastavimpaan numeeriseen vähennysveloitteeseen, 8% päästövähennykseen vuodesta 1990 Kioton sopimuksen velvoitekaudelle eli ajanjaksolle 2008-2012 (UNFCCC 1998). USA jättäytyi pois Kioton pöytäkirjasta, mutta sopimus tuli voimaan vuonna 2005 mm. Venäjän ratifioitua sen. Kioton pöytäkirja sisälsi velvoitteita ainoastaan teollisuusmaille. Kehittyvät taloudet ja siten velvoitteita ei ollut esim. Etelä-Korealle, Singaporelle, Etelä-Afrikalle, Kiinalle, Brasilialle, Intialle jne.

EU toimeenpani Kioton pöytäkirjan jakamalla vähennysveloitteensa jäsenvaltioille EU:n sisäisessä taakanjaossa. Jäsenmaakohtaiset velvoitteet vaihtelevat riippuen mm. niiden talouden rakenteesta ja päästöjen vähentämismahdollisuuksista. Suomen osalle tuli päästöjen vakauttaminen vuoden 1990 tasolle.

Vuoden 2013 keväällä alustavat tiedot indikoivat, että EU on kokonaisuutena saavuttamassa Kioton pöytäkirjan tason. Samoin Suomi on saavuttamassa oman veloitteensa.

Osana Kioton sopimuksen veloitteiden täyttämistä EU otti käyttöön hiilidioksidin päästökaupan ensimmäisenä maailmassa vuoden 2005 alusta (EC 2003). Päästökauppaan kuuluu suurin osa teollisuudesta sekä lähes kaikki energiantuotanto (yli 20 MW).

Vuonna 2007 EU:n komissio antoi ehdotuksen EU:n sisäisestä energia- ja ilmastopolitiikasta siten että unionin sisäinen ilmastopolitiikka vuoteen 2020 mennessä rakentuu ns. 20-20-20 tavoitteisiin. EU oli ensimmäinen osapuoli, joka antoi ilmastotavoitteet vuodelle 2020, toimien pelinavaajana sekä mittatikkuna muiden osapuolien tuleville lupauksille ja toimille. EU:n sitoumus on merkittävän tavoitteellinen ja edelleen kunnianhimoisimpia suurten valtioiden antamista sitoumuksista, ja se on epäilemättä toiminut esikuvana monien muiden valtioiden antamille sitoumuksille.

EU:n sitoumuksessa unionin hiilidioksidipäästöjä tulee vähentää 20% ja uusiutuvan energian osuutta kasvattaa 20%:iin loppukulutuksesta vuoteen 2020 mennessä. Tätä kahden tavoitteen politiikkaa

toteutetaan unionin tasolla päästökaupan kautta (kattaa 45% päästöistä) ja muilta osin kansallisin toimin. Lisäksi energiatehokkuuden lisäämiselle on asetettu indikaatiivinen 20% tavoite ja liikenteen biopolttoaineille 10% osuustavoite vuodelle 2020. Vuonna 2011 EU:n komissio julkaisi ns. energiatiekartan, jossa hahmotellaan vähähiilistä tulevaisuutta vuoteen 2050 asti (EC, 2011). Ehdotus koskee kaikkea energian tuotantoa ja käyttöä. Tiekartassa todetaan, että energian tuotannon ja käytön tulisi olla lähes päästötöntä vuoteen 2050 mennessä (93-98% vähenemä vuoden 1990 tasosta). Tämä tavoite on linjassa IPCC:n arvoiden kanssa.

Päästöjen hallinnointi on EU:ssa jaoteltu kolmeen sektoriin: päästökaupasektori, ei-päästökaupasektori ja LULUCF-sektori (Land Use, Land Use Change and Forestry). Päästökaupasektorilla tärkeimmäksi ohjaukeinoiksi kaavailtiin päästökauppaa, mikä ei kuitenkaan tällä hetkellä ohjaa juurikaan päästövähennystoimiin alhaisen hinnan takia. Syynä on etenkin ennakoitua huonompi taloudellinen tilanne ja siten ylimäärä päästöoikeuksia markkinalla sekä puhtaan kehityksen mekanismin (CDM) tuottamien päästövähennemien ohjautuminen lähinnä EU:hun. Käytännössä ilmastopolitiikassa on päästökaupasektorille asetettu liian löysä päästöjen vähennystavoite. Tässä tilanteessa monet muut politiikkatoimet, jotka kohdistuvat myös päästökaupasektoriin, vaikuttavat alentavasti päästöoikeuksien hintakehitykseen. Tällä sektorilla on nyt paljon päällekkäistä ohjausta. Ei-päästökauppa- ja LULUCF-sektoreiden päästöjen rajoittaminen perustuu jäsenmaiden kansallisiin velvoitteisiin ja toimiin (Policies and Measures, PAMs). LULUCF-sektori on myös mukana kansainvälisissä päästövähennystavoitteissa.

Lisäksi energiatehokkuutta edistetään esimerkiksi teollisuudessa ja rakennuksissa, jolloin ohjauvaikutus kohdistuu sekä päästökauppa- että ei-päästökaupasektoriin. Tutkimuksen ja kehityksen tukeminen vaikuttaa kaikkiin sektoreihin.

Päästöoikeuskaupan tavoitteena on rajoittaa päästöt annettuun päästökattoon ja luoda hiilidioksidipäästöille hinta, joka ohjaa pitkän aikavälin investointeja energiasektorissa ja muuttaa pysyvästi talouden hintasuhteita vähähiilisen tuotannon hyväksi. Teorian mukaisesti päästöoikeuden hinnan kehitys riippuu päästökaton tiukkuudesta suhteessa päästöjen vähentämiskustannuksiin. Niukkuus vaihtelee ajassa taloudellisen toimeliaisuuden sekä Kioton mekanismeista saatavien päästövähennyksiköiden myötä.

EU:n hiilidioksidin päästökauppa (EY, 2003) otettiin käyttöön 1.1.2005 tavoitteena toteuttaa pääosa Kioto-sopimuksen tuomista hiilidioksidipäästöjen vähennysvelvoitteista kaudella 2008-2012. Sitten EU on päättänyt päästökaupan yksityiskohdista kolmannelle kauppakaudelle 2013-2020. Päästökauppaa perusteltiin EU-alueen toimijoille sillä, että se tuo markkinaehtoisena ja mahdollisimman kustannustehokkaan mekanismin päästöjen vähentämiseen.

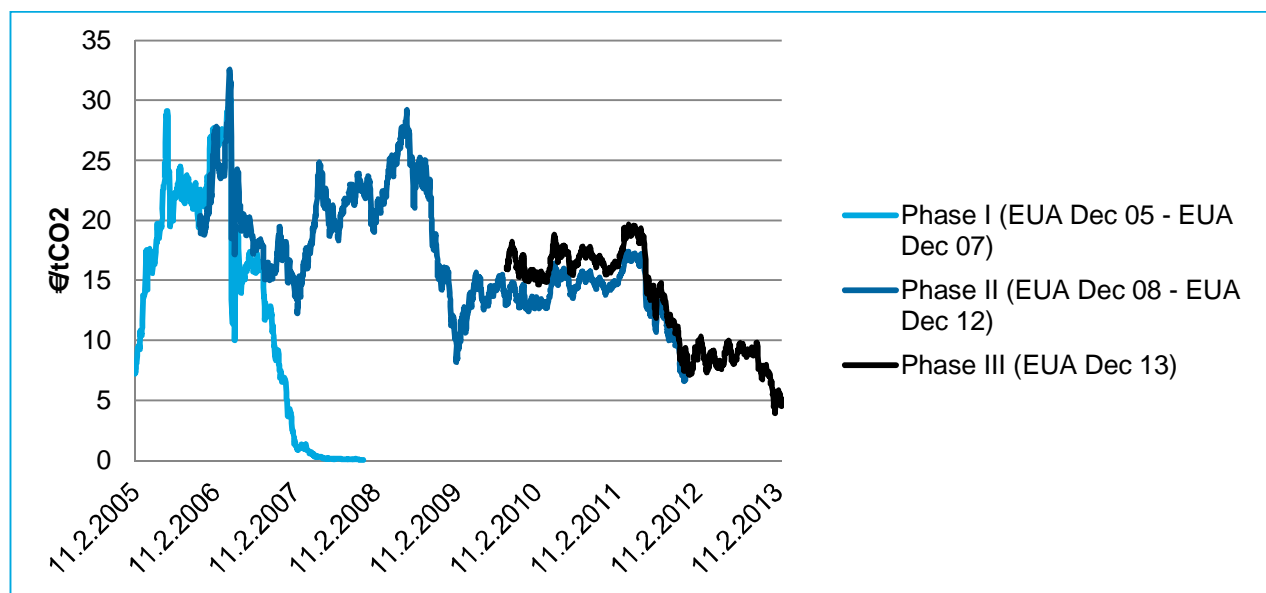
Uusiutuvan energian osalta tavoitteeksi on asetettu hiilidioksidipäästöjen vähentämisen ohella unionin energiaomavaraisuuden ja teknologiaosaamisen kasvattaminen. Direktiivin myötä EU-maissa on otettu käyttöön merkittävät uusiutuvan energian tukijärjestelmät ja toimien painopiste on siirtynyt päästökaupasta uusiutuvan energian edistämiseen. Kansallisten tukitoimien taustalla on EU-velvoitteiden täyttämisen lisäksi myös ajatus siitä, että toiminta parantaa työllisyyttä, lisää energiaomavaraisuutta ja parantaa kauppatasetta korvaamalla fossiilisia polttoaineita sekä lisää osaamista, jolla on tulevaisuudessa kysyntää. Toisaalta päästökauppa nykyistä korkeammalla hintatasolla edistäisi myös samoja tavoitteita, mutta toiminnan kohdentuminen oman maan vähähiilisyden ja resurssitehokkuuden osaamisen kasvattamiseen ei olisi niin selvää.

Unionin tason päästöoikeuskauppa ja jäsenvaltioille kohdistetut uusiutuvan energian tavoitteet ja niitä edistävä kansallinen tukipolitiikka kohdistuvat ennen muuta energiasektoriin. Uusiutuvan sähköntuotannon tukijärjestelmät ovat tuoneet merkittävästi uutta sähköntuotantoa markkinoille. Edistykseen käänköpuolena on se, että uusiutuva sähköntuotanto korvaa lähes yksinomaan päästökaupan piirissä olevaa muuta sähköntuotantoa. Tässä mielessä tukien aikaansaama päästövähennys on lyhyellä aikavälillä jopa lähes merkityksetön, koska vapautuvat päästöoikeudet siirtyvät muualla käytettäväksi. Tuet muuttavat kuitenkin energijärjestelmän rakennetta ja kasvattavat uuden vihreän talouden osaamis pohjaa omassa maassa. Tulisi kuitenkin myös pohtia, olisiko suorien tuotantotukien sijaan tehokkaampaa panostaa voimakkaammin tutkimukseen ja tuotekehitykseen, sekä painottaa saastuttaja maksaa -periaatetta, ts. päästöoikeuksien hintaa. Kokoavia tieteellisiä arvioita siitä,

kuinka hyvin päästökauppa ja uusiutuva energiapolitiikka ovat toimineet yhdessä, ei vielä ole. Siksi seuraavassa voidaan esittää vain eräitä valittuja näkökohtia.

Taloudellinen taantuma EU-alueella, puhtaan kehityksen mekanismeista koituneet päästövähennysyksiköt sekä melko runsas päästöoikeuksien alkujako yhdessä ovat aiheuttaneet sen, että päästökaupan hintataso on v. 2008 syksystä asti ollut varsin alhainen eikä se ohjaa investointeja pois hiilisidonnaisuudesta. Ellei EU ryhdy niukkuutta lisääviin toimiin, hinnan ei uskota merkittävästi nousevan myöskään seuraavan päästökauppajakson 2013-2020 alkupuolella. Osasyyn alhaiseen päästöoikeuksien hintaan on siinä, että uusiutuvan energiapolitiikan tavoitteita ei päätetty yhtä aikaa ja koordinoitusti päästöoikeuksien alkujakon kanssa, jolloin olisi ollut mahdollista vähentää alkujakoa vastaamaan uusiutuvan energiapolitiikan tuomien päästövähennysten arvioitua määrää.

Kuvassa 1 havainnollistetaan päästöoikeuden hinnan kehitystä kahden ensimmäisen kauppakauden aikana.



Kuva 1. Päästöoikeuden hinnan kehitys 2005 – 2012.

Kuten kuva osoittaa, ensimmäisen kauppakauden hinta laski nolnaan, toisen kauppakauden hinta oli korkeimmillaan noin 30 euroa tonnilla, laski vuoden 2010 alusta noin 15 euroon ja sittemmin 5 euroon, missä myös kolmannen kauppakauden hinta oli helmi-maaliskuussa 2013.

Päästöoikeuden hinnan kehitystä voi peilata hyvin siihen, kuinka paljon päästökauppasektorin laitokset ovat saaneet päästöoikeuksia ja kuinka paljon ne ovat niitä todellisuudessa käyttäneet. Taulukkoon 1 on kuvattu jaetut ja käytetyt päästöoikeudet vuosien 2005-2012 aikana. Vuoden 2012 tiedot ovat mallilla tuotettu ennuste (vuoden 2012 tilitykset tehdään huhtikuussa 2013). Taulukossa 1 määritetään vuotuinen ylijäämä jaettujen ja todennettujen päästöjen erotuksena ja lasketaan kauppakauden yli kertyvä kumulatiivinen ylijäämä. Ylijäämä 1 kertoo, kuinka paljon EU:n liikkeelle laskemat yksiköt ylittävät tai alittavat kertyneet päästöt. Päästövähennysyksiköt (CER) kuvaavat Kioton pöytäkirjan mukaisia vähennyksiä puhtaan kehityksen (CDM) ja yhteistoteutusmekanismeista (JI) ja ne edustavat EU:n linkkidirektiivin mahdollistamaa eksogeenista eli EU:n ulkopuolelta tulevien päästöoikeuksien tarjonnan kasvua.

Taulukko 1. Jaetut päästöoikeudet ja todennetut päästöt EU:n päästökaupassa (Mton CO₂ekv).

	1. kauppakausi			2. kauppakausi (Kioto-kausi)				
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Jaetut oikeudet	2096	2072	2191	1959	1974	1998	2001	2005
Todennetut päästöt	2014	2035	2164	2120	1879	1938	1859	1859
Ylijäämä	82	37	27	-161	95	60	143	147
Kumulatiivinen ylijäämä 1	82	119	146	-161	-67	-7	136	282
Päästövähennysyksiköt	-	-	-	83	82	137	255	350
Kumulatiivinen ylijäämä 2	-	-	-	-79	98	294	692	1188

Lähde: Marjamaa 2012.

Ensimmäisellä kauppakaudella päästöoikeuksia jaettiin liikaa: kumulatiivinen ylijäämä oli 146 MtCO₂. Koska oikeuksia ei voinut siirtää toiselle kauppakaudelle, oikeudet mitätöityivät ja päästöoikeuden hinta laski nolnaan, kuten kuva 1 osoitti. Toiselle kauppakaudelle alkujakoa tiukennettiin vain hieman ja sitä itse asiassa kasvatettiin lievästi yli koko kauppakauden. Taloudellinen korkeasuhdanne synnytti niukkuutta ja vuonna 2008-2010 markkina oli alijäämäinen suhteessa alkujakoon. Vasta finanssikriisin jälkeinen lama laski vuodesta 2010 lähtien tuotantoa niin, että alkujakoon kumulatiivinen alijäämä nollaantui ja markkina muuttui ylijäämäiseksi. Vuosien 2011 ja 2012 ylijäämä 1, eli 282 Mt kuvaa laman ja ei-koordinoidun uusiutuvan energiapolitiikan yhteisvaikutusta päästökauppaan. Katastrofin päästökauppaan aiheutti kuitenkin erittäin runsas Kioto-mekanismista saatu päästövähennysyksiköiden tarjonta EU:n päästökaupamarkkinaan: markkinoille tuli hieman yli 900 Mt uutta päästöoikeutta. Tämä oli kaikille yllätys, koska odotuksena oli kova kilpailu Kioton mekanismien kautta saatavista vähenemäyksiköistä. Nämä mekanismit selittävät pääosan, 907 Mt, päästökaupan kokonaisylijäämästä, joka on 1188 Mt. Näin suuri ylijäämä väistämättä pudottaa päästöoikeuden hinnan alhaiseksi: kuvassa 1 tämä hinnan lasku näkyy vuodesta 2010 eteenpäin.

Vuonna 2013 alkanut kolmas päästökauppakausi ei ennusteiden mukaan korjaa päästöoikeusmarkkinoiden ylitarjontaa, eli liian löysää päästökattoa ellei EU ryhdy lisätoimiin niukkuuden luomiseksi. Itse asiassa taloudellisen laman pitkittyessä kumulatiivinen ylijäämä kasvaa. Arviot ylijäämästä vaihtelevat ja liikkuvat keskimäärin noin 1800 Mt:n ja 2300 Mt välillä (Aatola ym 2013, EC 2012a). Uusiutuvan energiapolitiikan tehostaminen tukitoimin voi kasvattaa ylijäämää tätäkin suuremmaksi.

EU:n parlamentti otti 16.4.2013 pidetyssä äänestyksessä kielteisen kannan ehdotukseen, jossa olisi siirretty 900 megatonnia päästöoikeuksia kauden 2013-2020 loppuosassa käytettäväksi (EC, 2012a). Päätöksen jälkeen näyttää todennäköiseltä, että hintataso pysyy lähivuosina hyvin alhaisena.

GLOBAALI ILMASTOPOLITIikka

YK:n puitesopimuksen (UNFCCC) alaiset kansainväliset ilmastoneuvottelut ovat haastavassa vaiheessa. Kansainvälistä prosessia on toistuvasti moitittu tuloksettomuudesta. Arvioissa puhutaan epäonnistumisesta ja kunnianhimon vähäisyydestä sekä kritisoidaan vuosittaisissa suurkokouksissa syntyneitä sopimustekstiä sisällön puutteesta (*Foreign Affairs*, 13/12/2011; *The Economist*, 3/9/2011). Kansainvälisessä ilmastopolitiikassa "keskustelu jatkuu", mutta mitään "todellista" ei saada aikaan. Erityisesti Kööpenhaminan kokous (2009) keskittyi riitelyyn menettelytavoista, loppui kaoottiseen tunnelmaan ja tuotti odotettua heikomman lopputuloksen. Tämä ulkoinen mielikuva YK:n tehottomuudesta kaventaa ilmastoneuvotteluiden poliittista tilaa. Tästä huolimatta YK:n ilmastoprosessilla on edelleen tärkeä merkitys globaalin poliittisen vision rakentajana, kansainvälisen läpinäkyvyyden parantajana ja kansallisten ilmastotoimien mahdollistajana.

Kööpenhaminan kokouksen jälkeinen diplomaattinen selkkäus ja neuvottelujärjestelmän kriisi ovat nyt takanapäin. Tämänhetkisiä monimutkaisia neuvotteluja varjostavat yhtäältä neuvottelutahdin hitaus ja toisaalta globaalien päästöjen kasvu, jo havaittavissa olevat ilmastonmuutoksen vaikutukset sekä hallitsemattoman ilmastonmuutoksen uhka. YK:n ilmastopöytäkirjan 195 osapuolta sopivat vuosina 2009–2010, että maapallon keskilämpötilan nousu rajoitetaan kahteen asteeseen (2°C) esiteolliseen aikaan verrattuna ja että tämän tavoitteen riittävyttä arvioidaan vuonna 2015 (Cancún Agreements, Copenhagen Accord). Ilmastopöytäkirjan osapuolet eivät kuitenkaan ole sitoutuneet riittäviin päästövähennyksilupauksiin, joilla tavoite saavutettaisiin. Puhutaan monista ”aukoista” (ambition gap, financial gap, gigatonne gap), joita yrittää paikata vuonna 2011 perustettu Ad Hoc Working Group on Durban Platform for Enhanced Action (ADP).

Jos tarkastellaan yksinkertaistettua ”yleiskuvaa” ja etenemistä olennaisimmassa – eli kansallisissa päästövähennyksissä suhteessa asetettuun tavoitteeseen –, ovat ilmastoneuvottelut polkeneet paikoillaan vuoden 2009 jälkeen. Durbanissa (2011) ja Dohassa (2012) sovittu Kioton pöytäkirjan toinen sitoumuskausi (2012–2020) on luonteeltaan symbolinen. Se toteutetaan pääosin kehitysmaaryhmän vaatimuksesta, ja sen tarkoituksena on taata kehitysmaa–teollisuusmaa-jaon säilyminen vuoteen 2020 asti. Uusille ADP-neuvotteluille on annettu aikaa vuoteen 2015 asti. Neuvottelut käydään kahdessa työohjelmassa, joista ensimmäisen tarkoitus on nostaa nykyisten päästövähennysten kunnianhimoa ja toisen laatia vuoden 2020 jälkeinen, kaikkia velvoittava sopimus (UNFCCC 2011). Viimeisen Dohassa järjestetyn ilmastokokouksen (COP-17) perusteella näyttää siltä, että hidastunut eteneminen ja ”välikokoukset” jatkuvat ja että uusia avauksia tässä yleiskuvan mittakaavassa on luvassa vasta 2015 (tai myöhemmin).

Ilmastoneuvotteluiden tulokset voidaan myös puolustaa. Kyse on siitä, mistä näkökulmasta YK:n prosessia tarkastellaan. Mikäli tarkastellaan YK:n ilmastoneuvotteluja yksityiskohtaisemmin – kansainvälisen yhteistyön ja YK:n regiimin kehittymisen näkökulmasta –, on viime vuosien neuvotteluissa nähtävissä monia kiinnostavia kehityskulkuja. YK-neuvottelut ovat nykyisin huomattavasti entistä avoimempia yhteistyöhön muiden kansainvälisten prosessien kanssa (Complementary initiatives). Uusia instituutioita on perustettu, ja ne ryhtyvät koordinoimaan rahoitusta (Green Climate Fund), teknologiayhteistyötä (Technology Executive Committee, Climate Technology Centre and Network) sekä sopeutumista (Adaptation Committee). Myös suurien kehitysmaiden päästöjen ja ilmastopoliittisten toimien raportoinnille sekä kansainväliselle läpinäkyvyydelle on kehitetty pelisäännöt (Biennial reporting, International Consultation and Analysis). On mahdollista, että uusi rakenne tehostaa ja suoraviivaistaa vuosittaisia suuria ilmastokokouksia ja vähentää kansainvälisen yhteistyön ”ylipolitiisoitumista” niissä.

Myös maiden ja maaryhmien näkökannat ovat liikkuneet jossakin määrin, ja suunta on vähitellen pois päin kategorisesta Etelä vs. Pohjoinen -asetelmasta. Kehitysmaaryhmä on hajaantunut poliittisesti: Entisen löyhän yhteisen näkökannan alle on muodostunut useita aktiivisia alaryhmiä, jotka koordinoivat toimiaan neuvotteluissa ja valmistautuvat yhdessä tuleviin neuvotteluihin. Hahmottumassa on Kiinan, Intian ja öljynviejämaiden johtama konservatiivinen ryhmittymä (Like-Minded Countries) sekä progressiivinen ryhmä, johon kuuluu useita Cartagena Dialogue -yhteistyössä mukana olevia kehitysmaita (Lista Cartagena-maista). EU:n kannalta poliittinen mobilisaatio sujui parhaimmillaan kuten Durbanin kokouksessa, jossa laaja joukko progressiivisia kehitysmaita ja teollisuusmaita (”Durban Alliance”) painosti Kiinaa, Intiaa ja Yhdysvaltoja hyväksymään ADP-neuvotteluiden alustavan mandaatin.

EU:N EDELLÄKÄVIJYYS INSTRUMENTTIEN RAKENTAJANA

Eurooppalaiseen johtajuuteen viitataan rutiininomaisesti kansainvälisessä ilmastopoliitikassa. EU on kannattanut ja ajanut vahvaa, monenkeskistä ja oikeudellisesti sitovaa ilmastopöytäkirjasta aina YK:n ilmastoneuvotteluiden alkamisesta (1991) lähtien. Jo puitesopimuksen neuvotteluissa EU kannatti sitovia päästövähennyksiä, ja Kioton pöytäkirjan säännöistä sovittaessa EU puolusti velvoitteiden ympäristöpainotteisuutta kannattamalla joustomekanismien ja maankäytön laskentasaantöiden rajoituksia.

Vuosituhanneen alun ilmastoneuvotteluja leimasi multilateralismin liki sankarillinen puolustus, jossa Kioton sopimus toimeenpantiin ilman Yhdysvaltoja. Monet projektit ovat kuitenkin kaatuneet Yhdysvaltojen ja kehitysmaiden vastustukseen: Kioton pöytäkirjan toinen kausi jäi kattavuudeltaan heikoksi, ja erityisesti

Kööpenhaminan kokouksen laihat tulokset vuonna 2009 tulkittiin laajasti EU:n arvovaltatappioksi. EU:n ehdollinen tarjous nostaa omaa päästövähennyslupaustaan, jos muut suuret toimijat liikahtavat myös, ei tuottanut tuloksia Kööpenhaminan kokouksessa 2009. Kokouksen jälkeen monet maat ovat kuitenkin antaneet päästövähennysitoumuksia (pledges). Eurooppalaisista ponnisteluista huolimatta tämänhetkiset YK-neuvottelut tuntuvat ennakoivan kansainvälis-oikeudellisesti kevyen ilmastopoliittikan kautta, jossa ei tunneta kansainväliseen tavoitteeseen suhteutettuja, oikeudellisesti sitovia päästövähennyksiä.

Eurooppalaista johtajuutta tulee tarkastella myös epäsuorasti, omien toimien näyttämän esimerkin valossa. Euroopan unionin tärkein ilmastopoliittinen ohjauskeino eli päästökauppa (EU-ETS) on myös ainoa instrumentti, joka voi tulevaisuudessa kattaa suurimmat päästäjämaat ja siten levittää hiilidioksidipäästöjen hintaa laajemmalle. Viime vuosina erilaisia päästöihin tai energiatehokkuuteen pohjaavia kauppajärjestelmiä on suunniteltu ja toteutettu sekä teollisuusmaissa että kehitysmaissa. Oikeudellisesti sitovan päästökaton sisältäviä päästökauppajärjestelmiä on perustettu Uuteen Seelantiin (2010) ja Australiaan (2012), alueellisia vastaavia järjestelmiä puolestaan Yhdysvaltoihin (RGGI 2009, Kalifornia 2013), Kanadaan (Quebec 2013) ja Japaniin (Tokio 2010).

Vapaaehtoisia ja/tai energiatehokkuuteen perustuvia päästökauppajärjestelmiä toimii Japanissa (2005) ja Sveitsissä (2008). Kiinassa on alkamassa päästökauppapilotti kuudessa provinssissa ja kaupungissa (2013), ja suunnitteilla on laajentaa järjestelmä koko maan kattavaksi (2015). Erityyppisiä järjestelmiä on vireillä myös Kazakstanissa (2013), Koreassa (2015), Meksikossa, Taiwanissa, Intiassa (2014), Thaimaassa (2014) ja Vietnamin (2018). Lisäksi suunnittelun aloittaminen on poliittisessa harkinnassa esimerkiksi Brasiliassa, Chilessä ja Turkissa. (International Carbon Action Partnership (ICAP))

Hiilidioksidiverolta puolestaan puuttuu kansainväliset poliittiset edellytykset Etelä–Pohjoisen-vastakkainasettelun ja monien teollisuusmaiden sisäpoliittisten realiteettien vuoksi. ”Globaalia hiilidioksidiveroa” on ehdotettu myös kyynisestä lähtökohdasta: veron poliittinen mahdottomuus tiedostetaan, mutta projektia esitetään eräänlaisena päästökaupan populistisena kritiikkinä (Hartwell Paper, 2010)

EU:n asema kasvihuonekaasujen päästökaupan pioneerinä on vahva. EU:n järjestelmän kehittämistä on seurattu tarkasti sekä akateemisessa että poliittikkatoimiin keskittyvässä kirjallisuudessa, ja esimerkiksi on ollut vaihtelevia vaikutuksia muiden maiden suunnitelmiin, selvityksiin ja sisäpoliittisiin kamppailuihin. Esimerkiksi Australiassa tärkeimmät selvitykset käyttivät EU:n päästökauppaa vertauksena ja esikuvana: Australian hallituksen Productivity Commission teetti tutkimuksen, jossa arvioitiin eri maissa käytössä olevien ohjauskeinojen kustannustehokkuutta. Johtopäätös oli, että päästökauppajärjestelmä, pääesimerkkinä EU-ETS, on tässä suhteessa selvästi tehokkain. Lisäksi päästökauppalakia ajanut Labour-hallitus tilasi tunnetulta ekonomistilta Ross Garnaut’lta laajan selvityksen (The Garnaut Review, 2008 ja päivitys 2011), joka käytti EU:n esimerkkiä ja päästökauppajärjestelmää keskeisenä argumenttina:

“[...] Europe is at the forefront of policy action. Denmark, Finland, Norway and Sweden were the world's first movers on substantial climate change mitigation policy, pricing carbon since the early 1990s. The European Union established an emissions trading scheme in 2005 and has steadily tightened its parameters since then. Half the people in the developed world - half a billion people - are covered by the European Union's emissions trading scheme.” (The Garnaut Review, Summary, p. 4. <http://www.garnautreview.org.au/>)

Sekä Garnaut Review:ssä että muissa selvityksissä tuotiin esiin sekä mahdollisuus yhdistää Australian päästökauppa Euroopan järjestelmään että siten tulevaisuudessa saavutettava yhteinen hiilen hinta (Australian Government 2012). Tämä argumentti mahdollisti osaltaan Australian lakipaketin täpärän läpimeno.

Boninin ilmastokokouksessa (ADP2, 29.4.2013) pitämässään esitelmässä Professori Garnaut totesi, että EU:n päästökaupan nykytila vaikuttaa negatiivisesti Australian ja Uuden Seelannin järjestelmien kehittämiseen sekä Kiinan ja Korean suunnitelmiin: ”aina löytyy intressiryhmiä ja poliitikkoja, jotka etsivät syytä sanoa että hiilen hinnoittelu epäonnistuu varmasti”.

Useissa maailmalla käyttöönotetuissa kauppajärjestelmissä on piirteitä, joilla yritetään luoda esimerkiksi ns. vakioisin minimihinnoin eli "lattiahinnoin" vakautta päästöoikeuksien kauppaan alkuvuosien ajan (Australia) ja näin välttää hintojen volatiilisuus, jonka EU koki. Osa maista on kytkenyt oman järjestelmänsä EU:n päästökauppaan (Norja), ja vuonna 2012 EU ja Australia aloittivat neuvottelut päästökauppajärjestelmiensä linkittämiseksi toisiinsa. Tavoitteena on saada järjestelmät toimimaan linkitettyinä heinäkuusta 2015 alkaen. EU on ollut yhteistyössä myös USA:n itävaltioiden RGGI-päästökauppaohjelman kanssa. EU:n rooli päästökaupan edistäjänä on tärkeä ajatellen erityisesti mahdollisuutta saada globaali ilmastopoliittinen sopimus, sillä päästökauppa on käytännössä ainoa uskottavasti toimiva kansainvälinen ohjauskeino. EUn piirissä arviot ilmastopoliittikan uskottavuudesta liittyvät vahvasti odotuksiin uusista innovaatioista.

EU:N EDELLÄKÄVIJYYS ILMASTOPOLIITIKASSA: INNOVAATIOT

EU on korostanut edelläkävijän roolia globaalissa ilmastopoliitikkassa. Ilmastoneuvottelujen ohella tämä on ilmennyt muun muassa valmiutena sitoutua vapaaehtoiisiin päästöjen rajoittamistavoitteisiin, päästöoikeuskaupan käyttöönotossa hiilidioksidipäästöjen rajoittamisessa ensimmäisenä Kioto-sopimusmaana sekä sitovien uusiutuvan energian ja energiatehokkuusdirektiivien tavoitteiden käyttöönotossa. EU:n komissio korostaa, että edelläkävijyys tuo kilpailuetua, koska tiukemman ohjauksen oloissa EU:n yritykset ottavat käyttöön vähähiilisiä korkean teknologian ratkaisuja, joista on saatavissa hyvä tuotto. EU:n sisällä kansainväliselle kilpailulle altis prosessiteollisuus on ilmaissut huolestuneisuutensa hiilipäästökustannusten aiheuttamasta kilpailukyvyn heikkenemisestä ja ympäristöjärjestöt hiilivuodosta kehitysmäihin. Teollisuus korostaa kansainvälisen sopimuksen merkitystä, jolloin kaikki toimijat olisivat hiilipäästökustannusten suhteen samalla viivalla. Pohdittavana ovat siis edelläkävijyys vastaan odottelu.

Kirstyvän ympäristöohjauksen vaikutusta on pohdittu yleisemmin tieteellisessä kirjallisuudessa, jossa edelläkävijyys tunnetaan ns. Porter-hypoteesina esittäjänsä Harvardin yliopiston Michael Porterin mukaan. Porter-hypoteesin mukaan kirstyvä ympäristöohjaus johtaa yritysten voittojen kasvuun joko uusien innovaatioiden tai edelläkävijyyden tuomien etujen myötä. Hypoteesin tiimoilta syntyi kiivasta keskustelua puolesta ja vastaan, mikä johti moniin teoreettisiin ja empiirisiin tutkimuksiin. Näiden töiden sanoman voi tiivistää seuraavasti: löytyy paljon tapauksia, joissa kirstyvä ympäristöohjaus on lisännyt yritysten voittoja ja kilpailukykyä ja vastaavasti tapauksia, joissa näin ei ole käynyt. Toinen kiinnostava tulos on, että yleisesti ottaen kirstyvä ympäristöohjaus ei ole aikasarjojen valossa laskenut kansantalouksien tuottavuutta ja kilpailukykyä. Keskustelu osoittaa, että vähintään yhtä tärkeää on miettiä, millaisin ehdoin yritysten voitot tai kansantalouksien kilpailukyky voi parantua kirstyvän ympäristöpolitiikan oloissa. Muun muassa hyvä innovaatioympäristö, toimiva rahoitus ja korkea liiketoimintaosaamisen taso kuuluvat tekijöihin, joilla voidaan sopeutua menestyksellisesti uusiin vaatimuksiin.

EU:n uusiutuvan energian politiikan vaikutus tuuli- ja aurinkovoiman tuotantoteknologiaan ja kustannuksiin on ollut globaalistikin katsottuna kiinnostava, vaikka politiikka on EU:lle erittäin kallis. Tuuli- ja aurinkoenergian tuotantokustannukset ovat laskeneet merkittävästi. Samalla Kiinasta on tullut maailman johtava tuuli- ja aurinkoenergian tuottaja. Suurtuotannon edut ovat siirtäneet tuotannon painopisteen Euroopasta Aasiaan, joskin alan arvolisäyksestä merkittävä osuus koituu Eurooppaan korkean teknologian osaamisen ansiosta. Arviot uusiutuvan energian tukimuotojen vaikutuksesta vaihtelevat siltä osin olisiko sama tai kenties laaja-alaisempi vaikutus saatu aikaan tiukemmalla päästökäytöllä ja korkeammalla päästöoikeuden hinnalla. Pohdittavaksi jää olisiko päästöoikeuden korkeampi hinta edesauttanut monimuotoisemmin erityisesti uudenlaisten ratkaisujen syntymistä, sillä uusiutuvan energian tuki on tuonut markkinoille lähinnä jo tunnettua teknologiaa.

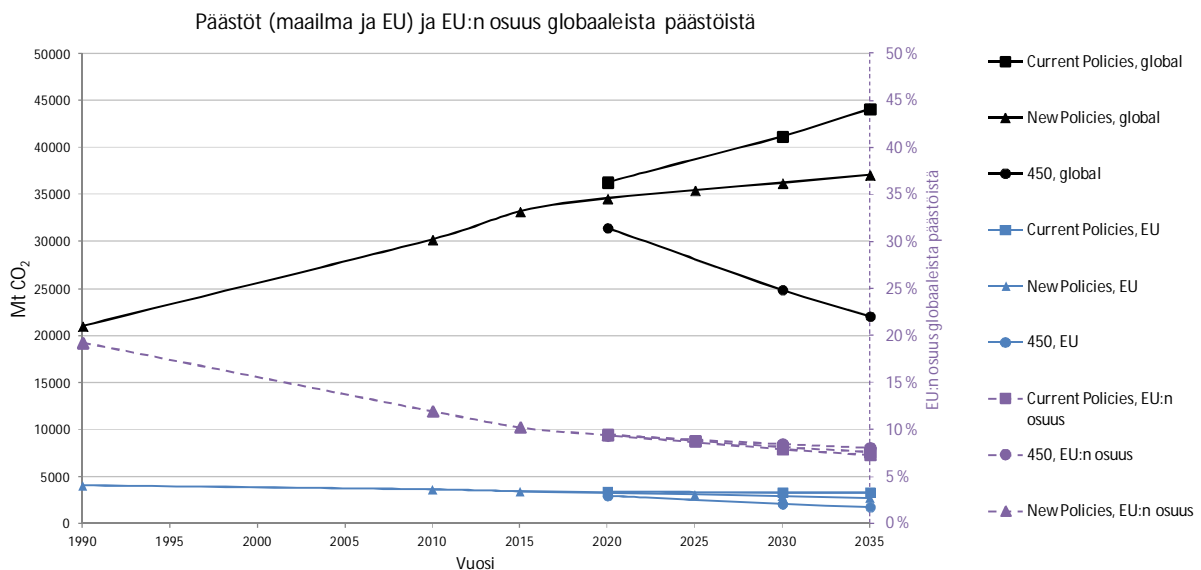
Päästövähennysnäkökulman lisäksi EU-maat ovat omalla politiikallaan tukeneet uusiutuvien energialähteiden tuotantoa keinona kasvattaa maassaan osaamista, jolla uskotaan olevan globaalista kysyntää. Vastaavasti energia- ja materiaalihokkuuden edistämistä on tuettu. Joillakin mailla kuten Saksalla ja Tanskalla valtion runsaskätinen tukipolitiikka on tähännynt uusien teknologioiden osaamisen kasvattamiseen. Nämä toimet ovat näyttäneet korkeina päästövähennyskustannuksina, mutta niiden kokonaistaloudellisten hyötyjen on uskottu olevan pitkällä tähtäyksellä kustannuksia suurempia. Asiasta

on ristiriitaisia käsityksiä ja edelläkävijyyden hyötyjen laskentaan ei ole olemassa yksiselitteisiä kansataloudellisia malleja.

Saksa on menettänyt muun muassa aurinkovoiman tuotantoteknologian johtoaseman Kiinalle. Tästä huolimatta Saksa on pystynyt ottamaan 15 % osuuden ympäristöä säästävän teknologian maailman markkinoissa ja osuuden uskotaan edelleen kasvavan. Globaalit cleantech-markkinat olivat vuonna 2011 yli 2000 miljardia euroa ja niiden uskotaan kasvavan 6 % vuosivauhdilla vuoteen 2025 mennessä (BAU 2012a).

EU:N OSUUS GLOBAALEISTA PÄÄSTÖISTÄ

World Energy Outlook:ssa (IEA 2012) on arvioitu maailman ja EU-alueen päästöjen kehitys eri skenaarioissa vuoteen 2035. Näiden arvioiden mukaiset päästöt sekä EU:n osuus globaaleista päästöistä on esitetty kuvassa 2. Kuvassa esitetyt päästöt syntyvät polttoaineiden poltosta ja niihin kuuluu loppukulutuksessa syntyvät päästöt (teollisuus, liikenne, rakennukset sekä muut päästöt esimerkiksi maataloudesta) sekä energian tuotannosta syntyvät päästöt. EU:n päästöt vähenevät hieman kaikissa skenaarioissa vuoden 2010 päästöihin verrattuna. Globaalit päästöt kasvavat New Policies -skenaarioissa ja erityisesti Current Policies –skenaariossa. Ainoastaan 450-skenaariossa päästöt laskevat lähes vuoden 1990 tasolle. EU:n osuus kokonaispäästöistä on vähentynyt merkittävästi välillä 1990-2010. Tällä aikavälillä EU:n päästöt ovat hieman laskeneet, mutta EU:n osuuden lasku selittyy kuitenkin pääasiassa globaalien päästöjen voimakkaalla nousulla. Kaikissa skenaarioissa EU:n päästöjen osuus maailman päästöistä laskee hieman vuoteen 2035 mennessä.



Kuva 2. Maailman ja EU:n päästöjen kehitys eri skenaarioissa (mustat ja siniset käyrät, asteikko vasen y-akseli) sekä EU:n osuus globaaleista päästöistä (violettit katkoviivat, asteikko oikea y-akseli) vuoteen 2035 asti. Ennusteet päästöjen kehityksestä perustuvat IEA:n esittämiin arvioihin, Current Policies- ja 450 –skenaarioissa päästöjen kehitys on ennustettu vuodesta 2020 alkaen (IEA 2012). EU:n osuus on laskettu itse IEA:n lukuihin perustuen.

Nykyisen EU-27:n alueen osuus globaaleista CO₂-päästöistä oli vuonna 1990 19 %. Vuonna 2010 EU-27:n osuus oli 12 %. Koska kehittyvien maiden päästöjen arvioidaan kasvavan voimakkaasti, EU:n osuus globaaleista CO₂-päästöistä tulee väheneämään tulevaisuudessa kaikissa IEA:n skenaarioissa. Vuonna

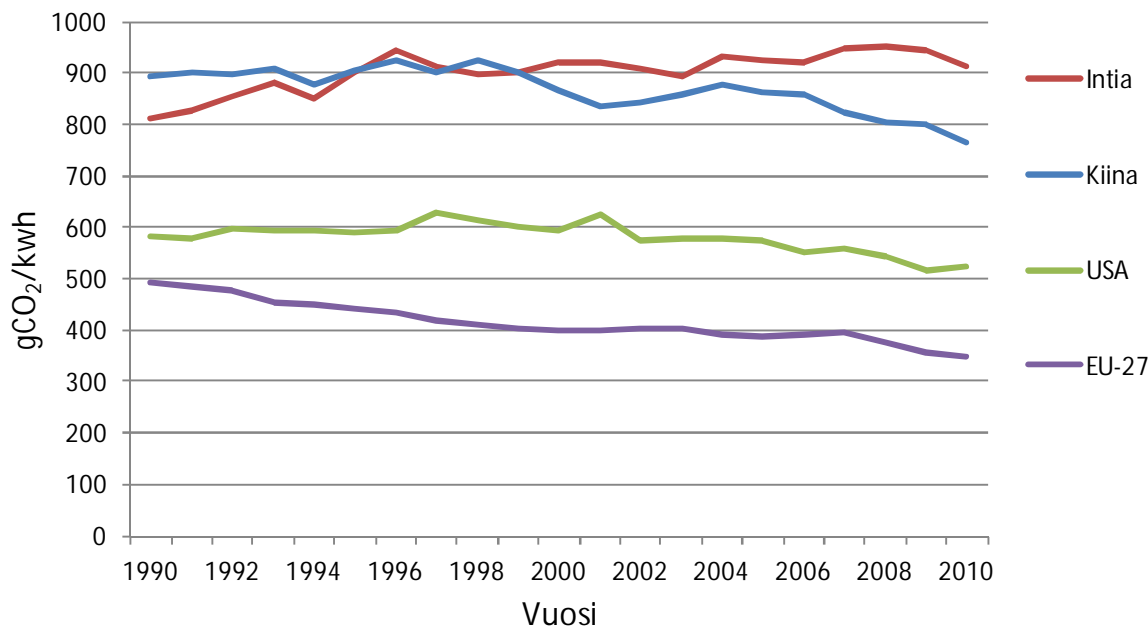
2020 EU-27:n osuus tulee IEA:n mukaan olemaan jo alle 10% ja vuoteen 2035 mennessä osuus on enää 7-8% skenaariosta riippuen.

ENERGIANTUOTANNON PÄÄSTÖKERROIN INDIKAATTORINA

Energiantuotannon päästökerrointa voidaan käyttää yhtenä indikaattorina siihen, miten tehokkaasti energiantuotantosektori etenee kohti hiilineutraaliutta. Indikaattori lasketaan kunkin maan omasta sähköntuotannosta (sähkön tuontia ei yleensä lasketa mukaan). Korkein päästökerroin on tilanteessa, jossa käytetään vain hiili-intensiivimpiä polttoaineita (kivihiili, ruskohiili, turve, öljy), ja lisäksi voimalaitoskanta on vanhaa ja tehotonta. Päästökerrointa laskevat merkittävä päästöttömän tuotannon osuus (vesivoima, ydinvoima, bioenergia, tuulivoima, aurinkosähkö) ja modernit, tehokkaat laitokset fossiilisten polttoaineiden käytössä.

Sähköntuotannon päästökertoimen kehitystä Intiassa, Kiinassa, Yhdysvalloissa ja EU-27-alueella on tarkasteltu OECD:n tietokannasta (OECD iLibrary 2013) saataviin tilastoihin perustuen. Kuvassa 3 esitetään päästökertoimien kehitys vuosina 1990-2010 ja kuvasta havaitaan, että EU-27-alueen sähköntuotannon päästökerroin on laskenut tasaisesti, kun samaan aikaan Intiassa päästökerroin on hieman noussut. Kiinassa päästökerroin on laskenut tarkasteluvälillä, mutta väheneminen on ollut hitaampaa kuin EU-27-maissa ja päästökerroin on Kiinassa ja Intiassa huomattavasti korkeammalla tasolla kuin EU-27-alueen maissa.

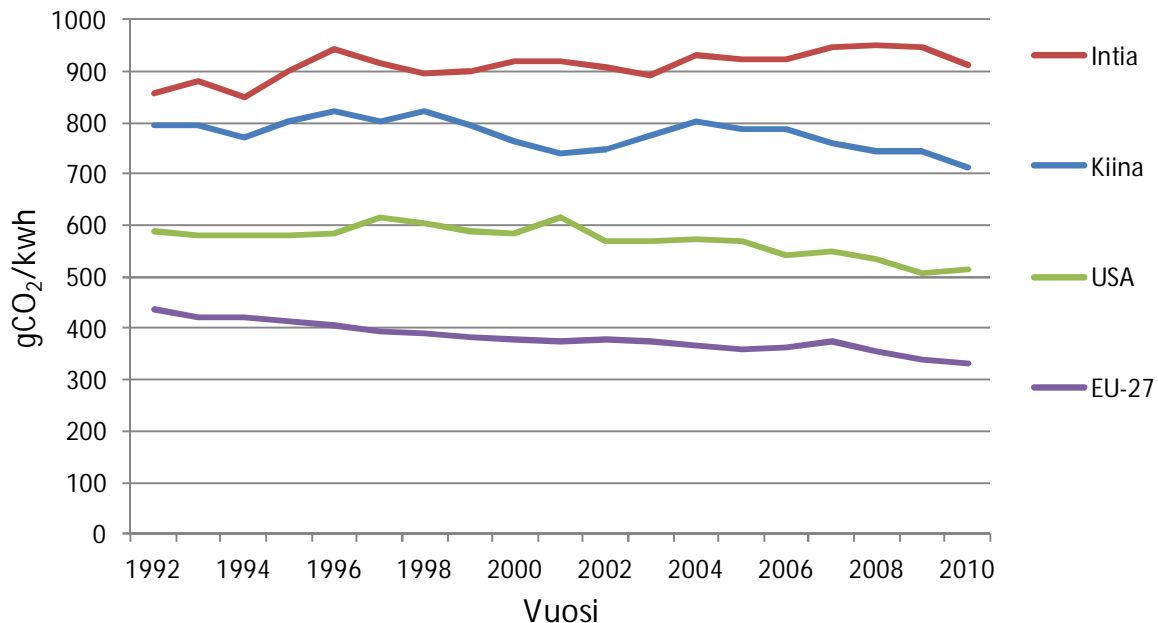
Sähköntuotannon päästökerroin



Kuva 3. Sähköntuotannon päästökertoimen kehitys Intiassa, Kiinassa ja EU-27-alueella (lähde: OECD iLibrary 2013)

Sähkön ja lämmön tuotannossa syntyvien päästöjen kehitys tuotettua kilowattituntia kohden Kiinassa, Intiassa, Yhdysvalloissa ja EU-27-alueella on esitetty kuvassa 4. Edellä esitetystä sähköntuotannon päästökertoimen kehityksestä (kuva 3) poiketen, sähkön ja lämmön tuotannon päästökertoimen tietoja ei vuosille 1990 ja 1991 ollut tietokannassa saatavilla. Sekä sähkön että lämmön tuotannon päästökerroin on EU-27 alueella laskenut tasaisesti. Merkittäviä eroja kuvan 3 ja kuvan 4 välillä ei ole, joskin esimerkiksi Kiinassa lämmön tuotanto on ollut vähemmän hiili-intensiivistä kuin sähkön, johtuen todennäköisesti sekä maakaasun että biomassan käytöstä lämmitykseen. Myös EU:n tiedoissa on havaittavissa vastaava ero, ja todennäköiset syyt myös EU:ssa ovat maakaasun ja biomassan käyttö lämmityksessä.

Sähkön ja lämmön tuotannon päästökerroin



Kuva 4. Sähkön ja lämmön tuotannon päästökertoimen kehitys (lähde: OECD iLibrary 2013).

Kuvista nähdään, että:

- EU:ssa rakenteellisen muutoksen trendi energiasektorilla on laskeva, mutta varsin hidas. Esimerkiksi vuosina 2000-2008 ei tapahtunut laskua käytännössä ollenkaan. 1990-luvulla eräs EU-27:n tilastoissa näkyvä syy päästökertoimien laskuun ovat Itä-Euroopan poliittinen murros ja sen johdosta puhtaasti markkintaloudellisiin perusteisiin tapahtuneet rakenteelliset muutokset teollisuudessa ja energiantuotannossa.
- Intian päästökertoimet ovat nousussa. Energiantuotannon määrät ovat kasvussa, lisäksi tuotanto painottuu aiempaa enemmän kivihiileen.
- Kiinassa on viimeisten noin viiden vuoden aikana tapahtunut rakenteellista edistystä, todennäköisesti johtuen sekä hiilivoimalaitoskannan modernistumisesta että uusiutuvan energian lisäämisestä. On kuitenkin muistettava, että absoluuttiset päästömäärät ovat voimakkaassa kasvussa energian kasvavan kysynnän vuoksi.
- Sekä sähkön että lämmöntuotannon keskimääräiset päästöt ovat EU-alueella selvästi alhaisemmat kuin kuvissa esitetyissä muissa keskeisissä maissa. Tämä tarkoittaa myös sitä, että keskimäärin EU-alueelta muualle siirtyvä teollisuustuotanto aiheuttaa hiilivuotoa, kun tuotanto siirtyy alueelle, jossa energianhankinta on hiili-intensiivisempää.
- USA:n sähköntuotannon ominaispäästöt ovat laskussa liuskekaasun syrjäyttäessä kivihiilen käyttöä, mikä ei vielä täysin näy näissä kuvissa käytetyissä tilastoissa.

Voimalaitosten päästöraja ilmastotoimena

US EPA on hiljattain ehdottanut uusien voimalaitosten hiilidioksidirajoja siten, että käytännössä uuden hiilivoimalan olisi otettava käyttöön CCS-teknologia (US EPA, 2012). USA:n korkein oikeus on linjannut vuonna 2007 että hiilidioksidi on saaste, jota voidaan säädellä USA:n Clean Air Act:n piirissä. Ehdotettu hiilidioksidiraja 1000 lbCO₂/MWh eli 454 gCO₂/kWh sähköä sallisi edelleen uusien maakaasuvoimaloiden rakentamisen ilman CCS-teknologiaa, ja raja määritettäisiin uusille laitoksille 30 vuoden keskiarvona. Tämä ei vaatisi vielä demonstraatioasteella olevan CCS:n välitöntä käyttöönottoa, mutta pidemmällä aikavälillä ehdotuksen vaikutus olisi toteutuessaan hyvin tuntuva. Vastaava raja on jo

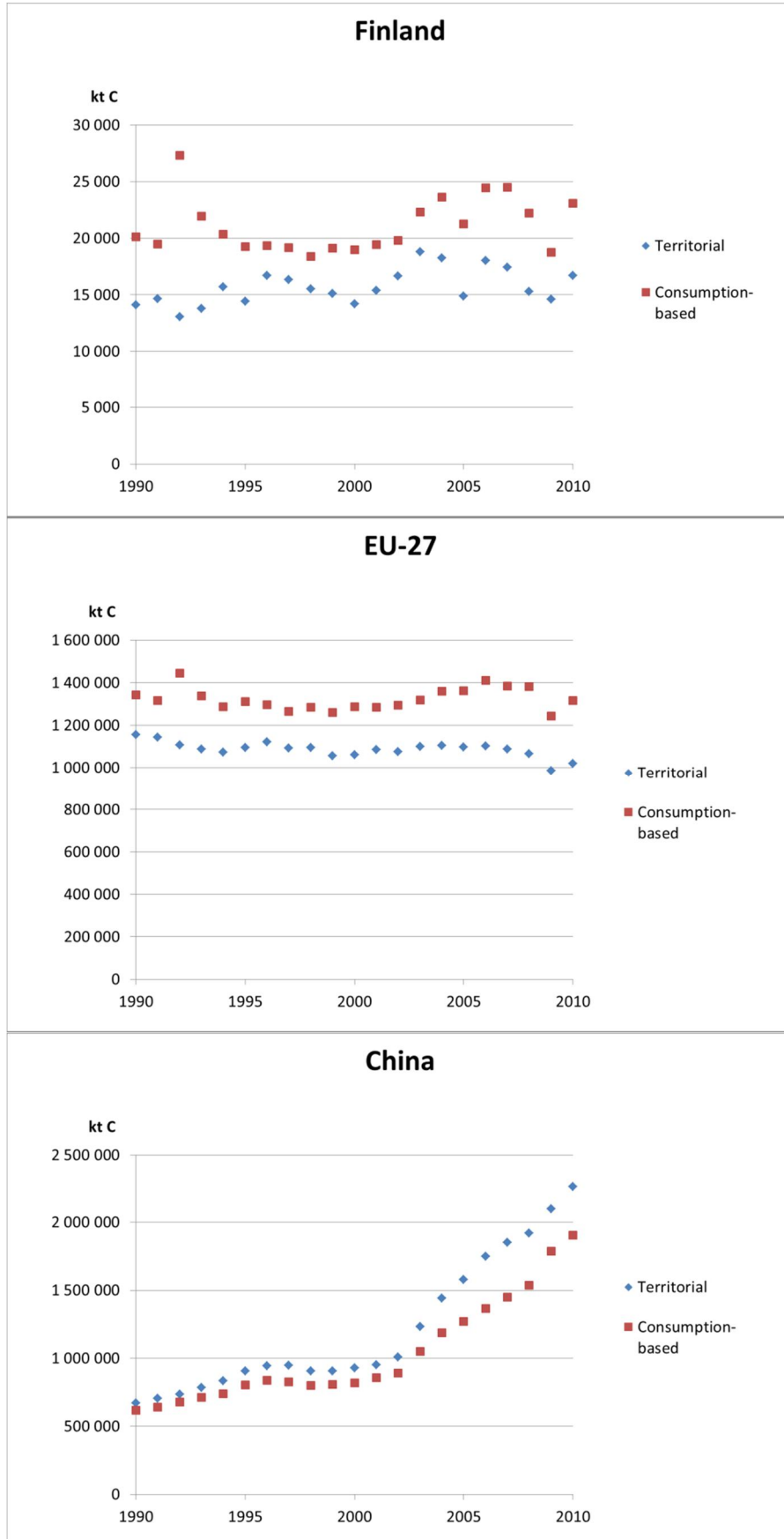
otettu käyttöön mm. New Yorkin osavaltiossa. USA:n keskimääräinen sähköntuotannon päästökerroin vuonna 2010 oli hieman yli 500 gCO₂/kWh (kuva 3).

Myös Kanada on ottamassa käyttöön vastaavan päästörajan, 420 gCO₂/kWh (Government of Canada 2013). Raja tulee voimaan uusille laitoksille jo heinäkuusta 2015 alkaen.

USA:n ehdotettua rajaa ja Kanadassa käyttöön tulossa olevaa rajaa on hyödyllistä verrata esimerkiksi suurten EU-maiden Saksan ja Puolan tämänhetkisiin keskimääräisiin sähköntuotannon päästökertoimiin, Saksassa sähköntuotannon päästökerroin on noin 460 g/kWh ja Puolassa noin 780 g/kWh. Modernin kivihiililaidelaitoksen päästökerroin ilman CCS:ää on noin 750-850 gCO₂/kWh. Euroopassa Iso-Britanniassa on ehdotettu vastaavaa rajaa 450 g/kWh uusille voimalaitoksille osana Iso-Britannian energia- ja ilmastotoimia. Ehdotetut rajat tarkoittavat sitä, että hiiltä tai öljyä uudessa sähköntuotannossa ei voisi käyttää ilman (osittaista) CCS:ää tai erittäin suurta osaa biomassaa polttoaineena.

TUOTANTO- VS. KULUTUSPERUSTEISET PÄÄSTÖT

Globalisaation ja maailmankaupan kasvun myötä maiden tuotanto- ja kulutusperusteiset päästöt ovat erkaantuneet toisistaan. Päästövähennysnäkökulman lisäksi EU-maat ovat omalla politiikallaan tukeneet uusiutuvien energialähteiden tuotantomuotoja keinona kasvattaa maassaan osaamista, jossa uskotaan olevan globaalia kysyntää. Vastaavasti on tuettu myös energiatehokkuuden edistämistä. Vuonna 2008 arviolta 26 % maailman fossiilisten polttoaineiden polttamisesta aiheutuvista CO₂-päästöistä liittyi välillisesti maailmankaupan mukana liikkuviin kauppatavaroihin (Peters et al. 2011). Teollisuusmaat hankkivat kehitysmaista huomattavia määriä tuotteita, joiden tuotannon päästöt eivät siten näy teollisuusmaiden alueellisissa päästöissä. Jotta voidaan ymmärtää eri maiden kulutuksen rakenteen kytköksiä päästöihin, tulee päästöjä tarkastella kulutusperusteisesti riippumatta siitä, missä tuotanto tapahtuu. Esimerkiksi EU ja Suomi aiheuttavat tuontitavaroiden myötä välillisesti enemmän päästöjä kuin mitä vientitavaroihin kytkeytyy, mikä näkyy kuvassa 5 suurempina kulutusperusteisina päästöinä tuotantoperusteisiin päästöihin verrattuna. Monet maat tuovat nykyään huomattavia määriä tuotteita Kiinasta, missä tuotantoperusteiset päästöt ovat kulutusperusteisia päästöjä suuremmat. Tilanne on siis päinvastainen esimerkiksi EU:hun ja Suomeen verrattuna (kuva 5).



Kuva 5. Tuotanto- ja kulutusperusteisesti arvioidut fossiilisten polttoaineiden poltosta ja sementin tuotannosta aiheutuneet CO₂-päästöt Suomessa (ylhäällä), EU-27:ssa (keskellä) ja Kiinassa (alhaalla) 1990-2010 (Global Carbon Project 2012).

Suomessa vientiteollisuuden osuus kansantaloudessa on suurempi kuin EU-27 maissa keskimäärin. Se, että Suomen kulutus- ja tuotantoperusteisten päästöjen suhde on samankaltainen EU-27 maiden keskiarvon kanssa johtuu siitä, että meidän vientituotteidemme energia tuotetaan pienemmin ominaispäästökertoimin kuin EU-27 maissa energia keskimäärin.

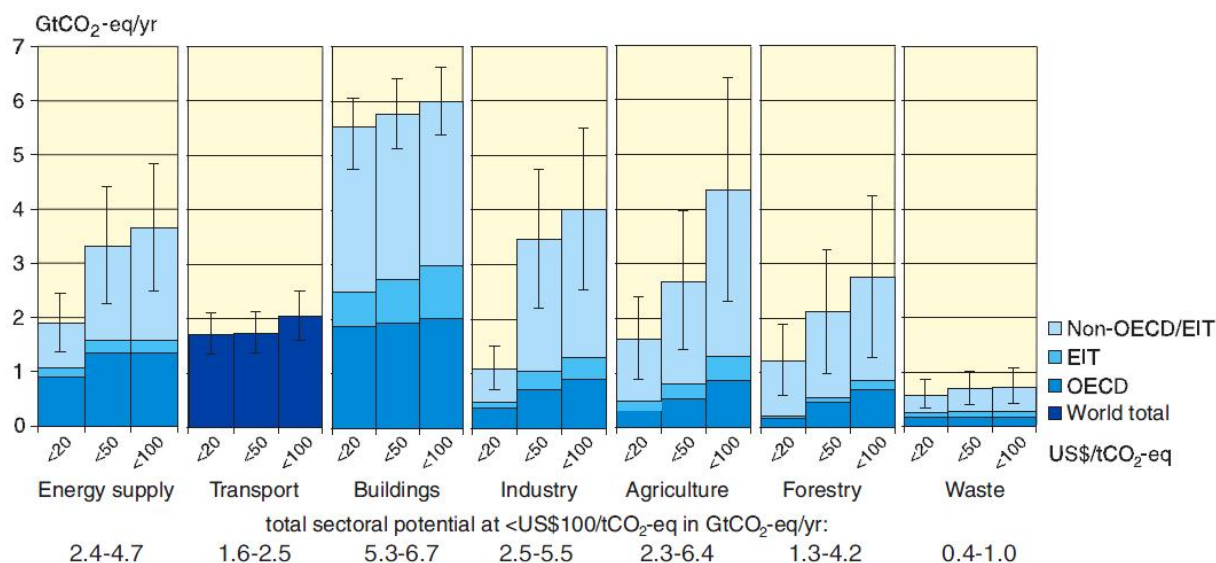
Tuotanto- ja kulutusperäisten päästöjen erot eri maissa liittyvät kiinteästi globalisaatioon ja kansainväliseen kauppaan. Tuotannon edullisuus Kiinassa ja muissa halvan työvoiman maissa on vetänyt niihin teollisuutta EU:sta ja muista kehittyneistä maista. Energian tuotannon korkeammat ominaispäästökertoimet kehittyvissä talouksissa ja kulutuksen kasvu näkyvät kehittyneiden maiden tuonnin lisääntyvinä kasvihuonekaasupäästöinä. Alhainen ympäristönsuojelun taso on osaltaan voimistanut kehittyvien talouksien kilpailukykyä. Haasteena on saattaa näissä maissa voimaan tiukemmat tuotannon ympäristönormit, jotta päästöt kääntyisivät globaalisti laskuun.

Tuotantoperusteiset päästöt kuvaavat kansallisen päästöinventaaroiden tuloksia, joilla nykyisin maiden päästöjä kansainvälisesti seurataan. Kulutusperusteinen seuranta kaikkien toimien seurannassa ei ole ollut konkreettisesti esillä ilmastoneuvotteluissa, eikä ole todennäköistä, että se tulisi neuvotteluperusteeksi. Kehitysmaat ovat vasta kehittämässä säännöllistä tuotantoperusteista päästöraportointia, ja ensimmäisiä päästöraportteja odotetaan vuonna 2014.

Kulutusperusteinen päästöjen laskenta on kuitenkin epäsuorasti, mutta vahvasti esillä esimerkiksi EU:n uusiutuvan energian politiikassa. Vuodesta 2013 eteenpäin EU:n päästökaupassa sellaiset biopolttoaineet, jotka eivät täytä elinkaarilaskennalla laskettuja kulutusperusteisia kestävyyskriteereitä, lasketaan polton hiilidioksidipäästöiltään täysimääräisinä. Tällä mekanismilla EU:n ulkopuolella tapahtuvia päästöjä ikään kuin siirretään laskettavaksi EU:n alueella.

ENERGIATEHOKKUUDEN VAIKUTUS

Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen on useissa selvityksissä todettu yhdeksi kustannustehokkaimmaksi tavaksi pienentää päästöjä ja samalla sen merkitys vähähiilisyiden tiekartassa näyttelee merkittävää roolia (kuva 6) (esim. IPCC, 2007b; IEA 2012). Energiatehokkuuden osuus ympäristöä säästävän teknologian maailmarkinoissa on nyt suurin (BMU 2012a) ja sen edistäminen synnyttää energiankäyttöä pienentävää elinkeinotoimintaa. Toisaalta energiatehokkuus edistää taloudellista aktiviteettia pienentämällä toimintojen energiakustannuksia. Tämä takia energiatehokkuuden tuomat päästövähennykset voivat olla pienempiä kuin laskelmat osoittavat: kustannussäästöjen mahdollistama lisääntyvä kulutus syö merkittävän osan saavutetuista energian säästöistä. Kyse on ns. rebound-vaikutuksesta, jonka tarkka arviointi on vaikeaa. Sähkön osalta kyse on pääasiassa laitteiden lisääntymisestä, mutta erityisesti lämmityksessä laatutason paranemisesta (esim. ilmaa vaihdetaan enemmän ja näin ilman laatu paranee). Suomessa on arvioitu, että 10 prosentin energiatehokkuuden lisäys vuoteen 2020 mennessä lisää työllisyyttä 2,1 prosenttia ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 4,4 prosenttia perusuraan muutoin oletettuun kehitykseen nähden (Mäenpää 2012).



Kuva 6. Arvioidut kustannustehokkaat päästöjen pienentämispotentiaali eri sektoreittain ja maantieteellisin aluein. (Lähde IPCC 2007b)

Suomessa tehdyissä rakennuskantatarkasteluissa (Airaksinen ja Vainio 2012) energiatehokaskorjausrakentaminen uudisrakentamisen tasolla oli kaikkein kustannustehokkain tapa korjata. Oletuksena Suomen rakennuskannan tarkastelussa oli, että energiatehokkuutta parantavia korjaustoimenpiteitä tehdään ainoastaan kun rakennusosan tekninen käyttöikä on lopussa tai se on päätetty korjata muusta syystä, esimerkiksi vaurioitumisen takia. Korjauskustannukset ovat aina kohdekohtaisia ja ne sekä niihin sisältyvät energiakustannukset voidaan laskea monella tavalla. Tarkasteltujen korjausten energiasäästön marginaalikustannukset ovat 0,4 miljardia euroa ja niillä saavutettava vuotuinen säästö 1 875 GWh/a sisältäen poistuman (500 GWh/a). Asuin-, liike- ja palvelurakennusten korjaustoiminnan arvo oli vuonna 2011 noin 8,5 miljardia euroa. Tällä hetkellä korjausrakentamisesta huomattava osa on kunnossapitoa. Koko volyymista 55 prosenttia käytetään sisätilakorjauksiin ja tilamuutoksiin. Ulkovaipan ja talotekniikan korjauksistakin osa on kunnossapidon luonteista korjaustoimintaa.

EU-tasolla tehtyjen arvioiden mukaan asuinrakennusten suurin energiatehokkuuspotentiaali on rakennuksen vaipan ja lämmitystavan tehokkuuden lisäämisessä, lisäksi laitteiden energiatehokkuudella on tärkeä merkitys (esim. Balaras et al. 2007, Uihlein ja Eden 2010). Tämä tarkoittaisi noin 187 Mtoe kustannustehokasta pienennystä asuinrakennuksien osalta aikavälillä 2007-2030. Tämä vastaa 57% loppuenergian pienennystä vuoteen 2030 mennessä, (Bossmann et al. 2012). Liike- ja palvelurakennusten teknistaloudellinen säästöpotentiaali energiatehokkuutta parantamalla on suurin puhaltimien, jäähdytyksen ja kylmäkoneiden sekä moottoroitujen laitteiden osalta. Tämä potentiaali on 45% säästö vastaten 71 Mtoe:n energiasäästöä, (Bossmann et al. 2012).

HIILIVUOTO

Hiilivuodolla tarkoitetaan tilannetta, jossa päästöjä tuottavaa tuotantoa siirretään sitovien päästörajojen, kuten Kioton sopimuksen Annex B-maiden alueelta esimerkiksi pienempien muuttuvien kustannusten ja suhteellisten hintojen vuoksi sellaisiin maihin, joissa päästörajoitukset ja ilmastopolitiikka on löysempää (IPCC, 2007b). Hiilivuodolle alttiita toimialoja ovat runsaasti energiaa käyttävä teollisuus, kuten sementti-, rauta-, teräs- ja alumiiniteollisuus. Tässä osassa selvitetään, millaisia arvioita hiilivuodon määrästä EU:n ulkopuolelle on esitetty.

OECD:n arvion mukaan tilanteessa, jossa ainoastaan EU toimisi päästöjä rajoittavasti siten, että kasvihuonekaasupäästöjä vähennettäisiin 50 % vuoteen 2050 mennessä vuoden 2005 tasoon verrattuna, EU:n päästövähennyksistä noin 12 % kumoutuisi päästöjen kasvulla muissa maissa. (Jos tämä vähennys toteutettaisiin vähentämällä ainoastaan CO₂ päästöjä, hiilivuoto olisi noin 16 %). Jos kaikissa

Annex I maissa toteutettaisiin vastaava päästöjen vähennys, hiilivuoto vähenisi alle kahteen prosenttiin. (OECD 2009).

IEA:n raportti tarkastelee hiilivuodon määrää sektorikohtaisesti raskaassa teollisuudessa. Tutkimuksen mukaan millään sektorilla hiilivuoto ei ole lähelle 100 %, joten todennäköisesti päästövähennykset eivät täysin kumoudu. Raportissa on vertailtu eri arvioita hiilivuodon määrästä ja teräs- ja rautateollisuudessa vuoto on luokkaa 55 %, kun oletettiin, että Japanissa ja EU15-maissa hiilivero on 21 \$/tCO₂. Selvityksessä, jossa hiilen hinta on 20 €/tCO₂ (EU27-alue), teräs- ja rautateollisuuden hiilivuoto on välillä 0,5-25 % ja 40-70 % sementtiteollisuudessa. Jos OECD-maissa vero on 25 \$/tCO₂ on rauta- ja terästeollisuuden hiilivuoto noin 45 %. Arviot hiilivuodon määrästä ovat herkkiä mallille ja oletuksille esimerkiksi kysynnän hintajoustosta, kuljetuskustannuksista ja ilmastotoimien kustannusten siirtymisestä hintoihin (carbon cost pass-through). Lisäksi sektorit, joilla käydään paljon kansainvälistä kauppaa, voivat olla alttiimpia hiilivuodolle. (Reinaud 2008a)

EU:n päästökaupan vaikutusta primäärialumiinisektoriin on selvitetty IEA:n raportissa Climate policy and carbon leakage, Impacts of the European Emissions Trading Scheme on Aluminium. Tarkastelussa on pyritty selvittämään, onko EU:n päästökauppa aiheuttanut hiilivuotoa energiantensiivisellä sektorilla, kun energiantuotannossa syntyviä päästöjä on ryhdytty rajoittamaan ja tästä mahdollisesti koituvat kustannukset ovat siirtyneet sähkön hintaan ainakin osittain. Ensimmäisen päästökaupakauden (2005-2007) tarkastelun mukaan CO₂:n hinta ei ole vaikuttanut tuontien määrään, mutta toisaalta Euroopan kasvanut kysyntä ei ole myöskään houkuttellut investointeja paikallisen primäärisulatuskapasiteetin lisäämiseen. Tulosten mukaan sektori ei ole keskimäärin kärsinyt hiilivuodosta eikä tilastollista todistetta CO₂:n hinnan suorasta vaikutuksesta alumiinin kaupankäyntiin ole havaittavissa. Tähän voi kuitenkin olla monia syitä eikä tuloksia voida suoraan tulkita niin, ettei päästökaupalla ole ollut minkäänlaista vaikutusta sektoriin. Esimerkiksi Euroopassa useilla toimijoilla on sähkön ostoa ja hintaa koskevia pitkän aikavälin sopimuksia vielä voimassa. Päästökaupan vaikutuksen arvioinnissa haastavaa on myös erottaa, mitkä muutokset tapahtuvat ainoastaan päästökaupan vaikutuksesta ja mitkä tapahtuisivat myös ilman sitä. Lisäksi on epäselvää, miten nopeasti muutokset tapahtuvat. (Reinaud 2008b)

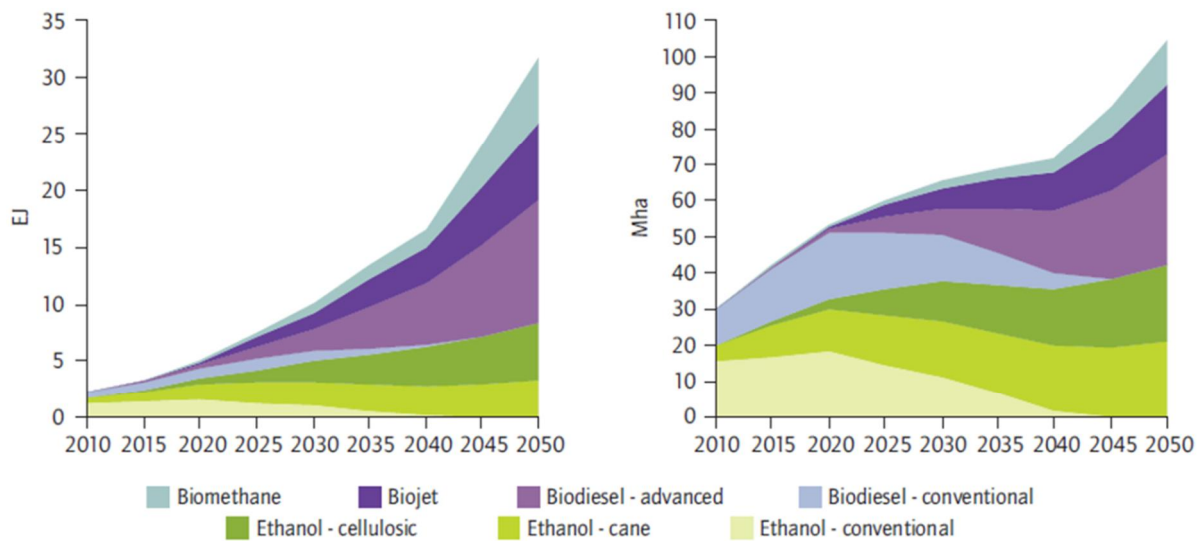
Hiilivuotoa Pohjoismaiden näkökulmasta on tarkasteltu raportissa Carbon leakage from a Nordic perspective. Tutkimuksessa on tunnistettu hiilivuodolle alttiita toimialoja, joita selvityksen mukaan Pohjoismaissa ovat erityisesti paperi- ja selluteollisuus sekä alumiini-, rauta-, teräs- ja kemianteollisuus. Tulosten mukaan hiilivuodon määrä riippuu tarkasteltavasta alueesta ja sen koosta. Raportissa on laskettu, että pitkällä aikavälillä erityisen alttiilla aloilla hiilivuoto voi olla jopa 102%. Hiilivuodon korkea taso selittyy pääasiassa Pohjoismaiden teollisuuden korkealla energiatehokkuudella, sähkön tuotannon melko matalilla CO₂-päästöillä ja fossiilisia polttoaineita käyttävien laitosten korkealla konversioasteella. Mikäli tuotantoa siirtyisi sähkön tuotannon matalien ominaispäästöjen alueelta muualle, vastaava teollisuustuotannon määrä tuotettaisiin suuremmilla ominaispäästöillä (Naess-Schmidt ym. 2011)

ILMASTONMUUTOS, ILMASTOPOLITIIKKA JA METSÄKATO, RUOKATURVALLISUUS JA BIODIVERSITEETTI (BIOPOLTTOAINEET, BIOMASSA)

Kaikki viljelyskelpoista maa-alaa primäärisesti tarvitsevat toiminnot vaikuttavat viljelyskelpoisen maa-alan kysyntään. Biomassaa käyttävät toiminnot, ja myös metsäpinta-alaa käyttävät toiminnot, kilpailevat rajallisista voimavaroista. Biomassaa tuottavaa alaa voidaan käyttää moneen tarkoitukseen, joita ovat esimerkiksi ravinnon ja rehun tuotanto, raaka-aineen ja kuidun tuotanto, biodiversiteetin säilyttäminen sekä toimiminen ilmakehästä erottuneen hiilen varastona.

Biopolttoaineiden tuotannon arvioidaan moninkertaistuvan tulevien vuosikymmenien aikana. Muiden kuin ruokakasvien osuutta pyritään kasvattamaan biopolttoaineiden raaka-aineiden lähteinä muun muassa kehittämällä teknologioita, jotka pystyvät hyödyntämään entistä monipuolisemmin erilaisia raaka-aineita. Tämän seurauksena biopolttoaineiden raaka-aineiden tuotantoon primäärisesti tarvittavan maa-alan ei arvioida maailmanlaajuisesti kasvavan samassa suhteessa biopolttoaineiden tuotannon kanssa, mutta kuitenkin merkittävästi. IEA:n mukaan maa-ala kasvaisi nykyisestä noin 30 miljoonasta hehtaarista noin 60 miljoonaan vuoteen 2030 mennessä ja noin sataan miljoonaan vuoteen 2050 mennessä. (IEA 2011) (Kuva 7). (IEA 2011).

Figure 11: Demand for biofuels (left) and resulting land demand (right) in this roadmap

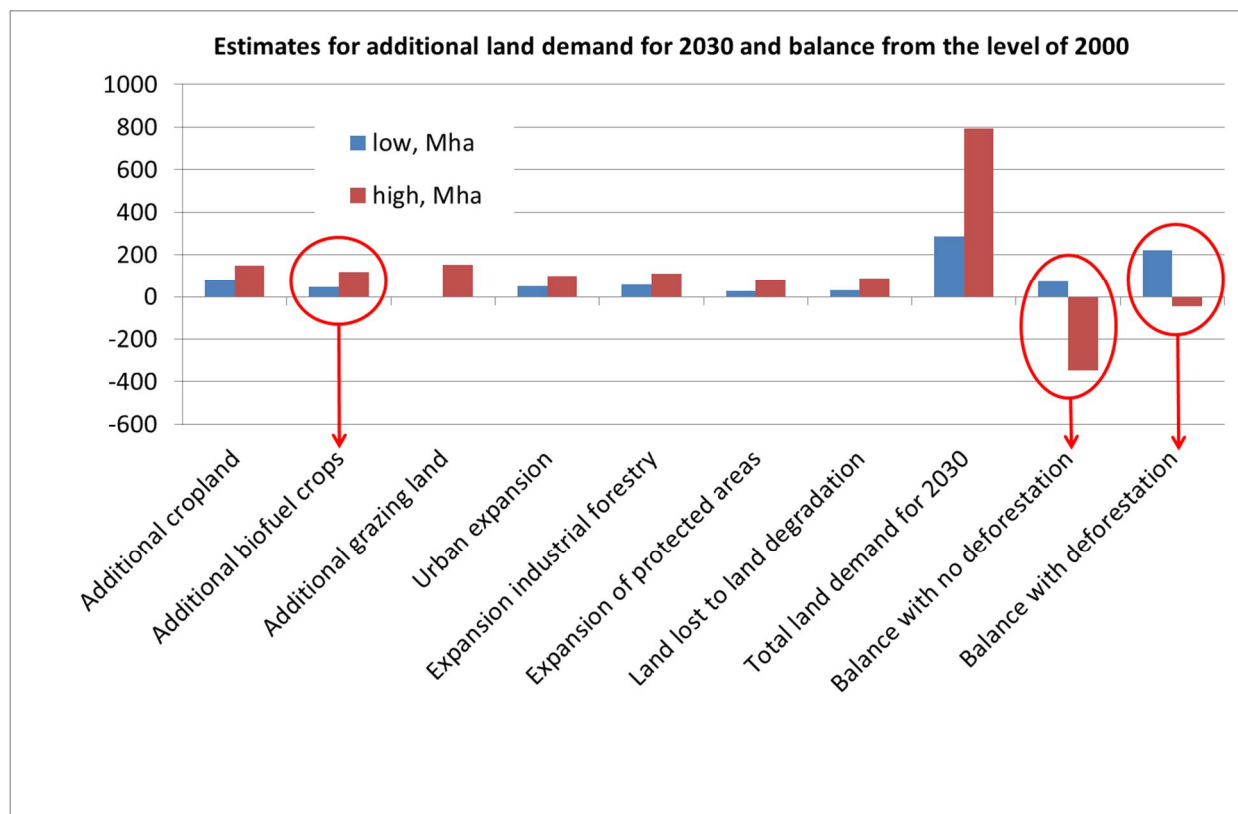


Note: This is gross land demand excluding land-use reduction potential of biofuel co-products. This assumes 50% of advanced biofuels and biomethane are produced from wastes and residues, requiring 1 Gt of residue biomass. If more residues were used, land demand could be reduced significantly.

Kuva 7. Biopolttoaineiden kysyntä ja sen vaatima maankäyttö IEA:n mukaan (IEA, 2011).

Globaalisti maantarpeen arvioidaan kasvavan tulevina vuosikymmeninä muun muassa kasvavan ruoantuotannon vuoksi, viljelys- ja laidunmaan tarpeen vuoksi sekä biopolttoaineiden tuotannon, kaupunkien laajenemisen, puuntuotannon, suojeluun varattavien alueiden kasvun ja tuottavan maan laadun (degradaatio) heikentymisen seurauksena. Tämän arvioidaan lisäävän huomattavasti painetta metsien hävitykseen, jopa useiden satojen miljoonien hehtaarien suuruusluokassa vuoteen 2030 mennessä (Lambin ja Meyfroidt 2011) (kuva 7).

Nykyisin metsien hävityksestä tulevat päästöt aiheuttavat noin 5-15 % maailman kokonaispäästöistä (Global Carbon project 2012). Metsien hävitys tapahtuu pääosin trooppisen alueen kehitysmaissa, joissa yhteiskunnan valmius huolehtia metsien säilyttämisestä ja eri näkökulmat huomioon ottavasta kokonaisvaltaisesta hyödyntämisestä on heikko.



Kuva 8. Arvio lisämaankäytön tarpeesta vuoteen 2030 mennessä (Lambin & Meyfroidt 2011).

Globaali kysyntä ja hintatason muutokset aiheuttavat paikallisesti todellisia muutoksia, vaikka muutosten suuruus ja niiden syyt voivat jäädä epävarmoiksi lukuisten asiaan vaikuttavien tekijöiden takia. Markkinamekanismien kautta tapahtuvia ns. epäsuoria maankäytön muutoksia (ILUC) ei voida suoraan havaita, mutta ne voidaan kuvata taloudellisilla malleilla. Mallinnuksella saatavat tulokset ovat kuitenkin hyvin herkkiä oletuksille, minkä vuoksi esimerkiksi biopolttoaineiden tuotannon lisäämisen vaikutukset maankäytön muutoksiin vaihtelevat huomattavasti eri arvioiden välillä. Epäsuorien maankäytön muutosten päästöt voivat kuitenkin olla erittäin merkittäviä. Niiden huomioon ottaminen voi lisätä biopolttoaineiden elinkaaren päästöjä kymmeniä prosentteja, ja jopa niin, että fossiilisten polttoaineiden, joiden käyttöä biopolttoaineilla tulisi korvata, päästötaso ylittyy (EC 2012b).

Euroopan Unionin uusiutuvan energian määrälliset velvoitteet ja liikenteen biopolttoaineille ja muille bionesteille asetetut RES-kestävyysskriteerit yhdessä kattavan ja sitovan ilmastopolitiikan puutteen vuoksi luovat myös ongelmia. Vallitsevassa tilanteessa biopolttoaineiden käytön lisäämisen ilmastohyödyt ovat kyseenalaisia. Nykyiset RES-kestävyysskriteerit eivät huomioi resurssien kuten raaka-aineiden tai maa-alan kilpailusta aiheutuvia epäsuoria vaikutuksia.

Osaltaan tätä epäkohtaa lieventämään komissio on julkaissut ns. ILUC-ehdotuksen, joka rajoittaisi ruokakasvien hyödyntämistä biopolttoaineina ja oletettavasti pienentäisi biopolttoaineiden osuutta liikenteessä, vähentäisi painetta uuden maa-alan raivaamiselle, rajoittaisi biopolttoaineiden raaka-aineiden tuontia sekä lisäisi puun ja muun lignoselluloosapohjaisen raaka-aineen hyödyntämistä biopolttoaineiden raaka-aineina. Näistä seuraisi taas uusia epäsuoria vaikutuksia muun muassa puuraaka-aineiden kilpailun lisääntymisen takia, minkä vuoksi komission ILUC-ehdotuksen todellisten vaikutusten arviointi on hyvin vaikeaa. Voidaan kuitenkin otaksua, että se johtaisi kokonaispäästöjen rajoittamisen kannalta parempaan tulokseen kuin mihin nykytilanne on johtamassa ilman ILUC-ehdotusta.

Samaan aikaan kun biopolttoaineiden tuottaminen vaatii uusia maa-alueita, merenpinnan nousun seurauksena maapallon maapinta kutistuu. Maailmanpankki ennusti viime syksynä, että nykyisen

ilmastomuutoksen kehityksen valossa merenpinta nousee puolesta metristä metriin vuoteen 2060 mennessä ja vuosisadan vaihteessa kyse olisi jopa kahden metrin noususta. Tällä hetkellä 40% maapallon väestöstä asuu ranta-alueilla, ja ranta-alueet ovat usein myös hedelmällistä viljelysmaata. Kohoava merivesi pienentää viljelysmaan pinta-alaa rannikko-alueilla ja väestö on pakotettu siirtymään rannikolta sisämaahan. Tämä lisää paineita raivata metsiä ja muita luonnontilaisia alueita viljelykäyttöön, joka lisää välillisiä kasvihuonekaasupäästöjä ja vähentää luonnon monimuotoisuutta.

Myös lisääntyvä kuivuus aiheuttaa ongelmia maataloudelle. Maailmanpankin raportin mukaan kuivuusongelma haittaa noin 15 prosenttia maailman viljelyalasta. Lämpötilan noustessa kuivuusongelmia olisi jo 44 prosentilla viljelyalasta. Tämä lisää ilmastopakolaisuuden riskiä ja uusien alueiden raivaamista viljelykäyttöön. Maankäyttöpaineita lisää erityisesti se, että maailman väkiluvun ennustetaan kasvavan nykyisestä 7 miljardista 9 miljardiin vuoteen 2050 mennessä ja yhä useampi vaurastuessaan haluaa syödä entistä enemmän lihaa. Samalla viljelyyn soveltuvan maan määrä on yhä niukempi.

Edellä esitetyn valossa IEA:n ennustama biopolttoaineiden tarvitsema lisämaa-alue aiheuttaa välillisiä vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin, ruokaturvallisuuteen ja luonnon monimuotoisuuteen huomattavasti vähemmän kuin mitä ilmastonmuutos itsestään tulee aiheuttamaan. Nykyisin viljelyksessä on noin 1500 miljoonaa hehtaaria kun biopolttoaineiden maa-alueiden varauksen ennustetaan olevan 100 miljoonaa hehtaaria vuonna 2050. Mutta tämäkin 70 miljoonan hehtaarin kasvumäärä vuoteen 2050 kilpailee maa-alueen kasvupaineiden kanssa, joilla ruokaturvallisuus ja luonnon monimuotoisuus pyritään turvaamaan maapallolla. Nykytilanteessa FAO (2013) on arvioinut kestävästi viljeltävän maapinta-alan olevan noin 4000 miljoonaa hehtaaria.

Suomessa käytettävät biopolttoaineet ovat enimmäkseen metsäteollisuuden puuperäisiä sivutuotteita ja talousmetsistä korjattavaa energiapuuta. Suomessa käytettävistä liikenteen biopolttoaineiden raaka-aineista ja niiden alkuperästä ei kuitenkaan ole saatavilla julkaistuja virallisia tietoja. Eräiden arvioiden mukaan valtaosa Suomessa toistaiseksi kulutetuista liikenteen biopolttoaineista on peräisin erilaisista Suomen ulkopuolella kasvatetuista öljykasveista (mm. palmu-, rapsi-, rypsi- ja auringonkukkaöljy), sokeriruo'osta ja viljakasveista (Lindroos et al. 2012). Suomessa ollaan kuitenkin kansallisen toimintasuunnitelman (NREAP 2010) ja erilaisten julkaistujen kaupallisten suunnitelmien mukaan pyrkimässä aktiivisesti lisäämään puuraaka-aineen sekä erilaisten tähde- ja jättepohjaisten raaka-aineiden käyttöä liikenteen biopolttoaineina (Neste Oil 2011, ST1 2013, UPM 2012, VAPO 2013).

JOUSTOMEKANISMIT PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISINSTRUMENTTINA KEHITTYVISSÄ MAISSA

Kioton pöytäkirja mahdollistaa niin sanottujen Kioton mekanismien käytön, jotta maat voivat saavuttaa päästövähennystavoitteensa kustannustehokkaasti ja joustavasti. Näitä mekanismeja ovat yhteistoteutus (JI, Joint Implementation), puhtaan kehityksen mekanismi (CDM, Clean Development Mechanism) ja kansainvälinen päästökauppa (iET, Emission Trading). CDM-hankkeissa teollisuusmaa rahoittaa päästövähennys Hankkeita tai nieluja lisääviä hankkeita kehitysmaissa ja JI-hankkeissa teollisuusmaa rahoittaa päästöjä vähentäviä tai nieluja lisääviä hankkeita toisessa teollisuusmaassa. Päästökaupassa teollisuusmaat käyvät keskenään päästöyksiköillä kauppaa. (TEM 2012)

CDM-hankkeista syntyvistä sertifioiduista päästövähennysyksiköistä käytetään nimitystä CER (Certified Emission Reduction Unit) ja JI-hankkeista syntyvistä päästövähennysyksiköistä nimitystä ERU (Emission Reduction Unit). Kumulatiivisesti CDM-projekteista on laskettu liikkeelle 1270 miljoonaa CER-yksikköä ja JI-projekteista kumulatiivisesti 674 miljoonaa ERU-yksikköä.

Kioton mekanismien käyttö ensimmäisen sitoumuskauden jälkeen sisältää epävarmuuksia ja riippuu kansainvälisistä ilmastopoliittisista neuvotteluista. EU:n ilmasto- ja energiapaketti mahdollistaa kuitenkin Kioton mekanismien hyödyntämisen myös vuoden 2012 jälkeen. (TEM 2012)

Ohjelma-CDM:llä viitataan CDM:n tehtyyn uudistukseen, jonka puitteissa voidaan kehitysmaassa toteuttaa yksittäisten hankkeiden sijasta laajempia projektikehiköitä ja useita toimia voidaan siten tehdä

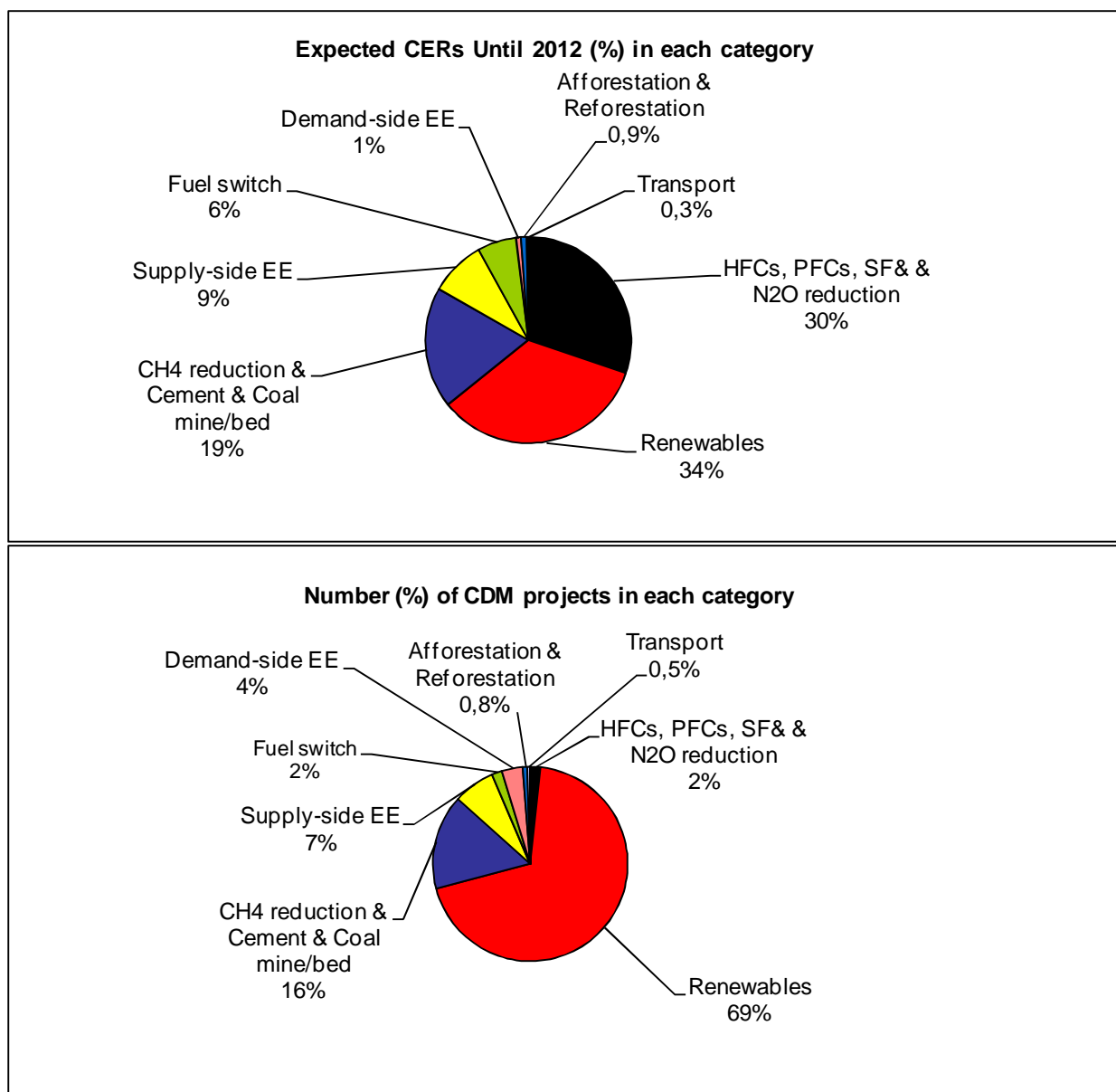
useassa eri kohteessa. (Ulkoasiainministeriö 2013). NAMA-hankkeella (Nationally Appropriate Mitigation Actions) puolestaan viitataan kehitysmaiden toteuttamiin kansallisesti tarkoituksenmukaisiin ilmastomuutoksen hillitsemistoimiin. (Halonen ym. 2011)

Eri puolilla maailmaa on kehitetty ja ehdotettu runsaasti erilaisia uusia mekanismeja, joiden laajaan joukkoon kuuluu päästöyksiköitä tuottavia markkinamekanismeja ja mekanismeja, jotka perustuvat muualta kuin päästöyksikkökaupasta tulevaan rahoitukseen. Uusien mekanismien kehittäminen osoittaa, että teollisuusmaat ovat alkaneet vaatia kehitysmailta omia toimia päästöjen vähentämiseksi ja samalla kehitysmaat ovat alkaneet pohtia, miten edullisia päästövähennyksiä voidaan säilyttää omaa käyttöä varten ja mitä päästövähennyksiä myydään ulkomaille. Uusien mekanismien kehittämisessä voidaan pyrkiä myös purkamaan nykyisten mekanismien ongelmia ja heikkouksia. Esimerkiksi Japani on kehittänyt omaa bilateraaliosopimuksiin perustuvaa kreditointimekanismia CDM:n rinnalle. (Halonen ym. 2011)

CDM ja ohjelma-CDM

CDM-hankkeiden yhtenä tavoitteena on edistää kehittyvän maan kestävästä kehitystä ja edistää teknologian siirtoa projektin isäntämaahan. Hankkeista merkittävä osa on toteutettu Kiinassa, Intiassa tai Brasiliassa ja esimerkiksi Afrikan maissa hankkeiden toteuttaminen on ollut varsin vähäistä. Erityisesti vuoden 2006 jälkeen Kiinaan sijoitettujen hankkeiden osuus on kasvanut merkittävästi. (UNEP Risoe 2013)

Eri hanketyyppien osuudet on esitetty kuvassa 8. Kaikista CDM-hankkeista yli puolet on tuuli- tai vesivoimahankkeita ja uusiutuvaan energiantuotantoon keskittyvien hankkeiden osuus on kasvanut tasaisesti vuodesta 2006 lähtien. Lisäksi biomassaan ja metaanipäästöjen vähentämiseen keskittyviä hankkeita on runsaasti. Odotetut CER-yksiköt projektityypeittäin (kuva 9) osoittaa, että uusiutuvan energian projektit tuottavat kuitenkin ainoastaan 34 % CER-yksiköistä, vaikka niiden osuus CDM-projekteista on huomattavasti korkeampi. Kuvia vertaamalla havaitaan myös, että HFC-, PFC-, SFC- ja N₂O- päästöjen vähentämiseen keskittyviä projekteja on vain 2 % kaikista CDM-projekteista, mutta nämä hankkeet tuottavat kuitenkin jopa 30 % CER-yksiköistä.



Kuva 9. Eri hanketyyppien tuottamat CER-päästövähennysyksiköt (yllä) ja hanketyyppien lukumääräiset osuudet (alla) CDM-mekanismin piirissä vuoteen 2012 asti (UNEP Risoe 2013).

CDM-projektien jakautumisessa on havaittavissa maantieteellistä ja sektorikohtaista painottumista. Ohjelmallisen CDM:n keskeisenä tavoitteena on pidetty tämän jakauman tasaamista. Vaikka viime vuosina uusia ohjelma-CDM hankkeita onkin käynnistynyt aiempaa enemmän, projektien määrä on kuitenkin toistaiseksi pysynyt melko matalana CDM-hankkeiden määrään verrattuna, minkä vuoksi ohjelma-CDM:n onnistumista tavoitteessaan ei voida kattavasti arvioida. Ohjelma-CDM:n osuus on Afrikassa huomattavasti suurempi kuin perinteisten CDM-hankkeiden osuus. Aasiassa CDM-hankkeiden osuus on sitä vastoin huomattavasti korkeampi kuin ohjelmallisen CDM:n tapauksessa. (Kossoy ja Guigon 2012)

Teknologian siirto CDM-hankkeissa

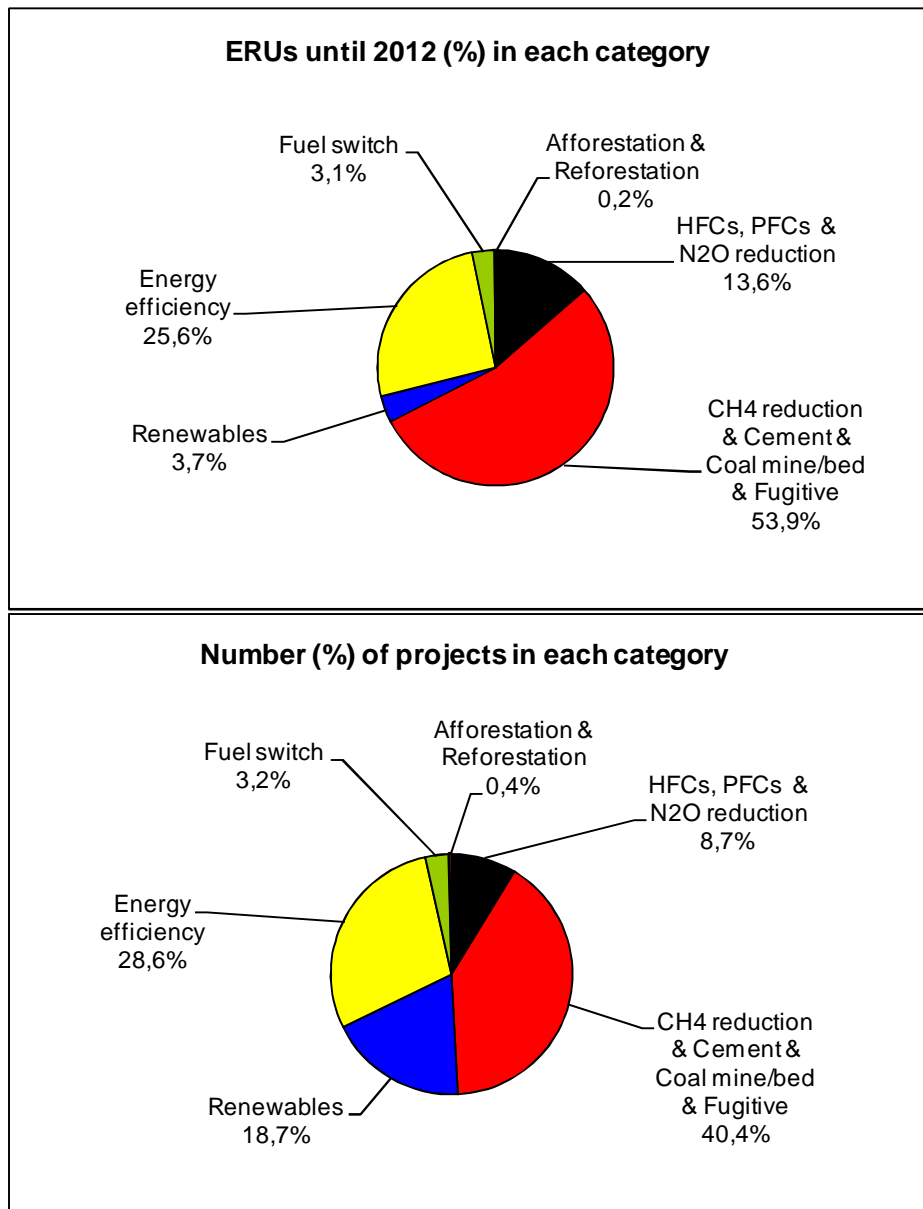
Raportti Benefits of the Clean Development Mechanism 2012 (UNFCCC 2012) tarkastelee teknologian siirtoa CDM-projekteissa. Selvityksessä on havaittu, että siirron määrä on vähentynyt CDM-mekanismiin alkuvuosista. Lisäksi on huomattu siirron vähenevän, kun paikallinen osaaminen kasvaa. Koska CDM-projektit mahdollistavat osaamisen kartuttamisen isäntämaassa, siirron määrä vähenee, kun samantyyppisten projektien määrä maassa kasvaa.

Siirron määrä vaihtelee myös isäntämaasta ja projektityypistä riippuen. Vesivoima- ja sementtiprojektien kohdalla siirto on vähäisintä, koska ne ovat usein jo kypsää ja laajasti käytössä olevaa teknologiaa isäntämaassa. Myös biomassaprojektit sisältävät todennäköisesti vähän siirtoa, kun toisaalta tuulivoima- ja energiatehokkuusprojektit sisältävät todennäköisemmin siirtoa. Raportissa tehdyn tilastollisen tarkastelun perusteella suuret projektit sisältävät teknologian siirtoa todennäköisemmin kuin pienet projektit. (UNFCCC, 2012)

Isäntämaalla on kuitenkin myös tilastollisesti merkittävä vaikutus teknologian siirron esiintyvyyteen, esimerkiksi isäntämaan väkiluku, BKT, suoran ulkomaisen investoinnin määrä ja uusiutuvan osuus sähkön tuotannossa ovat myös siirron määrään vaikuttavia tekijöitä. Erilaisissa teknologian siirtoon liittyvissä selvityksissä on havaittu, että sellaiset projektit, joiden toteuttamiseen ulkomainen osapuoli osallistuu, sisältävät huomattavasti todennäköisemmin teknologian siirtoa kuin unilateraaliset projektit. Valtaosa teknologian siirrosta on peräisin Saksasta, USA:sta, Tanskasta, Japanista tai Kiinasta ja jopa 85 % teknologian siirrosta on peräisin kehittyneistä maista. (UNFCCC, 2012)

JI-hankkeet

Projektityyppien osuudet JI-hankkeista ja JI-projekteista odotettavissa olevat ERU-yksiköt on esitetty kuvassa 10. Suurin osa projekteista koskee metaanipäästöjen vähentämistä ja nämä projektit myös tuottavat yli puolet odotetuista ERU-yksiköistä. Energiatehokkuuteen liittyvät hankkeet muodostavat toiseksi suurimman projektityyppien ryhmän (28,6 % projekteista) ja projektityyppi tuottaa 25,5 % ERU-yksiköistä. Kuvia vertaamalla havaitaan myös, että vaikka projekteista lähes viidennes liittyy uusiutuvan energian tuotantoon, tuottavat tämän tyyppin projektit ainoastaan 3,6 % ERU-yksiköistä.



Kuva 10. Projektityyppien lukumääräiset osuudet JI-hankkeista (yllä) ja eri hanketyyppien tuottamat ERU-päästövähennysyksiköt JI-projekteista vuoteen 2012 asti (alla) (UNEP Risoe 2013).

Eniten JI-hankkeita toteutetaan Ukrainassa ja Venäjällä sekä muissa Itä-Euroopan maissa. Uusien JI-projektien määrä on pysynyt samalla tasolla melko pitkään, mutta vuoden 2012 viimeisellä neljänneksellä projektien määrässä on selvä piikki. Lisäksi tammikuussa 2013 on laskettu liikkeelle hyvin suuri määrä ERU-yksiköitä, joista valtaosa on peräisin Ukrainan suurista projekteista. (UNEP Risoe 2013), (Halonen ym. 2011; Danske Bank Markets 2012) JI-mekanismen jatkuminen on ollut riippuvainen teollisuusmaille asetettavista Kioton sopimuskauden jälkeisistä päästörajoitteista ja epävarmuus mekanismin tulevaisuudesta on hidastanut mekanismin aktiivista kehitystä. (Halonen ym. 2011)

GLBAALIT ÖLJYMARKKINAT JA ÖLJYN KYSYNNÄN VÄHENEMISEN VAIKUTUKSET ÖLJYNTUOTTAJAMAILLE

Öljy on maailmassa keskeinen erityisesti liikenteen polttoaineena, ja useimmat länsimaat ovat olleet viime vuosikymmeninä hyvin riippuvaisia öljyn tuonnista tuottajamaista. Öljyntuottajamaiden järjestön OPEC:n osuus tuotannosta on kasvanut viime vuosikymmeninä, ja samalla on kasvanut myös OPEC:n hinnoitteluvoima. Tulevaisuuden vahva ilmastopolitiikka vähentäisi öljyn kysyntää kaikkialla maailmassa verrattuna ns. perusuraan. Samalla öljyn maailmanmarkkinahinta alenisi ja öljyntuottajamaiden tulot pienenisivät. Monet keskeiset öljyntuottajamaat, Saudi-Arabia etunenässä, ovatkin olleet vastahakoisia osapuolia kansainvälisissä ilmastoneuvotteluissa ja nostaneet esiin mm. kysymystä menetettävien vientitulojen kompensoinnista heille.

Öljyn tuotanto

Öljyn tuotannon odotetaan nousevan vuoteen 2035 mennessä määrään 97 miljoonaa tynnyriä päivässä (mb/d), kun tuotanto vuonna 2011 on ollut 84 mb/d. Lisäyksen arvioidaan tulevan nesteytetystä maakaasusta ja epätavanomaisista lähteistä. (IEA 2012)

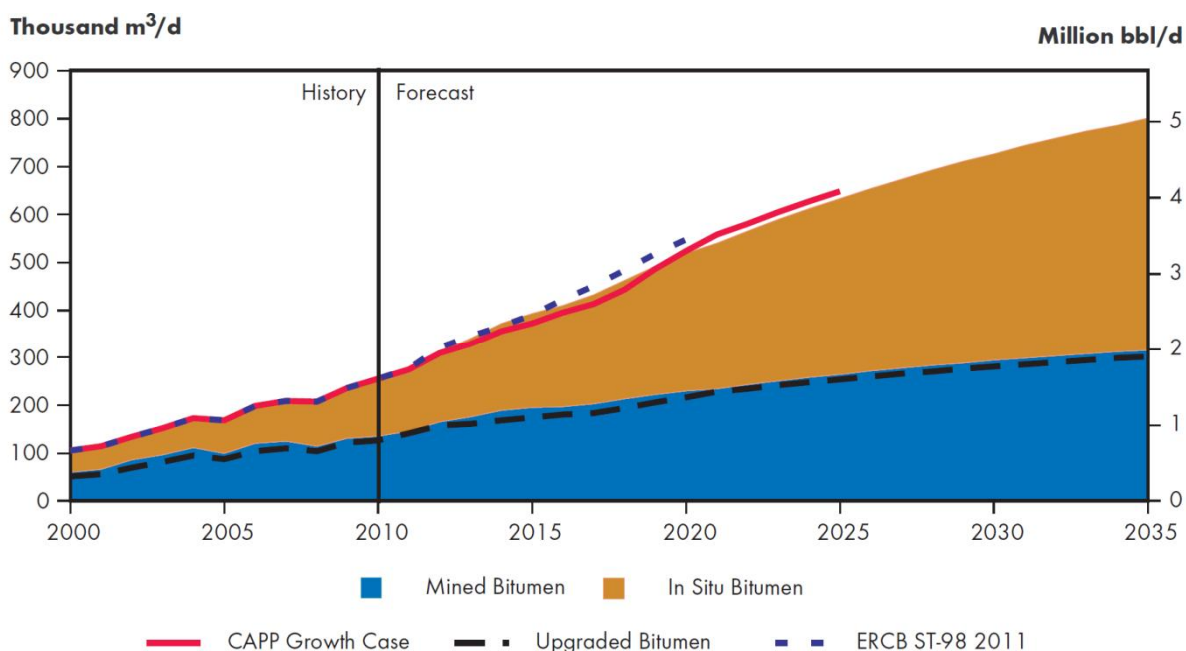
OPEC-maiden ulkopuolella epätavanomaisten lähteiden käyttö lisää tuotantoa lähitulevaisuudessa ja kompensoi raakaöljyn tuotannon vähenemistä. Kokonaistuotanto kasvaa 2015 asti, mutta vuoden 2025 jälkeen tuotanto jälleen pienenee ja palautuu tasolle 50 mb/d vuonna 2035. Epätavanomainen tuotanto on peräisin pääasiassa "light tight oil" tuotannosta Pohjois-Amerikassa, öljyhiekkan käytöstä Kanadassa sekä nesteytetyn maakaasun käytöstä. Lisäksi Brasiliassa odotetaan kasvavaa syvänmeren öljyn tuotantoa. OPEC:n ulkopuolella tuotannon odotetaan kasvavan Brasiliassa, Kanadassa, Kazakstanissa ja Yhdysvalloissa. Useimmissa muissa maissa, kuten Kiinassa, Iso-Britanniassa, Norjassa ja Venäjällä, tuotanto sitä vastoin vähenee. (IEA 2012)

OPEC-maiden tuotannon arvioidaan nousevan hitaasti vuoteen 2020 asti, mutta tämän jälkeen kasvun odotetaan olevan voimakkaampaa. OPEC-maiden osuuden koko maailmanlaajuisesta tuotannosta ennustetaan kasvavan ja olevan 50 % vuonna 2035, kun se tällä hetkellä on 42 %. Pitkällä aikavälillä tuotannon lisäämisen mahdollistavat laajat resurssit ja suhteellisen matalat kustannukset. Tuotannon odotetaan kasvavan erityisesti Irakissa ja IEA arvioi lisäyksen olevan jopa yli 5 mb/d välillä 2011-2035. Jos odotettu tuotannon kasvu ei toteudukaan, nousee öljyn hinta lähes 15 \$/b IEA:n esittämää ennustetta korkeammalle. (IEA 2012)

Epätavanomainen tuotanto

IEA:n (2012) arvion mukaan hyödyntämättömistä reserveistä iso osa on epätavanomaisissa (unconventional) lähteissä ja epätavanomaisten resurssien määräksi on arvioitu jopa 3200 miljardia tynnyriä. Näitä lähteitä on tutkittu ja hyödynnetty erityisesti Pohjois-Amerikassa, missä arvioidaan olevan varsin laajat reservit (light tight oil, öljyhiekka Kanadassa).

IEA:n arvion mukaan Kanadan öljyhiekkan tuotanto kasvaa voimakkaasti vuoden 2011 tuotannosta (1,6 mb/d) määrään 4,3 mb/d vuonna 2035 (IEA 2012). Kanadan energia-asioista vastaavan viraston National Energy Board (NEB) arvion mukaan Kanadan öljyhiekkan tuotanto kasvaa merkittävästi siten, että sen osuus öljyn tuotannosta Kanadassa olisi 85 % vuonna 2035. Vuonna 2010 vastaava osuus on ollut 54 % ja tuotannon odotetaan kolminkertaistuvan referenssitapauksessa. Ennusteessa oletetun öljyn hinnan (90 \$/b vuonna 2011), on arvioitu olevan riittävän korkea edistämään öljyhiekkan tuotannon kasvua. Lisäksi on huomioitu, että öljyhiekkan tuotanto houkuttelee sijoittajia ja toimintaansa laajentavia yhtiöitä niin Kanadassa kuin ulkomailtakin. NEB:n raportissa esitettyä ennustetta on verrattu Kanadan öljyntuottajien järjestön CAPP (the Canadian Association of Petroleum Producers) ja ERCB:n (Energy Resources Conservation Board) ennusteeseen (kuva 11) (NEB 2011).



Kuva 11. Öljyhiekkan tuotannon kehitys (NEB 2011).

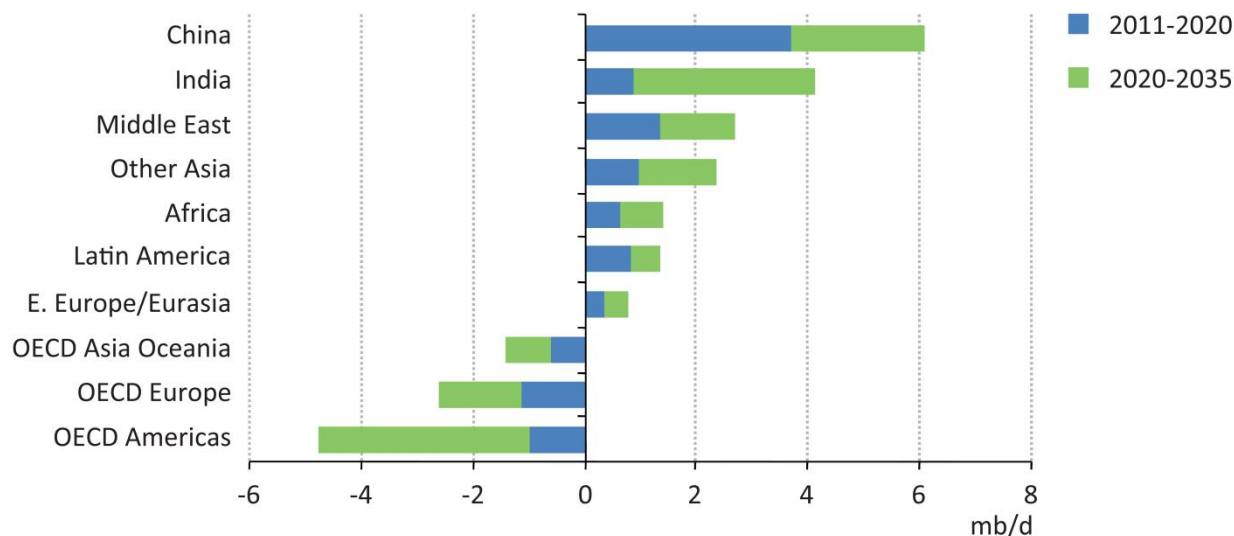
Öljyn kysyntä

IEA:n World Energy Outlook-raportissa (IEA, 2012) käsiteltiin tulevaisuuden skenaarioissa eri vaihtoehtoja ilmastopolitikalke. Ne voidaan tiivistää seuraavasti:

- **Current Policies:** Tilanne, jossa jatketaan vuoden 2012 puoleenväliin mennessä hyväksytyillä toimilla. Nykyisiä toimia ei muuteta eikä mahdollisia tai jopa todennäköisiä toimia tulevaisuudessa huomioida.
- **New Policies:** Tilanne, jossa jo hyväksytyjä toimia jatketaan ja jossa lisäksi otetaan huomioon sellaisiakin uusia sitoumuksia ja suunnitelmia, joita ei vielä ole virallisesti otettu käyttöön. USA:n osalta oletetaan, että Kaliforniassa otetaan käyttöön osavaltion laajuinen, sitovia velvoitteita sisältävä päästökauppajärjestelmä vuodesta 2013 alkaen. EU-maissa oletetaan osittainen toimeenpano tavoitteelle vähentää primäärienergian kulutusta 20 % vuoteen 2020 mennessä. Tällöin toteutettaisiin kansalliset energiategohokkuuden toimintasuunnitelmat ja osittain EU:n energiategohokkuusdirektiivi. Skenaarion mukaan Kiinassa vähennettäisiin CO₂-intensiteettiä 40 % vuoteen 2020 mennessä (verrattuna vuoden 2005 tasoon). Lisäksi oletetaan, että CO₂-hinnoittelu otetaan käyttöön 2020 alkaen ja että muiden kuin fossiilisten polttoaineiden osuus kokonaistarjonnasta on 15 % vuoteen 2020 mennessä.
- **450:** Skenaario, jonka sisältämin toimin onnistutaa 50 %:n todennäköisyydellä rajoittamaan maailmanlaajuinen lämpötilan nousu keskimäärin kahteen celsiusasteeseen esiteolliseen tasoon verrattuna. Tämän tavoitteen oletetaan vastaavan ilmamehän kasvihuonekaasupitoisuuden rajoittamista alle 450 ppm CO₂.

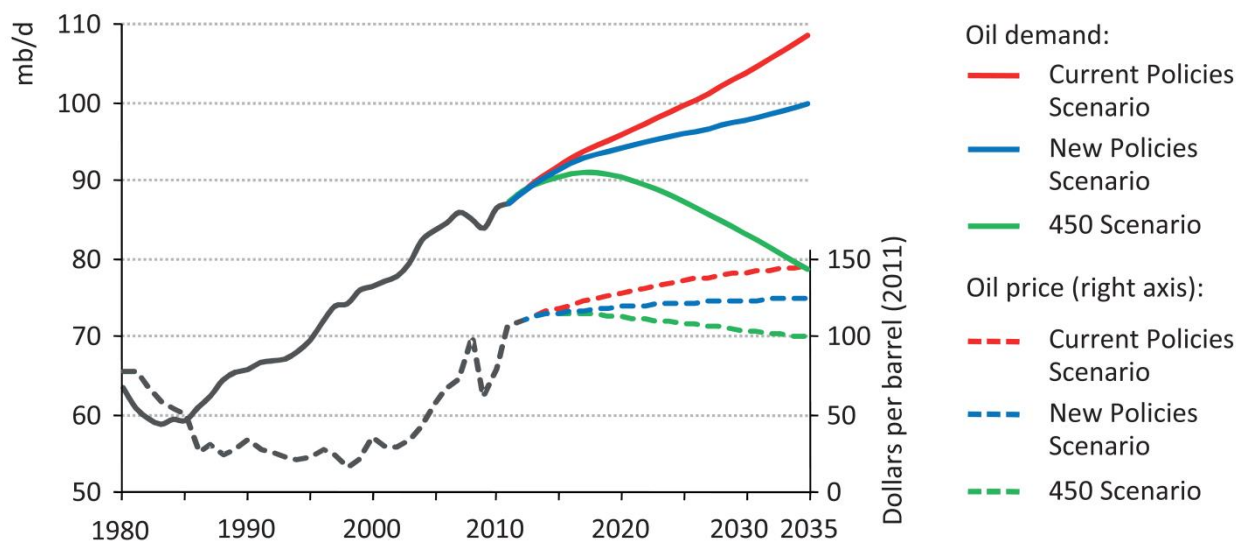
Näiden skenaarioiden oletukset eri maissa ja eri sektoreilla on yksityiskohtaisemmin esitetty raportin Annex B-osassa. IEA:n mukaan maailmanlaajuinen öljyn kysyntä kasvaa tasaisesti ainakin vuoteen 2035 asti. Kysyntä kasvaa erityisesti OECD-maiden ulkopuolella, mutta OECD-maissa se voi jopa hieman vähentyä. Esimerkiksi Kiinan osuus koko globaalista kysynnän kasvusta on noin puolet. Kysynnän kasvu aiheutuu pääasiassa liikennesektorin kasvusta erityisesti kehittyvissä talouksissa. Henkilöautojen määrän ennustetaan kasvavan merkittävästi, mutta myös rahtiliikenteen ennustetaan kasvavan. Rahtiliikenteen huomioiminen on tärkeää myös siksi, että siinä käytettäviä ajoneuvoja eivät koske

samanlaiset, yhtä laajasti käytetyt standardit kuin henkilöautoja. (IEA 2012). Kuvassa on esitetty öljyn kysynnän ennustettu muutos alueittain.



Kuva 12. Öljyn kysynnän muutokset vuoteen 2035 mennessä alueittain. (IEA 2012)

Kuten kuvasta havaitaan, IEA:n ennusteen mukaan OECD-maissa öljyn kysyntä vähenee tulevaisuudessa. Merkittävin syy tähän on kulutuksen väheneminen liikennesektorilla, kun politiikkatoimien ja standardien ansiosta autojen polttoainetehokkuuden odotetaan kehittyvän ja polttoaineita vaihdetaan. Lisäksi öljyn kysyntää hillitsee korkea hinta. Myös liikennesektorin ulkopuolella öljyn kilpailukyky muihin polttoaineisiin verrattuna heikkenee ja vähentää siten kysyntää. Öljyn maailmanlaajuisen kysynnän ja hinnan ennusteet on esitetty IEA:n raportissa, kuva 13. (IEA 2012). Kevään 2013 aikana raakaöljyn maailmanmarkkinahinta on ollut välillä 90-98 \$/b. Hintaa nostavat helposti poliittiset levottomuudet tai esimerkiksi luonnovoimista johtuvat tuotantokatkot merkittävimmillä tuotantoalueilla.



* Average IEA crude oil import price.

Kuva13. Öljyn kysynnän ja maailmanmarkkinahinnan kehitys IEA:n eri skenaarioissa (IEA 2012)

Taulukko 2. Öljyn kysyntä ja maailmanmarkkinahinta eri skenaarioissa (IEA 2012, arvioitu kuvasta 3.1). Markkina-arvot on laskettu näihin lukuihin perustuen.

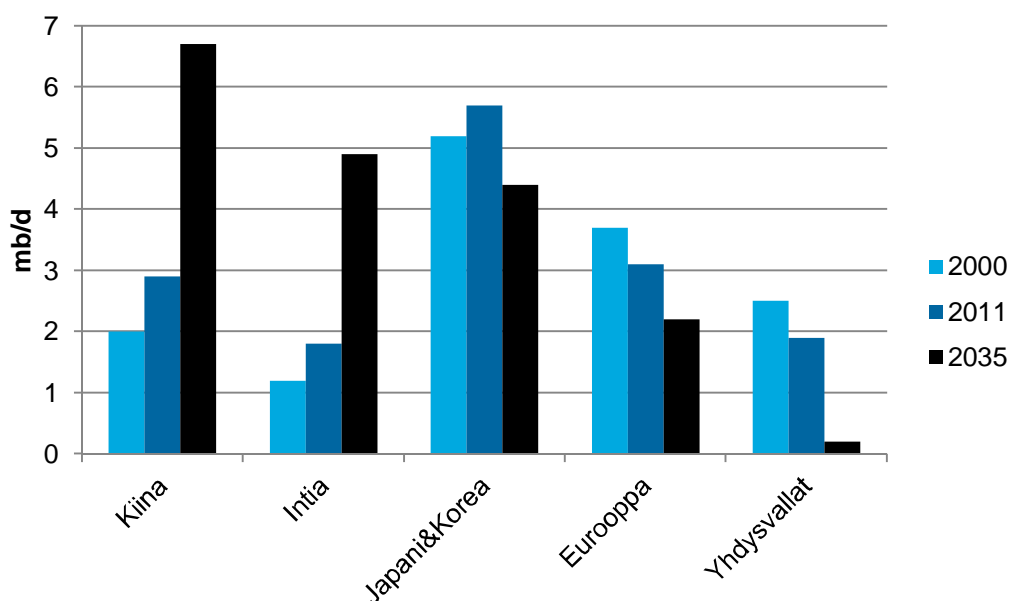
	Skenaario	1990	2000	2010	2020	2030	2035
Öljyn kysyntä [miljoonaa tynnyriä/päivä]	Current Policies	67	77	86	96	104	109
	New Policies	67	77	86	94	98	100
	450	67	77	86	90	83	79
Maailmanmarkkinahinta [dollari/tynnyri (2011)]	Current Policies	35	35	80	125	145	147
	New Policies	35	35	80	120	125	125
	450	35	35	80	110	105	100
Markkina-arvo, öljy [miljardia dollaria/vuosi (2011)]	Current Policies	856	984	2511	4380	5504	5848
	New Policies	856	984	2511	4117	4471	4563
	450	856	984	2511	3614	3181	2884
Markkina-arvon erotus 450-skenaarioon nähdessä [miljardia dollaria/vuosi (2011)]	Current Policies				767	2323	2965
	New Policies				504	1290	1679

Taulukko 3. Öljyhieman kysyntä New Policies –skenaariossa (IEA 2012, taulukko 3.5) ja tässä skenaarioissa öljyn maailmanmarkkinahintaa (IEA 2012, arvioitu kuvasta 3.1) käyttämällä laskettu markkina-arvo

	1990	2011	2020	2030	2035
Öljyhieman kysyntä [miljoonaa tynnyriä/päivä]	0,2	1,6	2,9	3,8	4,3
Öljyn maailmanmarkkinahinta [dollari/tynnyri (2011)]	35	105	120	125	125
Markkina-arvo, öljyhiikka [miljardia dollaria/vuosi (2011)]	2,6	61,3	127,0	173,4	196,2

Öljyn kysynnän muutoksessa myös alueelliset muutokset ovat poliittisesti erittäin merkittäviä. Pohjois-Amerikassa on viime vuosina käynnistynyt kaksi erittäin merkittävää trendiä: Kanadan öljyhieman hyödyntäminen ja USA:n liuskeöljyn poraaminen. IEA on arvioinut, että näiden epätavanomaisten resurssien edelleen kasvavan hyödyntämisen vuoksi USA:n riippuvuus tuontiöljystä tulee käytännössä loppumaan vuoteen 2035 mennessä (kuva 14). Toteutuessaan tällä on merkittäviä maailmanpoliittisia vaikutuksia.

Öljyn kysynnän arvioidaan kasvavan voimakkaasti suurimmissa kehittyvissä talouksissa, erityisesti Kiinassa ja Intiassa. Kysynnän lisäys on tuntuvasti suurempi kuin arvioitu kysynnän väheneminen teollisuusmaissa.



Kuva 14. Öljyn tuonnin muutokset alueittain IEA:n mukaan (IEA, 2012).

Öljytuottajamaat ilmastoneuvotteluissa

Kun teollisuusmaat ryhtyvät toteuttamaan ilmastopolitiikkaa, kärsivät myös kehitysmaat vientitulojen vähentyessä. Erityisesti öljyn vientituloista riippuvaiset maat kuten esimerkiksi Saudi-Arabia ja Venezuela joutuivat toteuttamaan epämieluisia poliittisia uudistuksia, kuten verottamaan kansalaisiaan tai karsimaan valtion menoja. Tällä kapealla ja ongelmallisella näkökulmalla on ollut laajamittaisia vaikutuksia YK:n ilmastoneuvotteluihin. Ilmastonmuutoksen vastatoimien ("response measures") epäsuorat talousvaikutukset ovat nousseet useiden neuvotteluryhmien asialistalle sekä monien UNFCCC:n kokouksien viimehetkien kiistakapulaksi.

Öljytulojen menetyksien ilmastoneuvotteluissa saama painoarvo johtuu neuvottelustrategiasta, joka voidaan luokitella obstruktionismiksi eli "häiriköimiseksi" (obstructionism). Tällöin neuvottelija on pöydässä tähtäimenään yhteisymmärryksen syntymisen estäminen; häirikkö etsii aktiivisesti vähäisintä mahdollista neuvottelutulosta niin myöhään kuin mahdollista, ja preferoi nollatulosta mihin tahansa muuhun tulokseen nähden. Selkeiden päätöksentekosääntöjen puuttuessa maat joille "ei" on paras neuvottelutulos voivat saada suhteettoman suuren vaikutusvallan. Systemaattisemman ja satunnaisen obstruktionismin väliltä löytyy merkittävä ero. Edelliseen kuuluu pitkäkestoinen, jatkuva häirikötaktiikoiden aggressiivinen käyttö, joka kohdistuu muutaman valikoidun asiakohdan sijaan lähes koko neuvottelujärjestelmään. Tässä suhteessa omaa luokkaansa ilmastoneuvotteluiden historiassa on Saudi-Arabian muutamien öljynviejämaiden (erityisesti Kuwait) tuella harjoittama häiriköinti. Tämä on kattavasti dokumentoitu niin Kioton pöytäkirjan neuvotteluissa 90-luvulla kuin myöhemminkin (Depledge, 2008).

Saudi-Arabian keskeiset argumentit ovat olleet i) ilmastonmuutoksen suorien vaikutusten vähättely ja niihin liittyvän epävarmuuden korostaminen niin UNFCCC:ssä kuin IPCC:ssä; ii) öljynviejämaiden kohtaamien ilmastonmuutoksen hillintätoimiin liittyvien kustannusten korostaminen; sekä iii) kehitysmaiden ja teollisuusmaiden kahtiajaon tiukka säilyttäminen. Saudi-Arabia on jatkuvasti dramatisoinut näkökulmaa ilmastonmuutoksen hillinnän kustannuksista ja esitellyt selvityksiä, jotka ennakoivat huikeita taloudellisia menetyksiä. Kun maa viimein hyväksyi Kioton pöytäkirjan, ministeri Al Naimi (Öljy- ja mineraalivarojen ministeriö) ennakoiti että vuoteen 2010 mennessä Saudi Arabia "menettäisi ainakin \$19 miljardia vuodessa" teollisuusmaiden ilmastopolitiikan vuoksi (Reuters 2004).

Saudi-Arabia kokee yleisemminkin kohtaavansa epäreiluja markkinahäiriöitä teollisuusmaissa, joissa tuontiöljyn asemaa heikennetään muihin polttoaineisiin nähden.

Saudi-Arabian pelko öljytulojen vähenemisestä on osin ymmärrettävä: öljysektorin vienti muodostaa noin 90% maan viennistä. Kysymys öljynviejäm maiden kohtaamasta rasitteesta on silti kiistanalainen. IPCC:n johtopäätös kirjallisuuskatsauksen pohjalta on, että ilmastonmuutoksen hillinnän myötä ”alhaisempi kysyntä, hinnat sekä alhaisempi BKT:n kasvu on todennäköistä öljynviejäm aille”, mutta vaikutusten suuruusluokka ”riippuu suuresti tehdyistä oletuksista ilmastopolitiikan ja öljymarkkinoiden tilanteen suhteen”. IPCC:n mukaan päästökauppa on tässä suhteessa vähiten negatiivisia spillover-vaikutuksia aiheuttava instrumentti. Mallit myös järjestelmällisesti yliarvioivat öljynviejien kohtaamia menetyksiä, sillä ne eivät riittävästi huomioi energiasektorin ulkopuolisia hillintätoimia tai mahdollisuutta fossiilisten polttoaineiden subventioiden vähentämiseen tai energiaverotuksen uudelleenjärjestelyyn (IPCC, 2007b).

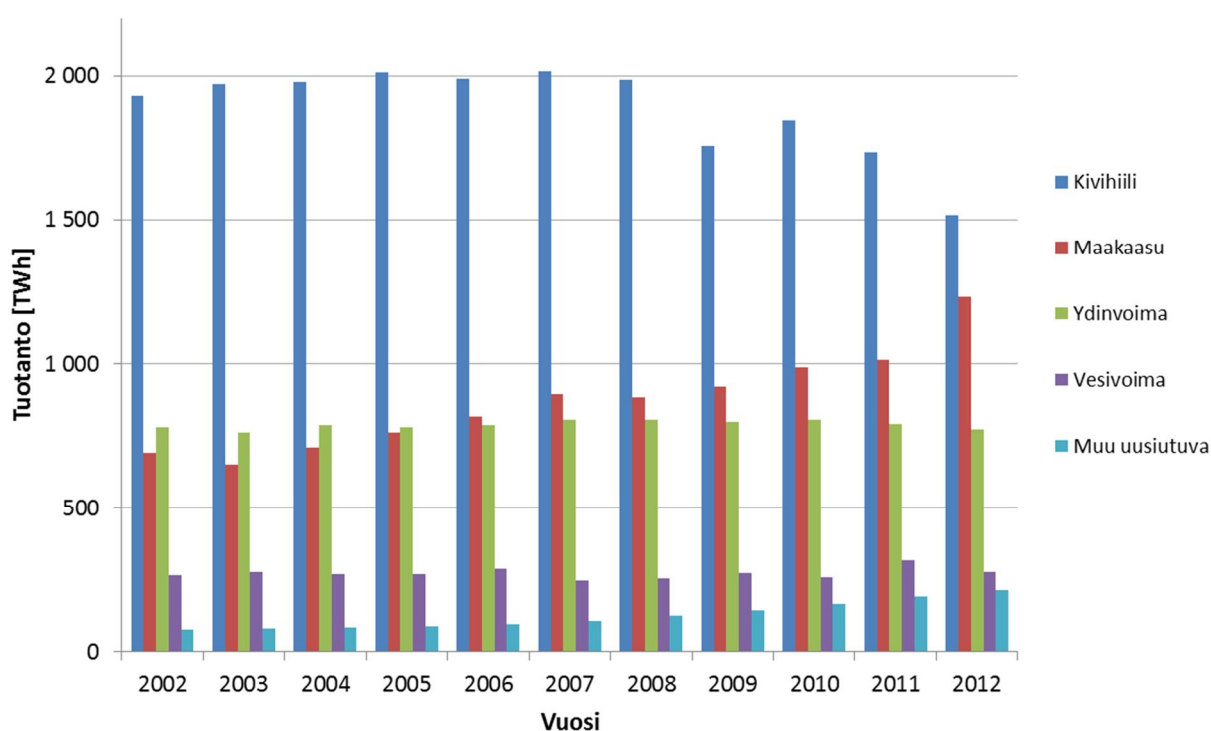
Toisaalta maailman öljymarkkinoilla on paljon kehityskulkuja, jotka eivät mitenkään liity ilmastopolitiikkaan. Öljyn liikennekäyttöön on vielä niukasti muita valmiita vaihtoehtoja, ja on epätodennäköistä että ilmastopolitiikka vaikuttaa öljyn hintaan nähtävillä olevassa tulevaisuudessa (Kevään 2013 aikana raakaöljyn maailmanmarkkinahinta on ollut välillä 90-98 \$/b). Useat aiheesta tehdyt analyysit eivät myöskään huomioi ilmastonmuutoksen itsensä aiheuttamia kustannuksia.

Saudi-Arabian torjuva poliittinen strategia oli melko luonteva valinta ilmastoneuvotteluiden alkutaipaleella aivan 90-luvun alussa. On kuitenkin merkillepantavaa miten vakaana tämä linja ja sitä tukeva perustelu on pysynyt jo reilut 20 vuotta – jopa pääneuvottelija Dr Mohammed Al-Sabban on johtanut valtuuskuntaa koko tämän ajan aina vuoteen 2012 asti. Saudi-Arabian linjaa voidaan verrata vaikkapa Etelä-Afrikkaan, toiseen merkittävään fossiilipolttoaineen viejäm aahan, joka on riippuvainen kivihiihisektoristaan. Etelä-Afrikka on maailman suurimpia hiilenviejäm aita, jonka vienti suuntautuu suureksi osaksi teollisuusmaihin. Etelä-Afrikka on myös merkittävästi Saudi-Arabiaa köyhempi maa, ja hiili on helpommin korvattavana tuotteena huomattavasti alttiimpaa ilmastopolitiikan vaikutuksille kuin öljy. Kuitenkin Etelä-Afrikka on tunnettu edistyksellisenä sillanrakentajana ilmastoneuvotteluissa. Maalla on kunnianhimoinen kotimainen päästötavoite ja se on toiminut edelläkävijän mm. läpinäkyvyys- ja raportointikeskusteluissa.

On kuitenkin mahdollista, että Saudi-Arabia pehmentää linjaansa ainakin jossain määrin tulevina vuosina. Vuodettujen wikileaks -muistioiden mukaan ilmastoneuvottelut olivat esillä Yhdysvaltojen ja Saudi-Arabian tapaamisissa vuonna 2010, ja prinssi Abdulaziz vakuutti Yhdysvaltojen ministerille että ”pääneuvottelija Al-Sabban ei enää kauaa säilyttäisi paikkaansa” ja että Saudi-Arabian haasteena on nyt ”kiivetä alas nykyisestä neuvottelupositiosta”. Pääneuvottelija Al-Sabban luopuikin tehtävistään vuonna 2012. Muut Persianlahden monarkiat, Yhdistyneet Arabiemiraatit etunenässä, ovat myös alkaneet suhtautua kriittisesti Saudi-Arabian yksipuoliseen neuvotteluohjelmaan. Mikäli nämä sisäiset ja ulkoiset kehityskulut jatkuvat, on mahdollista että öljyntuottajam aiden kokemien talousvaikutusten painoarvo jossain määrin vähenee neuvotteluissa – ne normalisoituvat yhdeksi asiakokonaisuudeksi ilmastoneuvotteluiden alaelimiin, eivätkä enää toimi samalla tavalla obstruktionismin välikappaleena kuin tähän asti.

LIUSKEKAASUN VAIKUTUKSET ENERGIAMARKKINOIHIN JA PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISEEN

Liuskekaasu on ns. epätavanomainen energiaressurssi, ja sen kaupallisesti hyödynnettävissä olevat varat on vielä hiljattain arvioitu paljon pienemmiksi, kuin mitä viime vuosien kehitys porausteknologiassa on osoittanut. Uusi porausteknologia (säröttäminen eli fracking) on nopeasti mahdollistanut sellaisten resurssien käyttöönoton, jota ei aiemmin pidetty kaupallisesti realistisena. Kehityksen myötä liuskekaasu on muuttanut nopeasti maailman kaasumarkkinoita. USA on liuskekaasun kaupallisen käyttöönoton myötä muuttunut omavaraiseksi kaasun suhteen (IEA, 2012, Vihma 2013, Medlock 2012). Liuskekaasun käyttöönotto on muuttanut nopeasti eri polttoaineiden osuuksia USA:n sähkötuotannossa (kuva15). Maakaasu on syrjäyttänyt erityisesti kivihiiltä, ja vähentänyt merkittävästi USA:n hiilidioksidipäästöjä.



Kuva 15. Eri tuotantomuotojen ja polttoaineiden osuudet USA:n sähkötuotannossa 2002-2012 (2012: juokseva keskiarvo 11/2011-11/2012) (EIA 2012).

Tämä on vastaavasti alentanut kivihiilen kysyntää USA:ssa. Euroopan maakaasumarkkinat reagoivat muutokseen hitaammin, sillä pääosa Euroopan maakaasukaupasta perustuu pitkiin, mm. öljyn hintaan sidottuihin kahdenvälisiin toimitussopimuksiin. Hiilen maailmanmarkkinahinta on pysynyt edullisena osin USA:n alentuneen kysynnän vuoksi.

Maakaasulla ei ole yhtenäisiä globaaleja markkinoita, vaan alueellisia hintaeroja on aina ollut. Esimerkiksi kesäkuussa 2012 maakaasun spot-hinta USA:ssa oli 2,1 USD/MBtu, Iso-Britanniassa 9,9 USD/MBtu ja Kaukoidässä 17,40 USD/MBtu (IEA 2012). Välimeren alueen nesteytetyn maakaasun hinta oli samaan aikaan 12 USD/MBtu.

Euroopassakin on huomattavia liuskekaasuesiintymiä mm. Puolan, Ukrainan, Liettuan, Romanian ja Espanjan alueella, mutta niiden laajamittainen käyttöönotto on vielä epävarmaa. Monet maat ovat toistaiseksi kieltäneet liuskekaasun hyödyntämisen omilla alueillaan: Ranska, Alankomaat, Luxemburg,

Bulgaria, Tsekki sekä mm. Rhein-Westfalenin osavaltio Saksassa. Hyödyntämistä tutkitaan mm. Puolassa, Iso-Britanniassa ja Ukrainassa.

Mikäli esimerkiksi Puola ja Ukraina alkavat menestyksekkäästi hyödyntää omia liuskekaasuvarojaan, sillä on merkittäviä poliittisia vaikutuksia. Ukraina on ollut riippuvainen Venäjän tuontimaakaasusta, ja mailla on jo pitkään ollut kiistoja maakaasun hinnoittelusta. Kiistat ovat ajoittain johtaneet jopa kaasuntuonnin rajoittamiseen Venäjän taholta. Koska Ukraina on keskeinen venäläisen maakaasun kauttakulkumaa Keski-Eurooppaan, vaikutukset ovat tuntuneet myös Keski-Euroopan kaasunsaannin vähenemisenä. Myös Puolalle omien liuskekaasuvarojen hyödyntäminen merkitsisi oman aseman vahvistumista. Kaiken kaikkiaan liuskekaasun käyttöönoton vaikutukset voisivat olla merkittäviä Keski- ja Itä-Euroopan energiamarkkinoiden ja dynamiikan muuttajia. Euroopassa kehitys on edennyt hitaasti verrattuna USA:aan, eikä pidetä todennäköisenä että Euroopan liuskekaasutuotanto nousisi merkittäväksi tällä vuosikymmenellä.

Myös Kiinassa ja Kaakkois-Aasian alueella on merkittäviä liuskekaasuvaroja. Mikäli Kiina alkaa hyödyntää liuskekaasua, se hidastaisi Kiinan muutoin toteutuvaa päästöjen kasvua kun osittain siirrytään hiilestä kaasuun.

USA:n liuskekaasu vaikuttaa varsinkin niihin EU-maihin, joilla on mahdollisuus tuoda nesteytettyä maakaasua. Vaikutus tuntuu myös epäsuorasti: monet EU-maat ovat pystyneet neuvottelemaan uudelleen maakaasun putkitoimitussopimuksia venäläisen Gazpromin kanssa, mm. Puola neuvotteli 15% alennuksen (FT 2012). Myös monet suuret energiayhtiöt (E.ON., RWE, ENI, Gaz de France) ovat pystyneet uusimaan kaasusopimuksiaan Gazpromin kanssa (Vihma 2013).

Liuskekaasu ja ilmastonmuutoksen hillintä

Liuskekaasun vaikutukset kasvihuonekaasujen vähentämiseen eivät ole yksiselitteisen myönteisiä. Korvatessaan kivihiiiltä liuskekaasu vähentää hiilidioksidipäästöjä noin puoleen (kun oletetaan että tuotantoprosesseissa ei vapaudu merkittäviä määriä metaania). Tätä merkittävää päästöjen lyhyen aikavälin vähenemää on jo tapahtunut USA:ssa. On mahdollista, että vastaavaa tapahtuu myös Kiinassa ja muualla Kaakkois-Aasiassa, mikäli liuskekaasua aletaan ottaa merkittävässä määrin käyttöön. Liuskekaasun mahdollisuus vähentää päästöjä korvaamalla kivihiiiltä energiantuotannossa on kuitenkin riittämätön pitkällä aikavälillä (ks. johdanto).

Liuskekaasu, kuten muukin maakaasu, on ennen kaikkea paikallisen alueen resurssi. Kaasun kuljetus pitkiä matkoja lisää merkittävästi tuotteen hintaa, samoin kompressointi, LNG-kuljetukset (Liquified Natural Gas, nesteytetty maakaasu) sekä kohdemaassa tuontiterminaali. Ei ole realistista olettaa, että esimerkiksi USA:n liuskekaasun LNG-tuonti Eurooppaan romahduttaisi maakaasun hinnan lähelle USA:n tasoa.

Vastaavaa pätee myös Suomen maakaasumarkkinaan, joka on tähän asti ollut yhden toimittajan eli Venäjältä maakaasua putkitoimituksena tuovan Gasumin varassa. Mahdolliset LNG-terminaalit, joita suunnitellaan mm. Suomen ja Viron yhteistyönä, tuskin romahduttaisivat maakaasun hintatasoa nykyisestä johtuen tarvittavista mittavista terminaali-investoinneista. Sen sijaan LNG:n tuontiterminaali lisäisi tuntuvasti mahdollisia hankintalähteitä.

Halpeneva energian hinta kuitenkin jarruttaa investointeja energiatehokkuuteen ja uusiutuviin energialähteisiin, sekä vähentää kaupallisten toimijoiden mielenkiintoa investoinneiltaan kalliiden vähäpäästöisten teknologioiden, kuten CCS:n, kehittämiseen ja käyttöönottoon. Rakenteellinen muutos kohti vähähiilistä taloutta jää puolitiehen. Liuskekaasulla voi siis olla myös kielteistä merkitystä pitkän aikavälin vaativassa ja tehokkaassa päästöjen vähentämisessä.

Sekä liuske- että maakaasun alueellisen luonteen vuoksi maailman energiamarkkinoilla tapahtuu myös kerrannaisvaikutuksia, kuten USA:n liuskekaasun kohdalla on jo nähty. Liuskekaasun lisääntynyt käyttö alentaa kivihiiilen alueellista kysyntää ja jopa alentaa kivihiiilen maailmanmarkkinahintaa. Näin ollen

kivihiiilen käyttö on taloudellisesti entistä houkuttelevampaa alueilla, joilla ei ole edullista kaasua käytettävissä.

Yhdessä EU:n alhaisen CO₂-markkinahinnan kanssa toimijoiden polttoainevalinnat EU:ssa ohjautuvat tällä hetkellä kaasun sijasta hiilen käyttöön. Mikäli tilanne jatkuu nykyisellään lähitulevaisuudessaakin, toivottu rakenteellinen muutos kohti vähähiilisyttä ei toistaiseksi toteudu markkinaehtoisesti päästökauppasektorilla, vaan hinta ohjaa investointeja monissa EU-maissa edelleen kivi- ja ruskohiileen, mikäli uusia investointeja tehdään. Uusia hiililauhdelaitoksia rakennetaan edelleen monissa EU-maissa, eikä ole realistista olettaa että jo käyttöön otettu laitos otettaisiin pois käytöstä ennen teknisen käyttöiän loppua (n. 35-40 vuotta). Yleisesti ottaen energiayhtiöiden markkinaehtoinen investointihalukkuus Euroopassa on alhainen epävarman markkinatilanteen vuoksi.

Tulevaisuudessa, mikäli liuskekaasun tarjonta kasvaa EU:ssakin joko edullisemmän tuontikaasun tai oman tuotannon kautta, tämä tarkoittaisi sitä että EU:n olisi jonkin verran aiempaa arvioitua edullisempaa saavuttaa päästötavoitteita. Maakaasun hintataso jäisi aiemmin arvioitua alemmaksi ja päästöjen vähentäminen maakaasuun siirtymällä olisi edullisempaa.

USA:n liuskekaasun lähitulevaisuudesta on hiljattain esitetty myös kriittisiä arvioita (Hughes 2013). On esitetty että USA:n liuskekaasukenttien tuotanto voi myös ehtyä yleisesti ajateltua nopeammin. USA:ssa on otettu pois käytöstä merkittävä määrä vanhimpia hiilivoimalaitoksia, ja lisää käytöstä poistoja on suunnitteilla kiristyvien ilmansuojelumääräysten vuoksi. Pessimististen liuskekaasuarvioiden toteutuminen muuttaisi jälleen USA:n energiamaarkkinoita, maakaasun hinnat nousisivat ja hiilen kilpailukyky paranisi. Pääasiallinen näkemys markkinoilla kuitenkin on, että liuskekaasun rooli säilyy vahvana lähitulevaisuudessa.

EU:N ILMASTOPOLITIikka VUODEN 2020 JÄLKEEN – NÄKÖKOHTIA JA SUOSITUKSIA

Kuten edellä on esitetty, kansainvälinen ilmastopolitiikka on tärkeässä ja haastavassa tilanteessa, jossa tulisi saada aiempaa kattavampi sitova sopimus neuvoteltua vuoteen 2015 mennessä ja voimaan vuoteen 2020 mennessä. Tähän liittyen EU valmistelelee omaa sisäistä ilmastopolitiikkaansa vuoden 2020 jälkeiselle ajalle (ns. vihreä kirja 2.3.2012, EC 2013a,b). Kansainväliseen ilmastopolitiikkaan ja eri valtioiden asemaan neuvotteluissa vaikuttavat myös edellä kuvatut käynnissä olevat merkittävät muutokset kansainvälisillä öljy- ja kaasumarkkinoilla.

Tällä hetkellä keskeinen ongelma EU:n sisäisessä ilmastopolitiikassa on päästökauppasektorille asetettu liian löysä päästöjen vähennystavoite sekä päällekkäisen ohjauksen luominen mm. Uusiutuvan energian direktiivin myötä. Vaikka päästökauppasektorin päästöt ovat laskeneet asetetun katon alapuolelle, päästöoikeuden hinta ei ohjaa investointeja vähähiiliseen tuotantoon ja nyt vähähiilistä tuotantoa edistetään kalliisti, yleensä joko valtioiden budjeteista tai (pien)kuluttajien sähkölaskun lisänä. Tällä hetkellä päästökauppa kannustaa toimiin, joiden hintataso on luokkaa 3 €/tonniCO₂. Tämä tarkoittaa sitä, päästöoikeuksien hinnalla on käytännössä merkitystä vain hyvin harvoissa toimitissa, eli toimet eivät tule markkinaehtoisesti käyttöön. Ei-päästökauppasektorilla toteutetaan toimia, joiden hinta on jopa luokkaa 50-60 €/tonniCO₂ (esim. Hast et al., 2012). Liikenteen biopolttonesteiden lisääminen on vielä merkittävästi tätä kalliimpi toimi, jos otetaan huomioon biopolttoaineiden koko elinkaaren päästöt ja maankäytön muutokset. Halvan päästöoikeuden tilanteessa päällekkäinen ohjaus ei myöskään tue johdonmukaisesti monipuolista ilmastomuutoksen hillinnän teknologiakehitystä ja vientimahdollisuuksia.

EU:n tulisi jo nyt ryhtyä päästöoikeuksien niukkuutta luoviin toimenpiteisiin, jotta päästökauppasektorin toimia saadaan ohjaamaan nykyistä korkeampi hintataso. Käytännön toimen EU:n tulisi jo nyt lyödä lukkoon tiukka päästökauppasektorin vähennystavoite vuodelle 2030. Tämä yksinään ei kuitenkaan ole riittävä elementti ohjaamaan ei-päästökauppa- ja maankäyttösektoreita, esim. rakennussektoria ja liikennessektoria, vaan tarvitaan myös muita ohjauskeinoja. Myös vähäpäästöisten resurssien käytön tulisi olla tehokasta, koska tällöin näillä resursseilla on suurempi potentiaali korvata päästöjä aiheuttavia polttoaineita ja materiaaleja. Energiaintensiivisen teollisuuden kilpailukyky globaaleilla markkinoilla voi olla ongelma korkeammilla päästöoikeuksien hinnoilla, ja tämä tulisi huomioida mm. päästöoikeuksien

alkujaossa jatkossakin, mutta uudella tavalla ilman että tukitoimilla lasketaan päästöoikeuksien yleistä hintatasoa.

Päästökauppa aiheuttaa energiantuotannossa myös ns. windfall-ilmiötä, eli päästötön sähköntuotanto hyötyy sähkön hinnan noususta. Vähäpäästöisen tuotannon kilpailukyvyyn lisääminen on päästökaupan tarkoituskin. Sähkömarkkina toimii siten, että kunkin tunnin kaikki pörssissä myytävä sähkö myydään viimeisenä mukaan tulleen tuotannon hinnalla. Toimijat lisäävät fossiilisten polttoaineiden käytön päästökustannuksen sähkön hintaan. Myös pohjoismaisella markkinalla viimeisenä mukaan tuleva ja hinnan asettava tuotanto on yleensä hiililauhde (Kara et al., 2008). Vastaavasti sähkön käyttäjät kärsivät hinnan noususta. Energiaintensiivisen teollisuuden yrityksiin päästökauppa vaikuttaa kuitenkin eri tavoin, riippuen erityisesti siitä, miten yritykset hoitavat energianhankintansa. Suomessa erityisesti metsäteollisuus omistaa merkittäviä määriä vähäpäästöistä energiantuotantoa ja on siten vähemmän haavoittuva korkeammille päästöoikeuksien hinnoille.

Erillisiä lisätavoitteita on perusteltu sillä, että ne selkeyttävät pitkäjärjestyksen politiikkaympäristön ilmastopoliittisten tavoitteiden vaatimien suurten rakenteellisten muutosten toteuttamiseksi ja ulottuvat myös päästöoikeuskauppasektorin ulkopuolisiin toimijoihin. Tutkimustietoa siitä, kuinka kahden tavoitteen päällekkäisjärjestelmä tulisi virittää ei ole. Jos muita ohjauskeinoja on käytössä päästökaupan ohella, tulee ne joka tapauksessa asettaa yhtä aikaisesti siten, että päästökaupan päästokiintiö on riittävän tiukka, ts. päästokiintiöstä tulee vähentää muiden ohjauskeinojen päästöjä alentava vaikutus.

Tähänastisten kokemusten perusteella olisi järkevää jatkossa tiukentaa päästökauppasektorin rajoitustasoa suhteessa ei-päästökauppasektoriin, jotta toteutettavien toimien välille ei muodostuisi niin suurta kustannustehokkuuseroa. Riittävän korkealla CO₂-hinnalla tulee tasainen kannuste ottaa käyttöön päästöjä vähentäviä teknologioita sekä markkinoiden kautta luotu kannuste uusien teknologioiden kehittämiseen ja käyttöönottoon. Vahvan päästökaupan etuna on myös saastuttaja –maksaa periaatteen noudattaminen verrattuna yhteiskunnan tukiin perustuvaan politiikkaan. Päästön hinta johtaa saastuttavan toimijan tehostamaan toimintaansa ja vähentämään päästöjä.

Toisaalta myös erillisten tavoitteiden, kuten uusiutuvan energian ja energiatehokkuustavoitteiden jatkamista EU:n sisäisessä politiikassa voidaan perustella monilla näkökohdilla. Erillinen sitova energiatehokkuustavoite toisi tämän tärkeän osa-alueen jatkossakin paremmin esiin politiikkatoimien suunnittelussa. Esim. IEA on arvioinut, että valtaosa lyhyen aikavälin päästövähennyksistä olisi tehokkainta aikaansaada energian käyttöä tehostamalla. Energiatehokkuustoimia tarvitaan ohjaamaan esim rakennus- ja liikennesektoreita, joissa pelkkä CO₂-hintaa ei ole riittävä kannuste. Erillinen uusiutuvan energian tavoite tukee myös energiaomavaraisuutta ja kansallista kauppatasetta (mutta esim. bioenergia voi olla myös tuontitavaraa, erityisesti rannikkoalueilla) Järkevästi toteutettuna erillinen uusiutuvan energian tavoite voi myös tukea kansallisen tason teknologiakehitystä ja vientiä.

YHTEENVETO

Tarvitaan tiukka globaali ilmastopöytäkirja

Globaaleissa ilmastoneuvotteluissa ei vielä ole saavutettu sitoumuksia riittäviin päästövähennyksiin, joilla saavutettaisiin ilmastopöytäkirjan tavoite lämpenemisen rajoittamisesta kahteen asteeseen (2°C) esiteolliseen aikaan verrattuna. Durbanissa (2011) ja Dohassa (2012) sovittu Kioton pöytäkirjan toinen sitoumuskausi (2012–2020) koskee vain pientä osaa globaaleista päästöistä. Uusille ADP-neuvotteluille on annettu aikaa vuoteen 2015 asti. Neuvottelut käydään kahdessa työohjelmassa, joista ensimmäisen tarkoitus on nostaa nykyisten päästövähennyksien kunnianhimoa ja toisen laatia vuoden 2020 jälkeinen, kaikkia velvoittava sopimus. Viimeisen Dohassa järjestetyn ilmastokokouksen (COP-17) perusteella näyttää siltä, että hidastuminen ja ”välitapa-kohtaukset” jatkuvat ja että uusia avauksia tässä yleiskuvan mittakaavassa on luvassa vasta 2015 (tai myöhemmin).

Toisaalta viime vuosien neuvotteluissa on nähtävissä monia kiinnostavia kehityskulkuja. YK-neuvottelut ovat nykyisin entistä avoimempia yhteistyöhön muiden kansainvälisten prosessien kanssa (Complementary initiatives). Uusia instituutioita on perustettu, ja ne ryhtyvät koordinoimaan rahoitusta (Green Climate Fund), teknologiayhteistyötä (Technology Executive Committee, Climate Technology Centre and Network) sekä sopeutumista (Adaptation Committee). Myös suurien kehitysmaiden päästöjen ja ilmastopoliittisten toimien raportoinnille sekä kansainväliselle läpinäkyvyydelle on kehitetty pelisäännöt (Biennial reporting, International Consultation and Analysis). On mahdollista, että uusi rakenne tehostaa ja suoraviivaistaa vuosittaisia suuria ilmastokokouksia ja vähentää kansainvälisen yhteistyön ”ylipolitisoitumista” niissä.

Globaalit ilmastoneuvottelut vuodesta 2020 alkaen voimaan tulevasta uudesta päästörajoitussopimuksesta käynnistyivät vuonna 2011. Durbanissa (2011) ja Dohassa (2012) sovittu Kioton pöytäkirjan toinen sitoumuskausi (2012–2020) koskee vain pientä osaa globaaleista päästöistä. Uusille globaaleille ns. ADP-neuvotteluille on annettu aikaa vuoteen 2015 asti. Maailman maiden tähänastisten sitoumusten ja ilmastomuutoksen tehokkaaseen hillintään tarvittavien toimien välillä on suuri kuilu.

Nykyisen EU-27:n alueen osuus globaaleista CO₂-päästöistä oli vuonna 1990 19 %. Vuonna 2010 EU-27:n osuus oli 12 %. Koska kehittyvien maiden päästöjen arvioidaan kasvavan voimakkaasti, EU:n osuus globaaleista CO₂-päästöistä tulee vähenemään tulevaisuudessa kaikissa IEA:n skenaarioissa. Vuonna 2020 EU-27:n osuus tulee IEA:n mukaan olemaan jo alle 10% ja vuoteen 2035 mennessä osuus on enää 7-8% skenaariosta riippuen.

Hiilivuodolla tarkoitetaan tilannetta, jossa päästöjä tuottavaa tuotantoa siirretään esimerkiksi pienempien muuttuvien kustannusten ja suhteellisten hintojen vuoksi sellaisiin maihin, joissa päästörajoitukset ja ilmastopoliittikka on löyempää. Hiilivuodolle alttiita toimialoja ovat runsaasti energiaa käyttävä teollisuus, kuten sementti-, rauta-, teräs-, puunjälöstus- ja alumiiniteollisuus. OECD:n arvion mukaan tilanteessa, jossa ainoastaan EU toimisi päästöjä rajoittavasti siten, että kasvihuonekaasupäästöjä vähennettäisiin 50 % vuoteen 2050 mennessä vuoden 2005 tasoon verrattuna, EU:n päästövähennyksistä noin 12 % kumoutuisi päästöjen kasvulla muissa maissa. Jos tämä vähennys toteutettaisiin vähentämällä ainoastaan CO₂ päästöjä, hiilivuoto olisi noin 16 %. Jos kaikissa Annex I -maissa toteutettaisiin vastaava päästöjen vähennys, hiilivuoto vähenisi alle kahteen prosenttiin (OECD 2009). On ilmeistä, että pyrittäessä vielä tiukempiin pitkän aikavälin tavoitteisiin, ilmastopoliittikan kattavuus tulee vielä keskeisemmäksi kysymykseksi, ja esimerkiksi EU:n yksipuolinen kunnianhimoinen eteneminen todennäköisesti myös lisäisi hiilivuotoa lyhyellä aikavälillä. Toisaalta nykytilanteessa on vaikea ajatella kunnianhimoisen kansainvälisen sopimuksen syntymistä ilman EU:n osoittamaa vastaavaa tavoitteellisuutta.

EU on ollut tärkeä edelläkävijä

EU on ollut edelläkävijä hiilidioksidin päästökaupan käyttööntossa. EU:n rooli päästökaupan edistäjänä on tärkeä ajatellen erityisesti mahdollisuutta saada globaali ilmastopoliittinen sopimus, sillä EU:n vuonna 2005 käynnistämä päästökauppa rakenteineen on käytännössä ainoa uskottavasti toimiva kansainvälinen ohjauskeino. Oikeudellisesti sitovan päästökaton sisältäviä päästökauppajärjestelmiä on perustettu Uuteen Seelantiin (2010) ja Australiaan (2012), alueellisia vastaavia järjestelmiä puolestaan Yhdysvaltoihin (RGGI 2009, Kalifornia 2013), Kanadaan (Quebec 2013) ja Japaniin (Tokio 2010). Mahdollisuus yhdistää Australian päästökauppa Euroopan järjestelmään siten, että tulevaisuudessa alueilla olisi yhteinen hiilen hinta, ratkaisi järjestelmän hyväksymisen Australiassa.

Euroopan unionin tärkein ilmastopoliittinen ohjauskeino eli päästökauppa (EU-ETS) on todennäköisesti ainoa instrumentti, jonka tapaiset linkitetty järjestelmät voivat tulevaisuudessa kattaa suurimmat päästäjämaat ja siten levittää hiilidioksidipäästöjen hintaa laajemmalle. Viime vuosina erilaisia päästöihin tai energiatehokkuuteen pohjavia kauppajärjestelmiä on suunniteltu ja toteutettu sekä teollisuusmaissa että kehitysmaissa.

EU:n uusiutuvan energian politiikan vaikutus tuuli- ja aurinkovoiman tuotantoteknologiaan ja kustannuksiin on ollut globaalistikin katsottuna kiinnostava, vaikka politiikka on EU:lle erittäin kallis. Tuuli- ja aurinkoenergian tuotantokustannukset ovat laskeneet merkittävästi. Samalla Kiinasta on tullut maailman johtava tuuli- ja aurinkoenergian tuottaja. Suurtuotannon edut ovat siirtäneet tuotannon painopisteen Euroopasta Aasiaan, joskin alan arvolisäyksestä merkittävä osuus koituu Eurooppaan korkean teknologian osaamisen ansiosta. Arviot uusiutuvan energian tukimuotojen vaikutuksesta vaihtelevat siltä osin olisiko sama tai kenties laaja-alaisempi vaikutus saatu aikaan tiukemmalla päästökatoilla ja korkeammalla päästöoikeuden hinnalla. Pohdittavaksi jää olisiko päästöoikeuden korkeampi hinta edesauttanut monimuotoisemmin ja uudenlaisten ratkaisujen syntymistä, sillä uusiutuvan energian tuki on tuonut markkinoille lähinnä jo tunnettua teknologiaa.

EU:n toimijat ovat olleet merkittäviä kehitysmaiden puhtaan kehityksen mekanismien hankkeiden toteuttajia, ja valtaosa päästöoikeuksista on ohjautunut EU:n alueelle. Toiminta on nyt hiljentynyt merkittävästi päästökaupan hintatason romahdettua. EU:n olisi monessa mielessä tärkeää palata aktiiviseksi toimijaksi kehitysmaiden hankkeisiin, sillä aktiivinen läsnäolo, teknologian käyttöönotto, sen myötä osaamisen siirto ja vaikutus päästöjen vähenemiseen ovat olleet merkittäviä.

EU:n sisäisessä ilmastopolitiikassa tulee vahvistaa päästökaupan roolia asettamalla tiukka vähennystavoite vuodelle 2030

Keskustelu EU:n sisäisen ilmastopolitiikan vaihtoehdoista 2020 jälkeen on käynnistynyt (ns. vihreä kirja 27.3.2013). Yksi tavoite (eli numeerinen kasvihuonekaasujen vähennystavoite), jonka keskeisenä ohjauksena on päästöoikeuskauppa, on kustannustehokas mekanismi EU:n ilmastotavoitteiden saavuttamiseen. Muut päästövähennyksiin tähtäävät vaatimukset, kuten tietty uusiutuvan energian määrä energijärjestelmässä, nostavat päästövähennystavoitteeseen pääsyn kokonaiskustannuksia tilanteessa, jossa päästöoikeuksien hinta on alhainen.

Tällä hetkellä keskeinen ongelma EU:n sisäisessä ilmastopolitiikassa on päästökauppasektorin toiselta kauppakaudelta periytyvä suuri ylijäämä ja alhainen hinta. Päästöoikeuksien ylijäämä, johtuu löysästä päästöjen vähennystavoitteesta, suuresta määrästä (noin 900 megatonnia CO₂) markkinoille tulleita päästövähennyksiköitä puhtaan kehityksen mekanismeista, taloudellisista taantumasta sekä päällekkäisen ohjauksen luomisesta mm. Uusiutuvan energian direktiivin myötä. Vaikka päästökauppasektorin päästöt ovat laskeneet asetetun katon alapuolelle, päästöoikeuden hinta ei ohjaa investointeja vähähiiliseen tuotantoon ja nyt vähähiilistä tuotantoa edistetään kalliisti, yleensä joko valtioiden budjeteista tai (pien)kuluttajien sähkölaskun lisänä.

Tällä hetkellä päästökauppa kannustaa toimiin, joiden hintataso on luokkaa 3 €/tonniCO₂. Tämä tarkoittaa sitä, päästöoikeuksien hinnalla on käytännössä merkitystä vain hyvin harvoissa toimita, eli toimet eivät tule markkinaehtoisesti käyttöön. Ei-päästökauppasektorilla toteutetaan toimia, joiden hinta on jopa luokkaa 50-60 €/tonniCO₂. Liikenteen biopolttonesteiden lisääminen on vielä merkittävästi tätä kalliimpi toimi. Halvan päästöoikeuden tilanteessa päällekkäinen ohjaus ei myöskään tue johdonmukaisesti monipuolista ilmastomuutoksen hillinnän teknologiakehitystä ja vientimahdollisuuksia.

EU:n tulisi ryhtyä päästöoikeuksien niukkuutta luoviin toimenpiteisiin, jotta päästökauppasektorin toimia saadaan ohjaamaan nykyistä korkeampi hintataso. EU:n tulisi jo nyt lyödä lukkoon tiukka päästökauppasektorin vähennystavoite vuodelle 2030. Tämä yksinään ei kuitenkaan ole riittävä elementti ohjaamaan ei-päästökauppa- ja maankäyttösektoreita, esim. rakennussektoria ja liikennesektoria, vaan niiden ohjaamiseen tarvitaan myös omia ohjaukskeinoja. Myös vähäpäästöisten resurssien käytön tulisi olla tehokasta, koska tällöin näillä resursseilla on suurempi potentiaali korvata päästöjä aiheuttavia polttoaineita ja materiaaleja. Energiaintensiivisen teollisuuden kilpailukyky globaaleilla markkinoilla voi olla ongelma korkeammilla päästöoikeuksien hinnoilla, ja tämä tulisi huomioida mm. päästöoikeuksien alkujaossa jatkossakin, mutta uudella tavalla ilman että tukitoimilla lasketaan päästöoikeuksien yleistä hintatasoa.

Tarvitaan myös energiatehokkuustoimia ja uusiutuvaa energiaa. Toimet on laadittava niin, etteivät ne romuta päästökaupan ohjausvaikutusta.

Energiatehokkuus on tärkeä keino ohjata resurssien tehokkaaseen käyttöön, jolloin vähäpäästöisiäikään energialähteitä ei sallita käytettävän tuhaavasti. Energiatehokkuus pienentää lisäksi päästöjä. Päästökauppa ohjaa energiatehokkuuteen välillisesti, mutta se ei ole tehokkain tapa ohjata resurssien tehokkaaseen käyttöön kulutuspuolella.

Erilliset vaatimukset, kuten tietty uusiutuvan energian määrä energijärjestelmässä, nostavat päästövähennystavoitteeseen pääsyn kokonaiskustannuksia tilanteessa, jossa päästöoikeuksien hinta on alhainen. Energiatuet olemassa olevalle uusiutuvalla teknologialle (aurinko, tuuli) johtavat niiden lisääntyvään käyttöön, jolloin vapautuvat päästöoikeudet laskevat päästöoikeuksien hintaa ja tällöin myös esimerkiksi kivihiihen käyttö tulee edullisemmaksi. Samalla läpimurtoihin tähtäävä tuotekehitys ja päästöjä vähentävät ratkaisut kivihiihiltä käytävällä teknologialla jäävät tekemättä. Uusiutuvan energian lisäksi tarvitaan markkinamekanismi päästökaupan muodossa ohjaamaan kokonaisuutta, eikä riittävällä päästökaupan hinnalla budjettia rasittavia subventioita tarvittaisi.

Erillisiä lisätavoitteita voidaan perustella sillä, että ne selkeyttävät pitkäjänteisen politiikkaympäristön ilmastotavoitteiden vaatimien suurten rakenteellisten muutosten toteuttamiseksi. Lisätavoitteet voivat aktivoita myös uusia toimijoita päästökauppatoimijoiden ulkopuolelta. Esimerkiksi liikenteen päästövähennystoimet ovat yleensä varsin kalliita, ja rakenteellisiin muutoksiin tarvitaan erillisiä toimia. Uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden tavoitteet aktivoivat myös uusia toimijoita päästökauppatoimijoiden ulkopuolelta, yrityksistä yksityishenkilöihin. Tieteellistä tutkimustietoa siitä, kuinka kahden tavoitteen päällekkäisjärjestelmä (päästökauppa ja erilliset velvoitteet) tulisi virittää, ei ole. Jos muita ohjauskeinoja on käytössä päästökaupan ohella, tulee ne asettaa yhtäaikaaisesti siten, että päästökaupan päästökauppiintiö on riittävän tiukka, eli päästökauppiintiöstä tulee vähentää muiden ohjauskeinojen päästöjä alentava vaikutus.

Globaalisti biopolttoaineiden tuotannossa ruokaturvan huomioiminen on keskeistä

Biopolttoaineiden tuotannon arvioidaan moninkertaistuvan tulevien vuosikymmenien aikana. Muiden kuin ruokakasvien osuutta pyritään kasvattamaan biopolttoaineiden raaka-aineiden lähteinä muun muassa kehittämällä teknologioita, jotka pystyvät hyödyntämään entistä monipuolisemmin erilaisia raaka-aineita. IEA:n mukaan biopolttoaineiden tuotannon maa-ala kasvaisi nykyisestä noin 30 miljoonasta hehtaarista noin 60 miljoonaan vuoteen 2030 mennessä ja noin sataan miljoonaan vuoteen 2050 mennessä. Samaan aikaan merenpinnan nousun seurauksena maapallon maapinta kutistuu. Tällä hetkellä maapallon väestöstä puolet asuu rannikkoalueilla. Ilmaston muutoksen seurauksena laajat tiheästi asutut rannikkoseudut ovat infrastukturinsa puolesta ja sosiaalisesti erittäin haavoittuvia erityisesti sään ääri-ilmiöille. Ilmastonmuutos lisää myös monien nykyisten viljelyalueiden kuivuutta. Biopolttoaineiden hyödyntäminen energian tuotannossa on suhteutettava ruokaturvaan, joka sisältää paitsi ihmisten välittömän ruuan raaka-aineet myös esimerkiksi tuotantoeläinten rehuntuotannon. Ruokaturva on tulevaisuudessa keskeinen elementti, joka on huomioitava biopolttoaineiden tuotannossa. Biopolttoaineiden epäsuorien maankäytön muutosten päästöjä on vaikea arvioida, mutta ne voivat olla erittäin merkittäviä.

Nykyisin metsien hävityksestä tulevat päästöt aiheuttavat noin 5-15 % maailman kokonaispäästöistä (Global Carbon project 2012). Metsien hävitys tapahtuu pääosin trooppisen alueen kehitysmaissa, joissa yhteiskunnan valmius huolehtia metsien säilyttämisestä ja eri näkökulmat huomioon ottavasta kokonaisvaltaisesta hyödyntämisestä on heikko.

Öljyn maailmanmarkkinahinta pysynee korkealla. Öljyn käytön vähentämistä on perusteltua nopeuttaa kansallisilla toimilla.

Maailmanlaajuinen öljyn kysyntä kasvaa todennäköisesti edelleen. Kysyntä kasvaa erityisesti OECD-maiden ulkopuolella, mutta OECD-maissa se voi jopa hieman vähentyä. Kiinan osuus koko globaalista kysynnän kasvusta on noin puolet. Tuotannossa tullaan enenevässä määrin hyödyntämään epätavanomaisia lähteitä, esimerkiksi Pohjois-Amerikassa (ns. light tight oil ja öljyhiikka Kanadassa). IEA arvioi että USA voi olla öljyn suhteen lähes omavarainen vuoteen 2035 mennessä. Globaali tiukka ilmastopolitiikka vähentäisi öljyn kysynnän kasvua sekä voisi laskea merkittävästi markkinahintoja ns. perusskenaarioon nähden. Ei kuitenkaan ole todennäköistä että öljyn maailmanmarkkinahinta laskisi nykyiseltä, historiallisesti erittäin korkealta tasoltaan. Siksikin Suomessa suunnitellut toimet öljyn käytön ja tuontiriippuvuuden vähentämiseksi ovat suositeltavia, ja esimerkiksi pienlämmityksen siirtymistä pois öljyn käytöstä ja liikennesektorin öljyn kulutuksen vähentämistä on perustelua nopeuttaa kansallisilla toimilla.

Markkinaehtoinen rakenteellinen muutos vähähiilisyysyteen ei tällä hetkellä etene Euroopassa. Liuskekaasu tuskin muuttaa Euroopan tilannetta merkittävästi tällä vuosikymmenellä.

Liuskekaasu on muuttanut nopeasti maailman kaasumarkkinoita. USA on liuskekaasun kaupallisen käyttöönoton myötä muuttunut omavaraiseksi kaasun suhteen. Tämä on vastaavasti alentanut kivihiilen kysyntää USA:ssa. Euroopan maakaasumarkkinat reagoivat muutokseen hitaammin, sillä pääosa Euroopan maakaasukaupasta perustuu pitkiin, mm. öljyn hintaan sidottuihin kahdenvälisiin toimitussopimuksiin. Kuljetuskustannukset muodostavat merkittävän osan nesteytetyn maakaasun hinnasta, joten ei pidetä todennäköisenä että maakaasun hinta Euroopassa laskisi vastaavasti kuin USA:ssa. Ei myöskään pidetä todennäköisenä, että Euroopan liuskekaasuvaroja alettaisiin hyödyntää laajassa mitassa vielä tällä vuosikymmenellä. Mikäli liuskekaasun tarjonta tulevaisuudessa kasvaa EU:ssakin, tämä tarkoittaisi sitä että EU:n olisi aiempaa arvioitua helpompi saavuttaa päästötavoitteita. Liuskekaasun mahdollinen laajamittainen hyödyntäminen joissakin jäsenmaissa voisi vaikuttaa merkittävästi EU:n sisämarkkinoihin rikkoessaan vanhoja asetelmia ja riippuvuuksia.

Hiilen maailmanmarkkinahinta on pysynyt edullisena osin USA:n alentuneen kysynnän vuoksi. Yhdessä EU:n alhaisen CO₂-markkinahinnan kanssa toimijoiden polttoainevalinnat EU:ssa ohjautuvat tällä hetkellä kaasun sijasta hiilen käyttöön. Tämä tarkoittaa sitä, että toivottu rakenteellinen muutos kohti vähähiilisyttä ei toistaiseksi toteudu markkinaehtoisesti päästökaupparektorilla, vaan hinta ohjaa investointeja monissa EU-maissa edelleen kivi- ja ruskohiileen, mikäli uusia investointeja tehdään. Yleisesti ottaen energiayhtiöiden markkinaehtoinen investointihalukkuus Euroopassa on alhainen epävarman markkinatilanteen vuoksi. Tilannetta on kiinnostavaa verrata myös Yhdysvaltoihin, missä EPA on ehdottanut uusille sähköntuotannon voimalaitoksille hiilidioksidin päästörajaa 454 gCO₂/kWh. Ehdotus vaatisi käytännössä CCS-teknologiaa uusiin hiilivoimalaitoksiin viimeistään 2020-luvulla. Kanada on ottamassa käyttöön vastaavan päästörajan, 420 gCO₂/kWh. Tämäntasoiset päästörajat eivät salli hiili- tai öljyvoimalaitoksen rakentamista ilman CCS:ää tai erittäin merkittävää biomassan osuutta.

VIITTEET

Aatola P., Ollikainen M, Toppinen A., 2013. Price determination in the EU ETS market: Theory and econometric analysis with market fundamentals. Energy Economics 36 (2013) 380–395.

Airaksinen, M. ja Vainio, T. 2012, Rakennuskannan korjaamisen ja kunnossapidon energiantehokkuustoimenpiteiden vaikuttavuuden arviointi energiansäästön, CO₂ ekv päästöjen, kustannuksien ja kannattavuuden näkökulmista, VTT-CR-00426-12.

Australian Government 2012 <http://www.climatechange.gov.au/media/whats-new/linking-ets.aspx>

Balaras C.A., Gaglia A.G., Georgopoulou E., Mirasgedis S., Sarafidis Y., Lalas D.P., 2007, European residential building stock and empirical assessment of the Hellenic building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings, *Building and Environment*, 42, pp. 1298-1314.

BMU 2012a. GreenTech made in Germany 3.0. Environmental Technology Atlas for Germany. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety.

BMU 2012b. http://www.bmu.de/english/climate/international_climate_policy/doc/41824.php

Bossmann T., Eichhammer W., Elstrand R., 2012, Concrete Paths of the European Union to the 2C Scenario: achieving the Climate Protection Targets of the EU by 2050 through structural change, energy savings and energy efficiency technologies, Fraunhofer Institute for systems and innovation research ISI, Karlsruhe 2012

Danske Bank Markets 2012. Risk Manager: <http://www.sampopankki.fi/fi-fi/Yrityisasiakkaat/Keskisuuryrityys/Riskienhallinta-ja-rahamarkkinat/Documents/RiskManager.pdf>

Depledge, J. 2008. Striving for No: Saudi Arabia in the Climate Change Regime, *Global Environmental Politics* 8 (4), pp. 9-35.

EC 2011. Brussels, 15.12.2011. COM(2011) 885 final. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Energy Roadmap 2050.

EC 2012a. "Proposal for a Decision of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC clarifying provisions on the timing of auctions of greenhouse gas allowances" COM(2012) 416 final [Online] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0416:FIN:EN:PDF>

EC 2012b. Impact assessment for the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 98/70/EC relating to quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources.

EC 2013a. COM(2013) 167 final. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. The 2015 International Climate Change Agreement: Shaping international climate policy beyond 2020.

EC 2013b. Brussels, 27.3.2013 COM(2013) 169 final. GREEN PAPER. A 2030 framework for climate and energy policies.

The Economist, 3/9/2011.

EIA 2012. US Energy Information Administration.

EY, 2003. 2003/87/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi kasvihuonekaasujen päästöoikeuksien kaupan järjestelmän toteuttamisesta yhteisössä ja neuvoston direktiivin 96/61/EY muuttamisesta.

FAO (Food and agriculture organisation of the United Nations) 2013.

Foreign Affairs, 13/12/2011.

Financial Times, 6 November 2012. Gazprom reduces price of gas to Poland.

Garnaut, R. 2007/2011. The Garnaut Review. Saatavana: <http://www.garnautreview.org.au/>

Global Carbon Project 2012. The Global Carbon Budget 1959 – 2011.

<http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget>

Government of Canada. Reduction of Carbon Dioxide Emissions from Coal-fired Generation of Electricity Regulations. SOR/2012-167, 1.1. 2013. <http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-2012-167/page-2.html#h-4>

Halonen M., Ryyänen E., Rinne P., Rautanen T., Wallenius T., 2011. Päästöyksiköiden markkinoiden kehityssuuntia.

Hartwell Paper 2010 . Prins, G et al., 2010. The Hartwell Paper: A new direction for climate policy after the crash of 2009. Saatavana: http://eprints.lse.ac.uk/27939/1/HartwellPaper_English_version.pdf

Hast A., Ekholm T., Savolainen I., 2012. Meeting emission targets under uncertainty—the case of Finnish non-emission-trading sector. Mitig Adapt Strateg Glob Change. DOI 10.1007/s11027-012-9379-1

Hughes J. D. A reality check on shale revolution Nature Vol 494, pp. 307-308, 27.2. 2013

IEA, 2012. World Energy Outlook 2012.

IEA, 2011. Technology Roadmap Biofuels for Transport.

IPCC, 2007a. Fourth Assessment Report. Summary for Policymakers.

IPCC, 2007b. Fourth Assessment Report. Mitigation of Climate Change. Report of Working Group III.

M. Kara, S. Syri, A. Lehtilä, S. Helynen, V. Kekkonen, M. Ruska, J. Forsström, 2008. The impacts of EU CO2 emissions trading on electricity markets and electricity consumers in Finland,” Energy Economics vol 30 pp.193 – 211.

Kosoy A. ja Guigon P. 2012. State and Trends of the Carbon Market 2012, Carbon Finance at the World Bank

Lambin ja Meyfroidt 2011. PNAS 108(9), 3465–3472

Lindroos et al. 2012. www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T11.pdf

Marjamaa E. 2012. Päästöoikeusyksiköiden tarve ja tarjonta Euroopan unionin päästöoikeuskaupassa 2008-2020. Helsingin yliopisto. Taloustieteen laitos. 142 s.

Medlock III, Kenneth Barry., 2012. Modeling the implications of expanded US shale gas production. Energy Strategy Reviews 1 (2012) 33-41.

Mäenpää Ilmo, Thule-instituutti, Oulun yliopisto. 2012.

Naess-Schmidt S., Hansen M.B., Kirk J.S., 2011. Carbon leakage from a Nordic perspective, Copenhagen Economics

NEB 2011. Canada's Energy Future: Energy Supply and Demand Projections to 2035 : <http://www.neb-one.gc.ca/clf-nsi/rnrgynfmtn/nrgyrprt/nrgyftr/2011/nrgsppldmndprjctn2035-eng.pdf>

Neste oil, flexible mix of raw materials; 2011. <http://www.nesteoil.com/default.asp?path=1,41,11991,12243,15658>

NREAP, ministry of employment and the economy. Finland's national action plan for promoting energy from renewable sources pursuant to directive 2009/ 28/EC; 2010. http://www.ec.europa.eu/energy/renewables/transparency_platform/doc/resubmitted_nreap_finland_en.pdf

OECD, 2009. The Economics of Climate Change Mitigation: Policies and Options for Global Action Beyond 2012

OECD iLibrary 2013: <http://www.oecd-ilibrary.org/>

Peters G, Minx J, Weber CL, Edenhofer O. Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008. PNAS 2011;108(21):8903–8.

Reinaud J., 2008a. Issues behind competitiveness and carbon leakage, Focus on Heavy Industry, IEA information paper

Reinaud J., 2008b. Climate policy and carbon leakage, Impacts of the European Emissions Trading Scheme on Aluminium, IEA information paper

Reuters, 2004. 'Saudi Government Approves Kyoto Climate Protocol,' 21/12/2004.

Rogelj, J., McCollum, D. L., Reisinger, A., Meinshausen, M. & Riahi, K. Probabilistic cost estimates for climate change mitigation. *Nature* 493, 79-83, doi:10.1038/nature11787 (2013). Link: <http://www.nature.com/nature/journal/v493/n7430/full/nature11787.html>

Rogelj, J., McCollum, D. L., O'Neill, B. C. & Riahi, K. 2020 emissions levels required to limit warming to below 2°C. *Nature Clim. Change* 3, 405-412, doi:10.1038/nclimate1758 (2013). Link: <http://www.nature.com/nclimate/journal/v3/n4/full/nclimate1758.html>

St1 2013, St1 valmiina aloittamaan bioetanolin valmistamisen sahanpuruista. <http://www.st1.fi/index.php?id=12323>

TEM 2013: http://www.emvi.fi/files/Mekanismikoulutus_paivitys_5_2_2013.pdf

TEM 2012. Kioton mekanismit: <http://www.tem.fi/index.phtml?s=3995>

Uihlein A, Eden P., 2010, Policy options towards an energy efficient residential building stock in the EU-27, *Energy and Buildings*, 42, pp. 791-798

UPM 2012, UPM to build the world's first biorefinery producing wood-based biodiesel; 2012. <http://www.upm.com/EN/MEDIA/All-news/Pages/UPM-to-build-the-world%E2%80%99s-first-biorefinery-producing-wood-based-biodiesel-001-Wed-01-Feb-2012-10-05.aspx>

VAPO 2013, Biodieselhanke etenee. Vapoviesti 1/2013. <http://www.vapoviesti.fi/index.php?id=1186&articleId=405>

Vihma A. 2013. The shale gas boom: The global implications of the rise of unconventional fossil energy. Briefing Paper 122 (2013) . The Finnish Institute of International Affairs, Ulkopoliittinen instituutti.

Ulkoasiainministeriö 2013: <http://formin.finland.fi/public/default.aspx?nodeid=39779&contentlan=1&culture=fi-FI>

UNEP Risoe 2013: <http://www.cdmpipeline.org/>

UNEP 2012. The Emissions Gap Report 2012. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi
UNFCCC 2011. Decision 1/CP.17, "Establishment of an Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action".

UNFCCC 2012. Benefits of the Clean Development Mechanism 2012

US EPA 2012. FACT SHEET: Proposed Carbon Pollution Standard for New Power Plants. www.epa.gov/carbonpollutionstandard