



VALTIONEUVOSTON KANSLIA



Päästörajoitusten ilmastohyödyt rajoitusten ulkopuolisissa maissa

Selvitys Vanhasen II hallituksen
tulevaisuusselontekoa varten

Päästörajoitusten ilmastohyödyt rajoitusten ulkopuolisissa maissa

Selvitys Vanhasen II hallituksen
tulevaisuusselontekoa varten

Julkaisija
VALTIONEUVOSTON KANSLIA

KUVAILEHTI
31.10.2008

Tekijät
Johannes Urpelainen

Julkaisun laji
Ilmasto- ja energiapoliittisen
tulevaisuusselonteon taustajulkaisu

Toimeksiantaja
Valtioneuvoston kanslia

Diaarinumero
Dnro: 837/23/2008

Julkaisun nimi

Päästörajoitusten ilmastohyödyt rajoitusten ulkopuolisissa maissa
Selvitys Vanhasen II hallituksen tulevaisuusselontekoa varten

Tiivistelmä

Selvitys käsittelee päästövähennysten ilmastohyötyjä päästörajoitusten ulkopuolisissa maissa. Työssä esitellään ilmastohyötyjen syntymekanismit, tutkitaan niiden toimivuutta erilaisissa olosuhteissa ja arvioidaan mekanismien keskinäistä painoarvoa ja suuruusluokkaa.

Selvityksessä arvioidaan, että päästörajoitukset tuottavat ilmastohyötyjä päästörajoitusten ulkopuolisissa maissa. Puhtaan energiateknologian kehitys ja kaupallistaminen laskevat sen hintaa, lisäävät sen tarjontaa ja vähentävät yksityisiä sijoituksia ehkäisevää epävarmuutta. Poliittisesti päästörajoitukset luovat poliittista painetta ja ilmastopoliittista tietotaitoa.

Nämä mekanismit toimivat parhaiten, kun päästörajoitukset kattavat laajan markkina-alueen ja kohdistuvat sellaisiin päästölähteisiin, jotka ovat yleisiä myös muualla maailmassa. Niitä toteutettaessa keskeistä on taloudellinen tehokkuus, avoimuus ja kansainvälistä yhteistyötä edistävät positiiviset kannustimet. Tärkeää on myös yhdistää sitovat päästörajoitukset ja teknologian kehitystä edistävät toimet, kuten tutkimus- ja kehitysrahoitus.

Näitä tuloksia voi hyödyntää päästörajoituksia suunniteltaessa. Siinä missä päästörajoitusten ilmastohaitat eli "hiilivuoto" ovat saaneet paljon huomiota julkisessa keskustelussa, vähemmälle huomiolle on jäänyt päästörajoitusten rooli osana laajempaa strategiaa globaalin yhteistyön edistämiseksi.

Avainsanat

tuulivuoto, ilmastohyödyt, yksipuoliset päästörajoitukset, ilmastopoliitiikka

Julkaisusarjan nimi ja numero

Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja
17/2008

ISSN

0782-6028

ISBN (painettu)

978-952-5631-89-0

Kokonaissivumäärä

44

Kieli

Suomi

Luottamuksellisuus

Julkinen

ISBN (PDF)

978-952-5631-90-6

Kustantaja

Valtioneuvoston kanslia
Julkaisu PDF:nä: www.vnk.fi/julkaisut
Lisätietoja: julkaisut@vnk.fi

Taitto

Valtioneuvoston kanslia/PAY

Julkaisun välitys

Yliopistopaino, Helsinki
www.yliopistopaino.fi/kirjamyynti
Tilaukset: books@yliopistopaino.fi

Painopaikka

Yliopistopaino, Helsinki, 2008

Utgivare
STATSRÅDETS KANSLI

PRESENTATIONSBLAD
31.10.2008

Författare
Johannes Urpelainen

Typ av publikation
Bakgrundsrapport till framtidsredogörelsen
om energi- och klimatpolitiken

Uppdragsgivare
Statsrådets kansli

Diarienummer
Dnr: 837/23/2008

Publikationens namn

Klimatnyttan av utsläppsreduceringar i länder som inte omfattas av reduceringarna
Redogörelse för Vanhanens andra regerings framtidsredogörelse

Referat

Utredningen behandlar klimatnyttan av utsläppsreduceringar i länder som står utanför detta system. Den presenterar uppkomstmekanismerna för utsläppsreduceringar, undersöker hur de fungerar under olika förhållanden och jämför mekanismernas inbördes betydelse och storleksklass.

Enligt utredningen medför utsläppsreduceringarna klimatnytta för länder som inte förbundit sig till utsläppsreduceringar. Utvecklingen och kommersialiseringen av en ren energiteknik leder till lägre pris för och ökat utbud av denna teknik samt till större förtroende från privata investerarens håll. Ur politisk synvinkel skapar utsläppsbegränsningarna politiskt tryck och klimatpolitiskt kunnande.

Dessa mekanismer fungerar bäst när utsläppsreduceringarna täcker ett brett marknadsområde och riktas till sådana utsläppskällor som är allmänna även på andra håll i världen. Viktiga faktorer i genomförandet är ekonomisk effektivitet, öppenhet och positiva incitament när det gäller att främja internationellt samarbete. Det är också viktigt att koppla samman bindande utsläppsreduceringar och åtgärder som främjar den tekniska utvecklingen, såsom forsknings- och utvecklingsfinansiering.

Dessa resultat kan utnyttjas när man planerar utsläppsbegränsningar. Medan utsläppsbegränsningarnas negativa konsekvenser på klimatet, dvs. "kolläckaget", har fått stor uppmärksamhet i den allmänna debatten har man fäst mindre uppmärksamhet vid utsläppsbegränsningarnas roll som en del av en större strategi för att främja det globala samarbetet.

Nyckelord

spill over -effekt, klimatnytta, ensidiga utsläppsreduceringar, klimatpolitik

Publikationsseriens namn och nummer Statsrådets kanslis publikationsserie 17/2008		ISSN 0782-6028	ISBN (tryck) 978-952-5631-89-0
Sidantal 44	Språk Finska	Sekretessgrad Offentlig	ISBN (PDF) 978-952-5631-90-6
Förläggare Statsrådets kansli Publikationen som PDF: www.vnk.fi/julkaisut Ytterligare information: julkaisut@vnk.fi		Layout Statsrådets kansli/enheten för politikanalys	
Distribution och försäljning Universitetstryckeriet, Helsingfors www.yliopistopaino.fi/kirjamyynti Beställningar: books@yliopistopaino.fi		Tryckort Universitetstryckeriet, Helsingfors, 2008	

SISÄLLYS

ESIPUHE	7
TEKIJÄN ESIPUHE	8
TIIVISTELMÄ.....	9
1 JOHDANTO: KOLME KYSYMYSTÄ TUULIVUODOSTA.....	11
1.1 Miten tuulivuoto syntyy?	12
1.2 Missä olosuhteissa tuulivuotoa syntyy?	14
1.3 Kuinka paljon tuulivuotoa syntyy?	14
2 YKSIPUOLISET PÄÄSTÖVÄHENNYKSET JA TEKNOLOGIAN KEHITYS.....	16
3 TARJONNAN MUUTOKSET	22
4 EPÄVARMUUDEN VÄHENEMINEN	27
5 ESIMERKKIVAIKUTUS JA POLIITTINEN PAINE.....	30
6 ILMASTOPOLIITTISEN TIETOTAIDON LEVIÄMINEN.....	34
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	37
LÄHTEET	38

ESIPUHE

Suomalaisessa ilmastopoliittisessa keskustelussa on kiinnitetty paljon huomiota mahdolliseen hiilivuotoon eli uhkaan, että tuotantoa siirtyisi päästörajoitusten takia niiden ulkopuolisiin maihin. Keskustelusta on jäänyt pois kolikon toinen puoli: mahdollisuus, että päästörajoitukset katalysoivat päästövähennyksiä myös niiden ulkopuolisissa maissa.

Johannes Urpelaisen laatima selvitys arvioi tätä, joskus myös tuulivuodoksi kutsuttua ilmiötä. Selvitys viittaa siihen, että yksipuolisetkin päästörajoitukset voivat tuottaa ilmastohyötyjä muualla maailmassa usean eri mekanismin kautta. Valittavasti tutkimustiedon puutteellisuus ei vielä mahdollista vaikutuksen määrällistä arvioimista.

Päästörajoitusten ulkoisten ilmastohyötyjen tutkiminen auttaa arvioimaan kriittisesti väitteitä, joiden mukaan alueellisesti rajatut päästötavoitteet eivät vähentäisi maailman yhteenlaskettuja päästöjä. Ilmiön olemassaolon tunnustaminen ei kuitenkaan muuta sitä, että kestävin ratkaisu sekä ilmastomuutoksen torjumisen että elinkeinoelämän kilpailukyvyn kannalta on mahdollisimman kattava ja globaali sopimus.

Selvityksen tuloksia hyödynnetään soveltuvin osin ilmasto- ja energiapoliittisen tulevaisuusselonteon valmistelussa. Selonteko linjaa ilmasto- ja energiapolitiikkaa vuosisadan puoliväliin asti ja yli, kattaa ilmastomuutoksen torjunnan lisäksi sen vaikutuksiin sopeutumisen sekä tarkastelee Suomen lisäksi globaalia toimintaympäristöä.

Toivomme, että tämä selvitys ruokkii keskustelua kiinnostavasta aiheesta ja innostaa testaamaan ja täydentämään saatuja tuloksia jatkotutkimuksessa. Kiihtämme Johannes Urpelaista katsauksesta vielä vähän tutkittuun mutta ilmasto- ja politiikan kannalta keskeiseen teemaan.

Lokakuussa 2008

Oras Tynkkynen
ilmastopoliittinen asiantuntija
valtioneuvoston kanslia

TEKIJÄN ESIPUHE

Tämä selvitys käsittelee päästövähennysten ilmastohyötyjä päästörajoitusten ulkopuolisissa maissa. Selvityksen tekeminen on ollut mielenkiintoinen ja opettavainen prosessi, koska ilmastopolitiikassa eletään tärkeitä hetkiä. Euroopan unionin sitoumus vähentää päästöjään viidenneksellä vuoteen 2020 mennessä on konkreettinen ja laajamittainen toimenpide, jonka vaikutuksista päästöihin muualla maailmassa käydään kiivasta keskustelua kaikkialla maailmassa. Toivon, että tekemäni työ tarjoaa päätöksentekijöille ja muille kiinnostuneille selkeän, puolueettoman ja kattavan johdannon aiheeseen.

Hanketta valmistellessani olen hyötynyt suuresti Pirkko Heikinheimon, Lauri Myllyvirran, Jussi Nykäsen ja Oras Tynkkysen laajasta asiantuntemuksesta. Vastuu lopputuloksesta on tietysti yksin minun.

Johannes Urpelainen¹

Ann Arbor, Michigan, Yhdysvallat 5.9.2008

¹ Tekijä valmistelee kansainvälisen politiikan alaan kuuluvaa väitöskirjaa Michiganin yliopistossa.

TIIVISTELMÄ

Tämän työn tarkoituksena on arvioida yksipuolisten päästövähennysten ilmasto-hyötyjä päästörajoitusten ulkopuolisissa maissa. Tämä ilmiö, jota kutsutaan usein "tuulivuodoksi"², toimii vastapainona julkisuudessa enemmän huomiota herättäneelle "hiilivuodolle" eli yksipuolisten päästövähennysten aiheuttamalle päästöjen kasvulle päästörajoitusten ulkopuolisissa maissa. Se luo hyvän pohjan globaalille ja kattavalle yhteistyölle tulevaisuudessa.

Selvityksen tarkoituksena on

- Esitellä ilmastohyötyjen syntymekanismit
- Tutkia niiden toimivuutta erilaisissa olosuhteissa
- Arvioida niiden keskinäistä painoarvoa ja suuruusluokkaa

Selvityksessä esitän, että ilmastohyötyjen syntymekanismit voidaan jakaa viiteen luokkaan:

- **Teknologian kehitys** johtuu yksipuolisten päästövähennysten aiheuttamasta tutkimus- ja kehitysrahoituksen kasvusta sekä markkinoilla syntyvistä innovaatioista. Se laskee puhtaan energiateknologian hintaa päästörajoitusten ulkopuolisissa maissa, ja on syntymekanismeista tärkein.
- **Tarjonnan muutokset aiheutuvat** yksipuolisten päästövähennysten aiheuttamasta energiamarkkinoiden kasvusta, joka luo markkinoita puhtaan energiateknologian toimittajille päästörajoitusten ulkopuolisissa maissa. Ne kannustavat muita maita hyödyntämään puhtaampaa energiateknologiaa poliittisista, taloudellisista ja ympäristösyistä.
- **Epävarmuuden väheneminen** perustuu yksipuolisten päästövähennysten luomiin energiamarkkinoihin ja ilmastopoliittikan uskottavuuden kasvuun. Se kannustaa sijoittajia tekemään laajoja, pitkällä aikavälillä kannattavia sijoituksia energian tuotantoon.
- **Esimerkkivaikutus ja poliittinen paine** ovat poliittisia mekanismeja. Esimerkkivaikutus kannustaa poliitikkoja ja yleistä mielipidettä ilmastopoliittikkaan päästörajoitusten ulkopuolisissa maissa, kun taas poliittinen paine viestittää muulle maailmalle, että yksipuolisten päästövähennysten toteuttaja pitää ilmastopoliittikkaa keskeisenä toimialana ja edellyttää muilta yhteistyötä.
- **Ilmastopoliittisen tietotaidon leviäminen** perustuu oppimisprosessiin, jonka yksipuoliset päästövähennykset mahdollistavat päästörajoitusten ulkopuolisissa maissa.

² Tuulivoima sinänsä on vain yksi useista tavoista vähentää päästöjä, joten käsite "tuulivuoto" on tässä selvityksessä symbolinen.

Näiden mekanismien toiminnan edellytykset ovat varsin monisyiset, mutta seuraavien suositusten noudattaminen voimistaa ilmastohyötyjä suurella todennäköisyydellä:

- Yksipuoliset päästövähennykset tulee toteuttaa mahdollisimman laajalla markkina-alueella. Kun päästövähennykset koskevat suurta talousmah-tia, kuten Euroopan unionia tai kaikkia OECD-maita, ne luovat paljon kysyntää puhtaalle energiateknologialle ja laajaa poliittista painetta päästörajoitusten ulkopuolisissa maissa.
- Valittujen toimenpiteiden on oltava taloudellisesti tehokkaita. Monimut-kaiset ja markkinoita vääristävät suorat tuet ynnä muut tehottomat toi-menpiteet saavat ilmastopoliittikan näyttämään turhan kalliilta ja hidas-tavat teknologian kehitystä.
- Hyvä yhdistelmä on joko päästökauppa tai hiilivero yhdistettynä puhtaan energiateknologian tukeen. Pelkät päästövähennykset hidastavat tekno-logian kehitystä, kun taas vapaaehtoinen teknologian kehitys ei luo todellista painetta kehittää kaupallista teknologiaa.
- Erityisen tärkeää on välttää minkään tietyn teknologian ylenmääräistä tukemista. Vaikka tukea on hyvä kohdistaa esimerkiksi kehittyville uusiu-tuvan energian muodoille, sen tulee perustua mahdollisimman pitkälle markkinapohjaisiin valintamekanismeihin. Valtiovallalla ei ole käytössään tarvittavaa tietoa kaikkein tehokkaimpien energiamuotojen tunnistami-seksi. Tämä tieto on hajautetussa muodossa energiemarkkinoilla.
- Yksipuolisten päästövähennysten on annettava muulle maailmalle tilai-suus hyötyä niistä esimerkiksi puhtaan energiateknologian tuottajina. Kotimaisia toimijoita liian aggressiivisesti tukeva politiikka vähentää kil-pailua ja painetta kehittää uutta teknologiaa. Se myös vie muilta mailta kannustimen kehittää omaa energiapolitiikkaansa.
- Yksipuoliset päästövähennykset on hyvä yhdistää laajamittaiseen kan-sainväliseen yhteistyöhön. Muille maille, ja erityisesti kehitysmaille, voi esimerkiksi tarjota apua ilmastopoliittisten instituutioiden kehittämisessä. Energiemarkkinoiden avoimuuden voi myös sitoa vastaaviin toimenpitei-siin päästörajoitusten ulkopuolisissa maissa.

Näihin suosituksiin perustuva ilmastopoliittikka on parhaimmillaan johdonmukais-ta, tehokasta ja avointa. Se lähettää muulle maailmalle vahvan viestin siitä, että ilmastopoliittikka on tullut jäädäkseen ja sitä toteutetaan koko yhteiskunnan eduksi, ei tiettyjen eturyhmien suosimiseksi. Positiiviset kannusteet yhdistettynä tiukkaan yhteistyövaatimukseen luovat hyvät edellytykset globaalille ilmasto-yhteistyölle.

1 JOHDANTO: KOLME KYSYMYSTÄ TUULIVUODOSTA

Ilmastonmuutos on globaali ympäristöongelma, jonka torjuminen edellyttää maailmanlaajuisia päästövähennyksiä. Kansainväliset neuvottelut eivät kuitenkaan vielä ole johtaneet läpimurtoon, jonka johdosta kaikki merkittävät päästöjen tuottajat sitoutuisivat esimerkiksi rajoittamaan ilmaston lämpenemisen kahteen asteeseen teollistumista edeltävään aikaan verrattuna. Ilmastopolitiikan tärkeistä toimijoista ainoastaan Euroopan unioni on sitoutunut vähentämään päästöjään viidenneksellä vuoteen 2020 mennessä. Tuon sitoumuksen päätarakoitus on vauhdittaa kansainvälisiä ilmastoneuvotteluita positiivisella esimerkillä. Unionin jäsenmaat ovatkin sitoutuneet korottamaan päästövähennystavoitteensa 30 %:iin, jos kansainväliset ilmastoneuvottelut johtavat sitovaan ilmastosopimukseen.

Tämän selvityksen tarkoitus on arvioida yksipuolisten päästövähennysten ilmastohyötyjä muualla maailmassa.³ Yksipuolisilla päästövähennyksillä tarkoitan kansallisia tai alueellisia toimia, jotka eivät riipu siitä, mitä toimenpiteitä päästörajoitusten ulkopuoliset maat toteuttavat. Näitä päästöhyötyjä nimitän ”tuulivuodoksi”, koska tuulivoiman maailmanlaajuisen kysynnän räjähdysmäinen kasvu viime vuosina on paras esimerkki näistä hyödyistä (Lewis & Wiser 2007).⁴ Pyrin käsittelemään tuulivuotoa laaja-alaisesti, joten sisällytän päästöhyötyihin sekä suoraan taloudelliset muutokset, kuten puhtaan energiateknologian tuotantokustannusten alenemisen, että poliittiset vaikutukset, kuten yllä mainitsemani positiivisen esimerkin. Lähestyn aihetta sekä yleisellä tasolla että konkreettisten esimerkkien kautta ja esitän myös politiikkasuosituksia siinä määrin kuin tekemäni tutkimus sen mahdollistaa.

Tuulivuodon käsite on helppo rinnastaa ilmastokeskustelussa laajemmin huomiota herättäneeseen ”hiilivuotoon”, joka viittaa yksipuolisten päästövähennysten ilmastohaittoihin muualla maailmassa. Hiilivuotoa syntyy, koska päästövähennykset heikentävät esimerkiksi energiantensiivisten teollisuudenalojen tuotantoedellytyksiä, jolloin yritykset lisäävät sijoituksiaan sinne, missä päästörajoitusta ei ole asetettu. Lisäksi päästövähennykset alentavat hiili-intensiivisten polttoaineiden hintaa, mikä lisää niiden kysyntää muualla maailmassa. Hallitustenvälisen ilmastopaneeli IPCC:n (2007) neljännen arviointiraportin mukaan esimerkiksi Kioton pöytäkirjan toimeenpanosta saatavista ilmastohyödyistä noin 5–20 % menetetään hiilivuodon vuoksi, mutta näihin arvioihin sisältyy merkittäviä epävarmuustekijöitä.

Tässä selvityksessä käytän hiilivuotoa lähinnä vertailukohteena kahdesta syystä. Ensinnäkin tuulivuoto on jäänyt julkisessa keskustelussa vähemmälle huomiolle

³ Käsite ”muualla maailmassa” viittaa tässä selvityksessä päästövähennysten ulkopuolisiin maihin.

kuin hiilivuoto. Pyrin tuomaan keskusteluun toisen näkökulman, jotta päätöksentekijät ja muut keskusteluun osallistujat voivat ottaa sekä yksipuolisten toimien tehokkuutta voimistavat että heikentävät tekijät huomioon. Toiseksi korostan tässä selvityksessä laajamittaisen yhteiskunnallisen muutoksen edellytyksiä. Siinä missä hiilivuoto johtuu lähinnä välittömästä kysyntävaikutuksesta, tuulivuoto on seurausta dynaamisista muutoksista, jotka ohjaavat taloudellista ja muuta yhteiskunnallista kehitystä pitkällä aikavälillä. Ilmastonmuutoksen merkittävä rajoittaminen pitkällä aikavälillä edellyttää voimakkaita päästövähennyksiä kaikkialla maailmassa, ja tästä näkökulmasta tuulivuoto on hiilivuotoa tärkeämpi tekijä.

1.1 Miten tuulivuoto syntyy?

Ensimmäinen, perustuvanlaatuinen kysymys koskee mekanismeja, jotka aiheuttavat tuulivuotoa. Tähän kysymykseen vastaaminen edellyttää yksipuolisten päästövähennysten vaikutusten tarkastelua erityisesti energiatalouden ja -politiikan alalla. Tekemäni kirjallisuuskatsauksen perusteella vaikutukset voidaan luokitella viiden mekanismin alle, joista kolme on pääasiassa taloudellisia ja kaksi poliittisia. Arvioin näitä mekanismeja ensinnä siinä näkökulmasta, että päästövähennysten toteuttamistapa ja ympäröivät olosuhteet eivät muutu. Myöhemmin pohdin myös toteuttamistapojen ja olosuhteiden merkitystä tuulivuodon synnyssä.

Ensimmäinen ja luultavasti tärkein taloudellinen mekanismi on päästövähennyksistä seuraava **teknologian kehitys**, joka kohdistuu erityisesti puhtaaseen energiateknologiaan (Weyant & Olavson 1999). Teknologian kehityksellä on suora ja positiivinen vaikutus puhtaan energiateknologian kysyntään muualla maailmassa, koska parempi teknologia laskee puhtaan energian tuotantokustannuksia. Sisällytän teknologian kehitykseen sekä tutkimus- ja kehitysrahoituksen vaikutuksen, joka näyttäytyy etupäässä uusina keksintöinä, että kaupallistumisen, joka näyttäytyy markkinoitavina innovaatioina (Schumpeter 1934). Näiden muutosten seurauksena puhtaan energiateknologian hinta laskee, ja sen käyttö muualla maailmassa kasvaa.

Yksipuoliset päästövähennykset vaikuttavat puhtaan energiateknologian leviämiseen myös **tarjonnan muutosten** kautta. Jos yksipuoliset päästövähennykset luovat markkinoita tietyille kehitysvaiheissa olevalle puhtaalle energiateknologialle, on mahdollista, että alaan liittyvää teollisuutta kehittyy myös muualla maailmassa (Lewis & Wiser 2007). Toisaalta päästövähennykset saattavat pakottaa vienti- ja monikansalliset yritykset muualla maailmassa omaksuma puhtaampaa energiateknologiaa esimerkiksi autojen päästönormien noudattamiseksi (Vogel 1995). Jos tämän energiateknologian omaksuminen laskee vähäpäästöisen tuotannon rajakustannuksia riittävästi, nämä yritykset saattavat ottaa kyseisen teknologian käyttöön myös muilla markkinoilla.

Kolmas taloudellinen mekanismi on puhtaaseen energiateknologiaan kohdistuvia investointeja rajoittavan **epävarmuuden väheneminen**. Tämä epävarmuus on seurausta puhtaan energiateknologian kannattavuuteen liittyvistä riskeistä ja sopivien rahoitusinstrumenttien puutteesta (Jaffe et al. 2002; Unruh & Carrillo-Hermosilla 2006). Yksipuoliset päästövähennykset tarjoavat sijoittajille tarkempaa tietoa energiateknologian kustannuksista ja luovat kysyntää uusille rahoitusinstrumenteille.

Ensimmäinen poliittinen mekanismi, jota tarkastelen, on **esimerkkivaikutus ja poliittinen paine**. Toteutuessaan yksipuoliset päästövähennykset lähettävät muulle maailmalle selkeän viestin siitä, että niiden toteuttaja on valmis osallistumaan ilmastotalkoisiin. Lisäksi yksipuoliset päästövähennykset tarjoavat ilmastopolitiikkaa ajaville tahoille muualla maailmassa ideoita ja argumentteja poliittiseen keskusteluun. Ilmastopolitiikan vastustajien on muun muassa vaikeampi vedota siihen, että kukaan muukaan ei tee mitään ongelman ratkaisemiseksi, jos jokin merkittävä taho jo vähentää päästöjä.

Toista poliittista mekanismia nimitän **ilmastopoliittisen tietotaidon leviämiseksi**. Vaikka taloudellisesti tehokkaan ilmastopolitiikan elementit tunnetaan teoriassa hyvin, niiden toimeenpano käytännön tasolla on äärimmäisen haastavaa. Yksipuoliset päästövähennykset edellyttävät uudenlaisten yhteiskunnallisten instituutioiden eli ”pelisääntöjen” luomista (North 1990). Muualla maailmassa näitä kokemuksia voidaan hyödyntää siten, että virhearvioinneista opitaan ja menestystarinat otetaan käyttöön vähäisin muutoksin. Esimerkiksi Euroopan unionin päästökaupasta saadut kokemukset muokkaavat parhaillaan eri puolilla Yhdysvaltoja kehittyvien päästökauppajärjestelmien muotoa.

Ennen seuraavaan kysymykseen siirtymistä on syytä käsitellä tarjolla olevan tiedon laatua ja mekanismien keskinäistä vuorovaikutusta. Ensinnäkin taloudellisia mekanismeja on helpompi arvioida kuin poliittisia mekanismeja, vaikka myös edellisiin liittyy merkittäviä epävarmuuksia. Erityisesti laajamittaisesta rakenne muutoksesta on vaikea esittää määrällisiä arvioita. Pyrinkin alla esittämään kaiken saatavilla olevan todistusaineiston ja arvioimaan sen luotettavuutta kriittisesti. Toiseksi on syytä huomioda, että yllä esittämäni mekanismit voimistavat toisiaan. Puhtaan energiateknologian hinnan laskiessa poliittinen paine kasvaa, ja ilmastopoliittinen tietotaito mahdollistaa kustannustehokkaan politiikan esimerkiksi investointeja koskevan epävarmuuden vähentämiseksi. Yksi tämän selvityksen keskeisistä johtopäätöksistä onkin, että yksipuoliset päästövähennykset on suunniteltava niin, että ne luovat tuulivuotoa sekä poliittisten että taloudellisten mekanismien kautta. Tässä mielessä esimerkiksi Euroopan unionin oman ilmastopolitiikan koherenssi sanan laajassa merkityksessä on ensiarvoisen tärkeää.

1.2 Missä olosuhteissa tuulivuotoa syntyy?

Yllä esittelemäni tuulivuodon syntymekanismit ovat luonteeltaan yleisiä, joten niiden vaikutus ei rajoitu mihinkään tiettyyn tapaan vähentää päästöjä. Tuulivuodon syntymekanismien olemassaolo ei kuitenkaan vielä kerro siitä, missä olosuhteissa niiden vaikutus on suurimmillaan. Tätä kysymystä tarkastelen arvioimalla kahta tuulivuodolle otollisten olosuhteiden kannalta keskeistä tekijää, jotka eivät ole päätöksentekijöiden käsissä. Lisäksi pohdin yksipuolisten päästövähennysten mahdollisten toteuttamistapojen vaikutusta tuulivuodon suuruuteen.

Ensimmäinen olosuhteisiin vaikuttava tekijä on **markkina-alueen laajuus**, jonka vaikutus tuulivuotoon on aivan keskeinen (Drezner 2007). Pienillä markkina-alueilla toteutettavat päästövähennykset eivät esimerkiksi juurikaan vaikuta teknologian kehitykseen laajassa mittakaavassa, vaikka yksittäisiä vastaesimerkkejäkin löytyy esimerkiksi Tanskan tuulivoimateollisuudesta. Samoin merkittävät tarjonnan muutokset tai laajamittainen poliittinen paine edellyttävät, että päästövähennyksiin tarttuvat taloudelliset jättiläiset.

Toinen olosuhteita muokkaava tekijä on **säännellyn kulutuksen ja tuotannon kansainvälisyys**. Esimerkiksi eurooppalaisiin suurkaupunkeihin sopivat joukkoliikenneratkaisut eivät välttämättä edistä liikenteen vähentämistä Yhdysvaltain maaseudulla, kun taas päästörajoitusten asettaminen autoille vaikuttaa suoraan siihen, millaista teknologiaa japanilaisen autotehtaan kannattaa hyödyntää. Poliitiikan näkökulmasta esimerkiksi kansainvälisen kaupan sääntöjen mukaiset rajatullit hiili-intensiivisille tuotteille luovat huomattavaa painetta toimenpiteille, kun taas asuntojen energiatehokkuusnormien kiristämällä ei välttämättä ole suurta poliittista vaikutusta päästörajoitusten ulkopuolisissa maissa.

Päätöksentekijät pystyvät luomaan tuulivuotoa valitsemalla tehokkaat ja helposti muualle leviävät **toteuttamistavat**. Ilmastopoliitiikan houkuttelevuutta muualla maailmassa lisäävät positiiviset kokemukset, joista taloudellinen tehokkuus ja soveltuvuus erilaisiin ympäristöihin nousevat avainasemaan. Jos nämä tekijät huomioidaan yksipuolisia päästövähennyksiä suunniteltaessa, toimenpiteiden vaikutus tehostuu suuresti pitkällä aikavälillä ja koko maailman mittakaavassa.

1.3 Kuinka paljon tuulivuotoa syntyy?

Tuulivuodon kokonaisvaikutuksen arviointi muun maailman päästökahtymiseen on haastava tehtävä, ja nykytiedon pohjalta on mahdotonta esittää täsmällisiä ja luotettavia arvioita. Aiheesta tehdyn tutkimuksen perusteella voidaan kuitenkin esittää melko suurella varmuudella tuulivuodon taloudellisen vaikutuksen suuruusluokka, erityisesti kirjallisuudessa esitettyjen ala- ja ylärajojen perusteella.

Poliittisesta tuulivuodosta ei voida esittää määrällisiä vaikutusarvioita, mutta ilmasto- ja muusta ympäristöpolitiikasta saatujen kokemusten perusteella voidaan esittää arvioita käsittelemieni poliittisten mekanismien uskottavuudesta.

Tuulivuodon taloudellisen vaikutuksen arviointi perustuu kahteen menetelmään, joista ensimmäinen keskittyy makrotaloudellisiin tekijöihin, kuten energian hinnanmuodostukseen, ja toinen keskittyy mikrotason mekanismeihin, kuten teknologian kehitykseen tietyllä toimialalla (Weyant & Olavson 1999). Makrotaloudellisten arvioiden perusteella muodostuu kokonaiskuva puhtaan energiateknologian kehityksestä osana koko talousjärjestelmää, kun taas mikrotason mekanismeihin nojaava tutkimus mahdollistaa esimerkiksi erilaisten teknologisten kehityspolkujen täsmällisemmän tarkastelun (RIVM 2004).

Yksipuolisten päästövähennysten positiivisten vaikutusten ennustamisen lisäksi hyödyllisiksi ovat osoittautuneet aiheeseen läheisesti liittyvillä aloilla tehdyt tutkimukset, kuten energiatehokkuuden parantamiseen tähtäävät hankkeet. Nämä tutkimukset perustuvat jo toteutuneiden hankkeiden pohjalta koottuun tietoon, joten niiden perusteella voidaan arvioida erityisesti teknologian kehityspotentiaalia toisesta näkökulmasta. Esimerkiksi Yhdysvaltain energiatehokkuuden parantamista tutkineet Newell et al. (1999) esittävät, että lähes 40 % teknologisesta kehityksestä johtuu energian hinnan noususta ja energiatehokkuutta koskevista säännöksistä. Samankaltaista tietoa on runsaasti tarjolla muun muassa uusiutuvan energian hintakehityksestä kolmen viime vuosikymmenen aikana tai vuoden 1973 öljykriisin vaikutuksesta energian käyttötapoihin OECD-maissa.

Sekä tuulivuodon taloudellisten että poliittisten mekanismien luotettavuuden kannalta myös tapaustutkimukset ovat osoittautuneet hyödyllisiksi. Esimerkiksi Lewis ja Wiser (2007) käsittelevät kotimaisen tuulivoimateollisuuden kasvuedellytyksiä Tanskan, Saksan ja Espanjan kaltaisissa maissa. Poliittisista vaikutusmekanismeista esimerkiksi Euroopan unionin päästökaupasta saadut kokemukset ovat osoittautuneet merkittäviksi Yhdysvaltain osavaltioiden päästökauppajärjestelmiä suunniteltaessa (Lutsey & Sperling 2008). Arvioitaessa kiistanalaisia päästövähennystapoja, kuten hiili-intensiivisille tuotteille asetettuja rajatulleja, samankaltaisten taloudellisten instrumenttien poliittiset vaikutukset muussa ympäristöpolitiikassa ovat hyödyllisiä (Charnovitz 2001; Desombre & Barkin 2002).

2 YKSIPUOLISET PÄÄSTÖVÄHENNYKSET JA TEKNOLOGIAN KEHITYS

Yksipuoliset päästövähennykset edistävät teknologian kehitystä kahdella suoraan hintamekanismiin perustuvalla tavalla. Ensinnäkin päästövähennykset luovat markkinoille painetta *tutkimus- ja kehitysrahoituksen kasvattamiseksi*, mikä laskee puhtaan energiateknologian kustannuksia. Päästövähennyksiä voidaan tukea myös julkisella tutkimus- ja kehitysrahoituksella. Toiseksi päästövähennykset johtavat puhtaan energiateknologian *kaupallistumiseen* ja käytännön kokemusten karttumiseen, mikä laskee myös puhtaan energiateknologian hintaa.

Sekä tutkimuksen ja kehityksen että kaupallistumisen vaikutusta voidaan arvioida teoreettisten ja empiiristen taloustieteellisten mallien pohjalta (Weyant & Olavson 1999). Nämä mallit jaetaan usein ns. *top-down* -malleihin, jotka perustuvat makrotaloudellisiin vuorovaikutussuhteisiin, ja ns. *bottom-up* -malleihin, jotka keskittyvät jonkin tietyn sektorin analyysiin mikrotasolla. *Top-down* -mallien etuna on mahdollisuus tarkastella energian tuotantoa ja kulutusta osana koko taloutta, kun taas *bottom-up* -mallit mahdollistavat teknologian kehityksen huomattavasti yksityiskohtaisemman tarkastelun.

Tutkimus- ja kehitysrahoituksen merkitys yksipuolisia päästövähennyksiä toteuttaessa on keskeinen kahdesta syystä. Ensinnäkin teknologian kehitys on ainakin osittain *julkishyödyke*, jota yksityinen sektori ei tuota tarpeeksi yhteiskunnan tarpeisiin (Romer 1990). Voittoa tavoittelevat liikeyritykset eivät voi asettaa täytettyä hintaa esimerkiksi puhtaaseen energiateknologiaan liittyville tutkimustuloksille, joten ne tuottavat niitä vähemmän kuin on yhteiskunnan kannalta suotavaa. Siten julkinen tutkimus- ja kehitysrahoitus voi laskea tietyn päästötavoitteen saavuttamisen kokonaiskustannuksia (Fischer & Nevell 2008). Toiseksi tutkimus- ja kehitysrahoitus lisää puhtaan energiateknologian kysyntää muualla maailmassa. Tämän vaikutuksen merkitystä voi havainnollistaa pohtimalla, mitä tapahtuisi, jos jokin taho pyrki johonkin tiettyyn päästötavoitteeseen ilman minkäänlaista teknologian kehitystä. Tässä tapauksessa puhtaan energiateknologian hinta ei muuttuisi, mutta fossiilisten polttoaineiden globaali kysyntä laskisi, mikä alentaisi niiden hintaa. Hieman kärjistäen voikin sanoa, että ilman teknologian kehitystä yksipuolisten päästövähennysten vaikutus ilmastopäästöihin muualla maailmassa olisi suurella todennäköisyydellä haitallinen.

Tutkimus- ja kehitysrahoituksen rooli ilmastopolitiikassa ei ole kuitenkaan aivan ongelmaton. Ensinnäkin pelkästään tutkimus- ja kehitysrahoitukseen perustuva ilmastopolitiikka ei vähennä päästöjä tehokkaasti. Esimerkiksi Fischer ja Nevell (2008) tarkastelevat päästövähennysmahdollisuuksia sähköntuotannossa ja toteavat, että tuki tutkimukselle ja kehitykselle tulee yhdistää hiiliveroon tai päästökauppaan. Pelkästään tutkimukseen ja kehitykseen perustuvan ilmastopolitiikan

kan keskeinen ongelma on, että se ei aseta rajoja hiili-intensiivisten polttoaineiden käytölle (Popp 2006). Päästöt vähenevät vain, jos tutkimukseen ja kehitykseen sijoitetaan niin paljon, että puhtaan energiateknologian hinta alittaa hiili-intensiivisten polttoaineiden kustannukset, vaikka niiden haittavaikutuksia ei hinnoitella.

Toinen tutkimus- ja kehitysrahoitukseen liittyvä haaste on sen kohdentaminen. Koska teknologian kehitys on osittain julkishyödyke, on rahoitusta tarjoavan tahon valittava jollain perusteella toteutettavat hankkeet. Esimerkiksi julkisen rahoituksen tehokas kohdistaminen on äärimmäisen vaikeaa, koska suurin osa alan tietotaidosta on keskittynyt yksityiselle sektorille. Pahimmillaan väärin kohdistetut tuet voivat jopa heikentää energiateknologian kehitystä. Kverndokk, Rosendahl ja Rutherford (2004) osoittavat esimerkiksi, että tuki nykyisin käytössä oleville uusiutuville energiamuodoille voi estää pitkällä aikavälillä tehokkaampien energiamuotojen kaupallistumisen.

Puhtaan energiateknologian laajamittainen käyttöönotto edellyttää sen kaupallistumista. Tutkimus- ja kehitysvaiheen jälkeen energiateknologiaa sovelletaan erilaisiin olosuhteisiin hankkeissa, joiden tavoite on tyypillisesti tuottaa edullista ja luotettavaa energiaa. Juuri kehitetyn energiateknologian soveltaminen on vaikeaa ilman kokemusta, koulutettua työvoimaa, tietotaitoa ja tarvittavaa infrastruktuuria. Siinä missä tutkimus- ja kehitysrahoitus on kohdennettava tarkasti, kaupallistuminen perustuu ennen kaikkea laajaan kysyntään ja markkinamekanismin toimintaa estävien tekijöiden poistoon. Yksipuoliset päästövähennykset luovat kysyntää puhtaalle energiateknologialle, jonka käyttöönotto laskee sen hintaa ajan kuluessa (Jaffe, Newell & Stavins 2002).⁵

Kaupallistuminenkin edellyttää usein jonkinasteista kohdentamista. Esimerkiksi hiilivero tai päästökauppajärjestelmä kohdentaa kysyntää lähinnä kaikkein edullisimpaan energiateknologiaan, mikä ei välttämättä palvele uusien energiamuotojen kaupallistumista. Esimerkiksi aurinkoenergian hinta on vielä niin korkea, että hiilivero tai päästökauppa tuskin riittävät kyseisen teknologian kaupallistamiseen lähitulevaisuudessa, koska tarjolla on edullisempia päästövähennystapoja energiansäästöstä tuuli- ja ydinvoimaan.

Uuden energiateknologian kaupallistaminen vaatii usein pienten niche-markkinoiden hyödyntämistä. Unruh ja Carmilo-Hermosilla (2006) esittävätkin, että tiettyihin erikoistarkoituksiin poikkeuksellisen hyvin soveltuvien energiamuotojen tukeminen voi pidemmällä aikavälillä johtaa niiden laajamittaiseen kaupallistumiseen. Näiden markkinoiden luominen ei myöskään edellytä valtavia investointeja tai uhkaa jo markkinoilla olevien energiantuottajien etuja ainakaan lyhyellä aikavälillä. Hyvä esimerkki niche-markkinoiden potentiaalista on tuulivoima,

⁵ Toinen kaupallistumista edistävä tekijä on puhtaan energiateknologian tuoma imagohyöty.

jonka markkinat ovat viime vuosina kasvaneet räjähdysmäisesti, kun parhaissa mahdollisissa olosuhteissa hankittu tietotaito on osoittautunut hyödylliseksi myös muualla (Lewis & Wiser 2007). Onkin mahdollista, että aurinkoenergia leviää suomalaisilta kesämökeiltä ja aurinkoisista Välimeren maista laajempaan käyttöön ajan kuluessa.

Yksipuolisten päästövähennysten vaikutusta puhtaan energiateknologian kaupallistumiseen laajassa mittakaavassa on vaikea arvioida, koska energian tuotanto ja kulutus – kuten mikä tahansa muukin merkittävä yhteiskunnallinen ilmiö – on osa laajempaa kokonaisuutta, johon vaikuttavat varsinaisen teknologian lisäksi esimerkiksi infrastruktuuri ja kulutustottumukset. Esimerkiksi Unruh (2000) on esittänyt, että fossiiliin polttoaineisiin perustuva yhteiskunta muodostaa ”teknologis-institutionaalisen kompleksin”, jonka laajamittainen purkaminen edellyttää merkittäviä ja jopa vallankumouksellisia muutoksia sekä teknologian käyttöta-voissa että poliittisissa ja taloudellisissa instituutioissa, jotka sääntelevät energiamarkkinoiden toimintaa.

Hyvä esimerkki yksipuolisten päästövähennysten kaupallistumista rajoittavista tekijöistä on tapa, jolla useimmat merkittävät energian tuotantoon kohdistuvat investoinnit toteutetaan kehitysmaissa (Bertin & Wyatt 1988; Sagar & Holdren 2002). Nämä hankkeet vaativat usein erittäin suuria ja riskialttiita investointeja, joiden toteuttamisen edellyttämää asiantuntemusta on lähinnä kaikkein suurim- milla monikansallisilla energiayhtiöillä. Näiden yhtiöiden keskeinen osaaminen periytyy ajalta, jolloin fossiilisille polttoaineille ei juuri ollut vaihtoehtoja. Tämän seurauksena ilmaston kannalta haitalliset hankkeet ovat usein sekä ostajan että tarjoajan näkökulmasta houkuttelevia, koska niihin liittyvä taloudellinen riski on vähäinen ja niiden toteuttaminen edellyttää ainoastaan jo olemassa olevien han- kesuunnitelmien sopeuttamista paikallisiin olosuhteisiin.

Hiili-intensiivisten käytäntöjen ja rakenteiden ”sitkeys” vaikeuttaa huomattavasti uusien teknologioiden kaupallistumisen arviointia. Yhtäältä on mahdollista, että suuretkin muutokset puhtaan energiateknologian hinnassa siirtyvät Euroopan unionin kaltaisista edelläkävijöistä hitaasti muualle maailmaan, ja erityisesti ke- hitysmaihin. Toisaalta tämä prosessi voi käynnistyessään olla erittäin nopea, koska aiemmin fossiilisten polttoaineiden laajamittaista käyttöä tukeneet tekno- logiset ja institutionaaliset tekijät alkavat vahvistaa puhtaan energiateknologian asemaa energian tuotannossa.

Yksipuolisten päästövähennysten vaikutuksesta puhtaan energiateknologian hin- taan ja leviämiseen on useita taloustieteellisiä tutkimuksia. *Top-down* -malleihin perustuvat arviot eivät yleensä ottaen ole yhtäpitäviä, vaan yksityiskohdista riip- puen ilmastohyödyt muualla maailmassa vaihtelevat melko suurista vaatimatto- miin (RIVM 2004). Esimerkiksi Goulder ja Schneider (1999) arvioivat ilmasto- hyödyt suuriksi, kun taas Nordhaus (2002) arvioi ilmastohyödyt melko vähäisiksi.

Molemmat mallit perustuvat tutkimukseen ja kehitykseen. Ehkä hieman yllättäen suurin osa alan tutkimuksesta ei itse asiassa esitä minkäänlaista arviota ilmastohyödyistä, vaan keskittyy tietyn päästötason saavuttamisen kustannuksiin lähimmäisessä.

Bottom-up -malleihin perustuvat tulokset ovat yhteneväisempiä kuin *top down* -mallien (RIVM 2004). *Bottom-up* -mallit perustuvat yleensä erilaisten energiateknologioiden oppimiskäyriin, joiden perusteella päästövähennysten vaikutusta puhtaan energiateknologian hintaan voidaan arvioida. Yleisesti ottaen näistä malleista voidaan päätellä, että päästövähennysten hintavaikutus on huomattava erityisesti silloin, kun puhtaalle energiateknologialle syntyy riittävän laajat markkinat. Hyvä esimerkki on Barreton ja Klaussenin (2004) analyysi siitä, kuinka Kioton pöytäkirjan ”ikuinen” voimassaolo ilman Yhdysvaltoja vaikuttaisi päästörajoitteista vapautettuihin kehitysmaihin. Heidän arvionsa mukaan puhtaan energiateknologian kehitys vähentäisi hiilidioksidipäästöjä vuositasolla lähes kolmella miljardilla tonnilla vuoteen 2100 mennessä, mikä on noin kymmenesosa ilman päästörajoitteita syntyvistä hiilidioksidipäästöistä malliin sisällytetyn IPCC SRES-B2 -skenaarion perusteella.

Yksipuolisten päästövähennysten ilmastohyötyjä voidaan arvioida myös sillä perusteella, mitkä tekijät ovat vauhdittaneet samankaltaisen teknologian leviämistä aiemmin. Tunnetuin esimerkki on tuulivoima, jonka kaupallistuminen käynnistyi Tanskan hallituksen reaktiosta vuoden 1973 öljykriisiin. Sekä Klaassen et al. (2003) että Neij et al. (2004) arvioivat Tanskan esimerkillä olleen merkittävä vaikutus muun muassa Saksan ja Ison-Britannian tuulivoimateollisuuden kehittymisessä.

Toinen hyvä esimerkki on Newellin, Jaffen ja Stavinsin (1999) tutkimus ilmastointilaitteiden ja kaasukäyttöisten vedenlämmittimien energiatehokkuuden kehittymisestä Yhdysvalloissa vuosina 1958–1993. Näiden verrattain ”kypsien” teknologioiden tapauksessa varsinainen teknologinen edistys perustui lähinnä toimialan omaehtoiseen tuotekehittelyyn, kun taas varsinaisella säätelyllä oli erityisesti kaikkein heikoimpia teknologioita markkinoilta poistava vaikutus.

Millaisissa olosuhteissa yksipuolisilla päästövähennyksillä on suurin vaikutus teknologian kehitykseen? Ensimmäinen ja luultavasti tärkein ehto teknologian kehitykselle on päästövähennysten kattaman *markkina-alueen koko*. Jos valitaan jokin tietty päästötavoite, sen toteuttamisella on sitä suurempi vaikutus teknologian kehitykseen mitä laajemmin se vaikuttaa taloudelliseen toimintaan. Sekä tutkimus ja kehitys että kaupallistuminen seuraavat etupäässä yksityisten markkinatoimijoiden valinnoista, joiden yhteisvaikutus näkyy puhtaan energiateknologian hinnassa. Kun päästöjä vähennetään laajalla alueella, puhtaalle energiateknologialle on paljon kysyntää, ja markkinoille pyrkii suuri joukko alan yrittäjiä, mikä luo aitoa kilpailua. Markkina-alueen koko vaikuttaa myös epäsuoraan saa-

tavilla olevaan julkiseen tutkimus- ja kehitysrahoitukseen, koska se edellyttää verotuloja. Resurssien puute onkin ongelma erityisesti pienille maille.

Esimerkiksi Euroopan unioni on maailman suurin markkina-alue, joka vuonna 2007 tuotti 12 % maailman hiilidioksidipäästöistä (NEAA 2008). Sen tavoite vähentää kasvihuonekaasupäästöjä viidenneksellä vuoteen 2020 mennessä voi siis merkittävästi laajentaa puhtaan energiateknologian markkinoita. Toisaalta Yhdysvaltain talous on samaa suuruusluokkaa kuin EU:n, ja se tuottaa jopa 21 % maailman hiilidioksidipäästöistä. Täten Yhdysvalloissa jo suunnitellut päästövähennykset osavaltiotasolla, ja tulevaisuudessa mahdollisesti myös liittovaltiotasolla, voivat merkittävästi laajentaa näitä markkinoita.

Teknologian kehitykseen vaikuttaa myös se, kuinka päästövähennykset kohdennetaan. Jos päästöjä vähennetään esimerkiksi jo pitkälle kehitettyä ja kaupallistunutta teknologiaa laajemmin soveltaen, dynaaminen vaikutus voi jäädä vähäiseksi. Samoin kulutustottumuksiin vaikuttaminen ei suoraan aiheuta teknologian kehitystä, ellei kysynnän uudelleen suuntautuminen kohdistu syystä tai toisesta puhtaaseen energiateknologiaan. Toinen tärkeä tekijä on se, missä määrin päästövähennykset kohdistuvat sellaisiin energian tuotannon ja kulutuksen muotoihin, jotka ovat yleisiä myös muualla maailmassa. Esimerkiksi bioenergian tuotannon laajentaminen ei juurikaan hyödytä maita, joiden ei ole mahdollista ottaa käyttöön uutta viljelymaata tai metsäalaa esimerkiksi ruokaturvallisuuden tai metsäkadon vuoksi.

Päätöksentekijöiden näkökulmasta teknologian kehitystä voidaan edistää useilla tavoilla. Keskeistä on yhdistää konkreettiset päästövähennystavoitteet sopivaan yhdistelmään suoraa tukea tutkimukselle ja kehitykselle sekä kaupallistamiseen tähtääville hankkeille. Lähtökohtana näille toimenpiteille on hyvä pitää vahvaa markkinaperustaisuutta, koska puhtaan energiateknologian kehittämisen edellyttämä tietotaito on erityisesti markkinatoimijoiden hallussa. Ei siis ole erityisen viisasta yrittää valita tulevaisuuden energiateknologiaa liian tarkalla ohjauksella, joka kohdistetaan vain tiettyihin lupaavilta näyttäviin energiamuotoihin. Parempi lähestymistapa on tukea uusia ja siis vielä esikaupallisella asteella olevia energiateknologioita laajamittaisesti, mutta välttää minkään tietyn teknologian suosimista. Hyvä esimerkki on uusien sähköntuotantotekniikoiden edistämiseen suunnattujen syöttötariffien kohdentaminen. Tarkasteleman kirjallisuuden perusteella ne on syytä kohdentaa sellaisiin energiamuotoihin, jotka tällaista tukea erityisesti kaipaavat, mutta näiden energiamuotojen välille on luotava aito kilpailutilanne. Parhaimmillaan julkinen tutkimus- ja kehitysrahoitus houkuttaa myös yksityisiä sijoituksia, mikä mahdollistaa pitkäjänteisen ja laajamittaisen tuotekehityksen.

Taulukko 1 tiivistää teknologian kehitystä edistävät tekijät.

Taulukko 1 Teknologian kehitystä edistävät tekijät.

TEKIJÄ	SELITYS
Rahoitus <i>ja</i> päästövelvoitteet	Positiiviset kannustimet edistävät tuotekehitystä, ja negatiiviset pakotteet luovat painetta ottaa teknologia käyttöön
Markkinapohjaisuus	Energiateknologian kehitykseen tarvittava tietotaito on hajautetussa muodossa yksityisellä sektorilla
Kohdennus uusille energiamuodoille	<i>Niche</i> -markkinoiden keskeinen rooli kaupallistamisessa
Laaja markkina-alue	Suuri rakenteellinen vaikutus maailmantaloudessa

3 TARJONNAN MUUTOKSET

Varsinaisen teknologian kehityksen lisäksi yksipuoliset päästövähennykset voivat vaikuttaa *puhtaan energiateknologian tarjontaan* muualla maailmassa. Tämän vaikutuksen arviointi on vaikeampaa kuin teknologian kehityksen, sillä se ei näy suoraan eri energiateknologioiden hinnoissa. Tarjonnan kasvu voi kuitenkin olla erityisen tärkeää kolmesta syystä. Ensinnäkin laaja rakenteellinen muutos esimerkiksi nopeasti teollistuvissa maissa tuskin onnistuu ilman kotimaista puhtaan energiateknologian tarjontaa. Toiseksi muualle maailmaan syntyvä puhtaan energiateknologian tarjonta luo myös edellytyksiä poliittisille päätöksille, koska alan yritykset hyötyvät päästövähennyksistä. Kolmanneksi yksipuoliset päästövähennykset voivat kannustaa monikansallisia yrityksiä harmonisoimaan tuotantotapansa, vaikka puhtaan energiateknologian markkinahinnassa ei tapahtuisi muutoksia.

Useimmat maailman valtiot säätelevät energiamarkkinoitaan tiukasti, mikä vaikeuttaa ulkomaisten toimijoiden markkinoille pääsyä. Siinä missä suurten kehityshankkeiden toteutus usein edellyttää monikansallisten suuryritysten asiantuntemusta, kotimaisilla toimijoilla on usein merkittävä kilpailuetu energian tuotannossa. Tämä tilanne on tietysti pitkällä aikavälillä harmillinen taloudellisesta näkökulmasta, mutta se vaikuttaa myös tuulivuotoon. Jos kotimaisten toimijoiden ei muualla maailmassa kannata kehittää puhdasta energiatekniologiaa ja markkinoille pääsy on vaikeaa ulkomaisille toimijoille, puhdas energiateknologia voi jäädä hyödyntämättä. Yksipuoliset päästövähennykset voivat luoda kysyntää sellaisille tuotteille, joiden valmistamisessa esimerkiksi kiinalaiset tai intialaiset yritykset ovat erityisen hyviä.

Hyvä esimerkki tarjonnan muutoksista on Intian tuulivoimateollisuus (Lewis & Wiser 2007). Esimerkiksi vuonna 2003 maan suurin tuulivoimaloiden tuottaja Suzlon myi 13 % tuotteistaan ulkomaille ja vuonna 2004 se ei tehnyt lainkaan kansainvälistä kauppaa. Kuitenkin vuonna 2004 intialaiset tuottajat pitivät hallussaan 51 % kotimaisista markkinoista. Tuulivoiman kehitys alkoi ennen kaikkea Tanskasta ja levisi ensiksi Eurooppaan, mutta Intian tuulivoimamarkkinoiden nopean kasvun takana ovat erityisesti kotimaiset yritykset, joita valtio tukee varsin avokätisesti. On kuitenkin epätodennäköistä, että valtio ja yritykset olisivat Intiassa investoineet niin määrätietoisesti tuulivoimaan ilman Tanskan ja Saksan esimerkkiä. Lisäksi tanskalaisen ja saksalaisen tuulivoimateollisuuden tutkimus- ja kehitystyö loi hyvän perustan kotimaisen tuotannon käynnistämiseksi, koska jo kehitetty konsepti oli helppo ottaa käyttöön ja sopeuttaa paikallisiin olosuhteisiin.

Muualla maailmaan syntyvä tarjonta voi myös kiihdyttää puhtaan energiateknologian hinnan alenemista, koska kilpailu markkinoista tiivistyy. Tuulivoiman

tapauksessa tanskalainen markkinajohtaja Vestas kilpailee nyt muiden eurooppalaisten tuottajien lisäksi myös esimerkiksi yhdysvaltalaisen, intialaisten ja kiinalaisten tuottajien kanssa. Kilpailu pakottaa yritykset laskemaan energiateknologian hintaa ja kehittämään yhä parempia tuotteita, mikä puolestaan ruokkii puhtaan energiateknologian käyttöönottoa muualla maailmassa.

Tarjonnan kasvu muualla maailmassa saattaa aiheuttaa ilmastohyötyjä myös poliittisista syistä. Alan tutkimuksen perusteella tiedetään varsin hyvin, että erilaisten säännösten toteuttaminen edellyttää riittävän laajaa ja intensiivistä tukea keskeisiltä eturyhmiltä (Keohane et al. 1998). Jos yksipuoliset päästövähennykset luovat edellytyksiä puhtaan energiateknologian tuotannolle muualla maailmassa, on mahdollista, että alan tuottajat järjestäytyvät ja alkavat vaatia tiukempia päästövähennyksiä tai ainakin vastustaa toimenpiteitä, jotka luovat esteitä puhtaan energiateknologian käyttöönotolle.

On myös mahdollista, että yksipuoliset päästövähennykset muokkaavat monikansallisten yritysten tuotantotapoja muualla maailmassa. Hyvä esimerkki tästä on Yhdysvaltain automarkkinat, joilla erityisesti pieniä ja tehokkaita autoja markkinoivat merkit kuten Toyota ovat ajan kuluessa vallanneet alaa lähinnä kaupunkimaasturien tuotannossa kunnostautuneilta amerikkalaisilta yrityksiltä. Vogel (1995) nimittää tätä kehitystä "kilpailuksi huipulle" (race to the top). Prakash ja Potoski (2007) tutkivat ympäristöstandardi ISO 14001:n leviämistä ja toteavat, että monikansalliset yritykset tuovat mukanaan kotimaiset tuotantotansa vähemmän tiukasti säännellyillekin markkinoille. Samoin Mielnik ja Golderberg (2002) toteavat, että suorat ulkomaiset sijoitukset ovat merkittävä kehitysmaiden energiatehokkuutta parantava tekijä. Niissä maissa, joissa suorien ulkomaisten sijoitusten määrä on suuri bruttokansantuotteeseen nähden, energiatehokkuus on huomattavasti parempi kuin muualla.

Tarjonnan kasvu muualla maailmassa on poliittisen päätöksenteon näkökulmasta monimutkainen kysymys. Olen käsitellyt ilmiötä yllä positiivisesta näkökulmasta ja painottanut syitä, joiden vuoksi tarjonnan kasvu voi luoda tuulivuotoa. Tarjonnan kasvu muualla maailmassa voi kuitenkin aiheuttaa myös ongelmia, jotka johtuvat pitkälti samoista tekijöistä, joiden vuoksi se on suotavaa. Tarjonnan kasvu on erityisen tärkeää laajamittaisen energiamarkkinoiden sääntelyn ja siitä seuraavien markkinahäiriöiden vuoksi, mutta näissä olosuhteissa on myös mahdollista, että nuo markkinahäiriöt pahenevat. Jos yksipuoliset päästövähennykset kannustavat muita maita omaksumaan toimenpiteitä kotimaisen energiateollisuuden kehittämiseksi, näiden maiden energiamarkkinat eivät kehity kilpailun vaan valtiollisen tuen pohjalta. On esimerkiksi mahdollista, että jonkin suuren kehitysmaan markkinoille syntyy tehoton valtionyhtiö, joka itse asiassa hidastaa kyseisen maan siirtymää kohti vähähiilistä yhteiskuntaa pitkällä aikavälillä.

Tarjonnan muutoksiin liittyvät ongelmat ovat yleisemmin seurausta "toiseksi parhaan" periaatteesta taloustieteissä (Krishna & Panagariya 2000). Puutteellisilla energiamarkkinoilla valtiollinen väliintulo on usein tarpeellista, ja oikealla tavalla toteutettuna se voi vahvistaa yksipuolisten päästövähennysten positiivisia kerrannaisvaikutuksia. Tähän näkökulmaan liittyy kuitenkin kaksi ongelmaa. Yhtäältä on erittäin vaikeaa tietää tarkalleen, millaiset toimenpiteet toimivat parhaiten. Toisaalta poliittiset päätöksentekijät eivät energia-asioissakaan aina pyyteettömästi aja koko yhteiskunnan etua – koko maailmasta puhumattakaan. Alempana esitän mahdollisia toimenpiteitä tämän ongelman korjaamiseksi.

On myös hyvä muistaa, että ongelman käänköpuoli on epätoivottava sääntely siellä, missä yksipuoliset päästövähennykset toteutetaan. Poliitikantekijät niin Euroopassa kuin Yhdysvalloissakin perustelevat usein päästövähennyksiä kotimaisten työpaikkojen luonnilla. On toki mahdollista, että kotimaiset yrittäjät menestyvät puhtaan energiateknologian markkinoilla ilman suoranaista tukea, mutta usein päästövähennystavoitteiden toteuttamiseksi laadittu lainsäädäntö suosii kotimaisia tuottajia tavalla tai toisella. Tällaiset toimenpiteet voivat olla poliittisesti välttämättömiä päästövähennysten toteuttamiseksi, mutta ne johtavat paitisi tehottomaan energian tuotantoon myös tarjonnan kasvun hidastumiseen muualla maailmassa.

Hyvä esimerkiksi yksipuolisten päästövähennysten vaikutuksista on jo ylemmänäkin tarkasteltu tuulivoiman kysynnän kasvu. Kuten Lewis ja Wiser (2007) esittävät, oikeastaan kaikissa tuulivoimaan laajassa mittakaavassa investoineissa maissa kotimaista tuulivoimateollisuutta tuettiin erilaisin ohjaukskeinoin. Esimerkiksi Espanja on rakentanut tuulivoimateollisuuttaan asettamalla tuotannolle kotimaisuusasteeseen liittyviä vaatimuksia, ja Saksa on tukenut rahallisesti tuulivoimahankkeita, joiden voidaan katsoa kehittävän saksalaisen tuulivoimateollisuuden osaamista. Muita samankaltaisia ohjaukskeinoja ovat muun muassa rangaistustullit ulkomaalaiselle teknologialle ja edulliset vientiluotot. Esimerkiksi tuulivoiman tapauksessa nämä toimenpiteet ovat johtaneet kysynnän räjähdysmäiseen kasvuun, mutta toisaalta tuulivoimateknologia olisi voinut kehittyä vieläkin nopeammin, jos kaikki toimenpiteet olisi toteutettu niin, että ne eivät suosi minikään tietyn alueen tai maan markkinatoimijoita.

Tarjonnan muutoksien arvioimiseksi ei ole tarjolla taloustieteellisiä malleja tai systemaattista dataa. Syy tähän valitettavaan asiantilaan on mekanismin monimutkaisuus ja riippuvuus julkisen vallan käyttämisestä ohjaukskeinoista. Siinä missä puhtaan energiateknologian hinnanmuutosta voidaan arvioida pelkistettyjen taloudellisten vuorovaikutussuhteiden pohjalta, tarjonnan muutokset ovat huomattavan epävarmoja ja riippuvaisia suorasta poliittisesta tuesta. On esimerkiksi erittäin vaikeaa arvioida systemaattisesti, millä mailla on potentiaalia esimerkiksi uudelle tuulivoimateollisuudelle. Niinpä tarjonnan muutokset ovat usein tapaus- ja maakohtaisia.

Missä olosuhteissa tarjonnan muutoksien voi odottaa tapahtuvan? Laaja markkina-alue ja tiukat päästötavoitteet lienevät taas kerran eduksi, koska ne luovat kysyntää tuotannolle muualla maailmassa. Toisaalta tuulivoiman leviäminen pienestä Tanskasta ensin laajemmille eurooppalaisille markkinoille – erityisesti Saksaan – ja sittemmin muualle maailmaan osoittaa, että tarjonnan muutokset voivat saada alkunsa pienemmilläkin markkinoilla, jos julkisen vallan tuki on riittävän vahvaa ja olosuhteet ovat muutenkin hyvät (Porter 1990). Tunnetuin kotimainen esimerkki näistä mahdollisuuksista on tietysti Nokian menestys telekommunikaatiosektorilla.

Tarjonnan muutosten kannalta erityisen tärkeää on aito kansainvälinen kilpailu ja puhtaan energiateknologian soveltuvuus muualle maailmaan. Kilpailu on välttämätöntä siinä mielessä, että ulkomaisten yritysten on mahdotonta oppia päästövähennystoimenpiteistä tai soveltaa niitä, jos ne eivät ole saavuttaneet tiettyä osaamisen tasoa. Soveltuvuus muun maailman olosuhteisiin on tärkeää, koska niiden energiamarkkinoilla ei ole kysyntää energiateknologioille, jotka eivät sovellu paikallisiin olosuhteisiin. Esimerkiksi arktisissa olosuhteissa rakentamisen energiatehokkuutta parannetaan eri tavoin kuin trooppisilla leveysasteilla.

Yksipuolisia päästövähennyksiä toteutettaessa keskeistä on tarjota puhtaan energiateknologian leviämislle mahdollisuus, jos tavoitteena on luoda tuulivuotoa. Toteutettavat toimenpiteet tulee valita niin, että myös ulkomaisilla toimijoilla on mahdollisuus hyötyä puhtaan energiateknologian laajenevista markkinoista ja siten käynnistää oppimisprosessi, joka luo samaisen energiateknologian tarjontaa muualle maailmaan. Tästä näkökulmasta on siis vältettävä erityisesti suoraan kotimaisia toimijoita suosivia tukimuotoja, kuten tietyn kotimaisuusasteen vaatimista tai suoraa taloudellista tukea kotimaisille yrityksille. Pitkällä aikavälillä aidon kilpailutilanteen kehittyminen voi jopa hyödyttää kotimaisia energia-alan yrityksiä, koska niiden on ponnisteltava tuottavuuden ja laadun parantamiseksi.

Tämän vapaaseen markkinatalouteen perustuvan lähestymistavan käänköpuoli on päästövähennysten poliittinen hyväksyttävyyden kotimaassa, jota on joskus mahdollista edistää kohdentamalla tukea vaikutusvaltaisille eturyhmille. Tuulivuodon näkökulmasta tällaiset toimenpiteet ovat todennäköisesti haitallisia, joten niitä tulisi toteuttaa vain, jos se on välttämätöntä esimerkiksi yksipuolisten päästövähennysten edellyttämän lainsäädännön toteuttamiseksi.

Tarjonnan muutosten täysimittainen hyödyntäminen edellyttäne myös kansainvälistä yhteistyötä. Kuten olen yllä esittänyt, myös hallitukset muualla maailmassa tekevät energiapolitiikkaa poliittisten paineiden alla. Yksipuolisia päästövähennyksiä toteutettaessa on yhtäältä hyvä tarjota näistä maista tuleville yrityksille mahdollisuus osallistua puhtaan energiateknologian kehittämiseen, mutta toisaalta voi olla hyödyllistä edellyttää niiden hallituksilta tiettyihin avoimen

kilpailun pelisääntöihin sitoutumista. On kaikkien osapuolien edun mukaista luoda todellista kilpailua puhtaan energiateknologian kehittämiseksi, joten yksipuolisten päästövähennysten luomille markkinoille pääsyn ehdoksi voi asettaa muun muassa sitoumuksen energiapoliittisiin uudistuksiin. Tämänkaltaisen yhteistyö sopii hyvin yhteen myös suoranaisten teknologian siirron kanssa, joka edellyttää esimerkiksi patenttilainsäädännöstä ja muista käyttöehdoista sopimista (Stern 2006).

4 EPÄVARMUUDEN VÄHENEMINEN

Puhtaan energiateknologian laajamittainen kehittäminen ja käyttöönotto on pitkän aikavälin prosessi, sillä esimerkiksi vähäpäästöisen hiilivoimalan käyttöikä voi olla kymmeniä vuosia. Maailman energiantuotannon vuosittainen arvo nousee tuhansiin miljardeihin euroihin, joten siirtyminen vähäpäästöistä yhteiskuntaa edellyttää mittavia investointeja. Näiden kahden tekijän yhdistelmän seurauksena energiainvestointeihin liittyvän *epävarmuuden vähenemisellä* on keskeinen osa yksipuolisten päästövähennysten ilmastohyötyjä arvioitaessa.

Ilmastopolitiikassa on useita epävarmuustekijöitä, mutta kaikkein tärkein näistä on se, onko puhtaalle energiateknologialle todella kysyntää tulevaisuudessa. Jos lähdetään siitä oletuksesta, että puhdas energiateknologia ei vielä tulevana kahdena tai kolmena vuosikymmenenä saavuta merkittävää hintaetua fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna, tulevaisuuden kysynnän kannalta tärkein tekijä on valtioiden uskottava sitoumus asteittain tiukkeneviin päästötavoitteisiin. Jos päättökentekijät eivät kykene "sitomaan käsiään" (North & Weingast 1989), pääomasijoittajat eivät voi odottaa laajamittaisten investointien puhtaaseen energiateknologiaan tuottavan voittoa suurella varmuudella. Jos hankkeiden taloudellinen elinkelpoisuus on epävarma, odotettavissa olevan tuoton on oltava erittäin suuri, jotta hanke kannattaa toteuttaa. Tämän seurauksena ainoastaan kaikkein houkuttelevimmat hankkeet saavat pääomaa alhaisella korolla, mikä käytännössä estää laajamittaiset investoinnit puhtaaseen energiateknologiaan. Ainoa poikkeus on se mahdollisuus, että puhtaan energiateknologian kannattavuus ylittää fossiiliset polttoaineet, vaikka haitallisia ulkoisvaikutuksia ei oteta huomioon. Tämä on epätodennäköistä muuten kuin erittäin pitkällä aikavälillä.

Hyvä esimerkki tästä epävarmuudesta on maailman johtavien öljy-yhtiöiden reaktio maailmanlaajuisen ilmastopolitiikan haparoiviin ensiaskeliin 1990-luvun jälkipuolella ja 2000-luvun alkuvuosina (Pulver 2007). Euroopan johtavat öljy-yhtiöt, alankomaalainen Shell ja brittiläinen British Petroleum asettuivat jo 1990-luvulla tukemaan Kioton pöytäkirjaa ja investoivat uusiutuvien energiamuotojen kehittämiseen. Yhdysvalloissa maailman johtava öljy-yhtiö Exxon Mobil taas keskittyi ilmastotieteen kyseenalaistamiseen ja silloisten ympäristölainsäädäntöä vastustavien päätöksentekijöiden tukemiseen. Näiden täysin päinvastaisten liiketoiminnallisten strategioiden taustalla on useita tekijöitä, mutta keskeisten päätöksentekijöiden ja asiantuntijoiden näkemykset kunnianhimoisen ilmastopolitiikan todennäköisyydestä tulevaisuudessa olivat Pulverin (2007) mukaan avainasemassa.

Ylempänä olen käsitellyt sekä yksipuolisten päästövähennysten hyviä että huonoja puolia, mutta epävarmuuden vähenemisen kannalta sitoumus yksipuolisiin päästövähennyksiin on yksiselitteisesti hyvä asia. Jos jokin merkittävä markkina-

alue sitoutuu vähentämään päästöjä, puhtaan energiateknologian kysyntä kasvaa vastaavasti, ja aiemmin toteuttamiskelvottomille hankkeille syntyy kysyntää. Alempana käsittelen myös yksipuolisten päästövähennysten poliittisia kerrannaisvaikutuksia, kuten positiivista esimerkkiä ja painetta omaksua samankaltaisia toimenpiteitä muualla maailmassa.

Varsinaista data-analyysia yksipuolisten päästövähennysten vaikutuksesta ilmastopolitiikkaan liittyvään epävarmuuteen ei ole saatavilla, koska kyse on verrattain uudesta ilmiöstä ja pääomamarkkinoilla vallitseviin näkemyksiin vaikuttavat samanaikaisesti useat muutkin tekijät. Alan yritysten omien näkemysten perusteella voi kuitenkin todeta, että alalla vallitseva epävarmuus on todellinen este merkittäville investoinneille ja sen vähentäminen on siten erityisen tärkeää. Esimerkiksi yhdysvaltalaisen Duke Energy Corporationin hallituksen puheenjohtaja ja toimitusjohtaja James E. Rogers (2007) totesi maan senaatille toivovansa "kongressin korvaavan epävarmuuden selkeydellä ... sähkön tuotannossa, jossa pääomainvestoinnit ovat suuria ja pitkäaikaisia, selkeä viesti ilmastopolitiikan suuntaviivoista on kriittisen tärkeä".

Myös Euroopan unionin päästökaupan ensimmäisen kauden hintakehityksestä voi tehdä tiettyjä päätelmiä epävarmuuden merkityksestä. Esimerkiksi vuoden 2008 joulukuun ns. *forward*-hinta, jota voi pitää markkinoiden odotusarvona kyseisen ajankohdan todellisesta hinnasta, nousi vuoden 2005 helmikuun noin seitsemästä eurosta jopa 33 euroon vuoden 2007 huhtikuussa ja tasoittui sitten noin 22 euroon vuoden 2007 syyskuussa (Mission Climat 2008). On erityisesti syytä panna merkille, kuinka paljon päästöoikeuksien hinta vaihteli. Vaikka kyseessä oli vain parin vuoden päähän ulottuva odotusarvo ja Euroopan unioni oli jo laillisesti sitoutunut päästökaupan toteuttamiseen, kaupankäynti markkinoilla oli vähäistä ja odotukset epäselviä. Tuotto-odotukset vuosikymmenien ajalta ilman vastaavaa maailmanlaajuisia sitoumusta ovat luonnollisesti huomattavasti epävarmempia.

Epävarmuuden vähenemisen kannalta markkina-alueen koko on erityisen tärkeässä asemassa. Ensinnäkin pienillä markkina-alueilla toteutettavat päästövähennykset eivät itsessään muokkaa sijoittajien odotuksia maailman mittakaavassa pitkällä aikavälillä, vaikka sitoumus näihin päästövähennyksiin olisi täysin uskottava ja laajamittainen. Toiseksi pienten maiden omaksumat sitoumukset eivät myöskään vaikuta maailmanlaajuisen yhteistyön todennäköisyyteen samalla tavalla kuin suurempien maiden toimenpiteet.

Jos esimerkiksi Euroopan unioni ja Yhdysvallat pääsisivät sopimukseen laajamittaisista päästövähennyksistä, merkittävä osa maailman energiamarkkinoista olisi suoraan päästövaikutusten alaisuudessa. Tällainen sopimus mahdollistaisi itsessään merkittävät investoinnit puhtaaseen energiateknologiaan. Lisäksi se välit-

täisi markkinoille viestin, että ilmastopolitiikkaa tehdään suurella todennäköisyydellä tulevaisuudessakin.

Säänneltävän tuotannon laadusta ei voida tehdä kovin perusteellisia johtopäätöksiä. Jos esimerkiksi Euroopan unioni sitoutuu erityisesti liikenteen päästöjen vähentämiseen, tämä on selkeä viesti autovalmistajille. Samoin sitoumus tuulivoiman laajentamiseksi vähentää epävarmuutta tuulivoimamarkkinoilla. Toisaalta sitoumus johonkin tiettyyn päästövähennystapaan tarkoittaa, että muihin keinoihin liittyvä epävarmuus ei vähene samassa suhteessa.

Päästövähennyksiä toteutettaessa keskeisintä on selkeä sitoumus ja johdonmukaisuus. Jos toiveena on vähentää epävarmuutta, uskottava sitoumus kunnianhimoisiin toimenpiteisiin johtaa suurimpaan mahdolliseen vaikutukseen. Johdonmukaisuus on samoin tärkeää, koska sekalaiset toimenpidekokonaisuudet, joiden jatkosta ei ole varmuutta, saattavat jopa lisätä epävarmuutta.

5 ESIMERKKIVAIKUTUS JA POLIITTINEN PAINEN

Yllä käsittelemäni tuulivuodon mekanismit ovat olleet etupäässä taloudellisia. Kuitenkin esimerkiksi Euroopan unionin sitoumus vähentää päästöjään viidenneksellä vuoteen 2020 mennessä on myös poliittinen toimenpide, joka lisää EU:n uskottavuutta kansainvälisissä ilmastoneuvotteluissa, vaikka nämä päästövähennykset eivät vielä hidastakaan ilmastonmuutosta merkittävästi. Tästä poliittisesta motiivista kertoo myös lupaus, että päästöjä vähennetään jopa 30 %:lla, jos kattava kansainvälinen ilmastopöytäkirja syntyy.

Näitä yksipuolisten päästövähennysten poliittisia seurauksia nimitän *esimerkki-vaikutukseksi ja poliittiseksi paineeksi*. Esimerkkivaikutuksella viitataan ennen kaikkea yksipuolisten päästövähennysten luomaan positiiviseen kannustimeen. Se, että jokin toimija kykenee vähentämään päästöjään merkittävästi, lähettää muille toimijoille selkeän merkin siitä, että kunnianhimoinen ilmastopoliittikka on mahdollista. Poliittisella paineella tarkoitan taas niitä negatiivisia seurauksia, joille ilmastopoliittikan ulkopuolelle jättäytyvät toimijat altistuvat. Ilmastopoliittikkaa ajava taho voi esimerkiksi olla haluton jatkamaan taloudellista tai sotilaallista yhteistyötä sellaisen toimijan kanssa, joka ei suostu vähentämään päästöjään. Tämä vaikutus johtuu erityisesti siitä, että yksipuolinen sitoumus päästövähennyksiin on uskottava viesti siitä, että niiden toteuttaja pitää ilmastopoliittikkaa tärkeänä asiana ja edellyttää muilta toimijoilta yhteistyötä.

Esimerkkivaikutus kanavoituu sekä julkisen mielipiteen että päätöksentekijöiden muuttuvien näkemysten kautta. Julkisen mielipiteen muokkautuminen on monimutkainen prosessi, mutta eräs yleinen vasta-argumentti ilmastopoliittikalle on väite, että muuallakaan maailmassa ei tehdä asian eteen mitään. Jos jokin toimija sitoutuu yksipuolisiin päästövähennyksiin, tämän vasta-argumentin arvo laskee. Esimerkiksi Yhdysvalloissa päästövähennyksiä vastustavat tahot ovat korostaneet, että eurooppalaisten into saattaa Kiiton pöytäkirja voimaan johtuu ennen kaikkea siitä onnekaasta sattumasta, että Itä-Saksan ja Ison-Britannian päästöt kääntyivät reippaaseen laskuun 1990-luvulle tultaessa (kts. esim. McNamara & Lieberman 2008). Jos EU onnistuu vähentämään päästöjään jatkossa, tällä väitteellä ei voida enää perustella toimetttömyyttä.

Toinen merkittävä kanava esimerkkivaikutukselle ovat päätöksentekijöiden muuttuvat näkemykset. Ilmastopoliittikka on verrattain uusi asia minkä tahansa maan poliittisella agendalla, ja perinteisempiin asiakysymyksiin keskittyneille poliitikoille perustellun näkemyksen muodostaminen on äärimmäisen vaikeaa. Rabe (2004) huomauttaakin, että esimerkiksi Yhdysvalloissa osavaltiotason ilmastopoliittikka perustui alkujaan yksittäisten toimijoiden aloitteellisuuteen, ja joissain osavaltioissa ilmastopoliittisia toimenpiteitä jopa peiteltiin julkisuudelta negatiivisen reaktion välttämiseksi. Tällaisissa olosuhteissa muualta maailmasta

tuleva positiivinen esimerkki voi olla erityisen tärkeässä asemassa sekä poliittisten näkemysten selventämiseksi että toimintastrategian luomiseksi.

On kiinnostavaa arvioida, onko esimerkiksi EU:n päästökauppa vaikuttanut julkiseen mielipiteeseen ja poliittisten päätöksentekijöiden näkemyksiin muualla maailmassa. Jo vuonna 2003 Christiansen ja Wettestad (2003) kutsuivat EU:ta päästökaupan "edelläkävijäksi", ja sen jälkeen päästökauppajärjestelmiä onkin otettu käyttöön muualla maailmassa. Yhdysvalloissa sekä läntiset osavaltiot, kuten Kalifornia, että koilliset osavaltiot, kuten New York ja Massachusetts, suunnittelevat omien päästökauppajärjestelmiensä käyttöönottoa. Huomionarvoista on myös, että vuonna 2006 Kalifornian kuvernööri Arnold Schwarzenegger julkisti sopimuksen Ison-Britannian silloisen pääministeri Tony Blairin kanssa ilmastopolitiikan kehittämiseksi. Nytemmin myös alun perin Kioton pöytäkirjan ulkopuolelle jättäytynyt Australia on ilmoittanut aloittavansa päästökaupan vuonna 2010 (Wong 2008).

Poliittisessa paineessa on kyse erityisesti uskottavasta sitoumuksesta, joka vakuuttaa muut toimijat siitä, että yksipuolisten päästövähennysten toteuttaja pitää asiaa erityisen tärkeänä (kts. Fearon 1994). Se, että esimerkiksi Euroopan unioni sitoutuu pitkällä aikavälillä kahden asteen tavoitteeseen, ei välttämättä vakuuta Yhdysvaltoja tai Kiinaa, koska tällainen sitoumus ei ole nykyisiä politiikkoja sitova. Sen sijaan lyhyen aikavälin tavoitteet, joiden toteuttaminen ei ole ilmaista, osoittavat selkeästi, että EU asettaa suuren painoarvon ilmastopolitiikalle. Tämän seurauksena Yhdysvallat ja Kiina saattavat esimerkiksi ottaa tosissaan sen mahdollisuuden, että EU asettaa rajatulleja hiili-intensiivisille teollisuustuotteille, jos viejamaat eivät kykene itse vähentämään päästöjään (Biermann & Brohm 2005). Lisäksi niiden valmius tehdä myönnytyksiä juuri tässä asiassa voi kasvaa, jos ne tarvitsevat EU:n kumppanuutta itselleen erityisen tärkeissä kysymyksissä, kuten teknologian kehityksessä (Kiina) ja terrorismin vastaisessa sodassa (Yhdysvallat).

Jos yksipuolisten päästövähennysten toteuttajalla on takanaan myös maailman yleinen mielipide, toimettomuus voi heikentää vastaan haraavan maan mainetta laajemmin (Chayes & Chayes 1993). Esimerkiksi Balin ilmastokokouksessa Yhdysvaltain hallinnon vastahakoinen linja herätti suurta vastustusta useimpien neuvottelijoiden keskuudessa. Esimerkiksi Papua-Uuden-Guinean edustajan yleiskokouksessa esittämä vaatimus, että Yhdysvallat "johtaa, seuraa, tai väistyy tieltä" sai myrskyisät suosionosoitukset (CNN Asia 2007).

Onko yksipuolisilla päästövähennyksillä haitallisia poliittisia vaikutuksia muualla maailmassa? Ilmastopolitiikan tapauksessa tämä on melko epätodennäköistä. Yleisesti ottaen julkishyödykkeisiin, kuten päästövähennyksiin, liittyy ns. "vapaaamatkustajan ongelma" (Olson 1965). Tämän logiikan mukaan yksipuoliset päästövähennykset voisivat vähentää muiden toimijoiden kannustinta ryhtyä

toimeen, koska joku muu on jo ottanut asian hoidettavakseen. Tällainen vapaa-
matkustaminen on kuitenkin varsin epätodennäköistä, koska lämpenemisen
merkittävä hidastaminen edellyttää maailmanlaajuisia toimenpiteitä pitkällä aika-
välillä (kts. myös Carraro & Siniscalco 1993). Yksipuoliset päästövähennykset
tuskin siis pahentavat jo olemassa olevaa vapaa-
matkustajan ongelmaa juuri
lainkaan. Euroopan unionin tapauksessa viidenneksen päästövähennykset vuo-
teen 2020 mennessä eivät vaikuta ilmaston lämpenemiseen juuri lainkaan. Näi-
den toimenpiteiden varsinainen merkitys on ottaa ensiaskel kohti vähäpäästöistä
yhteiskuntaa suuressa mittakaavassa.

Poliittisen paineen ja esimerkivaikutuksen kannalta markkina-alueen koko ja
toimenpiteisiin ryhtyvän valtion tai valtioryhmän poliittinen painoarvo ovat avain-
asemassa. Ruotsin tai Norjan kaltaisten pienten valtioiden ilmastojohtajuus tus-
kin herättää laajaa huomiota muualla maailmassa, ellei sitä kytketä koko EU:n
laajempaan strategiaan. Esimerkivaikutuksen kannalta keskeisenä haasteena
on yksinkertaisesti pienten maiden vähäinen näkyvyys. Sekä yleinen mielipide
että poliitikot Kiinan ja Yhdysvaltain kaltaisissa maissa tietävät hyvin vähän täl-
laisten maiden olosuhteista, joten niiden luoma kannustin on vähäinen. Poliitti-
sen paineen näkökulmasta ongelma on tällaisten maiden vähäinen vaikutusvalta.
Siinä missä esimerkiksi EU:lla on mahdollisuus todella toimia Kiinan tai Yhdysval-
tain intressejä vastaan erinäisissä asiakysymyksissä, pienillä mailla ei tällaista
valtaa ole.

Päästövähennysten kohdistamisella on myös merkityksensä. Esimerkivaikutuk-
sen kannalta keskeisintä on sellaisten toimenpiteiden toteuttaminen, joilla voisi
olla rooli myös muualla maailmassa. EU:n päästökauppa on hyvä esimerkki siinä
mielessä, että lähes kaikkialla maailmassa poliitikot ovat havainneet energiaveron
korotuksen poliittisesti vaikeaksi toimenpiteeksi, vaikka sen vaikutukset ovat
lähes yhtäpitävät päästökaupan kanssa (Weitzman 2007). Päästökauppa on
myös laaja toimenpide, joka puuttuu suoraan kaikkein tärkeimpään päästöjä
tuottavaan sektoriin eri energiantuotantoon. Positiivisen esimerkin kannalta
olennaisen tärkeää on myös sellaisten toimenpiteiden toteuttaminen, joilla on
hyödyllisiä sivuvaikutuksia. Esimerkiksi uusiutuvan energian tuottaminen luo
työpaikkoja, joiden merkitystä politiikassa on vaikea yliarvioida.

Poliittisen paineen luominen yksipuolisten päästövähennysten kautta on varsin
monimutkainen ongelma. Yhtäältä toimenpiteiden tulisi olla uskottavia ja ehkäpä
suorastaan sellaisia, että pitkälle menevien vastatoimenpiteiden, kuten rajatulli-
en, uhka tulee jollain tavalla esille. On vaikea kuvitella, että Yhdysvaltain hallin-
non viimeaikaiset myönnytykset ilmastoneuvotteluissa eivät olisi missään yhtey-
dessä maailmanlaajuiseen painostukseen. Siinä mielessä esimerkiksi rajatullien
tai myös tuontituotteita koskevien standardien mahdollisuus voi olla tärkeässä
roolissa yksipuolisia päästövähennyksiä toteuttaessa. Toisaalta pitkällä aikavälillä
ilmastopoliitikka edellyttää laajamittaista yhteistyötä ja luottamusta, joten liian

aggressiiviset toimenpiteet voivat olla enemmän haitaksi kuin hyödyksi. Jos esimerkiksi Kiinan tai Intian kaltaiset nopeasti teollistuvat maat katsovat niillä olevan vain vähän voitettavaa ja paljon menetettävää kansainvälisissä ilmastoneuvotteluissa, yhteistyöstä on vaikea sopia, koska keskinäiselle luottamukselle ei ole edellytyksiä (Najam et al. 2005).

Tästä näkökulmasta onkin luultavasti hyödyllistä, että yksipuolisiin päästövähennyksiin liitetään myös positiivisia kannustimia. Euroopan unionin lupaus korottaa päästövähennystavoitteensa 30 %:iin on yksi esimerkki tästä, mutta esimerkiksi teknologian siirto kehitysmaihin tai lupaus edistää monenkeskisiä kauppaneuvotteluja maataloustukia leikkaamalla voi olla tehokkaampaa, jos avainasemassa olevat valtiot muualla maailmassa pitävät näitä asioita erityisen tärkeänä. Sekä esimerkivaikutuksen että poliittisen paineen kannalta on hyödyllistä antaa ymmärtää, että tavoitteena on kaikkia osapuolia hyödyttävä yhteistyö, jossa erilaiset "erityisolosuhteet" otetaan mahdollisimman tarkasti huomioon – mutta ei niin, että ne vaarantaisivat varsinaisen tavoitteen eli ilmastonmuutoksen hidastamisen.

6 ILMASTOPOLIITTISEN TIETOTAIDON LEVIÄMINEN

Ilmastonmuutos on poliittisena haasteena verrattain uusi. Sen torjunnan edellyttämät yhteiskunnalliset muutokset ovat aivan eri suuruusluokkaa kuin perinteisempien ympäristöongelmien, kuten ilman ja veden saastumiseen, jotka usein edellyttävät lähinnä sektorikohtaisia ja mahdollisesti paikallisia tai alueellisia toimenpiteitä. Päätöksentekijöiltä ilmastonmuutos edellyttää siis laajamittaista yhteiskuntasuunnittelua, ja aivan erityisesti vähähiilistä yhteiskuntaa tukevien instituutioiden suunnittelua.

Näiden instituutioiden kehittäminen vaatii *ilmastopoliittista tietotaitoa*. Ilmasto- haasteen ainutkertaisuus vaikeuttaa instituutioiden suunnittelua, koska aiemasta kokemuksesta on vain rajatusti hyötyä. Koska ilmastonmuutos ja sen torjunta vaikuttavat koko yhteiskuntaan, instituutioiden suunnittelu on monimutkainen prosessi, jossa on otettava huomioon erilaisten eturyhmien ja toimialojen edut. Päätöksentekijöiden on huomattavasti helpompaa tarttua toimeen, jos esimerkkejä hyvistä ja huonoista toimintamalleista on tarjolla (Victor et al. 2005).

Ongelma on erityisen vaikea kehitysmaille, joiden hallintokoneiston käytössä olevat resurssit ovat muutenkin rajalliset. Näiden maiden voi olla vaikea sitoa konkreettisia resursseja ja inhimillistä pääomaa pitkällä aikavälillä vaikuttaviin ja monimutkaisiin ilmastohankkeisiin, jotka voivat hyvin epäonnistua ilmastopoliittisen tietotaidon puutteen vuoksi. Erityisesti näille maille mahdollisuus tarkkailla kehittyneiden maiden ilmastopoliittikkaa ja ”kopioida” toimivia malleja on tärkeä. Pitkälle kehitetyt toimintamallit, joista on saatu hyviä kokemuksia muualla maailmassa, vähentävät ilmastopoliittikan vaihtoehtokustannuksia ja epävarmuutta. Kuten mitkä tahansa muutkin poliittiset, taloudelliset ja hallinnolliset innovaatiot, ilmastopoliittinen tietotaito leviää maasta toiseen (Dolowitz & Marsh 2000). Yksipuoliset päästövähennykset voivatkin toimia lähtölaukauksena tälle prosessille.

Päästökauppa toimii taas hyvänä esimerkkinä siitä, mitä ilmastopoliittinen tietotaito on ja kuinka se leviää (Kruger et al. 2007). Päästökauppajärjestelmän voi toteuttaa monella tavalla. Päätöksentekijöiden on esimerkiksi valittava, jaetaan-ko päästöoikeudet teollisuudelle ja muille toimijoille ilmaiseksi vai huutokaupalla. Lisäksi on valittava, mitkä laitokset kuuluvat päästökaupan alaan. Näiden valintojen ohella päätöksentekijöiden on luotava rakenteet esimerkiksi päästökauppajärjestelmän muokkaamiselle ajan myötä karttuvan kokemuksen perusteella ja erilaisilta eturyhmiltä, kuten energiateollisuudelta ja ympäristöjärjestöiltä, saatavan palautteen perusteella. Esimerkiksi EU:n päästökauppa on tarjonnut vastaan- vanlaisia järjestelmiä suunnitteleville päätöksentekijöille hyvän tilaisuuden arvioida eri vaihtoehtojen hyviä ja huonoja puolia. Vuosien 2005–2007 kokemukset

villisti heilahtelevista hinnoista ja erityisesti niiden romahduksesta, kun liian avokätisten kansallisten jakosuunnitelmien vaikutukset selvisivät, tarjoavat muulle maailmalle mahdollisuuden välttää nämä virheet.

Käytännön kokemus auttaa myös hälventämään ilmastopoliitikan kustannuksiin liittyviä virhekäsityksiä. Ympäristöpolitiikassa on varsin yleistä, että toimenpiteiden kustannukset yliarvioidaan ennen niiden toteuttamista (Harrington et al. 2000; Haq et al. 2001). Kansainväliset esimerkit ovat tietotaitoa, jotka vähentävät virhearviointien riskiä.

Toinen hyvä esimerkki ilmastopoliittisen tietotaidon leviämisestä on Yhdysvaltain ilmastopoliitikan kehittyminen, joka on liittovaltion tason passiivisuuden vuoksi perustunut erityisesti yksittäisten osavaltioiden toimenpiteisiin. Raben (2004) laajaa huomiota herättänyt analyysi eri osavaltioiden 1990-luvun loppua kohden käynnistämistä toimenpiteistä korostaa erityisesti sitä, kuinka taloudellisesti ja poliittisesti näennäisen samankaltaiset osavaltiot ovat tehneet täysin erilaisia ilmastopoliittisia linjauksia. Tämä hajanainen prosessi kertoo yhtäältä siitä, ettei yhdysvaltalaisilla päätöksentekijöillä ollut käytössään yhtä oikeaa "reseptiä", johon hyvä ilmastopoliittikka perustuisi. Toisaalta se on tarjonnut muille osavaltioille ja muulle maailmalle mahdollisuuden vertailla erilaisia lähtökohtia. Lutsey ja Sperling (2008) toteavatkin, että nämä hankkeet toteutuessaan jäädyttäisivät Yhdysvaltain kasvihuonekaasupäästöt vuoteen 2020 mennessä vuoden 2010 tasolle, vaikka puolet osavaltioista ei tee käytännössä mitään. Silti he korostavat osavaltioiden ilmastopoliittisen tietotaidon olevan vasta kehitysvaiheessa.

Ilmastopoliittisen tietotaidon leviämistä voi arvioida myös muilta aloilta saatujen kokemusten perusteella. Hyvä esimerkki systemaattisesta data-analyysistä on Simmonsin ja Elkinsin (2004) tutkimus liberaalin talouspolitiikan globalisoitumisesta. Heidän mukaansa taloudellisesti parhaiten menestyvien maiden talouspoliittiset valinnat ovat todellakin levinneet muualle maailmaan, mikä viittaa juuri sellaiseen oppimisprosessiin, jota olen ylempänä käsitellyt. Toisaalta he korostavat myös sosiaalisen ja kulttuurisen samankaltaisuuden merkitystä talouspoliittisia valintoja selittävänä tekijänä. Onkin kiinnostavaa pohtia, onko tulevaisuuden ilmastopoliitikassa havaittavissa sosiaaliin ja kulttuuriin tunnusmerkkeihin perustuvia jakolinjoja.

Ympäristöpolitiikan alalla Busch et al. (2005) esittävät samankaltaisen prosessin selittävän esimerkiksi ympäristömerkintöjen ja energiaverojen leviämisen maasta toiseen. Heidän mukaansa prosessin taustalla on sekä rationaalinen oppiminen että paine noudattaa kansainvälisiä normeja, mikä viittaa siihen, että ilmastopoliittisen tietotaidon leviäminen on yhteydessä ylempänä käsittelemäni poliittisen paineeseen. Valitettavasti he eivät analysoi näitä leviämisprosesseja tilastollisesti, joten ei ole selvää, missä määrin johtopäätöksiin on syytä luottaa.

Ilmastopoliittinen tietotaito poikkeaa ylempänä käsittelemistäni tuulivuodon mekanismeista kiinnostavalla tavalla siinä, että markkina-alueen koolla ei luultavasti ole aivan niin suurta merkitystä. Syynä tähän on se, että pienemmän mittakaavan hankkeistakin on mahdollista oppia, jos ne tuottavat hyviä tuloksia. Yllä lyhyesti sivuamani talouspolitiikan alalta hyviä esimerkkejä ovat ns. Aasian "taloustiikerit" – Etelä-Korea, Hongkong, Singapore ja Taiwan – joiden vientivetoisella talouspolitiikalla on ollut suuri vaikutus muiden kehitysmaiden strategioihin, vaikka näiden maiden merkitys maailmantaloudessa on melko vähäinen. Ilmastopoliitikassa esimerkiksi tanskalaisen tuulivoimapolitiikan tai amerikkalaisien osavaltioiden alkujaan pienimuotoisten ja varovaisten toimenpiteiden tarjoama esimerkki on auttanut päätöksentekijöitä muualla laatimaan ilmastopoliittisia toimenpideohjelmia ja strategioita.

Säännellyn tuotannon ja kulutuksen laatu on ilmastopoliittisen tietotaidon leviämisen kannalta keskeisessä osassa. Jos yksipuoliset päästövähennykset kohdistuvat erityislaatuisiin hankkeisiin, joita on vaikea toteuttaa muualla maailmassa, oppimista tuskin tapahtuu. Hyvä esimerkki tästä lienee etanolin tuotanto Brasiliassa. Vaikka hyvin toteutettu ja kestävä kehityksen periaatteita noudattava etanolihanke saattaisi olla erittäin hyödyllinen Brasilian olosuhteissa, se tuskin auttaa esimerkiksi Kanadaa liikenteen päästöjen vähentämisessä. Yllä antamistani esimerkeistä voikin päätellä, että laajat ja kaikkiin teollistuneisiin tai teollistuviin yhteiskuntiin sopivat hankkeet, kuten päästökauppa, ovat kaikkein hyödyllisimpiä ilmastopoliittisen tietotaidon levittämisen näkökulmasta.

Ilmastopoliittisen tietotaidon levittämisessä myös toteuttamistapa on tärkeä. Ensinnäkin avoimuus edistää ilmastopoliittisen tietotaidon leviämistä, koska päätöksentekijät muualla maailmassa saavat helposti tarvitsemaansa tietoa. Hankkeista on helpompi tehdä johtopäätöksiä, jos sekä niiden toteutus että lopputulos on dokumentoitu huolella. Tällöin tehtyjen valintojen ja niiden seurausten välille syntyy yhteys, jonka perusteella päätöksentekijät muualla maailmassa voivat arvioida omia vaihtoehtojaan.

Toiseksi ilmastopoliittisen tietotaidon levittämistä voi edistää myös varsinaisella kansainvälisellä yhteistyöllä. Käytännön tasolla yksipuolisten päästövähennysten toteuttaja voi esimerkiksi kutsua asiantuntijoita, virkailijoita ja poliittisia päätöksentekijöitä muualta maailmasta seuraamaan hankkeiden valmistelua ja tiedottaa aktiivisesti niiden lopputuloksista. Erityisesti kehitysmailla suurta hyötyä voi olla myös osaavien virkailijoiden koulutuksesta, tai energia-alan kotimaisten toimijoiden perehdyttämisestä erilaisten ilmastopoliittisten toimenpiteiden taloudellisiin vaikutuksiin.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Olen tässä selvityksessä tarkastellut yksipuolisten päästövähennysten tuottamia ilmastohyötyjä eli "tuulivuotoa" muualla maailmassa. Selvityksessä olen arvioinut sekä niitä mekanismeja, joihin tuulivuoto perustuu, että tuulivuodolle edullisia olosuhteita ja, siinä määrin missä mahdollista, myös sen suuruutta.

Tekemäni kirjallisuuskatsauksen perusteella tuulivuodon mekanismit voi jakaa kolmeen etupäässä taloudelliseen ja kahteen etupäässä poliittiseen kategoriaan. Taloudellisiksi mekanismeiksi olen laskenut teknologian kehityksen, tarjonnan muutokset muualla maailmassa ja epävarmuuden vähenemisen. Poliittisia mekanismeja ovat taas yhtäältä esimerkkivaikutus ja poliittinen paine ja toisaalta ilmastopoliittisen tietotaidon leviäminen. Näiden mekanismien toiminnan edellytykset ovat pitkälle yhteneväiset. Esimerkiksi laaja markkina-alue, tehokkaat markkinapohjaiset toteutustavat, avoimuus ja kansainvälinen yhteistyö voimistavat yksipuolisista päästövähennyksistä seuraavaa tuulivuotoa muualle maailmaan.

Aiheen laajuuden vuoksi olen joutunut jättämään useita asiakysymyksiä syrjään. En ole esimerkiksi käsitellyt kulttuurisia ja sosiaalisia muutoksia, kuten kulutus-tottumuksia. Se, että yksipuoliset päästövähennykset muokkaavat yksilöiden ja yhteisöjen elämäntapaa mahdollisesti kestävämpään suuntaan, on myös tuulivuotoa. Tällaisten mekanismien toiminnasta tiedetään kuitenkin vielä vähemmän kuin yllä käsittelemistäni asiakokonaisuuksista. Muun muassa julkisen vallan toimenpiteiden vaikutus arvoihin ja näkemyksiin on monimutkainen kysymys, jota on vaikea mallintaa systemaattisesti.⁶ Olen samoin pitäytynyt arvioimasta yksipuolisten päästövähennysten mahdollista vaikutusta niiden toteuttajan omaan pätevyYTEEN ja osaamiseen kansainvälisissä ilmastoneuvotteluissa.

Tuulivuodosta tullaan epäilemättä tekemään tutkimusta enenevissä määrin, kun ilmastopolitiikan painoarvo kansainvälisessä politiikassa kasvaa ja esimerkiksi Euroopan unionin toimenpiteet kiihtyvät. Tämä selvitys ei siis ole viimeinen sana aiheesta, ja jo parin vuoden päästä lienee mahdollista kirjoittaa perusteellisempi selvitys. Koska ilmastopolitiikka on kuitenkin tässä ja nyt, toivon tämän selvityksen auttavan asiasta kiinnostuneita hahmottamaan niitä laajoja asiakokonaisuuksia, jotka on otettava huomioon päätöksiä tehtäessä.

⁶ Suomessa tätä kysymystä on käsitellyt muun muassa Demos Helsinki (2008) osana valtioneuvoston tulevaisuusselontekoa.

LÄHTEET

- Barreto, L. & Klaassen, G. (2004). "Emission Trading and the Role of Learning-by-Doing Spillovers in the 'Bottom-Up' Energy-System ERIS Model". *International Journal of Energy Technology and Policy* 2(1-2): 70–95.
- Busch, P-O., Jörgens, H. & Tews, K. (2005). "The Global Diffusion of Regulatory Instruments: The Making of a New International Environmental Regime". *Annals of the American Academy of Political and Social Science* 598(1): 146–167.
- Charnovitz, S. (2001). "Rethinking WTO Trade Sanctions". *American Journal of International Law* 95(4): 792–832.
- Christiansen, A. C. & Wettestad, J. (2003). "The EU as a Frontrunner on Greenhouse Gas Emissions Trading: How Did It Happen and Will the EU Succeed?". *Climate Policy* 3(1): 3–18.
- CNN Asia (2007). "In U-turn, U.S. Agrees to Global Warming Deal". 15.12.2007.
- Demos Helsinki (2008). "Ilmastoasenteiden muutos ja muuttajat: selvitys Vanhasen II hallituksen tulevaisuusselontekoa varten". Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 9/2008.
- DeSombre, E. R. & Barkin, J. S. (2002). "Turtles and Trade: The WTO's Acceptance of Environmental Trade Restrictions". *Global Environmental Politics* 2(1): 12–18.
- Dolowitz, D. P. & Marsh, D. (2000). "Learning from Abroad: The Role of Policy Transfer in Contemporary Policy-Making". *Governance* 13(1): 5-23.
- Drezner, D. W. (2007). *All Politics Is Global: Explaining International Regulatory Regimes*. Princeton: Princeton University Press.
- Fearon, J. D. (1994). "Signaling versus the Balance of Power and Interests: An Empirical Test of a Crisis Bargaining Model". *Journal of Conflict Resolution* 38(2): 236–269.
- Fischer, C. & Nevell, R. G. (2008). "Environmental and Technology Policies for Climate Mitigation". *Journal of Environmental Economics and Management* 55(2): 142–162.
- Goulder, L. H. & Schneider, S. H. (1999). "Induced Technological Change and the Attractiveness of CO2 Abatement Policies". *Resource and Energy Economics* 21(3–4): 211–253.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Geneve: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jaffe, A. B., Newell, R. G. & Stavins, R. N. (2002). "Environmental Policy and Technological Change". *Environmental and Resource Economics* 22(1-2): 41–70.
- Keohane, N. O., Revesz, R. L. & Stavins, R. N. (1998). "The Choice of Regulatory Instruments in Environmental Policy". *Harvard Environmental Law Review* 22(2): 313–367.
- Klaassen, G., Miketa, A., Larsen, K. & Sundqvist, T. (2003). "Public R&D and Innovation: The Case of Wind Energy in Denmark, Germany and the United Kingdom". *International Institute for Applied Systems Analysis Interim Report IR-03–011*.
- Krishna, P. & Panagariya, A. (2000). "A Unification of Second Best Results in International Trade". *Journal of International Economics* 52(2): 235–257.

- Kruger, J., Oates, W. E. & Pizer, W. A. (2007). "Decentralization in the EU Emissions Trading Scheme and Lessons for Global Policy". Resources for the Future Discussion Paper DP-007-02.
- Kverndokk, S., Rosendahl, K. E. & Rutherford, T. F. (2004). "Climate Policies and Induced Technological Change: Which to Choose, the Carrot or the Stick?". *Environmental and Resource Economics* 27(1): 21-41.
- Lewis, J. I. & Wiser, R. H. (2007). "Fostering a Renewable Energy Technology Industry: An International Comparison of Wind Industry Policy Support Mechanisms". *Energy Policy* 35(3): 1844-1857.
- Lutsey, N. & Sperling, D. (2008). "America's Bottom-Up Climate Change Mitigation Policy". *Energy Policy* 36(2): 673-685.
- McNamara, S. & Lieberman, B. (2008). "The EU's Climate Change Package: Not a Model to Be Copied". Heritage Foundation WebMemo #1800.
- Mielnik, O. & Goldemberg, J. (2002). "Foreign Direct Investment and Decoupling Between Energy and Gross Domestic Product in Developing Countries". *Energy Policy* 30(2): 87-89.
- Mission Climat (2008). "EU-Carbon Trading: Five Lessons from the Pilot Phase (2005-2007)". Seminaariesity, Paris-Dauphine 20.2.2008.
- Najam, A. et al. 2003. "Climate Negotiations Beyond Kyoto: Developing Countries Concerns and Interests". *Climate Policy* 3(2): 221-231.
- NEAA (2008). "Global CO2 Emissions: Increase Continued in 2007". Netherlands Environmental Assessment Agency 31.7.2008.
- Neij, L., Andersen, P. D. & Durstewitz, M. (2004). "Experience Curves for Wind Power". *International Journal of Energy Technology and Policy* 2(1-2): 15-32.
- Nordhaus, W. D. (2002). "Modeling Induced Innovation in Climate-Change Policy". In *Technological Change and the Environment*. Washington, D.C.: Resources for the Future.
- North, D. C. & Weingast, B. R. (1989). "Constitutions and Commitment: The Evolution of Institutional Governing Public Choice in Seventeenth-Century England". *Journal of Economic History* 49(4): 803-832.
- Popp, D. (2006). "R&D Subsidies and Climate Policy: Is There a 'Free Lunch'?". *Climatic Change* 77(3-4): 311-341.
- Porter, Michael A. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. New York: Taylor & Francis.
- Pulver, S. (2007). "Making Sense of Corporate Environmentalism: An Environmental Contestation Approach to Analyzing the Causes and Consequences of the Climate Change Policy Split in the Oil Industry". *Organization and Environment* 20(1): 44-83.
- Rabe, B. (2004). *Statehouse and Greenhouse: The Evolving Politics of American Climate Change Policy*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press.
- RIVM (2004). *Spillovers of Climate Policy: An Assessment of the Incidence of Carbon Leakage and Induced Technological Change Due to CO2 Abatement Measures*. Bilthoven: The Netherlands National Institute for Public Health and the Environment.

- Rogers, J. E. (2007). "Testimony of James E. Rogers on Behalf of the Edison Electric Institute". U.S. Senate Committee on Energy and Natural Resources 12.2.2007.
- Romer, P. M. (1990). "Endogenous Technological Change". *Journal of Political Economy* 98(5): S71–S102.
- Schumpeter, J. (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University Press.
- Simmons, B. A. & Elkins, Z. (2004). "The Globalization of Liberalization: Policy Diffusion in the International Political Economy". *American Political Science Review* 98(1): 171–189.
- Stern, N. (2006). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Unruh, G. C. (2000). "Understanding Carbon Lock-In". *Energy Policy* 28(12): 817–830.
- Unruh, G. C. & Carrillo-Hermosilla, J. (2006). "Globalizing Carbon Lock-In". *Energy Policy* 34(10): 1185–1197.
- Victor, D. G., House, J. C. & Joy, S. (2005). "A Madisonian Approach to Climate Policy". *Science* 309: 1820–1821.
- Vogel, D. (1995). *Trading Up: Consumer and Environmental Regulation in a Global Economy*. Cambridge: Harvard University Press.
- Weitzman, M. L. (2007). "A Review of The Stern Review on the Economics of Climate Change". *Journal of Economic Literature* 45(3): 703–724.
- Weyant, J. P. & Olavson, T. (1999). "Issues in Modeling Induced Technological Change in Energy, Environmental, and Climate Policy". *Environmental Modeling and Assessment* 4(2-3): 67–85.
- Wong, P. (2008). "Government Announces Detailed Timetable on Emissions Trading". *Lehdistötiedote* 17.3.2008.



VALTIONEUVOSTON KANSLIA

SNELLMANINKATU 1, HELSINKI
PL 23, 00023 VALTIONEUVOSTO
p. (09) 16001, (09) 57811
f. (09) 1602 2165
julkaisut@vnk.fi
www.vnk.fi/julkaisut

Tätä julkaisua myy ja välittää:
Yliopistopainon kirjamyynti
<http://kirjakauppa.yliopistopaino.fi/>
books@yliopistopaino.fi
PL 4 (Vuorikatu 3 A)
00014 HELSINGIN YLIOPISTO
Puhelin (09) 7010 2363 tai 7010 2366
Fax (09) 7010 2374



441 Painotuote 697

ISBN 978-952-5631-89-0



9 789525 631890

ISBN 978-952-5631-89-0 (nid)
ISBN 978-952-5631-90-6 (pdf)
ISSN 0782-6028