



VALTIOEUVOSTON KANSLIA



## Tehokas ilmastopolitiikka

Selvitys Vanhasen II hallituksen  
tulevaisuusselontekoa varten



# Tehokas ilmastopolitiikka

Selvitys Vanhasen II hallituksen  
tulevaisuusselontekoa varten

Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja | 18/2008



Julkaisija  
**VALTIONEUVESTON KANSLIA**

KUVAILELEHTI  
31.10.2008

**Tekijät**

Sanna Ahvenharju, Mikko Syrjänen, Jussi Nikula ja  
Juha Vanhanen, Gaia Consulting Oy

Raisa Valli ja Liisa Nyrölä, SITO Oy

**Julkaisun laji**

Ilmasto- ja energiapolitiittisen tulevaisuusselon-  
teon taustajulkaisu

**Toimeksiantaja**

Valtioneuvoston kanslia

**Diaarinumero**

Dno 660/04/2008

**Julkaisun nimi**

Tehokas ilmastopoliittikka

Selvitys Vanhasen II hallituksen tulevaisuusselontekoa varten

**Tiivistelmä**

Selvityksen tavoitteena on ollut kartoittaa muissa maissa käytössä olevia tai suunniteltuja ilmastopoliittisia ohjauskeinoja sekä selvittää, mitä tietoa on olemassa niiden kustannustehokkuudesta ja oheisvaikutuksista. Pyrkimyksenä on ollut tunnistaa Suomen kannalta mielenkiintoisia, potentiaalisesti kustannustehokkaita ohjauskeinoja, joiden avulla voitaisiin merkittävästi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä seuraavien vuosikymmenien aikana. Lisäksi raportissa on tarkasteltu ilmastopoliittikan talous- ja työllisyysvaikutuksien arvioinneissa käytettyjä menetelmiä.

Selvityksessä on pystytty tunnistamaan selkeästi edullisia ohjauskeinoja. Edullisimmat ohjauskeinot kohdistuvat erityisesti energiansäästöön, energiatehokkuuden parantamiseen sekä maa- ja metsätalouteen. Energiantuotantoon sekä liikenteeseen liittyvät ohjauskeinot ovat puolestaan usein kalliimpia. Yleisesti ottaen edullisimmat ohjauskeinot varmistavat kehittyneen teknologian käyttöönoton, mutta niiden avulla ei välttämättä kannusteta uusien, pitkällä aikavälillä usein tehokkaampien teknologioiden kehittämistä. Tämän vuoksi tarvitaan myös uusien teknologioiden käyttöönottoon tähtääviä ohjauskeinoja.

Ohjauskeinojen kustannustehokkuuden arviointiin vaikuttaa huomattavasti se, mitä vaikutuksia arvioidaan otettu huomioon. Mitä monipuolisemmin esimerkiksi oheishyötyjä pystytään huomioimaan, sitä kannattavammaksi ilmastopoliittiset ohjauskeinot osoittautuvat. Ohjauskeinojen kustannustehokkuuteen liittyvissä tutkimuksissa tulisikin pyrkiä entistä monipuolisempaan ja laajempaan tarkasteluun, jossa otetaan huomioon kattavasti eri toimijoille aiheutuvia kustannuksia ja hyötyjä oheisvaikutuksineen. Lisäksi tulisi ottaa huomioon eri aikajänteiden vaikutus esimerkiksi teknologian kehityksessä tai yhteiskunnan sopeutuessa.

**Avainsanat**

ilmastopoliittikka, ohjauskeinot, ohjauskeinojen kustannustehokkuus, ilmastopoliittikan oheishyödyt, ilmastopoliittikan vaikutukset

**Julkaisusarjan nimi ja numero**

Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja  
18/2008

**ISSN**

0782-6028

**ISBN (painettu)**

978-952-5631-91-3

**Kokonaissivumäärä**

124

**Kieli**

Suomi

**Luottamuksellisuus**

Julkinen

**ISBN (PDF)**

978-952-5631-92-0

**Kustantaja**

Valtioneuvoston kanslia  
Julkaisu PDF:nä: [www.vnk.fi/julkaisut](http://www.vnk.fi/julkaisut)  
Lisätietoja: [julkaisut@vnk.fi](mailto:julkaisut@vnk.fi)

**Taitto**

Valtioneuvoston kanslia/PAY

**Julkaisun välitys**

Yliopistopaino, Helsinki  
[www.yliopistopaino.fi/kirjamyynnti](http://www.yliopistopaino.fi/kirjamyynnti)  
Tilaukset: [books@yliopistopaino.fi](mailto:books@yliopistopaino.fi)

**Painopaikka**

Yliopistopaino, Helsinki, 2008

Utgivare  
STATSRÅDETS KANSLI

PRESENTATIONSBLAD  
31.10.2008

**Författare**

Sanna Ahvenharju, Mikko Syrjänen, Jussi Nikula  
och Juha Vanhanen, Gaia Consulting Oy

Raisa Valli och Liisa Nyrölä, SITO Oy

**Typ av publikation**

Bakgrundspublikation till framtidsredogörelsen  
om energi- och klimatpolitiken

**Uppdragsgivare**

Statsrådets kansli

**Diarienummer**

Dnro 660/04/2008

**Publikationens namn**

Effektiv klimatpolitik

Redogörelse för Vanhanens andra regerings framtidsredogörelse

**Referat**

Utredningen har som syfte att kartlägga vilka klimatpolitiska styrmedel som tillämpas eller planeras i andra länder. Syftet är också att utreda vilken information man har om kostnadseffektiviteten och tilläggsverkningarna av dessa styrmedel. Man har strävat efter att identifiera för Finland intressanta, potentiellt kostnadseffektiva styrmedel, med vilkas hjälp man märkbart skulle kunna minska växthusutsläppen under de följande decennierna. Dessutom granskar rapporten metoder som används för att bedöma klimatpolitikens verkningar på ekonomin och sysselsättningen.

I utredningen har man lyckats identifiera klart förmånliga styrmedel. De förmånligaste styrmedlen fokuserar särskilt på energisparande, bättre energieffektivitet samt på jord- och skogsbruket. Styrmedel som gäller energiproduktionen och trafiken är ofta dyrare. Allmänt taget säkrar de förmånligaste styrmedlen ibruktagandet av en långt utvecklad teknik, men sporrar nödvändigtvis inte till att utveckla nya, på lång sikt effektivare tekniker. Därför behövs det styrmedel som fokuserar på att ta i bruk också nya tekniker.

Bedömningen av styrmedlens kostnadseffektivitet påverkas i hög grad av vilka verkningar man har beaktat i bedömningen. Ju mångsidigare man lyckas beakta t.ex. tilläggsnyttan, desto lönsammare visar sig de klimatpolitiska styrmedlena. I undersökningar som behandlar styrmedlens kostnadseffektivitet borde man således eftersträva en mångsidigare och bredare bedömning, där man i tillräckligt stor omfattning beaktar kostnaderna och fördelarna och även tilläggsverkningarna för de olika aktörerna. Dessutom borde man beakta olika tidsperioders verkningar, t.ex. teknikens utveckling eller samhällets anpassning.

**Nyckelord**

klimatpolitik, styrmedel, styrmedlens kostnadseffektivitet, tilläggsnytta, klimatpolitikens verkningar

**Publikationsseriens namn och nummer**

Statsrådets kanslis publikationsserie 18/2008

**ISSN**

0782-6028

**ISBN (tryck)**

978-952-5631-91-3

**Sidantal**

124

**Språk**

Finska

**Sekretessgrad**

Offentlig

**ISBN (PDF)**

978-952-5631-92-0

**Förläggare**

Statsrådets kansli

Publikationen som PDF: [www.vnk.fi/julkaisut](http://www.vnk.fi/julkaisut)

Ytterligare information: [julkaisut@vnk.fi](mailto:julkaisut@vnk.fi)

**Layout**

Statsrådets kansli/enheten för politikanalys

**Distribution och försäljning**

Universitetstryckeriet, Helsingfors

[www.yliopistopaino.fi/kirjamynti](http://www.yliopistopaino.fi/kirjamynti)

Beställningar: [books@yliopistopaino.fi](mailto:books@yliopistopaino.fi)

**Tryckort**

Universitetstryckeriet, Helsingfors, 2008

# SISÄLLYS

ESIPUHE .....	7
1 JOHDANTO .....	9
2 SELVITYKSEN RAJAUKSET JA LÄHESTYMISTAPA.....	10
2.1 Tarkastelun kohteena ohjaukset.....	10
2.2 Lähdeaineisto .....	12
2.3 Ohjauksethokkuuden mittaamisesta.....	13
2.4 Metodologisia lähestymistapoja kustauksethokkuuden arviointiin .....	15
3 OHJAUKSET JA NIIDEN VAIKUTUKSET SEKTOREITTAIN .....	18
3.1 Poikkileikkaavat ohjaukset ja niiden kustauksethokkuus .....	20
3.1.1 Poikkileikkaavat ohjaukset Suomen näkökulmasta .....	24
3.2 Energian kulutus.....	25
3.2.1 Energian kulutukseen liittyviä ohjauksethokkuus.....	27
3.2.2 Energian kulutukseen liittyvien ohjauksethokkuuden vaikutukset ja kustauksethokkuus .....	31
3.2.3 Energian kulutuksen ohjauksethokkuus Suomen näkökulmasta .....	35
3.3 Energian tuotanto.....	37
3.3.1 Energian tuotantoon liittyviä ohjauksethokkuus .....	38
3.3.2 Energian tuotantoon liittyvien ohjauksethokkuuden vaikutukset ja kustauksethokkuus .....	41
3.3.3 Energian tuotannon ohjauksethokkuus Suomen näkökulmasta .....	43
3.4 Liikenne .....	44
3.4.1 Liikenteen päästökehitys ja siihen vaikuttavia tekijöitä .....	45
3.4.2 Tieliikenteen päästöjen vähentämiseen liittyviä ohjauksethokkuus.....	47
3.4.3 Tieliikenteen vähennystoimien kustauksethokkuus .....	56
3.4.4 Lento-, laiva-, ja raideliikenteen päästöjen vähentämiseen liittyviä ohjauksethokkuus.....	60
3.4.5 Vertailu Suomeen sekä näkemyksiä toimista ja ohjauksethokkuudesta keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä .....	61
3.5 Yhdyskuntarakenteen .....	64
3.5.1 Maankäytön suunnittelu ohjauksethokkuus.....	64
3.5.2 Yhdyskuntarakenteen eheyttämiseen liittyvät ohjauksethokkuus .....	65
3.5.3 Liikkumisen ohjaus .....	69
3.5.4 Liikkumisen ohjauksen kustannuksista ja vaikuttavuudesta .....	72
3.5.5 Yhdyskuntarakenteeseen liittyvät ohjauksethokkuus Suomen näkökulmasta .....	75
3.6 Maa- ja metsätalous.....	76
3.6.1 Katsaus maatalouden ohjauksethokkuus.....	76
3.6.2 Katsaus metsätalouden ohjauksethokkuus.....	81
3.6.3 Ohjauksethokkuuden vaikutukset ja kustauksethokkuus.....	82
3.6.4 Maa- ja metsätalouden ohjauksethokkuus Suomen näkökulmasta.....	85

3.7	Jätteet.....	86
3.7.1	Katsaus jätesektorin ohjauskeinoihin.....	87
3.7.2	Jätesektorin ohjauskeinojen vaikutukset .....	89
3.7.3	Jätesektorin ohjauskeinojen kustannustehokkuus .....	91
3.7.4	Jätteisiin liittyvät ohjauskeinot Suomen näkökulmasta .....	92
4	ILMASTOPOLITIIKAN OHEISVAIKUTUSTEN ARVIOINNIN MENETELMISTÄ .....	94
4.1	Ilmastopolitiikan oheisvaikutukset .....	94
4.2	Talous- ja työllisyysvaikutusten arvioinnin menetelmät.....	97
4.3	Keskeisten tutkimusten erot ja menetelmävalintojen vaikutukset.....	100
5	YHTEENVETO SEKÄ JOHTOPÄÄTÖKSET .....	105
	LÄHTEET .....	113
	LIITE 1 .....	118

## ESIPUHE

Ilmastonmuutoksen rajoittaminen siedettävälle tasolle edellyttää ripeää siirtymistä vähäpäästöisiin yhteiskuntiin, joissa hyvinvointi tuotetaan murto-osalla nykyisestä ilmastokuormituksesta. Valtioneuvoston kanslian VTT:ltä tilaaman selvityksen mukaan Suomen tulisi vähentää ilmastopäästöjä vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä 60–85 % tai jopa enemmän.

Päästöjä voidaan vähentää merkittäviä määriä tavoilla, jotka eivät maksa mitään tai jopa säästävät rahaa. Tutkimusten mukaan erityisesti energiatehokkuutta parantamalla on päästöjä mahdollista leikata negatiivisin kustannuksin. Päästöjen vähentäminen kestäväälle tasolle edellyttää kuitenkin myös sellaisia toimia, jotka tulevat maksamaan valtiolle, yrityksille ja kuluttajille.

Ilmastonsuojelu tulee lähtökohtaisesti toteuttaa mahdollisimman kustannustehokkaalla tavalla. Tällöin tavoiteltava ilmastohyöty saavutetaan mahdollisimman pienin yhteiskunnallisista kustannuksista. Näin voidaan minimoida hyvinvointitappiot ja haitat kilpailukyvyille.

Kustannustehokkuutta voi kuitenkin tarkastella myös toisin päin: samalla kustannuksella pyritään saavuttamaan mahdollisimman suuri ilmastohyöty. Jos ilmastopolitiikka toteutetaan mahdollisimman kustannustehokkaalla tavalla, voi se tehdä poliittisesti mahdolliseksi hyväksyä kunnianhimoisempia päästötavoitteita.

Tämä Gaia Consultingin ja SITOn laatima selvitys tarkastelee ilmastopolitiikan kustannustehokasta toteuttamista. Siitä käy ilmi, että eri toimien ja ohjauskeinojen kustannustehokkuus vaihtelee merkittävästi. Koostamalla keinovalikoima järkevästi voidaan päästövähennysten kustannukset minimoida ja hyödyt maksimoida.

Arvio kustannustehokkuudesta riippuu ratkaisevasti siitä, miten tarkastelu rajataan. Jos otetaan huomioon erilaiset sivuhyödyt – esimerkiksi paikallisten ympäristö- ja terveyshaittojen väheneminen tai uusien työpaikkojen syntyminen – voivat kalliilta vaikuttavat ratkaisut osoittautua yhteiskuntataloudellisesti kannattaviksi.

Lyhyellä aikavälillä kalliilta näyttävät keinot saattavat taas osoittautua edullisiksi pitkällä aikavälillä. Uusi teknologia voi oppimiskäyrän alkuvaiheessa maksaa paljon, mutta sen laajamittainen käyttöönotto ja kaupallistaminen alentavat tulevaisuuden päästövähennysten kustannuksia.

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

Ilmastopoliitiikan kustannustehokkuuden tarkastelulle on ollut selvä tarve. Toivomme, että tämä selvitys auttaa vastaamaan joihinkin keskeisiin kysymyksiin ja kannustaa syventämään tarkastelua jatkotutkimuksessa. Kiitämme selvityksen kirjoittajia ilmastopoliittisen keskustelun kannalta hyödyllisestä aineistosta.

Lokakuussa 2008

Oras Tynkkynen  
ilmastopoliittinen asiantuntija  
valtioneuvoston kanslia

# 1 JOHDANTO

Suomessa valmisteilla oleva, pitkän aikavälin kansallinen ilmasto- ja energiastrategia sekä vuonna 2009 valmistuva ilmasto- ja energiapoliittinen tulevaisuuselonteko pyrkivät yhdessä luomaan vahvan perustan kokonaisvaltaisille ja kustannustehokkaille kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistoimenpiteille, joita Suomessa tullaan toteuttamaan tulevina vuosina ja vuosikymmeninä.

On ensiarvoisen tärkeää, että ilmastopoliitiikan toteutuksessa valitaan sellaisia toimenpiteitä, jotka ovat tehokkaita suhteessa niihin käytettyihin resursseihin ja joilla olisi mahdollisimman monipuolisia positiivisia vaikutuksia. Tämä edellyttää vaihtoehtoisten ilmastopoliittisten toimenpiteiden ja käytäntöjen selvittämistä ja analyysia, jonka pohjalta voidaan tunnistaa tehokkaita ja Suomeen optimaalisesti soveltuvia päästövähennyskeinoja.

Tämän hankkeen tavoitteena on ollut koota kotimaista ja kansainvälistä tutkimustietoa ilmastopoliittisista ohjauskeinoista, niiden kustannustehokkuudesta sekä vaikutuksista. Tietoa on kerätty seuraavista neljästä aihepiiristä:

1. eri maissa käytössä olevat ilmastopoliittiset toimenpiteet ja Suomen kannalta kiinnostavat parhaat käytännöt,
2. ilmastopoliittisten ohjauskeinojen kustannustehokkuus,
3. ilmastopoliitiikan mahdolliset oheishyödyt, sekä
4. talous- ja työllisyysvaikutusten arvioinnissa käytetyt menetelmät.

Työn toteutuksen painopiste on ollut tutkimustulosten käytännön soveltamisessa, eli työn kaikissa vaiheissa ensisijaisena pyrkimyksenä on ollut arvioida tutkimustietoa sellaisesta näkökulmasta, että se parhaiten palvelee ilmastopoliitiikan kehittämistä.

Raportin rakenne on seuraava: selvityksen rajaukset ja lähestymistapa on kuvattu luvussa kaksi, luvussa kolme on kuvattu ilmastopoliittisia ohjauskeinoja sekä tietoa niiden kustannustehokkuudesta ja vaikutuksista sektoreittain. Luvussa neljä käsitellään oheisvaikutuksien arviointiin liittyviä haasteita ja vertaillaan muutamia ilmastopoliitiikan talous- ja työllisyysvaikutuksia arvioivia tutkimuksia ja niissä käytettyjä menetelmiä. Luvussa viisi esitetään johtopäätökset ja suositukset.

## 2 SELVITYKSEN RAJAUKSET JA LÄHESTYMISTAPA

### 2.1 Tarkastelun kohteena ohjauskeinot

Tämä selvitys perustuu pääasiassa muissa maissa tehtyjen tutkimuksien ja selvityksien kartoitukseen, jonka perusteella on pyritty tunnistamaan sellaisia ohjauskeinoja, jotka olisivat Suomen olosuhteisiin sovellettavia. Ohjauskeinojen tarkastelu painottuu erityisesti niiden kustannustehokkuuden arviointiin, minkä lisäksi on mahdollisuuksien mukaan pyritty selvittämään myös kyseisten ohjauskeinojen oheisvaikutuksia. Mielenkiintoisten ohjauskeinojen valinnassa on pyritty katsomaan tulevaisuuteen ja painottamaan sellaisia keinoja, joilla pystytään saavuttamaan merkittäviä vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöjen vähenemiseen seuraavien vuosikymmenien aikana.

Ilmastopoliittisia ohjauskeinoja voidaan toteuttaa useilla eri toimijatasoilla.

- Kansallisella tasolla, esimerkiksi polttoainevero, tuet ja avustukset sekä vapaaehtoiset energiansäästösopimukset;
- EU-tasolla, esimerkiksi standardit ja tukijärjestelmät;
- Kansainvälisellä tasolla, esimerkiksi Kioton sopimus sekä päästökauppa; sekä
- Paikallisella tasolla, esimerkiksi julkisen liikenteen ohjaus tai yhdyskuntarakenteen suunnittelu.

Tässä selvityksessä on keskitytty sellaisiin ohjauskeinoihin, jotka ovat kansallisessa päätäntävallassa. Joissain tapauksissa, kuten liikenteeseen ja yhdyskuntarakenteeseen liittyen, on sivuttu myös paikallisen tason ohjauskeinoja. Näinollen EU:n tasoiset sekä kansainväliset ohjauskeinot, esimerkiksi päästökauppa<sup>1</sup>, ovat tämän tarkastelun ulkopuolella<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> EU:n päästökauppadirektiivillä pyritään hillitsemään ilmastonmuutosta ja täyttämään sekä Euroopan unionin että Kioton ilmastopimuksen asettamat tavoitteet ilmastonmuutoksen hillinnässä. Päästökaupparjestelmä kattaa suurten teollisuuslaitosten ja yhteenlasketulta nimelliseltä lämpöteholtaan yli 20 MW:n laitosten hiilidioksidipäästöt. Suomessa järjestelmään kuuluu myös 20 MW tai sitä pienempiä kaukolämpöä tuottavia laitoksia. Unionin kaikki 27 jäsenmaata ovat mukana päästökaupassa. Päästökauppa on kustannustehokasta ilmastopoliittikkaa, sillä markkinoiden toiminnan ohjaamana päästöjen vähentäminen tapahtuu siellä, missä se on edullisinta. EU:n päästökaupparjestelmä on yhteisön sisäinen politiikkatoimi eikä sitä pidä sekoittaa Kioton pöytäkirjan tarkoittamaan kansainväliseen (maiden välillä tapahtuvaan) päästökauppaan. Lisätietoja [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) sekä [www.tem.fi](http://www.tem.fi).

<sup>2</sup> Vaikka päästökauppa on kansainvälinen ohjauskeino, kansallisessa päätäntävallassa on tietyissä rajoissa kuitenkin se, kuinka paljon joustomekanismeja (JI, CDM) käytetään kansallisen päästötaavoitteen saavuttamiseksi. Kustannustehokkuuden näkökulmasta tarkasteltuna näitä joustomekanismeja pitäisi käyttää aina silloin kun ne ovat hinnaltaan edullisempia kuin kotimaassa suoritettavat toimenpiteet. Tarkastelussa on myös huomioitava JI ja CDM hankkeiden hallinnolliset kustannukset ja niihin mahdollisesti liittyvät riskit.

Ohjauskeinojen kustannustehokkuuden vertailuun liittyy monenlaisia haasteita. Seuraavassa on esitetty muutamia näkökulmia, jotka on syytä pitää mielessä eri ohjauskeinojen toimivuutta tai kustannustehokkuutta arvioitaessa.

Ohjauskeinojen tavoitteena on vaikuttaa eri toimijoiden valintoihin ja saada erilaisten toimintatapamuutosten ja teknologioiden hyödyntämisen potentiaali käyttöön. Eri sektoreilla ja eri tilanteissa valinnat ovat erilaisia ja ne tehdään eri kriteereillä. Siten eri sektoreilla erilaiset ohjauskeinot ovat tehokkaita.

Ohjauskeinot toimivat aina osana kokonaisuutta, jolloin on erittäin vaikeaa pystyä tunnistamaan yksittäisen ohjauskeinoon aiheuttamia hyötyjä tai kustannuksia irrallaan muista kyseiseen ilmiöön vaikuttavista asioista. Näin ollen ei ole itsessään selvää, että jossain maassa hyvin toimiva ja kustannustehokas ohjauskeino toimisi hyvin jossain toisessa maassa, jossa muut olosuhteet eivät ole samanlaiset, kuten esimerkiksi verotusjärjestelmä, energiantuotantorakenne tai liikennejärjestelmän hallinto- ja organisaatorakenne.

Yksittäistenkin ohjauskeinojen välillä voi olla suuria eroja, vaikka kyse olisi tyyppiltään samasta ohjauskeinosta. Esimerkiksi hiilidioksidivero voidaan toteuttaa kymmenillä eri tavoilla riippuen siitä, minkälaiseen toimintaan ja minkälaisiin toimijoihin se kohdistetaan, porrastetaanko sitä, minkälaisia verovähennyksiä siihen liittyy, jne. Saman ohjauskeinoon vertailu eri maissa voi paljastaa suuria eroja siinä, kuinka onnistuneesti kyseinen ohjauskeino on suunniteltu ja kohdistettu. Hyvänä pidetty ohjauskeino voidaan pilata huonolla suunnittelulla, ja päinvastoin.

Tarkastelun aikajänne vaikuttaa myös paljon ohjauskeinojen arviointiin. Lyhyellä tähtäimellä kustannustehokkaat ohjauskeinot varmistavat sen, että markkinoille tulee ja käyttöön otetaan uusinta, jo pitkälle kehittyntä teknologiaa, mutta niiden avulla ei välttämättä varmisteta sitä, että syntyvät päästövähennykset ovat riittäviä myös tulevaisuudessa. Tarvitaan siis myös pitkän tähtäimen ohjauskeinoja, jotka tukevat myös muun muassa uuden teknologian kehittämistä ja käyttöönottoa sekä päästöjä vähentävän teknologian soveltamisessa tilanteissa, joissa se ei tämän hetken näkökulmasta ole kannattavaa. Näiden toimien edistämiseksi tarvitaan selkeitä pitkäjänteisiä määräyksiä ja hintasignaaleja sekä kuluttajien valintoihin ja käyttäytymiseen vaikuttamista. Eri aikaväleille tähtäävät ohjauskeinot ovat siten luonteeltaan erilaisia. Suurempia vähennyksiä tavoittelevien pidemmän aikavälin toimien osalta vähennykset vaikuttavat tämän hetken tiedon mukaan useimmiten kalliimmilta kuin lyhyellä aikavälillä vaikuttavat toimet. On kuitenkin huomattava, että tarkastelun aikavälin pidentäminen vaikuttaa kustannuksiin alentavasti, mikäli oletetaan, että sopeutumiseen käytettävissä oleva aika pitenee.

Kustannuksia tarkasteltaessa on myös huomattava, että ohjauskeinojen aiheuttamat kustannukset ovat eri asia kuin niillä edistettävien toimenpiteiden kustannukset. Ilmastopolitiikan kustannuksia tarkastellessa usein kiinnitetään huomio lähinnä itse toimenpiteisiin, esimerkiksi kuinka paljon maksaa se, että kiinteistöjen öljylämmitysjärjestelmät muutetaan biopolttoaineilla toimiviksi, tai että liikenteessä siirrytään sähköautoihin. Kyseisten toimenpiteiden toteuttamista voidaan samalla kuitenkin edistää useilla erilaisilla ohjauskeinoilla, kuten esimerkiksi rakennusmääräyksillä, verovähennyksillä, veroilla, investointituilla tai korkotuella. Näiden kaikkien ohjauskeinojen kustannukset ja kustannustehokkuus vaihtelevat huolimatta siitä, mitä itse toimenpiteen toteuttaminen maksaa, koska toinen ohjauskeino voi olla tehokkaampi kuin toinen. Ohjauskeinojen kustannuksia aiheuttavat muun muassa hallinnointi ja seuranta. Kokonaisuudessaan ohjauskeinojen kustannusvaikutukset riippuvat tietysti myös siitä, mitkä ovat niiden toimien kustannukset, joita kyseisellä ohjauskeinolla edistetään. Silloin kun itse vähennystoimet ovat taloudellisesti kannattavia, ovat myös ohjausvaikutusten kustannukset kokonaisuudessaan suhteellisen alhaisia.

## 2.2 Lähdeaineisto

Tämä selvitys perustuu olemassa olevan tutkimustiedon kokoamiseen ja analysointiin, eikä työssä ole tuotettu uutta tutkimustietoa. Lähdeaineistona ovat erilaiset tutkimukset ja selvitykset, jotka on koottu pääosin seuraavista lähteistä:

- Kansainväliset selvitykset ja julkaisut (IEA, EEA, IPCC, OECD/CEMT:n, UNEP jne.), EU:n relevantit selvitykset ja aineistot.
- Ohjauskeinojen tietokannat (OECD, EIA, Ökoinstitut).
- Kansalliset selvitykset valikoiduista maista, lähinnä Alankomaista, Isosta-Britanniasta, Itävaltasta, Saksasta ja Ruotsista.
- Suomen valtioneuvoston julkaisut sekä suomalaisten tutkimuslaitosten julkaisut (VTT, VATT, ETLA).
- Suomen kansallisen ilmasto- ja energiastrategian taustaselvitykset.

Vaikka ilmastopolitiikan kustannuksia käsittelevää kirjallisuutta on nykyään jo runsaasti, ohjauskeinojen kustannustehokkuudesta saatava tieto on toistaiseksi pirstaleista ja vaikeasti keskenään vertailtavissa. Useissa tutkimuksissa on myös käsitelty itse toimenpiteiden kustannustehokkuutta ohjauskeinojen kustannustehokkuuden sijaan. Olemme myös tässä raportissa joutuneet käyttämään kyseisiä lukuja silloin, kun selvityksiä varsinaisten ohjauskeinojen kustannustehokkuudesta ei ole löytynyt.

Erialaisten kasvihuonekaasupäästöjen vähennystoimien kustannusvaikutuksia on myös tarkasteltu teknisen potentiaalin näkökulmasta. Esimerkiksi McKinsey on julkaissut kasvihuonekaasujen päästövähennysten kustannuskäyriä (ks. kuva 2 luvussa 3). Näiden käyrien lähtökohtana on tarkastella vähennyksiä teknisestä näkökulmasta eli tarkastella vähennyspotentiaalia määrättyllä kustannustasolla.

Myös IPCC on esittänyt vastaavia bottom-up -kustannustarkasteluita<sup>3</sup>. Kyseisillä laskentatavoilla saa hyvän yleiskuvan siitä, mitkä toimenpiteet ja ratkaisut ovat mahdollisia suurin piirtein milläkin kustannustasolla, mikä puolestaan auttaa sen pohtimisessa, mitä erilaisilla ohjauskeinoilla halutaan saavuttaa. Näissä tarkasteluissa ei kuitenkaan huomioida muutosten epäsuoria kustannuksia esimerkiksi ohjauskeinojen näkökulmasta, ja tästä johtuen kyseisiä tutkimuksia ei ole tässä selvityksessä tarkasteltu sen yksityiskohtaisemmin.

Selvitystyö on toteutettu kesän 2008 aikana. Selvitystyössä käytetty aineisto on koottu valikoiduista lähteistä lyhyen ajanjakson aikana, jolloin on mahdollista, että joitain aihepiiriin kannalta mielenkiintoisia lähteitä ei ole tässä julkaisussa huomioitu.

## 2.3 Ohjauskeinojen kustannustehokkuuden mittaamisesta

Ilmastopolitiikan puitteissa kustannustehokkuudella voidaan viitata kustannusten ja vaikutusten tarkasteluun eri näkökulmista. Yksi näkökulma on sen arvioiminen, millaisilla toimilla tavoiteltu kasvihuonekaasupäästöjen kokonaisvähennys voidaan toteuttaa edullisimmalla tavalla. Tällöin tarkastellaan vähennysten kustannuksia eri sektoreilla ja lopulta pyritään etsimään kokonaisratkaisu, jossa päästöjen vähennys on toteutettu mahdollisimman edullisin kustannuksin ja lisävähennysten rajakustannus on kaikilla sektoreilla sama. Myös kansainväliset joustomekanismit kuten päästökauppa sekä CDM- ja JI-mekanismit tähtäävät siihen, että päästövähennykset toteutetaan siellä, missä se on kustannuksiltaan edullisinta.

Tämän raportin tavoitteena on tarkastella kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen liittyviä ohjauskeinoja, tarkastellen ensisijaisesti kansallisia keinoja. Tarkastelun pohjana ovat eri maissa tehdyt ohjauskeinojen kustannuksia ja vaikutuksia tarkastelevat tutkimukset. Tarkastelun tavoitteena ei siten ole tarkastella kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen kustannuksia kokonaisuuden näkökulmasta tai etsiä kustannustehokkainta tapaa saavuttaa tietty päästövähennysten taso. Kustannustehokkuudella viitataan tässä yhteydessä siis yksittäisten ohjauskeinojen päästövaikutusten, kustannusten ja hyötyjen tarkasteluun suhteessa muihin mahdollisiin keinoihin. Tavoitteena on tunnistaa, mitkä ohjauskeinot ovat kustannustehokkuuden näkökulmasta kiinnostavia Suomen kannalta.

---

<sup>3</sup> IPCC 2007, luvut 4–10.

Yleisellä tasolla kustannustehokkuuden tarkastelu perustuu tämän selvityksen puitteissa kustannusten ja päästövähennemien suhteen tarkasteluun seuraavan kaavan perusteella.

*rahallisesti mitattavat kustannukset - rahallisesti mitattavat hyödyt*  
*kasvihuonekaasupäästöjen vähennys*

Mikäli ohjauskeinon tuottamat kokonaishyödyt ylittävät sen aiheuttamat kustannukset, tulee kaavan mukaisesti tehokkuuden arvoksi negatiivinen luku ja vastaavasti kustannusten ylittäessä rahallisesti mitattavat hyödyt saadaan positiivisia arvoja<sup>4</sup>.

Yllä määriteltyä kustannusten ja päästövähennemien suhdetta käytetään kustannustehokkuuden arvioinnin lähtökohtana. Kustannustehokkaita ovat siis ohjauskeinot, joiden tuottamat kustannukset suhteessa päästöjen vähennemään ovat muihin mahdollisiin keinoihin verrattuna alhaiset.

Jotta tehokkuuden arviointi olisi mahdollista, tulisi kaikkien ohjauskeinojen tarkastelun perustua samanlaisiin oletuksiin. Periaatteellisesta yksinkertaisuudesta huolimatta lähestymistavan soveltamiseen liittyy useita tuloksiin keskeisellä tavalla vaikuttavia valintoja.

Ensimmäisenä voidaan nostaa esiin hyötyjen ja kustannusten huomioimiseen liittyvät valinnat ja rajaukset.

- Minkä tahojen hyötyjä ja kustannuksia tarkastellaan?
- Missä määrin epäsuoria vaikutuksia kuten terveys- ja ympäristövaikutukset huomioidaan rahassa mitattavissa hyödyissä ja kustannuksissa?
- Missä määrin huomioidaan epäsuoria ja kerrannaisvaikutuksia?

Kokonaiskustannusten ja -hyötyjen lisäksi näiden jakautuminen eri tahojen kesken on ohjauskeinojen hyväksyttävyyden kannalta keskeistä. Jos lähtökohtana on arvioida kustannustehokkuutta koko kansantalouden näkökulmasta, ovat verot ja tuet tarkastelun kannalta tulonsiirtoja, jotka eivät vaikuta rahallisiin kustannuksiin ja hyötyihin. Kuitenkin yksittäisten toimijoiden – julkisen sektorin, yksityisten ihmisten ja yritysten – kannalta kustannusten ja hyötyjen jakaumalla on suuri merkitys ja se on siten huomioitava.

Toisena keskeisenä osa-alueena tarkastelussa on aikajänteen valinta. Tämä liittyy ensinnäkin rahallisten kustannusten ja hyötyjen ajalliseen arvottamiseen. Eri ajankohtina syntyvät kustannukset ja hyödyt tulisi diskontata saman ajankohdan

---

<sup>4</sup> Suurimmassa osassa tässä raportissa referoiduista tutkimuksista ilmoitetaan kustannustehokkuudet näin. Poikkeuksena tästä käytännöstä ovat DEFRA:n 2006, 2007a selvitykset, joissa on kustannustehokkuutta laskettaessa vähennetty kustannukset hyödyistä, eikä toisin päin. Tällöin positiivinen luku ilmaiseekin kokonaishyödyn (eikä kustannuksen) suuruutta, jolloin aina suurempi luku on toista kustannustehokkaampi.

arvoon. Keskeinen valinta liittyy kuitenkin diskonttaustekijän suuruuden valintaan. Sen pitäisi olla tasoltaan vähintään rahan yleisen arvonmuutoksen eli inflaation tasolla. Toisaalta yritysten ja kotitalouksien näkökulmasta oikeampi taso liittyy saatavilla olevan rahoituksen hintaan ja toiminnan tuotto-odotuksiin. Lisäksi on valittava koko tarkastelun aikajänne eli se, miten pitkälle tulevaisuuteen liittyviä hyötyjä ja kustannuksia tarkastellaan.

Myös itse päästövähennykseen liittyy aikajänteeseen liittyvä keskeinen valinta. Se, mihin vuoteen liittyvää päästöjen vähennystä tarkastellaan, vaikuttaa merkittävällä tavalla kustannuksiin. Joidenkin ohjauskeinojen tuottamat vaikutukset toteutuvat vasta pidemmällä aikavälillä, ja toiset vaikuttavat välittömästi. Siten aikajänteen valinta on keskeinen myös päästövähennysten näkökulmasta. Toinen päästöihin liittyvä keskeinen valinta liittyy huomioitaviin kasvihuonekaasuihin. Joissakin tarkasteluissa on huomioitu ainoastaan hiilidioksidi ja joissakin myös muut kasvihuonekaasut. Tämä heijastuu tarkastelun yksiköihin eli siihen, tarkastellaanko vähenemään hiilidioksiditonneissa, t CO<sub>2</sub>, vai hiilidioksidiekvivalentitonneista, t CO<sub>2</sub>-ekv.

Tässä työssä lähtökohtana on arvioida eri ohjauskeinojen kustannustehokkuutta tunnistettujen selvitysten pohjalta. Tarkastelu kohdistuu siten aiempiin tutkimuksiin ja selvityksiin, joissa on tarkastelu nimenomaan ohjauskeinoja (esim. energiaverotus, regulaatio), ei yksittäisiä päästöjen vähennystoimia (esim. talojen eristäminen). Tarkastellut selvitykset perustuvat edellä kuvattuihin lähtökohtiin, mutta niissä on tehty erilaisia metodologisia valintoja. Näitä on kuvattu seuraavassa alaluvussa. On myös huomattava, että tulokset ovat aina arvioita ja niihin liittyy merkittäviäkin epävarmuuksia. Näitä epävarmuuksia ei kuitenkaan ole tutkimuksissa selkeästi arvioitu. Koska tavoitteena on tunnistaa Suomen kannalta kiinnostavia kustannustehokkaita ohjauskeinoja, on tulosten tulkinnassa huomioitava myös se, että samojen ohjauskeinojen kustannukset ja vaikutukset voivat muuttua merkittävästi sovellettaessa niitä Suomeen. Tässä on huomioitava esimerkiksi talouden ja teollisuuden erilainen rakenne ja politiikka-toimiin liittyvät muut kuin ilmastotavoitteet.

## 2.4 Metodologisia lähestymistapoja kustannustehokkuuden arviointiin

Seuraavassa on tarkasteltu muutaman tässä raportissa käytetyn ohjauskeinojen kustannustehokkuutta tarkastelevan tutkimuksen ja selvityksen metodologisia valintoja. Kyseisten tutkimusten tuloksista tehtävien johtopäätösten kannalta on olennaista huomioida taustalla olevat lähtökohdat ja metodologiset valinnat. Tämä antaa pohjan myös eri lähteissä esitettyjen tulosten vertailulle – tai vähintään vertailukelpoisuuden arvioinnille.

Esimerkkeinä on kolme erityyppistä raporttia:

- DEFRA:n (Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK) vuosina 2006–2007 laatimissa selvityksissä<sup>5</sup> Ison-Britannian ilmastopoliittisten ohjauskeinojen vaikutuksista on katsottu laajasti eri sektoreita ja erilaisia politiikkatoimia. Lisäksi kustannukset ja hyödyt on pyritty arvioimaan mahdollisimman kattavasti huomioiden politiikkatoimien oheishyötyjä, esimerkiksi ilmanlaadun muutosten terveysvaikutukset. Kyseessä on kokonaisen ilmastopoliittikkokokonaisuuden kattava arviointi.
- UNEPin (United Nations Environment Programme) vuonna 2007 julkaissama tutkimus<sup>6</sup> rakennusten energiansäästöön kohdistetuista ohjauskeinoista on esimerkki rajatumpaan sektoriin kohdistuneesta tarkastelusta. Tarkastelun kohteena on rakennusten kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. Myös tässä tarkastelussa on pyritty arvioimaan hyötyjä ja haittoja kattavasti eri sektoreiden näkökulmasta. Tarkastelussa ei kuitenkaan ole katettu muita kasvihuonekaasuja kuin hiilidioksidi, eikä siinä ole DEFRA:n selvityksen tavoin pyritty arvioimaan oheishyötyjä.
- AID-EE-hankkeen (Active Implementation of the proposed Directive on Energy Efficiency) tutkimus<sup>7</sup> on tarkastellut erilaisia energiatehokkuuteen liittyviä ohjauskeinoja. Myös tässä lähtökohtana on ollut tarkastella kustannuksia eri sektoreiden näkökulmasta, mutta käytännössä arvio kattaa vain julkisen sektorin suorat kustannukset. Kustannusten arviointi on siten paljon rajatumpaa kuin kahdessa edellisessä tutkimuksessa. Myös tässä ilmastovaikutusten arviointi perustuu säästetyn energian määrään ja huomioi siten vain energian tuotannon kasvihuonekaasupäästöt.

Tätä raporttia varten etsityistä selvityksistä suurin osa tehty samaan tyyliin kuin UNEPin tai AID EE tutkimukset: niissä ei ole laskettu kustannustehokkuuteen mukaan oheisvaikutuksia eikä aina edes kaikille osapuolille aiheutuvia säästöjä tai kustannuksia. DEFRA:n tutkimus onkin tässä suhteessa selvä poikkeus, koska siinä on pyritty selvittämään kokonaisvaikutuksia ja niiden kustannuksia ja hyötyjä laajasti eri osapuolille, vaikkakaan oheishyötyjen yhteismitallistamisessa ei ole kattavasti vielä onnistuttu. Tästä johtuen kuitenkin DEFRA:n tulokset eri toimien kustannuksista ovat positiivisempia kuin mitä muiden selvitysten tulokset.

Tämän raportin perusteella tehtävien johtopäätösten kannalta on siis olennaista huomata, että eri tutkimuksien kustannustehokkuusarviot voivat perustua hyvin erilaisiin oletuksiin, ja mitä rajatumpiin vaikutuksiin arviot perustuvat, sitä suppeamman näkökulman ne kyseisen ohjauskeinon mahdollisista kustannuksista tai kustannushyödyistä antavat.

---

<sup>5</sup> Defra, Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK, 2006, 2007a.

<sup>6</sup> UNEP, United Nations Environment Programme 2007.

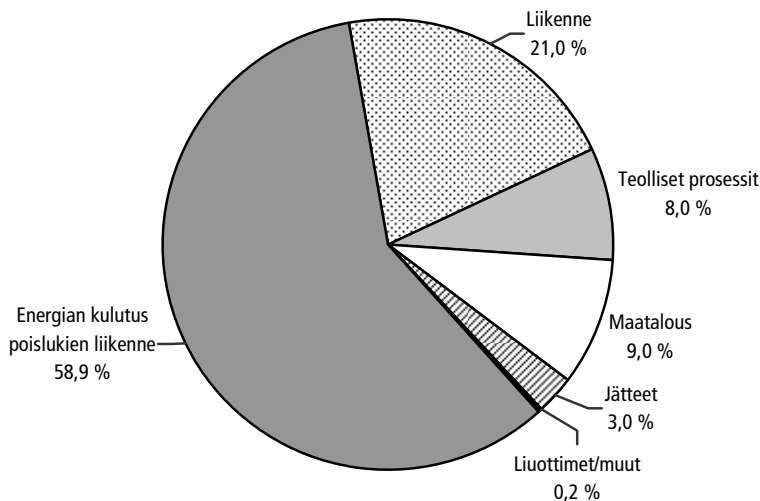
<sup>7</sup> AID EE, Active Implementation of the proposed Directive on Energy Efficiency 2007, 2007b, 2007c.

Tarkempi kuvaus yllä esitellyissä tutkimuksissa käytetyistä menetelmistä on esitetty liitteessä 1. Kyseisissä tutkimuksissa ei kaikilta osin täsmällisesti esitellä niissä tehtyjä valintoja ja rajoituksia, eikä menetelmien yksityiskohtainen esittely ole siten mahdollista.

### 3 OHJAUSKEINOT JA NIIDEN VAIKUTUKSET SEKTOREITTAIN

Suomen kasvihuonekaasupäästöt olivat 69 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2005, mikä oli 2,8 % vähemmän kuin vuonna 1990. EU-15 maiden keskimääräinen vähennys kyseisenä vuonna oli 1,5 % verrattuna vuoteen 1990.<sup>8</sup> Suomen kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain jakoutuivat lähes täsmälleen samoin kuin EU-15 maiden keskimääräiset päästöt (ks. kuva 1). Päästöistä lähes kaksi kolmasosaa muodostui energiankäytöstä ja viidesosa liikenteestä. Huomattavasti pienempi, noin 10 % osuus oli teollisuuden ja maatalouden päästöillä. Lisäksi muutama prosentti aiheutui jätteistä.

**Kuva 1** EU-15 maiden kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2005 olivat yhteensä 4 190 Mt CO<sub>2</sub>-ekv., kuvassa niiden jakautuminen sektoreittain<sup>9</sup>.



Vuoteen 2050 mennessä Suomessa, kuten muissakin EU-15 maissa, tulisi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 50–80 % vuoteen 1990 verrattuna. Näin suurten päästöleikkausten saavuttaminen edellyttää huomattavia toimia, joista tulee välttämättä aiheutumaan myös kustannuksia. Maailmanlaajuisista päästövähennyksistä tehdyn arvion<sup>10</sup> mukaan 7 Gton CO<sub>2</sub>-ekv.<sup>11</sup> vähennykset ovat kustannusvaikutuksiltaan negatiivisia, eli niistä syntyy taloudellisia hyötyjä, ja 27 Gton<sup>12</sup> vähennykset voitaisiin saavuttaa alle 40€/t CO<sub>2</sub>-ekv. (ks. kuva 2). Verrattuna eri

<sup>8</sup> EEA 2007.

<sup>9</sup> EEA 2007.

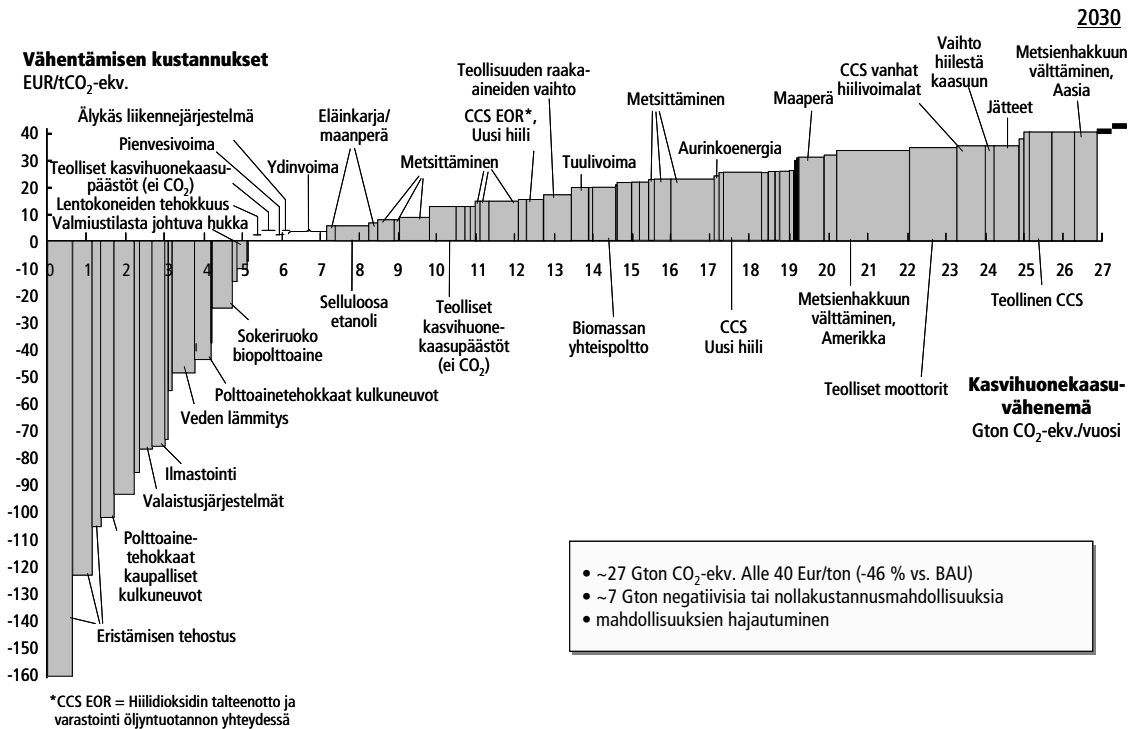
<sup>10</sup> Vattenfall 2007.

<sup>11</sup> Gton CO<sub>2</sub>-ekv. = gigatonnia hiilidioksidiekvivalenttina eli määrä, joka vastaa miljardin hiilidioksiditonin lämmitysvaikutusta ilmakehässä.

<sup>12</sup> Tämä vähennysmäärä vastaa tasoa, jolla ilmakehän hiilidioksidipitoisuus voitaisiin vakiinnuttaa tasolle 450 ppm, jolla on arvioitu voitavan pitää ilmastonmuutoksen vaikutukset siedettävällä tasolla.

sektoreilla tehtäviä kasvihuonekaasuja vähentäviä toimenpiteitä ja niistä aiheutuvia kustannuksia, energiatehokkuuteen liittyvät toimenpiteet on arvioitu pääosin kustannuksiltaan negatiivisiksi, kun taas energian tuotantoon, teollisuuteen sekä metsätalouteen liittyvät toimenpiteet ovat kustannuksiltaan positiivisia ja siis kalliimpia. Liikenteeseen liittyvät toimenpiteet ovat kustannusvaikutuksiltaan sekä negatiivisia sekä positiivisia. Tarkastelussa on huomattava, että eri maissa ja eri yksittäisten toimien hinta ja järjestys luonnollisesti vaihtelevat.

**Kuva 2** Arvio globaaleista kasvihuonekaasujen vähentämisen kustannuksista vuoteen 2030<sup>13</sup>.



Jotta yllä esitettyjä päästöleikkauksia ja niitä mahdollistavia toimenpiteitä tapahtuu yhteiskunnassa riittävän nopeasti, tarvitaan kannustimia. Nämä kannustimet voivat olla esimerkiksi normiohjausta, taloudellisia ohjauskeinoja, tiedottamista tai vapaaehtoisia sopimuksia. Ohjauskeinoilla, joilla vaikutetaan energian tuotantotapoihin, energian säästöön ja energiatehokkuuteen niin rakennuksissa, liikenteessä kuin teollisuudessa, on suurin potentiaali aikaansaada huomattavia päästövähennyksiä. Lisäksi maa- ja metsätalouden sekä jätesektorin ohjauskeinoilla on mahdollisuus saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä.

<sup>13</sup> Vattenfall 2007.

Seuraaviin alalukuihin on koottu potentiaalisesti lupaavia ilmastopoliittisia ohjauskeinoja sektoreittain. Ohjauskeinojen kuvauksien lisäksi tietoa on koottu mahdollisuuksien mukaan kyseisten keinojen vaikutuksista ja kustannustehokkuudesta. Kunkin luvun lopussa on esitetty Suomen kannalta mielenkiintoisimpia ohjauskeinoja.

### 3.1 Poikkileikkaavat ohjauskeinot ja niiden kustannustehokkuus

Kasvihuonekaasujen vähentämiseen tähtäävät poikkileikkaavat ohjauskeinot vaikuttavat päästöjen vähentämiseen usealla eri sektorilla. Näiden ohjauskeinojen avulla voidaan luoda yleiset puitteet kasvihuonekaasujen vähentämiselle sekä tukea kohdennettuja sektorikohtaisia ohjauskeinoja. Seuraavassa on käsitelty sellaisia poikkileikkaavia ohjauskeinoja, joita on käytetty kansallisella tasolla. Selvityksen rajauksen mukaisesti kansainvälisiä ohjauskeinoja, kuten EU:n sisäistä päästökauppaa, ei tässä selvityksessä tarkastella lähemmin.

#### **Energia-, hiilidioksidi- ja polttoaineverot**

Niin energia-, hiilidioksidi- kuin polttoaineverotuksen avulla voidaan vaikuttaa kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuviin kustannuksiin ja siten pyrkiä vähentämään niiden syntyä. Energiaveron tavoitteena on korottaa energian hintaa loppukäyttäjille. Verotus itsessään voidaan kohdistaa mille tahansa toimijalle energiantuotantoketjussa. Veroilla pystytään esimerkiksi kannustamaan energian loppukäyttäjiä vähentämään omaa energian kulutustaan. EU velvoittaa jäsenmaitaan verottamaan energian käyttöä. Esimerkiksi Isossa-Britanniassa on käytössä energiavero (climate change levy), joka on kohdistettu teollisuuden, kaupan sekä julkisen sektorin energian käytölle. DEFRA:n laskelmien mukaan energiavero on nettohyödyllään positiivinen, vaikkakaan ei aivan yhtä tehokas kuin muutamat muut vertailussa mukana olevat ohjauskeinot (ks. taulukko 1 luvussa 3.2).

Hiilidioksidiverolla puolestaan pyritään vähentämään hiilidioksidipäästöjen määrää verottamalla saastuttajalta tietty korvaus per hiilidioksiditonni. Saastuttamisesta aiheutuvalla kustannuksella pyritään kannustamaan saastuttajia etsimään edullisempia ja vähäpäästöisempiä toimintatapoja. Erottamalla hiilidioksidivero energiaverosta pyritään korostamaan veron tavoitetta sisäistämällä taloudellisesti niitä ulkoisia kustannuksia, joita hiilidioksidipäästöistä syntyy. Hiilidioksidivero on käytössä muun muassa Tanskassa, Norjassa ja Ruotsissa. Ruotsissa veroa korotettiin vuonna 2005 25 äyristä 91 äyriin per hiilidioksidikilo. Maa- ja metsätalous, CHP-laitokset sekä teolliset tuotantolaitokset maksavat alhaisempaa maksumäärää, samoin energiantensiiviselle teollisuudelle on vähennyksiä.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Öko-Institut Database on Policies and Measures in Europe, [www.oeko.de/services/pam](http://www.oeko.de/services/pam), luettu 2.7.2008.

Polttoaineveron tavoitteena taas on vähentää polttoaineiden käyttöä ja siten siitä aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä. Nostamalla polttoaineen hintaa vaihtoehtoiset energianlähteet sekä energiankäytön tehostaminen tulevat kannattavammiksi. Polttoaineverot voivat kohdistua joko liikennevälineissä tai rakennusten lämmityksessä käytettäviin polttoaineisiin tai kumpiinkin. Polttoaineveron kohdistamisella erisuuruisena eri polttoaineelle esimerkiksi polttoaineen hiilisisälön perusteella voidaan myös ohjata polttoaineiden valintaa vähemmän hiiltä sisältäviin polttoaineisiin. Polttoaineverot ovat käytössä useimmissa Euroopan maissa. Esimerkiksi Norjassa lämmitysöljyn vero oli 0,054 €/litra vuonna 2007 ja suunnitelmissa on korottaa sitä tänä vuonna.<sup>15</sup> Polttoaineveron käytöstä liikenne-sektorilla löytyy lisätietoja luvusta 3.4.2.

IPCC:n arvion mukaan energia-, hiilidioksidi- ja polttoaineverot ovat yleisesti ottaen kustannustehokkaita ja niiden ympäristövaikutukset positiivisia, mutta niistä usein aiheutuu tulonjakoon liittyviä ongelmia, koska kustannukset helposti kohdistuvat alimpiin tuloluokkiin<sup>16</sup>. Kokemukset ja selvitykset kuitenkin esimerkiksi hiilidioksidiveron tehokkuudesta ovat vaihtelevia.

Bruvoll ja Larsen (2002) ovat selvittäneet hiilidioksidiveron vaikutuksia Norjassa. Heidän laskelmiensa mukaan vaikka hiilidioksidipäästöt Norjassa kasvoivat vuosina 1990–1999, hiilidioksidipäästöt suhteessa BKT:hen vähenivät selvästi johtuen energiantensiteetin laskusta, muutoksista energialähteissä sekä teollisuuden prosessipäästöjen vähennyksistä. Siitä huolimatta, että verot ovat olleet suhteellisen korkeat ja tiettyjen polttoaineiden hinnat ovat nousseet, verojen merkitys päästöjen vähenemisessä on ollut vaatimatonta. Kokonaisuudessaan 14 % päästöjen vähenemisestä vain 2 prosenttiyksikköä johtui hiilidioksidiveroista. Verovaiikutuksen vähäisyyden tutkijat arvioivat johtuvan suuresta määrästä verovapauksia sekä suhteellisen vähäisestä kysynnän joustosta niillä sektoreilla, joilla vero toteutettiin.

Myös Ruotsissa on arvioitu hiilidioksidiveron vaikutuksia. Energimyndighetenin tekemissä arvioissa on laskettu energia- ja hiilidioksidiverojen yhteisvaikutuksia energiasektorilla. MARKAL Nordic mallilla laskettuna Ruotsin energiasektorin hiilidioksidipäästöt olisivat 2,5–7,0 Mt/v (= n. 4–12 % kokonaispäästöistä) suuremmat, jos hiilidioksidi- ja energiaverot olisivat samalla tasolla kuin vuonna 1990. Samalla mallilla on ennustettu myös tulevia päästövähennyksiä vuosille 2015 ja 2020, mikäli verot pysyisivät samoina, ja arvion mukaan erot päästövähennyksissä pysyisivät suurin piirtein samoissa.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> IEA Climate Change Policies Database [http://www.iea.org/textbase/pm/index\\_clim.html](http://www.iea.org/textbase/pm/index_clim.html), luettu 2.7.2008.

<sup>16</sup> IPCC 2007, Luku 13.

<sup>17</sup> Energimyndigheten 2006.

UNEPin rakennusten energiatehokkuutta edistävien ohjauskeinojen arvioinnissa käsiteltiin myös hiilidioksidiverojen sekä lämmityspolttoaineen verotuksen tehokkuutta ja vaikuttavuutta suhteessa rakennusten energiatehokkuuden edistämiseen. UNEPin arvion mukaan verojen vaikuttavuus tässä yhteydessä on matalan ja keskinkertaisen välimaastossa ja kustannustehokkuus matala (ks. taulukko 2 luvussa 3.2.2).

Erot tuloksissa ja verojen tehokkuuden arvioinnissa johtuvat osin siitä, kuinka kyseinen vero on suunniteltu ja toimeenpanttu. Esimerkiksi Norjassa hiilidioksidiverosta on myönnetty useita vapautuksia, ja vero on kohdistettu sellaisille sektoreille, joilla kysynnän jousto on vähäistä. Eroihin vaikuttaa lisäksi se, että useimmiten verovaikutus syntyy koko verotusjärjestelmän kokonaisuudesta, jolloin yksittäisen veron vaikutuksien tarkastelu on helposti harhaanjohtavaa.

Huomionarvoista on myös, että erilaisiin veroihin liittyviä verovähennyksiä pidetään erittäin tehokkaina ohjauskeinoina. Tämä tietenkin edellyttää sitä, että jonkinlainen vero on alun perin käytössä, josta vähennyksiä voidaan myöntää. Esimerkiksi energiankulutuksen vähentämiseen kannustavista verovähennyksistä löytyy enemmän tietoa luvusta 3.2.

Voidaan siis todeta, että energia-, hiilidioksi- sekä polttoaineveroihin perustuvien ohjauskeinojen käyttö voi olla tehokasta edellyttäen, että ne on tarkkaan suunniteltu ja kohdistettu ja että muut veroratkaisut tukevat niitä.

## **Julkiset hankinnat**

Ilmastokriteerien käyttö julkisissa hankinnoissa sekä julkisen sektorin toteuttamat hankintakilpailut voivat vaikuttaa huomattavasti kasvihuonekaasupäästöjen vähentymiseen sekä uusien teknologisten ratkaisujen leviämiseen markkinoille.

Esimerkiksi Ruotsissa ja Isossa-Britanniassa on olemassa ohjelma julkisten hankintojen edistämiseksi juuri ympäristö- ja ilmastopolitiikan välineenä. Ruotsissa on kokemusta hankintakilpailujen järjestämisestä jo 1990-luvulta lähtien. Hankintakilpailujen kautta ovat markkinoilla yleistyneet muun muassa energia- tehokkaat jääkaapit, lämpöpumput ja energiaa säästävät ikkunat. Vuonna 2001 perustettu BELOK (Beställargrupp lokaler) pyrkii vauhdittamaan rakennusten energiatehokkuutta edistävien innovaatioiden leviämistä markkinoille hankintakilpailujen avulla.<sup>18</sup> Itävallassa julkisen sektorin rakennuksien energiankulutusta pyritään vähentämään energiapalvelujen ostolla (ks. lisää luku 3.2.1).

---

<sup>18</sup> AID EE 2007c.

Julkisten hankintojen vaikuttavuutta ja kustannustehokkuutta on arvioitu muun muassa UNEPin rakennusten energiatehokkuuteen liittyvien ohjauskeinojen vertailussa, jossa kyseistä ohjauskeinoa pidettiin hyvänä sekä vaikuttavuudeltaan että kustannustehokkuudeltaan (ks. taulukko 2 luvussa 3.2.2). AID EE hankkeessa arvioitiin Ruotsin BELOKin toimintaa, ja sen vaikuttavuutta pidettiin hyvänä. BELOKin vuosittaiset kustannukset ovat noin 1 milj. €. BELOKin edistämällä teknologioilla puolestaan arvioitiin olevan mahdollisuus jopa 20 % säästöihin energiankulutuksessa. Mikäli BELOKin toiminnan avulla saavutetaan sähkön ja lämmön säästöjä yhteensä 1 TWh (joka on vähemmän kuin 0,7 % rakennusten energiankulutuksesta Ruotsissa)<sup>19</sup> seuraavien 10 vuoden aikana, kyseisen ohjauskeinon hinnaksi tulee 0,1 EUR/kWh.<sup>20</sup>

EU:n rahoittamassa RELIEF tutkimuksessa puolestaan arvioitiin julkisen sektorin hankintojen potentiaalia ilmastonmuutoksen torjunnassa. Tutkimuksen mukaan kaiken julkiseen käyttöön Euroopassa hankitun sähkön vaihtaminen uusiutuvilla energialähteillä tuotettuun sähkөөn säästäisi 60 miljoonaa tonnia hiilidioksidia, mikä vastaa noin viidennestä Kioton sopimuksen vähentämisveloitteesta.<sup>21</sup> Itävallassa on puolestaan arvioitu, että julkisten rakennusten energiansäästöpalveluiden hankinnalla sekä liittovaltion yleisten rakennusten peruskorjauksilla pystyttäisiin säästämään hiilidioksidipäästöjä 70 000–100 000 t vuodessa vuoteen 2012 mennessä. Energiansäästöpalveluiden hankintaohjelmassa on 500 julkista rakennusta. Sopimusten seurauksena valtio säästää vuosittain noin 1,4 milj. € energiakuluissaan.<sup>22</sup>

Julkisten hankintojen ilmastomyönteisyyden edistäminen sekä hankintakilpailujen järjestäminen ovat suhteellisen edullisia ohjauskeinoja, joilla pystytään välittömästi edistämään uusimpien teknologioiden leviämistä sekä saamaan markkinoille pitkälle kehittyneitä teknologioita. Nämä ohjauskeinot edellyttävät puolestaan suurempaa työtä julkiselta hallinnolta sekä panostusta valistukseen ja tiedotukseen.

## **Paikallishallinnolle suunnatut tuet**

Tukien tavoitteena on avustaa kuntia ja muita paikallisia yleishyödyllisiä toimijoita ilmastoinvestointien tekemisessä. Tuet voivat olla joko matalakorkoista lainaa tai suoria avustuksia.

---

<sup>19</sup> Ruotsin energiankulutus vuonna 2006 oli 146 TWh. (Statistiska Centralbyrån, [http://www.scb.se/templates/tableOrChart\\_24271.asp](http://www.scb.se/templates/tableOrChart_24271.asp)).

<sup>20</sup> AID EE 2007c.

<sup>21</sup> ICLEI 2003.

<sup>22</sup> Öko-Institut Database on Policies and Measures in Europe, [www.oeko.de/services/pam](http://www.oeko.de/services/pam), luettu 3.7.2008.

Paikallishallintoa tuetaan esimerkiksi Ruotsissa ja Isossa-Britanniassa energia-  
tehokkuusinvestointien tekemisessä. Isossa-Britanniassa on Salix Finance nimi-  
nen voittoa tuottamaton rahoituslaitos, joka tukee kuntien kasvihuonekaasu-  
päästöjen vähentämistoimenpiteitä.<sup>23</sup> Ruotsissa puolestaan toimii paikallisten  
ilmastoinvestointien rahoitusohjelma KLIMP, joka jakaa rahoitusta kasvihuone-  
kaasupäästöjä vähentävien toimien edistämiseksi.<sup>24</sup>

## Tuotteiden hiilijalanjäljet

Tuotteille laskettavat hiilijalanjäljet kertovat kuluttajille kuinka paljon kukin tuote  
kuluttaa elinkaarensa aikana hiilidioksidia. Tällaisten merkintöjen avulla kulutta-  
jilla on paremmat mahdollisuudet tietää eri tuotteiden ilmasto-ominaisuuksista ja  
käyttää näitä yhtenä ostokriteerinä ostopäätöstä tehtäessä.

Isossa-Britanniassa on käynnissä yhteisprojekti, jossa ovat mukana DEFRA, The  
Carbon Trust, BSI British Standards sekä useita yrityksiä. Tavoitteena on luoda  
yhtenäinen standardi tuotteiden ja palveluiden hiilijalanjäljen laskemiselle.<sup>25</sup>

### 3.1.1 Poikkileikkaavat ohjauskeinot Suomen näkökulmasta

Suomessa on käytössä energiavero, jota kannetaan nestemäisistä polttoaineista,  
sähköstä, kivihiiilestä, maakaasusta ja mäntyöljystä. Teollisuus sekä kasvihuone-  
viljelijät maksavat kevennettyä sähköveroa, ja biopolttoaineet on kokonaan  
vapautettu verosta.

Motiva on aiemmin järjestänyt joitain julkisia hankintakilpailuja, mutta luopui  
niiden järjestämisestä 2000-luvun alkuvuosina. Julkisten hankintojen edistä-  
miseksi on olemassa kaupallisesti toimiva internet-tietokanta, josta hankkijat  
saavat tarkempaa tietoa tuotteiden ympäristö- ja energiaominaisuuksista.

Ilmastomerkintöihin ja hiilijalanjälkiin liittyen Suomessa on tällä hetkellä meneil-  
lään Climate Bonus -hanke, jossa pyritään selvittämään elintarvikkeiden hiili-  
jalanjälkitietoja. Hankkeessa pyritään ostosten ilmastovaikutuksiin liittyvän  
bonusjärjestelmän kokeiluun.<sup>26</sup>

---

<sup>23</sup> [www.salixfinance.co.uk](http://www.salixfinance.co.uk), luettu 26.6.2008.

<sup>24</sup> <http://www.naturvardsverket.se/sv/Lagar-och-andra-styrmedel/Ekonomiska-styrmedel/Investeringsprogram/Klimatinvesteringsprogram-Klimp>, luettu 26.6.2008.

<sup>25</sup> Defra News release 30.5.2007, <http://www.defra.gov.uk/news/2007/070530a.htm>, luettu 2.7.2008.

<sup>26</sup> Nissinen & Seppälä 2008.

Edellä esitettyjen arvioiden perusteella voidaan tehdä seuraavia Suomea koskevia johtopäätöksiä:

- Energia-, hiilidioksidi- sekä polttoaineveroilla on merkitystä erityisesti tukevana ohjauskeinona muiden, kohdistetumpien ohjauskeinojen lisäksi. Verotuksen tehokkuus riippuu kohteena olevan toiminnan kysyntäjoustosta ja siitä, kuinka hyvin vero pystytään kohdistamaan. Verojen kohdistamisessa on erityisesti varmistettava, että se palvelee nimenomaan kasvihuonekaasujen vähentämistä. Erilaiset verovähennykset ja -vapautukset tulisi kohdistaa ainoastaan edellä mainittujen ilmastotavoitteiden edistämiseksi eikä niitä tulisi käyttää erityisryhmien kustannusten helpottamiseksi.
- Julkisen sektorin roolia ilmastotalkoissa tulisi vahvistaa. Ilmastokriteerien käyttöä julkisissa hankinnoissa pitäisi tukea esimerkiksi saattamalla internetissä oleva hankintatietokanta ilmaiseen käyttöön. Julkisen sektorin toteuttamat hankintakilpailut pitäisi ottaa uudestaan laajamittaiseen käyttöön. Niiden avulla voidaan edistää uuden ilmastomyötäisen teknologian nopeampaa kaupallistumista sekä saavuttaa merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjen vähenemistä. Samoin tulisi selvittää paikallishallinnolle suunnattujen energiainvestointirahastojen tai vastaavien toimivuutta.
- Hiilijalanjäljen ilmoittaminen tuotteessa mahdollistaa kuluttajille tuotteiden ilmasto-ominaisuuksien vertailun ostopäätöstilanteessa. Toistaiseksi hiilijalanjäljen luotettavan määrittämisen kustannuksista ja hyödyistä ei ole riittävästi tietoa, mutta asiaa on syytä seurata. Mikäli järkeviä ratkaisuja löydetään, asiasta pitäisi tehdä koko EU:n tason päätöksiä.

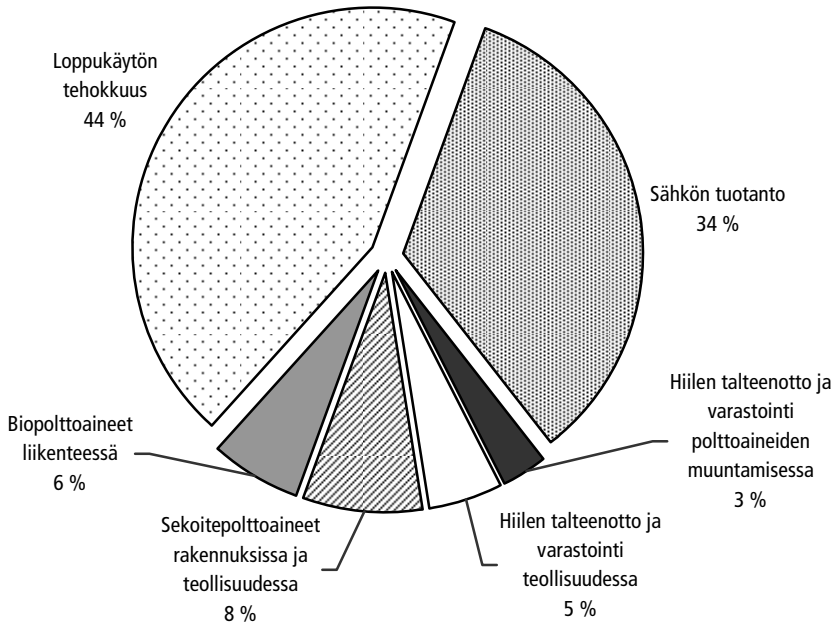
## 3.2 Energian kulutus

Suurimmat mahdollisuudet leikata energiaperäisiä kasvihuonekaasupäästöjä liittyvät energian kulutukseen sekä energian tuotantoon (kuva 3). Energian loppukäyttöä tehostamalla voitaisiin kokonaisuudessaan saavuttaa 44 % päästövähennyksistä. IEA:n vuonna 2008 tekemän skenaariotarkastelun perusteella polttoaineen käytön tehostamisella voidaan saavuttaa 24 %, sähkökäytön tehostamisella 12 % ja energiantuotannon tehostamisella 7 % globaaleista päästövähennyksistä<sup>27</sup>.

---

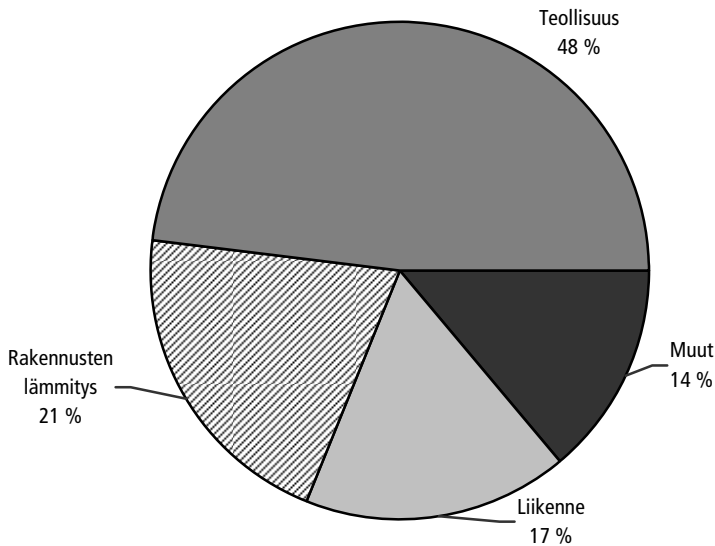
<sup>27</sup> IEA 2008.

**Kuva 3** Päästövähennyspotentialit teknologia-alueittain<sup>28</sup>.



Suomessa energian loppukäytöstä tapahtuu teollisuudessa 51 %, rakennusten lämmityksessä 21 % ja liikenteessä 16 % (ks. kuva 4).

**Kuva 4** Energian loppukäyttö sektoreittain Suomessa vuonna 2005<sup>29</sup>.



<sup>28</sup> IEA 2008.

<sup>29</sup> Tilastokeskus, Energiatilasto (www.tilastokeskus.fi, luettu 1.9.2008).

### 3.2.1 Energian kulutukseen liittyviä ohjauskeinoja

Tässä luvussa käsitellään lähinnä rakennuksien ja rakentamisen, sähkölaitteiden sekä teollisuuden energiankulutukseen liittyviä ohjauskeinoja. Liikenteen ja yhdyskuntarakenteen energiankulutukseen liittyvät ohjauskeinot käsitellään omilla luvuissaan.

Yksin rakennusten energiansäästöön ja energiatehokkuuteen vaikuttamaan pyrkiviä ohjauskeinoja on UNEPin arvion mukaan käytössä yli 30 ympäri maailmaa. Seuraavaksi esitellään valikoima niin teollisuuden, sähkölaitteiden kuin rakennustenkin energiankulutukseen liittyviä ohjauskeinoja, jotka ovat Suomen näkökulmasta mielenkiintoisia.

#### **Energiaverotukseen liittyvät verohelpotukset yrityksille**

Energiaverotusta käsiteltiin jo edellisessä luvussa 3.1 osana kaikkien sektoreiden yli leikkaavia ohjauskeinoja. Energiaverotukseen liittyvillä verohelpotuksilla on kuitenkin selkeä rooli juuri energian kulutukseen liittyvänä ohjauskeinona ja siksi niitä käsitellään tässä vielä erikseen. Verohelpotuksilla pyritään kannustamaan energian loppukäyttäjää vähentämään energian kulutustaan esimerkiksi tukemalla energiainvestointeja.

Energiansäästöön kannustavia verohelpotuksia on käytössä useissa maissa, esimerkiksi Ruotsissa energiatehokkuusinvestointeja tekevät yritykset voivat saada verovähennystä. Isossa-Britanniassa energiaveroa maksavat vain yritykset, eikä veroa tarvitse maksaa muun muassa uusiutuvista energianlähteistä eikä CHP tuotannosta. Lisäksi yritykset saavat 80 % alennuksen verosta, mikäli ne tekevät vapaaehtoisen sopimuksen energiatehokkuuden kasvattamisesta (ks. vapaaehtoiset sopimukset). Isossa-Britanniassa, kuten myös Singaporessa yritykset voivat verotuksessa kirjata kuluksi investoinnit energiaa säästävään teknologiaan investointivuonna. Alankomaissa uusiutuvan energian tai energiansäästöinvestointeihin voi saada 55 % vähennyksen verotettavasta voitosta, ja Ranskassa voi energiaa säästäviin investointeihin saada tuettua lainaa.<sup>30</sup>

#### **Tuet kotitalouksille ja pk-yrityksille**

Tukien tavoitteena on avustaa kotitalouksia tai pk-yrityksiä lämmityslähteen vaihtoon tai energian kulutusta vähentävien investointien tekemisessä. Tuet voivat olla esimerkiksi matalakorkoista lainaa tai suoraa avustuksia.

Tukijärjestelmiä kotitalouksille on käytössä esimerkiksi Ruotsissa, Saksassa, Isossa-Britanniassa ja Itävallassa, joissa myönnetään tukea lämmitysjärjestel-

---

<sup>30</sup> IPCC 2007, DEFRA 2006.

mien muuttamiseen sekä energiatehokkuuden parantamiseen. Isossa-Britanniassa on lisäksi käytössä ALV-veron vähennys.<sup>31</sup> Pk-yritysten energiaa säästäville investoinneille myönnetään erityistä lainaa esimerkiksi Saksassa sekä Isossa-Britanniassa.<sup>32</sup>

## **Energialaitosten säästövelvoitteet**

Ohjauskeinoon tavoitteena on kannustaa tai velvoittaa energiapalveluita myyviä yrityksiä tukemaan asiakkaitaan energiansäästössä. Ohjauskeino voi olla esimerkiksi velvoite toteuttaa tietty määrä energiansäästöä tai energiansäästöstä saatavat sertifikaatit, joilla voidaan käydä kauppaa.

Esimerkiksi Isossa-Britanniassa nk. Energy Efficiency Commitment -ohjelman puitteissa asetetaan määrääjain energiansäästötavoitteet, joiden saavuttamiseksi energiapalveluiden tarjoajien pitää tukea yksityisasiakkaidensa energiansäästötoimia.<sup>33</sup> Vastaavanlaisia järjestelmiä on olemassa myös Yhdysvalloissa, esimerkiksi Kaliforniassa<sup>34</sup>. Italiassa ja Ranskassa energialaitosten säästövelvoite on toteutettu niin, että energiapalveluiden myyjät saavat nk. valkoisia sertifikaatteja saavutetuista vähennyksistä, ja näiden sertifikaattien kanssa voidaan käydä kauppaa energiapalveluiden tarjoajien kesken. Näin säästöt tehdään siellä, missä ne ovat halvimpia.<sup>35</sup>

## **Rakentamisen säädökset**

Rakentamisen säädöksillä pyritään vaikuttamaan rakennusten kokonaisenergian kulutukseen määrittelemällä normit esimerkiksi lämmitysjärjestelmille, ilmastoinnille ja ikkunoille.

Uudisrakentamiseen liittyvät energiatehokkuusnormit ovat tulossa kaikkiin EU-maihin jollain tasolla energiapalveludirektiivin myötä. Esimerkiksi Alankomaissa ja Isossa-Britanniassa on uudisrakennuksien energiatehokkuutta sääteleviä normeja kiristetty useaan otteeseen 2000-luvulla. Isossa-Britanniassa on käytössä myös vapaaehtoinen Kestävän kehityksen kodit -rakennusstandardi<sup>36</sup> ja ohjelma matalahiilisten asuinrakennusten edistämiseksi<sup>37</sup>. Lisäksi esimerkiksi Ruotsissa on kokonaan kielletty suoran sähkölämmityksen asentaminen uudisrakennuksiin.<sup>38</sup>

---

<sup>31</sup> Ökoinstitut, [www.oeko.de/service/pam](http://www.oeko.de/service/pam), luettu 4.7.2008, DEFRA 2006.

<sup>32</sup> Ökoinstitut, [www.oeko.de/service/pam](http://www.oeko.de/service/pam), luettu 4.7.2008, DEFRA 2006.

<sup>33</sup> DEFRA 2006.

<sup>34</sup> York ja Kushler 2005.

<sup>35</sup> EPC 2007.

<sup>36</sup> Ökoinstitut, [www.oeko.de/service/pam](http://www.oeko.de/service/pam), luettu 7.7.2008

<sup>37</sup> Nk. Zero-carbon homes.

<sup>38</sup> IPCC 2007.

## **Kodinkoneiden merkinnät ja standardit**

Kodinkoneiden merkinnöillä ja standardeilla pyritään varmistamaan markkinoilla myytävien tuotteiden energiatehokkuus. Minimistandardit määrittelevät vähimmäistason esimerkiksi jääkaappien energiatehokkuudelle. Merkinnät puolestaan kertovat kuluttajille tuotteen energiankulutusominaisuuksista.

Kodinkoneiden merkinnät ja standardit tulevat EU:n Eco-design ja Labelling -direktiivien myötä käyttöön kaikkialla Euroopassa. Monissa maissa on jo tätä ennen ollut omia merkintäjärjestelmiään, esimerkiksi Isossa-Britanniassa, Ruotsissa sekä Alankomaissa<sup>39</sup>.

## **Neuvontaa kuluttajille ja kotitalouksille**

Neuvonnalla pyritään varmistamaan kuluttajien ja kotitalouksien objektiivisen ja luotettavan tiedon saanti liittyen energian säästöön ja energiatehokkuusinvestointeihin. Pitkän tähtäimen tavoitteena on vaikuttaa kuluttajien valintoihin, asenteisiin sekä arvoihin.

Erityyppistä kuluttajaneuvontaa on olemassa useissa maissa, mutta niiden muodot ja resurssien taso vaihtelee huomattavasti. Esimerkiksi Ruotsissa on jokaisessa kunnassa energianeuvoja, joka auttaa kuluttajia energiaan liittyvissä kysymyksissä ja jakaa puolueetonta tietoa erilaisista teknologisista ratkaisuista. Alankomaissa taas toimii vapaaehtoinen nk. Energy Performance Advice (EPA), jonka kautta yksityisasiakkaat voivat saada tietoa asuntojensa energiatehokkuudesta sekä soveltuvimmista energiansäästötoimenpiteistä.<sup>40</sup> EU:n energia- palveludirektiivin mukaisesti energiayhtiöiden tulee myös tarjota tietoa energiansäästöstä, mutta toistaiseksi tarjottavan tiedon taso vaihtelee huomattavasti.

## **Reaaliaikainen energian kulutuksen seuranta**

Reaaliaikaisella energian kulutuksen seurannalla pyritään saamaan kuluttajan saataville tarkkaa ja ajankohtaista tietoa omasta energiankulutuksesta joko asennettavien mittareiden tai laskussa olevien tietojen kautta.

EU:n energiapalveludirektiivi edellyttää energian kulutuksen seurantaa, mutta ei määrittele tarkkaan, kuinka usein sitä pitäisi seurata. Muutamissa maissa, esimerkiksi Italiassa ja Isossa-Britanniassa ollaan siirtymässä reaaliaikaiseen energian kulutuksen seurantaan<sup>41</sup>.

---

<sup>39</sup> AID EE 2007b, DEFRA 2006.

<sup>40</sup> Ökoinstitut, [www.oeko.de/service/pam](http://www.oeko.de/service/pam), luettu 4.7.2008

<sup>41</sup> DEFRA 2007a.

## **Julkisen sektorin toimet oman energiatehokkuuden parantamiseksi**

Julkisen hallinto on huomattava energian kuluttaja, erityisesti rakennuksissa. Julkisen sektorin toimet energian kulutuksen vähentämiseksi ovat merkittäviä niiden kautta saavutettavien säästöjen suhteen, mutta niillä on myös suuri esimerkkiarvo.

Julkisen sektorin rakennusten energiatehokkuuden parantamiseksi on olemassa ohjelmia muun muassa Isossa-Britanniassa, Saksassa ja Itävallassa. Isossa-Britanniassa on asetettu energiansäästötavoitteet julkisen hallinnon rakennuksille sekä tehty energiansäästösopimuksia keskushallinnon ja paikallishallinnon kesken paikallishallinnon energiankulutuksen vähentämiseksi. Lisäksi on olemassa rahasto, josta myönnetään korkovapaata lainaa julkisen sektorin rakennusten energiansäästöinvestointeihin.<sup>42</sup> Saksassa hallitus on puolestaan asettanut tavoitteekseen vähentää liittovaltion rakennuksista aiheutuvia CO<sub>2</sub>-päästöjä 30 % vuoteen 2010.<sup>43</sup> Itävallassa puolestaan tehostetaan julkisten rakennusten energiankäyttöä ohjelmalla, jossa järjestetään ESCO-sopimukset<sup>44</sup> lähes 300 julkiseen kiinteistöön. Sopimuskauden aikana (10 vuotta) on tarkoitus saavuttaa 20 % säästö energiankulutuksessa.<sup>45</sup>

### **Vapaaehtoiset sopimukset**

Vapaaehtoiset energiansäästösopimukset ovat virallisia julkisen toimijan sekä organisaation tai yrityksen välisiä sopimuksia, joissa yritys tai organisaatio sitoutuu vähentämään tai tehostamaan omaa energiankulutustaan tietyn määrän.

Isossa-Britanniassa on tehty sopimuksia energiantensiivisen teollisuuden kanssa. Yritykset saavat 80 % alennuksen energiaverosta, mikäli yritykset sitoutuvat sopimukseen, jonka tavoitteena on vähentää 10 Mt CO<sub>2</sub> vuodessa vuoteen 2010 mennessä. Alankomaissa on tehty energiantensiivisen teollisuuden toimijoiden kanssa sopimus, jonka mukaan teollisuus aikoo olla maailman johtajia energiatehokkuudessa vuoteen 2012 mennessä. Valtio puolestaan takaa, ettei tuona aikana teollisuutta tule koskemaan muut energiaverot tai rajoitukset.

---

<sup>42</sup> DEFRA 2006.

<sup>43</sup> Ökoinstitut, [www.oeko.de/service/pam](http://www.oeko.de/service/pam), luettu 9.7.2008

<sup>44</sup> ESCO-palvelu on liiketoimintaa, jossa ulkopuolinen toimija toteuttaa asiakasyrityksessä investointeja ja toimenpiteitä energian säästämiseksi. ESCO-toimija (Energy Service Company) sitoutuu sovittavalla tavalla energiankäytön tehostamistavoitteiden saavuttamiseen asiakasyrityksessä. ESCO-palvelun kustannukset, energiansäästöinvestointi mukaan luettuna, maksetaan säästöillä, jotka syntyvät alentuneista energiakustannuksista. ([www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)).

<sup>45</sup> Ökoinstitut, [www.oeko.de/service/pam](http://www.oeko.de/service/pam), luettu 9.7.2008

### 3.2.2 Energian kulutukseen liittyvien ohjauskeinojen vaikutukset ja kustannustehokkuus

Energian kulutukseen liittyvien ohjauskeinojen vaikutuksista ja kustannustehokkuudesta on olemassa jonkin verran tutkimustietoa, mutta se on laadultaan ja tarkastelutavaltaan kovin vaihtelevaa.

DEFRA on selvittänyt laajalti Ison-Britannian ilmastopoliittisten toimenpiteiden vaikutuksia ja kustannuksia. Useista yksittäisistä toimenpiteistä on arvioitu kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispotentiaalia, kustannustehokkuutta kokonaishyötyinä (€/t CO<sub>2</sub>-ekv.), kokonaisvaikutuksia ja niiden jakautumista joko julkiselle hallinnolle, yrityksille tai kuluttajille. Oheisvaikutuksia on arvioitu laadullisesti liittyen ilmanlaatuun, innovaatioihin, energiaomavaraisuuteen/energiaturvallisuuteen sekä energiankulutuksen kustannuksiin kuluttajille (fuel poverty).

Oheisessa taulukossa 1 on koottuna DEFRA:n tuloksia liittyen edellä esitettyyn ohjauskeinovalikoimaan. Kaikista ohjauskeinoista ei ole saatavissa kaikkia tietoja. Taulukkoa lukiessa on syytä huomioida, että kyseisessä selvityksessä kustannustehokkuus määriteltiin nettohyötynä, eli ohjauskeinojen *kokonaisvaikutukset* yhteenlaskien, ohjauskeinosta on aiheutunut joko kustannuksia (merkitty negatiivisina lukuina) tai kustannushyötyjä (merkitty positiivisina lukuina). Näin tarkasteltuna monien ohjauskeinojen osalta kokonaisvaikutukset ovat positiiviset eli saavutettavat hyödyt ylittävät aiheutuvat kustannukset. Ohjauskeinot on taulukossa listattu siinä järjestyksessä, millä keinoilla on arvioitu saavutetun suurimmat kasvihuonekaasuvähennykset.

DEFRA:n arvion mukaan eniten hyötyjä saadaan rakentamisen säädöksillä, kotitalouksien tuilla ja alv-vähennyksillä, sekä energiapalveluiden tarjoajien energiansäästösopimuksilla ja pk-yritysten lainoilla. Energiansäästösopimukset paikallishallinnon kanssa Pohjois-Irlannissa on arvioitu hyvin tehokkaiksi, kun taas vastaavantyyppiset sopimukset Skotlannissa on arvioitu huomattavasti vähemmän hyödyllisiksi. Vain lämmityskattiloihin liittyvä tiedottaminen on arvioitu kustannustehokkuudeltaan negatiiviseksi, eli siitä syntyy enemmän kustannuksia kuin hyötyjä. Suurimmat päästövähennykset puolestaan on saavutettavissa energiaverolla, vapaaehtoisilla sopimuksilla, energiapalveluiden tarjoajien energiansäästösopimuksilla sekä rakentamisen säädöksillä.

**Taulukko 1** Isossa-Britanniassa käytössä olevien energian kulutukseen liittyvien ohjausekinojen kustannustehokkuus sekä vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin.<sup>46 47</sup>

	Khk-päästö- vähenemä 2010(pa) (Mt CO <sub>2</sub> - ekv.)	Kustannus- tehokkuus (netto- hyöty €/t CO <sub>2</sub> -ekv.)*	Kokonais- vaikutukset NPV (€m)	Kokonaisvai- kutuksien jakauma (€m) (valtio/yrityk- set/kuluttajat)	Oheisvaikutukset**
Energiavero	13,3	41	17,050	-	ilmanlaatu+, innovaatiot+, energiaturvallisuus+
Vapaaehtoinen teollisuuden energian- säästösopimus	10,4	36	8,080	-	ilmanlaatu+, energiatur- vallisuus+
Energiapalveluiden tarjoajien energian- säästösitoumus	5,8 (1,1–2,2 v.2020)	110	23,080	v: -1218 y: -3,876 k: 24,293	ilmanlaatu+, innovaati- ot+, energiaturvallisuus+, polttoaineköyhyys+
Energiansäästösitoumuksen tehostami- nen, 2008–2011	1,1–2,2	72	4,560	v: -352 y: -735 k: 4,851	ks. yllä
Rakentamisen säädökset	5,4	220	51,000	v: -19 y: 0 k: 51,055	ilmanlaatu+, energiatur- vallisuus+, polttoaine- köyhyys+
Rakentamisen säädösten tiukentaminen, 2010 ja 2015	0,4 (1,1 v.2020)	19 (-175 v.2015 tiukenta- minen)	-1,540	v: 0 y: -2,205 k: 0	ilmanlaatu+
Säätiö joka tukee ja valistaa energian- säästössä	4,0	72	-	v: -362 y: -3,506 k: 13,912	-
Reaaliaikainen energian kulutuksen seuranta	0,7 (2,0 v.2020)	0–70	-		ilmanlaatu+, innovaatiot+
Tukea kotitalouksien lämmityksen tehostamiseen ja parantamiseen	1,4	170	-	v: -4,548 y: 0 k: 12,677	ilmanlaatu+, energiatur- vallisuus+, polttoaine- köyhyys+
Kotitalouksien tukien laajentaminen -	0,1 (0,3 v.2020)	110	8,530	v: 0 y: -1132 k: 3,234	ilmanlaatu+, energiatur- vallisuus+, polttoaine- köyhyys+
Valistusta tehottomien lämmityskattilo- iden parantamiseksi	0,4-1	-6		v: y: k:	ilmanlaatu+, energiatur- vallisuus+, polttoaine- köyhyys+
ALV-vähennys kotitalouksien energian- säästöinvestointeihin	0,4	160	-	v: - y: k:	ilmanlaatu+, energiatur- vallisuus+, polttoaine- köyhyys+

<sup>46</sup> DEFRA 2006, 2007a.

<sup>47</sup> Kaikki raportissa esitetyt luvut on tarvittaessa muunnettu punnista tai dollareista euroiksi seuraavien kurssien mukaan 1 € = USD 1,56 sekä 1 € = GBP 0,68. Kurssit ovat vuoden 2008 toisen vuosineljänneksen keskiarvoja Suomen Pankin mukaan.

Lainaa pk-yrityksille ilmasto-investointeihin	< 0,2	130		v: 0 y: 10 k: 3	-
Energiansäästösopimukset paikallishallinnon kanssa - Central Energy Efficiency Fund Northern Ireland	< 0,2	150		v: 282 y: 0 k: 115	
Energiansäästösopimukset paikallishallinnon kanssa - Central Energy Efficiency Fund Scotland	< 0,2	8		v: -3 y: 428 k: 204	
Lainaa julkisen sektorin rakennusten energiainvestointeihin	0,4 (2,0 v.2020)		21-156	v: y: k:	ilmanlaatu+, innovaatio+, energiaturvallisuus+

\* Kustannustehokkuus määriteltiin tutkimuksessa nettohyötynä, eli ohjauksien kokonaisvaikutukset yhteenlaskien ohjauksien ohjauksien aiheuttanut joko kustannuksia (merkitty negatiivisina lukuina) tai kustannushyötyjä (merkitty positiivisina lukuina).

\*\* Oheisvaikutukset määriteltiin selvityksessä laadullisesti joko positiivisiin (+) tai negatiivisiin (-)

EU:n Intelligent energy for Europe rahoittamassa AID EE hankkeessa puolestaan tarkasteltiin 20 eri maassa käytössä olevia energian kulutuksen vähentämiseen tähtäävän ohjauksien energiansäästövaikutuksia sekä kustannuksia valtiontaloudellisesta näkökulmasta. Vertailussa valtiontalouden kannalta ylivoimaisesti kustannustehokkaimmaksi keinoksi nousivat energiapalveluiden tarjoajien energiansäästösopimukset (UK), energiansäästövelvoitteet (BEL), teollisuuden energiatehokkuusverkosto ja tuet (NOR) ja energia-auditointi ohjelma (FIN). On kuitenkin korostettava, että kyse on vain valtion taloudelle aiheutuvista kustannuksista, jolloin hyödyt esimerkiksi energiansäästöä jäävät kokonaan huomioimatta. Kustannustehokkaiksi nousevat siten pakolliset tavoitteet ja muut sääntelykeinot. Ylivoimaisesti suurimmat energiansäästöt on saavutettu puolestaan energiansäästösopimuksilla (UK), vapaaehtoisilla energiansäästösopimuksilla (DEN) sekä energia-auditointiohjelmalla (FIN).

Myös UNEP on arvioinut rakennusten energiansäästöön ja energiatehokkuuteen kannustavia ohjauksia. Kyseisessä tutkimuksessa, jossa käytiin läpi yli 80 tutkimusta 52 maasta, kerättiin tietoa ohjauksien vaikuttavuudesta, päästövaikutuksista sekä kustannustehokkuudesta. Kustannustehokkuutta arvioitiin yhteiskunnallisten, ei siis vain valtiolle koituvien kustannuksien kautta. Eri lähteistä saatuja lukuja pyrittiin yhtenäistämään mahdollisuuksien mukaan. Tutkimuksen mukaan tehokkaimmiksi niin vaikuttavuudeltaan kuin kustannuksiltaan arvioitiin sähkölaitteiden standardit, energiatehokkuusvelvoitteet ja kiintiöt, pakolliset merkinnät ja sertifikaatit, energiapalveluntarjoajien kysynnän hallinta sekä verovähennykset (ks. taulukko 2). Arviointitulokset vaikuttavuuteen ja kustannustehokkuuteen liittyen summattiin tutkimuksessa asteikolla matala-keskinkertainen-korkea.

**Taulukko 2** Arvio 20 rakennusten energian kulutukseen liittyvän ohjauskeinon vaikuttavuudesta ja kustannustehokkuudesta<sup>48</sup> (matala -, keskinkertainen +, korkea ++).

Ohjauskeino	Vaikuttavuus	Kustannustehokkuus
Sähkölaitteiden standardit	++	++
Energiatehokkuusvelvoitteet ja kiintiöt	++	++
Pakolliset merkinnät ja sertifikaatit	++	++
Energiapalvelun tarjoajien kysynnänhallinta	++	++
Verovähennykset	++	++
Rakennussäädökset	++	+
Hankintasäädökset	++	+ / ++
Pakolliset auditoinnit	++ mutta suurta vaihtelua	+ / ++
Energiapalvelusopimukset (ESCO)	++	+ / ++
Vapaaehtoiset sertifikaatit ja merkinnät	+ / ++	++
Teknologiahankinnat	+ / ++	+ / ++
Julkisen sektorin esimerkkitoimet	+ / ++	+ / ++
Energiatehokkuussertifikaatit (nk. valkoiset sertifikaatit)	+	+ / ++
Tuet ja avustukset	+ / ++	- mutta joskus ++
Energiainvestointeihin kanavoitavat maksut	+	++ vain rajallisesti tietoa
Vapaaehtoiset sopimukset	+ / ++	+
Valistuskampanjat	- / +	+ / ++
Tarkat kulutuksen seurannan mittaukset	+	+
Verot (CO <sub>2</sub> tai polttoaineet)	- / +	-
Kioton mekanismit	-	-

Arvioitaessa eri tutkimuksia on huomioitava, että niiden tulokset eivät käytettyjen menetelmien ja hankkeiden fokuksen eroista johtuen ole vertailukelpoisia<sup>49</sup>. DEFran teettämässä selvityksissä on kustannuksia ja hyötyjä arvioitu kattavimmin. Näiden tulosten osalta on erityisesti huomioitava syntyvien energian säästöjen tuoman hyödyn huomiointi pitkältä aikaväliltä. Menetelmällisesti toisena ääripäänä ovat AID-EE-hankkeen laskelmat, joissa on huomioitu vain julkisen sektorin kustannukset. Koska kustannustehokkuuksissa ei millään tavoin ole huomioitu saavutettujen energiansäästöjen hyötyjä, näitä tuloksia ei pitäisi käyttää yksin valittaessa tehokkaimpia ohjauskeinoja. Edelleen UNEPin selvityksen tuloksissa kustannukset ja hyödyt on arvioitu periaatteessa vertailukelpoisesti DEFran selvitysten kanssa, joskin suppeammin. Kustannukset on kuitenkin suhteutettu energian säästöihin, ei kasvihuonekaasupäästöjen vähenemään, joten lukuarvojen vertailu ei ole mahdollista.

<sup>48</sup> UNEP 2007.

<sup>49</sup> Enemmän keskustelua eri tutkimuksissa käytetyistä menetelmistä löytyy luvusta 2.4 sekä liitteestä 1.

Yksittäisten instrumenttien vertailu on siten tehtävä tarkastelemalla kunkin selvityksen kattamia instrumentteja suhteessa saman selvityksen muihin instrumentteihin. Tämän jälkeen vertailu eri selvitysten välillä on tehtävä yleisemmällä tasolla. Tässä vertailussa on huomioitava myös instrumenttien erilainen luonne ja niiden kohdentuminen eri sektoreille sekä aikajännteille. Energian käyttöön liitetyville toimille on tyypillistä se, että energian kulutuksesta syntyvät kustannussäästöt tekevät ohjauskeinoista kokonaisuuden kannalta taloudellisesti kannattavia. Suuri osa näistä hyödyistä kohdistuu kuitenkin kotitalouksille, joiden kyky investoida on rajallinen. Myöskään teollisuuden osalta investoiminen energian säästöön ei välttämättä ole ensimmäinen, eikä hyödyistään huolimatta välttämättä edes taloudellisesti tuottavin, investointikohde. Ohjauskeinojen pitää siten pureutua näihin markkinoiden epätäydellisyyksiin.

Edelläkuvattujen selvitysten perusteella tehokkaita energian kulutuksesta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tähtääviä ohjauskeinoja voisi-  
vat olla:

- kotitalouksien neuvonta – erityisesti energiayhtiöiden veloitteena pakollisten energiansäästötavoitteiden kautta,
- energiansäästösopimukset ja erityisesti tavoitteiden saavuttamisen ”palkitseminen”,
- rakennusten säädökset, standardit ja muu regulaatio sekä
- tuet energiainvestoinneille, erityisesti verovähennykset.

### 3.2.3 Energian kulutuksen ohjauskeinot Suomen näkökulmasta

Suomessa on tällä hetkellä käytössä useita energiatehokkuuteen ja energian säästöön vaikuttavia ohjauskeinoja muun muassa energiavero, vapaaehtoiset energiansäästösopimukset useiden eri toimijoiden kanssa (mm. teollisuus, kunnat, energialaitokset), rakennusmääräykset sekä neuvontaa ja tiedotusta.

Tästä huolimatta Suomen energiaintensiteetti per asukas on Euroopan korkeimpia.<sup>50</sup> Esimerkiksi sähkön säästöpotentiaalin on arvioitu olevan noin 20 % vuoteen 2020 mennessä<sup>51</sup>. Energiatehokkuutta parantamalla Suomessa onkin paljon potentiaalia saavuttaa huomattavia säästöjä sekä kasvihuonekaasujen päästövähennyksiä. Seuraavat, jo aiemmin tässä luvussa tehokkaiksi arvioidut ohjauskeinot olisivat mielenkiintoisia toimia myös Suomeen sovellettuina, ja niitä voisi tarkastella lähemmin esimerkiksi osana energiatehokkuustoimikunnan työtä:

- Verovähennykset sekä tuet ja avustukset energiainvestointeihin erityisesti kotitalouksille kohdistettuina. Tämä tukisi erityisesti jo olemassa olevien rakennusten energiatehokkuuden kasvattamista. Esimerkiksi Irossa-Britanniassa oli todettu kotitalouksille myönnettyt tuet erittäin

---

<sup>50</sup> EEA Indicators > Energy > Total energy intensity, osoitteessa [www.eea.europa.eu/products](http://www.eea.europa.eu/products), luettu 2.9.2008.

<sup>51</sup> Vehviläinen et al. 2008.

hyödyllisiksi. Suomessa on juuri päätetty, että korotettuja kotitalousvähennyksiä voidaan käyttää energiaremontteihin. Valitettavasti kyseistä rahaa voidaan käyttää myös moniin muihin energiankulutusta lisääviin toimenpiteisiin – järjestelmään ei ole rakennettu tapaa kontrolloida min-kälaisia remontteja kyseisellä rahalla tehdään.

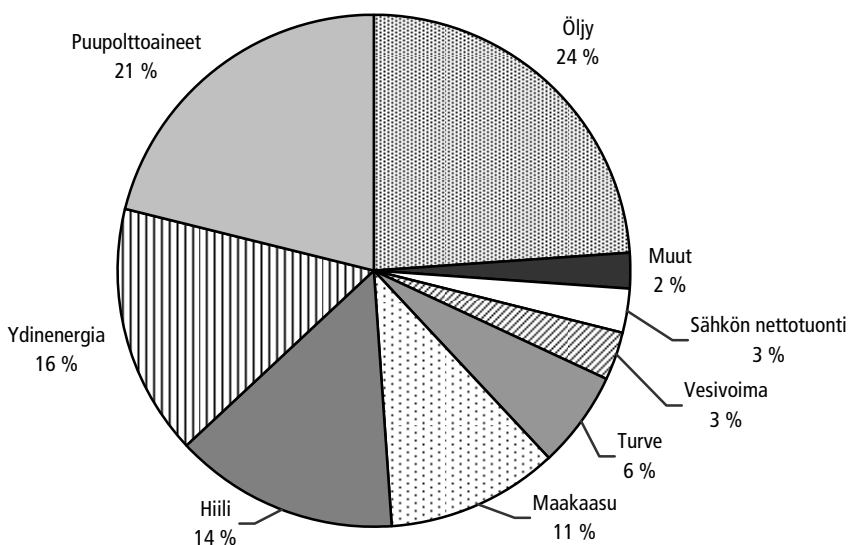
- Myös teollisuudelle ja pk-yrityksille tukea ja/tai edullista lainaa energia-investointeihin. Esimerkiksi energiainvestointien verovähennykset, vapautukset verosta tai mahdollisuus kirjata investointikulut poistoina tulisi selvittää.
- Energiapalveluja tarjoavien yritysten velvoittaminen asiakkaidensa energiansäästön edistämiseen. Suomessa ei ole veloitettu energiapalvelujen tarjoajia energiansäästötoimenpiteisiin, mutta tästä on positiivisia kokemuksia useista maista. Energiayhtiöiden mukaan saaminen voi olla Suomessa hankalampaa kuin joissain muissa maissa kentän pirstaleisuuden ja yhtiöiden pienuuden ja omistusrakenteen vuoksi, mutta kuten edellä havaittiin, tämäntyyppisillä ohjaukeinoilla voidaan saada huomattavia tuloksia. Joissain maissa on myös pohdittu sitä, kuinka energiapalveluiden tarjoajien tulokseen saataisiin rahallistettua energiansäästöt, eikä niinkään myydyin energian määrä. Koska ohjaukeino on useissa tutkimuksissa todettu tehokkaaksi, olisi syytä selvittää sen soveltuvuutta myös Suomeen.
- Rakennussäädösten kiristäminen. Tätä ollaankin jo ympäristöministeriössä valmistelemissa erityisesti uudisrakennuksia koskien. Tiukempien säädöksen ulottaminen koskemaan myös jo olemassa olevia rakennuksia ei välttämättä ole realistisesti toteutettavissa, ellei siirtymäaika ole riittävästi. Yksi mahdollisuus olisi kohdistaa säädökset peruskorjauksiin ja muihin rakenteellisesti merkittäviin remontteihin, mutta tällöin riskinä voi olla peruskorjauksen tarpeeton lykkääntyminen. Säädöksiä tärkeämpi keino näille kohteille olisi tukien ja avustusten sekä muiden ohjaukeinojen – esimerkiksi energiatehokkuustodistukseen perustuva porrastettu kiinteistövero – yhdistelmä. Erityisesti tulisi varmistaa osaavien korjauksurakentajien määrän varmistaminen riittävällä koulutuksella.
- Neuvontaa ja valistusta lisää ja erityisesti räätälöitynä. Kotitalouksille on tällä hetkellä suhteellisen vähän tarjolla objektiivista tietoa konkreettista, juuri heidän kiinteistönsä parhaiten soveltuvista energiansäästökeinoista ja teknisistä ratkaisuista. Neuvonnalla ja valistuksella saataisiin paremmin syntymään kysyntää asiantunteville palveluille. Neuvontaa ja valistusta voisivat toteuttaa joko siihen veloitettut energialaitokset tai sitten riippumattomat, esimerkiksi kunnalliset, energianeuvojat.
- Julkisen sektorin energiainvestoinnit. Julkisen sektorin hallinnassa on suuri rakennuskanta, jolloin energiansäästöllä saataisiin suuria päästövähennyksiä. Lisäksi julkisen sektorin toimilla on suuri esimerkkivaikutus ja mahdollisuus toimia markkinoiden avaajana uusien teknologioiden käyttöönotossa. Esimerkiksi julkisten rakennusten ESCO-sopimusten huomattava lisääminen, kuten Itävallassa, voisi vaikuttaa positiivisesti koko energiansäästöön liittyvän toimialan kehittymiseen ja vahvistumiseen.

### 3.3 Energian tuotanto

Energiantuotannossa on IEA:n mukaan mahdollista saavuttaa 34 % tarvittavista kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksistä (ks. kuva 3 edellisessä luvussa). Vuonna 2008 tehdyn skenaarion perusteella suurin merkitys on uusiutuvan energian lisäämisellä ja seuraavaksi suurin hiilen talteenotolla ja varastoinnilla<sup>52</sup>.

Suomessa energian kokonaiskulutuksesta 49 % tuotetaan fossiilisilla energialähteillä (öljy, hiili, maakaasu). Uusiutuvilla energialähteillä tuotetaan kulutuksesta noin 25 %.

**Kuva 5** Energian kokonaiskulutus Suomessa vuonna 2006.<sup>53</sup>



Energiantuotannossa kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää pääasiassa viidellä eri tavalla:

1. parantamalla energiatuotannon hyötysuhdetta,
2. vaihtamalla polttoaine vähähiilisempään vaihtoehtoon,
3. kasvattamalla uusiutuvien energialähteiden käyttöä,
4. ottamalla talteen ja varastoimalla energian tuotannossa syntyvä hiilidioksidi sekä
5. lisäämällä ydinvoimaa.

<sup>52</sup> IEA 2008.

<sup>53</sup> Tilastokeskus, energiatilastot, [www.tilastokeskus.fi](http://www.tilastokeskus.fi), luettu 28.6.2008.

Edellä esitetyistä keinoista hyötysuhteen parantamiseen ja polttoaineen vaihtamiseen vähähiilisempään voidaan vaikuttaa lähinnä polttoaineen verotuksen kautta sekä käyttämällä samantyyppisiä ohjauskeinoja kuin energian kulutuksenkin osalta. Lisäksi t&k-toiminnan avulla voidaan parantaa edellytyksiä hyötysuhteen parantamiseen sekä teknologian kehittämiseen hiilidioksidin talteen ottamiseksi ja varastoimiseksi. Tämän vuoksi seuraavassa luvussa on tarkasteltu lähinnä uusiutuvan energian lisäämiseen liittyviä ohjauskeinoja.

### 3.3.1 Energian tuotantoon liittyviä ohjauskeinoja

#### **Syöttötariffit**

Syöttötariffit velvoittavat energiayhtiöitä ostamaan uusiutuville energialähteillä tuotettua energiaa tuottajilta tiettyyn, ennalta määrättyyn, hintaan. Tarkoituksena on kannustaa uusiutuviin energialähteisiin perustuvaa energiantuotantoa takaamalla sen tuotannon kannattavuus.

Syöttötariffit ovat tällä hetkellä maailmassa yleisimmin käytössä oleva uusiutuviin energialähteiden käytön lisäämiseen kannustava ohjauskeino. Esimerkiksi vuonna 2007 EU-maista 19:ssä oli käytössä syöttötariffit. Syöttötariffien määrittelyperusteet ja kohderyhmät vaihtelevat huomattavasti eri maissa. Esimerkiksi Saksassa syöttötariffien piirissä on sähkö, jonka tuotantolähteenä on vesivoima, kaatopaikkakaasu, jätevesistä syntyvä kaasu ja kaivoskaasu, biomassa, tuuli-voima, aurinkoenergia sekä geoterminen energia. Tariffit vaihtelevat tuotantomuodosta riippuen noin 5–60 c/kWh, ja syöttötariffi taataan 20 vuodeksi kaikille muille paitsi vesivoimalle, jolla takuu-aika on joko 15 tai 30 vuotta. Muissa tuotantomuodoissa tariffin määrä pysyy samana koko maksuajan, mutta tuuli-voimalla tariffin maksuperusteet vaihtelevat riippuen siitä, onko kyseessä maalla vai merellä sijaitseva voimala. Lisäksi bonuksia myönnetään sellaiselle sähkön-tuotannolle, joka perustuu CHP tuotantoon, itse tuotettuun raaka-aineeseen tai jos biomassaa käsitellään tietyillä innovatiivisilla teknologioilla.<sup>54</sup>

Tanskassa puolestaan maksetaan nk. premium-tariffia, joka on 20 vuoden ajan normaalin markkinahinnan lisäksi maksettava kiinteä hinta kaikille tuuli-voimalaitoksille. Premium-tariffissa sähkön hinnan vaihtelut vaikuttavat näin myös tuottajiin toisin kuin kiinteässä syöttötariffissa. Espanjassa taas tuottajat voivat valita joko kiinteän syöttötariffin tai premium-tariffin välillä. Lisäksi premium-tariffille on asetettu ala- ja ylärajat.<sup>55</sup> Viime aikoina syöttötariffeja on useissa maissa erityisesti muokattu ja luotu aurinkosähkön käytön edistämiseksi.<sup>56</sup>

---

<sup>54</sup> Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Germany 2004.

<sup>55</sup> EPC 2007.

<sup>56</sup> REN 21 2007.

## Uusiutuvan energiantuotannon kiintiöt ja vihreät sertifikaatit

Uusiutuvan energiantuotannon kiintiöillä veloitetaan energiayhtiöitä hankki-  
maan tietyn määrän myymästään energiasta uusiutuvalla energialla tuotettuna.  
Tarkoituksena on kannustaa uusiutuviin energialähteisiin perustuvaa energian-  
tuotantoa asettamalla määrällinen tavoite tuotannolle, mutta ilman ennalta ase-  
tettua tuottajahintaa. Useasti kiintiöiden lisäksi on luotu nk. vihreä sertifikaatti-  
järjestelmä, jossa uusiutuvalla energialla tuotettua energiamäärää kohden tuot-  
taja saa sertifikaatteja, joilla voi käydä kauppaa muiden tuottajien kanssa.

Kiintiöitä uusiutuvalla energialle on asetettu useissa maissa, esimerkiksi Yhdys-  
valtojen osavaltioissa, Ruotsissa, Italiassa ja Isossa-Britanniassa. Isossa-  
Britanniassa nk. Renewables obligation oli 5,5 % vuonna 2005, ja se nousee  
vuosittain niin, että vuonna 2015 taso uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön  
osuus on 15,4 %. Uusiutuvan energiantuotannon sertifikaatteja (ROC) myönne-  
tään seuraaville energialähteille: kaatopaikkakaasu, jätevesikaasu, biojäte tai  
edistyneillä jätteenkäsittelyteknologioilla tuotettu jätepolttoaine, vesivoima, tuu-  
livoima, biomassa, geoterminen energia, aaltovoima, vuorovesi, aurinkosähkö  
sekä energiakasvit.<sup>57</sup>

## Tuotannon tuet ja verohelpotukset

Uusiutuvan energian tuotantoon tai energiantuotannon kasvihuonekaasujen  
vähentämiseen liittyvien tukien tavoitteena on tehdä niihin liittyvistä investoin-  
neista taloudellisesti kannattavampia ja siten tukea kyseisten tuotantomuotojen  
tai toimien yleistymistä.

Uusiutuvaan energiaan liittyvien investointien tuet ovat käytössä hyvin monissa  
maissa, ja ne kattavat usein 20–50 % investointikustannuksista. Esimerkiksi  
USA:ssa ja Ruotsissa aurinkosähköinvestoinneille saa 30 % vähennyksen valtion  
verotuksessa ja Ranskassa 50 % vähennyksen tuloveroista. Isossa-Britanniassa  
myönnetään investointitukia pienimuotoiselle tuulivoimalle, aurinkolämmölle  
sekä kotitalouksien aurinkosähköinvestoinneille. Saksassa suurikokoisille aurinko-  
lämmitysinvestoinneille (>40 m<sup>2</sup>) myönnetään matalakorkoista lainaa ja 30 %  
korkotukea.<sup>58</sup>

## Rakennusten energiantuotantovelvoitteet

Uudisrakennusissa tai jo olemassa olevissa rakennuksissa voidaan velvoittaa  
ottamaan käyttöön uusiutuvaan energiaan perustuvia lämmitysenergian tai  
sähkön lähteitä.

---

<sup>57</sup> DEFRA 2006.

<sup>58</sup> REN 21 2007.

Rakennusten energiantuotantovelvoitteita ei ole vielä olemassa kovin monissa maissa, mutta ne ovat nopeasti yleistymässä. Esimerkiksi Espanjassa rakennussäädöksissä on määritetty vähimmäismäärä aurinkosähkön tai aurinkolämmön asentamiselle uudisrakennuksissa sekä peruskorjauskohteissa: lämpimästä vedestä 30–70 % pitää lämmittää aurinkovoimalla. Lopullinen prosenttiosuus riippuu rakennuksen ilmastollisesta sijainnista, kokonaisenergiankulutuksesta sekä käytössä olevista muista energianlähteistä. Kaliforniassa puolestaan rakentajien pitää tarjota aurinkovoimaa perusvaihtoehtona yli 50 rakennuksen/asunnon uudisrakennuskohteissa vuodesta 2011 eteenpäin. Saksassa pitää vuodesta 2009 eteenpäin kaikissa uudisrakennuksissa vähintään 14 % lämmitysenergiasta tulla uusiutuvista energianlähteistä, aurinkovoimasta, biomassasta tai geotermisestä energiasta. Myös jo olemassa olevissa rakennuksissa 10 % lämmitysenergiasta pitää tulla uusiutuvista energialähteistä.<sup>59</sup>

### **Sähkön nettomittaus**

Sähkön nettomittaus mahdollistaa sen, että mikäli rakennuksen omasta energiantuotannosta jää osa käyttämättä, sen voi myydä verkossa muille kuluttajille. Tämä kannustaa säästeliäisyyteen omassa energiankäytössä sekä tekee investoinnista kuluttajalle edullisemman. Sähkön nettomittaus on tällä hetkellä käytössä esimerkiksi Tanskassa, Belgiassa ja Italiassa ja useissa USA:n osavaltioissa.

### **Kaupunkien ja kuntien tavoitteet ja säädökset**

Kaupungit ja kunnat pystyvät omilla toimillaan vaikuttamaan paikallisen energiantuotannon rakenteisiin esimerkiksi kaavoituksella ja rakennusmääräyksillä.

Useissa kaupungeissa ympäri maailmaa on ryhdytty aktiivisesti edistämään uusiutuvan energian tuotantoa. Esimerkiksi Melbourne aikoo hankkia 25 % asuminen sähkökulutuksesta ja 50 % julkisesta valaistuksesta uusiutuvista energialähteistä vuoteen 2010 mennessä. Austin aikoo saada 100 % julkisten rakennusten energiankulutuksesta uusiutuvista vuoteen 2012 mennessä. Växjön kaupunki on jo vähentänyt omia hiilidioksidipäästöjään 24 % vuoteen 1990 verrattuna vaihtamalla biomassan kaukolämmityksen energialähteeksi ja liikenteeseen sekä aurinkovoimaa rakennusten sähkөөn ja lämmitykseen. Roomassa aiotaan edellyttää 30–50 % uusien rakennusten vedenlämmitysenergiasta aurinkovoimasta.<sup>60</sup>

---

<sup>59</sup> REN 21 2007.

<sup>60</sup> REN 21 2007.

## Vihreä sähkö ja energian merkinnät

Energiantuotannon alkuperämerkinnät ja kuluttajille suunnatut merkinnät mahdollistavat kuluttajien valinnan mahdollisuuden energian tuotantomuotojen suhteen. Sähköntuottajien vihreä sähkö -merkinnät ovat käytössä useissa maissa. Suuria vihreän sähkön kuluttajamääriä on esimerkiksi Ruotsissa sekä Alankomaissa, jossa jopa 30 % kotitalouksista käytti vihreää sähköä vuosina 2006/2007. Alankomaissa määrä oli jopa korkeampi tätä ennen, kun käytössä olivat myös korkeampi fossiilisten polttoaineiden vero sekä uusiutuvan energian tuet.<sup>61</sup>

### 3.3.2 Energian tuotantoon liittyvien ohjauskeinojen vaikutukset ja kustannustehokkuus

Uusiutuvan energian tuotantoon liittyvien ohjauskeinojen vaikutuksista ja kustannustehokkuudesta löytyi tämän selvityksen puitteissa suhteellisen vähän tutkimustietoa. Ilmanlaatuvaikutukset ovat vaihtelevia: bioenergian osalta ilmanlaatu heikkenee, kun taas useimpien muiden energianlähteiden osalta laatu paranee.

DEFRA on selvittänyt laajalti Ison-Britannian ilmastopoliittisten toimenpiteiden vaikutuksia ja kustannuksia. Useista yksittäisistä toimenpiteistä on arvioitu kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispotentiaalia, kustannustehokkuutta kokonaisuhyötynä (€/t CO<sub>2</sub>-ekv.), kokonaisvaikutuksia ja niiden jakautumista joko julkiselle hallinnolle, yrityksille tai kuluttajille. Oheisvaikutuksia on arvioitu laadullisesti liittyen ilmanlaatuun, innovaatioihin, energiaomavaraisuuteen/energiaturvallisuuteen sekä energiankulutuksen kustannuksiin kuluttajille (fuel poverty). Oheisessa taulukossa 3 on koottuna DEFRA:n tuloksia liittyen edellä esitettyyn ohjauskeinovalikoimaan. Kaikista ohjauskeinoista ei ole saatavissa kaikkia tietoja. Taulukkoa lukiessa on syytä huomioida, että kyseisessä selvityksessä kustannustehokkuus määriteltiin nettohyötynä, eli ohjauskeinojen *kokonaisvaikutukset* yhteenlaskien ohjauskeinosta on aiheutunut joko kustannuksia (merkitty negatiivisina lukuina) tai kustannushyötyjä (merkitty positiivisina lukuina). Ohjauskeinot on taulukossa listattu siinä järjestyksessä, millä keinoilla on arvioitu saavutetun suurimmat kasvihuonekaasuvähennykset.

Kaikkien DEFRA:n arvioimien ohjauskeinojen aiheuttamat kokonaihyödyt ovat negatiivisia, eli niistä aiheutuu kustannuksia yhteiskunnalle. Eniten kustannuksia aiheutuu uusiutuvien energianlähteiden ostovelvoitteesta ja biomassakattiloiden ja lämmitysjärjestelmien investointituista. Uusiutuvien energialähteiden ostovelvoitteella on kuitenkin saavutettu huomattavia päästövähennyksiä.

---

<sup>61</sup> REN 21 2007.

**Taulukko 3** Isossa-Britanniassa käytössä olevien energian tuotannon kasvi-huonekaasupäästöjen vähentämiseen liittyvien ohjauskeinojen vaikutuksia<sup>62</sup>

	Khk-päästö- vähennelmä (Mt CO <sub>2</sub> - ekv.)	Kustannus- tehokkuus (€/t CO <sub>2</sub> - ekv.)*	Kokonais- vaikutukset NPV (€m)	Kokonaisvai- kutuksien jakauma (€m) (valtio/yrityk- set/kuluttajat)	Oheisvaikutukset**
Uusiutuvien energialähteiden ostovelvoite	9,0	-71	-16,758		ilmanlaatu-, innovaatio+, energiaturvallisuus+, polttoaineköyhyys-
Avustuksia CHP järjestelmien asentamiseen asuinalueille	<0,2	-8		v: -103 y: 0 k: 148	ilmanlaatu+, innovaatio+, energiaturvallisuus+, polttoaineköyhyys+
Investointitukea biomassakattiloiden ja biomassan CHP järjestelmien asentamiseen kaikilla sektoreilla	0,4 (0,7 v. 2020)	-57	-823,2	v: -81 y: 632 k: 272	innovaatio+, energiatur- vallisuus+
Rahoitusta teollisuuden CO <sub>2</sub> talteenottoon ja säilytykseen liittyville pienemmittakaavan demonstraatiokohteille	mitätön	-	-	-	innovaatiot+

\* Kustannustehokkuus määriteltiin tutkimuksessa nettohyötynä, eli ohjauskeinojen kokonaisvaikutukset yhteenlaskien ohjauskeinosta on aiheutunut joko kustannuksia (merkitty negatiivisina lukuina) tai kustannushyötyjä (merkitty positiivisina lukuina).

\*\* Oheisvaikutukset määriteltiin selvityksessä laadullisesti joko positiivisiin (+) tai negatiivisiin (-).

Peter Lund on tutkimuksessaan<sup>63</sup> tarkastellut uusiutuvan energian edistämiseen liittyvän 13 ohjauskeinojen kustannuksia. Tutkimuksessa on tarkasteltu julkisen sektorin suoria kuluja teknologian kehittämisen ja käyttöönoton edistämiseksi. Siinä ei siis ole huomioitu julkisen sektorin epäsuoria kuluja ja hyötyjä, puhumattakaan muille sektoreille koituvista kuluista tai hyödyistä. Näin ollen kyseiset luvut eivät ole vertailtavissa aiemmin esitettyihin DEFRA:n tutkimuksen lukuihin, eikä niitä myöskään tulisi käyttää yksistään perusteena tietyn ohjauskeinojen valinnassa, vaan lisäksi tulisi pyrkiä saamaan arvio yhteiskunnallisista kokonaishyödyistä.

Lundin tutkimuksessa useimmat tarkastelluista ohjauskeinoista ovat kustannuksiltaan alhaisia, alle 8 €/MWh. Nämä ohjauskeinot ovat olleet pääasiassa niinkutsuttuja katalyyttisiä instrumentteja, jotka ovat kohdistuneet teknologian kaupallistamiseen: markkinointitukia ja avustuksia sekä teknologiahankintaa. Huomattavasti muita ohjauskeinoja kalliimpia ovat olleet Saksan syöttötariffit. Niiden avulla on tavoiteltu kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen lisäksi myös teknologian kaupallistamista ja markkinoiden synnyttämistä. Verrattaessa esimerkiksi Suomen ja Saksan tuulivoimaa, ovat syöttötariffin kustannukset olleet 8 kertaa

<sup>62</sup> DEFRA 2006, 2007a.

<sup>63</sup> Lund 2007.

suuremmat MWh kohti, mutta toisaalta niiden avulla on saatu tehtyä uutta tuulivoimaa yli 100 kertaa enemmän kuin Suomessa.

Saksassa on tehty arviointi<sup>64</sup> Uusiutuvien energialähteiden laista, jonka keskeisin osa on syöttötariffijärjestelmä. Saksassa uusiutuville energialähteille tuotetun sähkön määrä on nelinkertaistunut syöttötariffin myötä vuodesta 1993 (20 TWh/v) vuoteen 2007 (80 TWh/v). Lailla on ollut myös huomattavia työllisyysvaikutuksia, lain tukemilla sektoreilla oli työntekijöitä 120 000 vuonna 2005, ja 134 000 vuonna 2006. Investoinnit uusiutuvalla energialla sähköä tuottaviin laitteisiin kasvoivat vuodesta 2000 (4 b€) yli kaksinkertaisiksi vuoteen 2006 (10 b€) mennessä.

Samassa arvioinnissa tehtiin myös vertailu muutamissa Euroopan maissa olevien kiintiöiden ja syöttötariffien välillä, ja tutkimuksen mukaan syöttötariffit ovat kasvattaneet esimerkiksi tuulivoiman osuutta huomattavasti suuremmassa määrin kuin muut järjestelmät. Myös Espanjassa syöttötariffit ovat kasvattaneet tuulivoiman suosiota huomattavasti vuodesta 1994 eteenpäin. Vastaavasti, syöttötariffeista huolimatta, aurinkosähkön kasvu ei ollut yhtä suurta, kunnes vuonna 2001 otettiin käyttöön kansalliset standardit sähköverkkojen liittymille, ja yksityisten ihmisten sähkönmyynti verkkoon helpottui.<sup>65</sup>

Vastaavia tuloksia syöttötariffien toimivuudesta on saanut myös Mulder (2008). Hän selvitti tutkimuksessaan yksityisen sektorin reagointia tuulivoimaloita edistäviin kansallisiin toimenpiteisiin. Tutkimuksen mukaan parhaiten toimivia olivat Saksan, Tanskan sekä Espanjan järjestelmät, joissa yhdistyivät syöttötariffit, investointituet sekä tuotantotuet. Nämä ohjaukset perustuvat hintaohjaukseen, eivätkä tuotannon määrän ohjaukseen. Mielenkiintoista on myös se, että kyseisissä maissa tariffit eivät ole olleet poikkeuksellisen korkeita, vaan niiden etuja ovat olleet aikaisuus ja vakaus.

### 3.3.3 Energian tuotannon ohjaukset Suomen näkökulmasta

Suomessa on tällä hetkellä käytössä uusiutuvaan energiantuotantoon kannustavista ohjaukseista investointituet sekä sähköntuotannon verotuki tuulivoimalle, pienvesivoimalle, kierrätyspolttoaineelle, metsähakkeelle ja biokaasulle. Suunnitelmissa on myös kehittää syöttötariffijärjestelmä lähiaikoina.

Suomessa uusiutuvien energialähteiden osuus kokonaisenergiankulutuksesta on korkea, 25 %. Suurin osa tästä tuotetaan metsäteollisuudessa, ja jatkossa olisi tärkeää, että muusta teollisuustuotannosta riippumattoman uusiutuvan energian tuotannon osuus kasvaisi tulevaisuudessa.

---

<sup>64</sup> Diekmann 2008.

<sup>65</sup> IPCC 2007, luku 4.

Edellä esitettyjen arvioiden perusteella myös Suomessa tulisi selvittää seuraavien ohjauskeinojen käyttöä:

- Syöttötariffien laajentaminen koskemaan kaikkia sähköä tuottavia uusiutuvia energialähteitä (pois lukien suurvesivoima). Tutkimusten perusteella vaikuttaa siltä, että vaikka syöttötariffit voivat olla kallis ohjauskeino, ilman niitä on vaikea saada huomattavia lisäyksiä uusiutuvan energian tuotantoon. Syöttötariffien selkeänä etuna on ollut se, että niiden avulla on saatu markkinoille merkittävästi uutta kapasiteettia. Suomeen soveltuisi todennäköisesti parhaiten malli, jossa tuottajalle maksettaisiin preemio markkinahinnan päälle. Preemion olisi pienennyttävä ajan myötä, mikä kannustaisi paremman ja kustannustehokkaamman teknologian kehittämiseen.
- Mikäli syöttötariffijärjestelmä saadaan koskemaan kaikkia uusiutuviin energialähteisiin perustuvia sähköntuotantotapoja, voitaisiin investointituet kohdistaa uusiutuville energialähteillä tuotettuun lämpöön sekä erityisesti uuden teknologian demonstrointiin ja kaupallistamiseen.
- Rakennusmääräyksiin voitaisiin asettaa velvoitteita uusiutuvien energialähteiden käytölle uusissa rakennuksissa (esimerkiksi pakolliset lämpöpumput uusiin sähkölämmitteisiin taloihin). Toinen vaihtoehto tälle on se, että tulevaisuudessa rakennusmääräyksissä asetetaan rajat primäärienergiankäytölle, jolloin se ohjaa automaattisesti joko tekemään talosta energiaa vähemmän kuluttavan tai sitten paikallisesti uusiutuvaa energiaa hyödyntävän.
- Vanhoissa rakennuksissa voitaisiin tukea uusiutuvien energialähteiden investointeja samalla tavalla kuin energiatehokkuuden parantamista (ks. luku 3.2.3). Lisäksi rakennuksissa, joissa hyödynnetään uusiutuvia energialähteitä sähköntuotantoon, voitaisiin ottaa käyttöön sähkön nettomittaus.
- Puhtaat energiantuotantoratkaisut vaativat vielä kehittämistä, ja tämän vuoksi panostuksia alan t&k-toimintaan tulisi tehdä yhä enemmän. Ilmastohyötyjen lisäksi samalla voitaisiin edistää suomalaisten yritysten kilpailukykyä kasvavilla puhtaan energian markkinoilla.

### 3.4 Liikenne

Liikennesektorille tyypillisiä ominaisuuksia ja päästöjen vähennyspolitiikkaan vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa:

- Kulkuvälineiden ja polttoaineiden valmistuksen keskittyminen harvoille valmistajille sekä pyrkimys säädellä päästöjä kansainvälisesti. Esimerkiksi ajoneuvoja koskevat määräykset ovat EU-tasolla täysharmonisoitua lainsäädäntöä, polttoaineiden laatuvaatimukset säädellään ja polttoaineiden vero-ohjauksen puitteet määritellään EU-tasolla, merenkulun päästömääräykset annetaan kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) perustalta ja vastaavasti lentoliikennettä koskevat päästömääräykset kansainvälisen siviililentoliikennejärjestön (ICAO) pohjalta.

- Päästöjen säätelyssä on lisäksi ollut tyypillistä, että säätely kohdistuu päästötasoon, ei tekniikkaan, jolla taso saavutetaan.
- Kulkuvälineiden kannan uudistumisen hitaus: ajoneuvot, lentokoneet ja laivat, joita otetaan käyttöön ennen vuotta 2030 on kehitetty jo nyt, koska merkittävä teknologinen muutos vie 15–20 vuotta ennen kuin se saavuttaa täyden vaikuttavuuden.
- Muita toimialoja voimakkaampi riippuvuus öljystä (96 % kulutuksesta<sup>66</sup>), jonka arvioidaan säilyvän pääasiallisena energialähteenä ainakin vuoteen 2030 saakka<sup>67</sup>.
- Lentoliikenteen ja merenkulun globaaliluonne ja niitä koskevat sopimukset sekä erityisesti merenkulussa kehitysmaiden merkittävä osuus tonnistosta, mitkä rajaavat ohjauskeinojen käyttömahdollisuuksia.
- Liikenteen kasvu ja muiden toimialojen merkittävä vaikutus liikenteen kysyntään. Erityisesti kytkeytyminen maankäytön suunnitteluun merkitsee, että maiden kesken on eroja siinä, mikä alueellinen taso ohjaa yhdyskuntasuunnittelua. Päätöksenteko on usein hajautunut valtakunnalliselle, alueelliselle, seudulliselle ja paikalliselle tasolle, mikä tekee toimenpidekokonaisuuksien muodostamisen haasteelliseksi. Toisaalta juuri liikenteen päästöjen vähentämisessä on todettu tärkeäksi toisiaan tukevien ohjauskeinojen yhdistelmien muodostaminen.
- Eri liikennemuotojen mahdollisuudet korvata kysyntää<sup>68</sup>, mikä vähentää vähennyspotentiaalia.
- Tarve vähentää muita liikenteen ympäristöhaittoja (esim. hiukkaset, melu).
- Kuluttajien valintojen keskeinen rooli ajoneuvojen hankinnassa ja liikumisvalinnoissa.

Liikenteen päästöjen vähentämisessä tärkeitä näkökohtia ovat kustannustehokkuus ja päästöjen vähentämisen tehokkuus sekä energian saannin (öljyn) turvaaminen, teknisten innovaatioiden edistäminen ja vaikutukset globaaliin kilpailukykyyn<sup>69</sup>. Muita tärkeitä näkökohtia ovat ruuhkautuminen, liikenneturvallisuus, vaikutukset investointeihin, strategiaan maankäytön tavoitteisiin, tasa-arvoon ja liikkumismahdollisuuksiin<sup>70</sup>.

### 3.4.1 Liikenteen päästökehitys ja siihen vaikuttavia tekijöitä

Liikenteen hiilidioksidipäästöt ovat noin 30 % OECD maiden energian loppukäytön hiilidioksidipäästöistä ja 25 % EU-maiden päästöistä<sup>71</sup>. Tieliikenteen osuus OECD-maissa on noin 23 %, lentoliikenteen 3,7 % ja vesiliikenteen 2,7 %.

<sup>66</sup> Small & van Dender 2007.

<sup>67</sup> WBCSD 2004, CEMT.

<sup>68</sup> Annema & Francke 2008.

<sup>69</sup> CEMT 2006.

<sup>70</sup> Litman 2005.

<sup>71</sup> ITF 2008.

Maailman energian loppukäytön päästöistä liikenteen osuus on runsaat 23 %<sup>72</sup> ja kaikista kasvihuonekaasupäästöistä 14 %. Tieliikenteen osuus on noin 75 % ja lentoliikenteen 12 %. Liikenteen ominaispäästöt henkilökilometrillä ja tonni-kilometrillä sekä Valtion taloudellisen tutkimuskeskuksen (VTT) Lipasto tutkimuksen yksikköpäästöt vaihtelevat taulukon 1 mukaisesti<sup>73</sup>.

Liikenteen ja sen päästöjen kasvun arvioidaan nykykehityksellä jatkuvan, sillä liikenne kasvaa erityisesti Euroopan ja Pohjois-Amerikan ulkopuolella. Globaalisti autojen lukumäärään arvioidaan kaksinkertaistuvan vuoteen 2030 mennessä ja kolminkertaistuvan vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoden 2000 tilanteeseen<sup>74</sup>. Lentoliikenteen henkilömatkat 2,5 -kertaistuvat kahdessakymmenessä vuodessa<sup>75</sup> ja lentorahti kolminkertaistuu samassa ajassa<sup>76</sup>. Myös merikuljetusten arvioidaan kolminkertaistuvan samassa ajassa<sup>77</sup>. Myös Suomessa liikenteen kasvun arvioidaan jatkuvan. Henkilöliikenteen kasvun arvioidaan olevan 19 % vuoteen 2020 ja 38 % vuoteen 2050 vuoden 2006 tasosta.

Jo nyt liikennesektorin päästöt ovat kasvaneet teollistuneissa maissa vuoden 1990-tasosta 24 % vuoteen 2004 mennessä ja arvioidaan ilman uusia toimenpiteitä kasvavan vuoteen 2030 mennessä 64 % vuoden 2002 tasosta<sup>2</sup>. Suomen liikenteen päästöt ovat vastaavana aikana kasvaneet 8 %. Suomi on harvoja maita, jossa vuoden 2006 tavara-liikenteessä rautateiden osuus oli suurempi kuin vuonna 1991. Sen sijaan henkilöautoistumisessa Suomen kehitys ei ole ollut yhtä positiivinen. Suomi on ohittanut henkilöautotiheydessä Ruotsin<sup>78</sup>.

#### Taulukko 4 Liikenteen ominaispäästöt henkilöliikenteessä.

Liikennemuoto	Hiilidioksidipäästö henkilökilometriä kohden (CO <sub>2</sub> g/hkm)	VTT Lipasto arvot (CO <sub>2</sub> g/hkm)
Merenkulku	43,5	
Raideliikenne	43,7	16 sähkö, 68 diesel
Tieliikenne	118,4	
henkilöautot	126,2	92
kaksipyöräiset	83,5	88,8
linja-autot	66,1	50 maantie-, 70 kaupunkiajo

<sup>72</sup> IEA 2005.

<sup>73</sup> CEMT 2006, alkuperäinen lähde EEA 2003.

<sup>74</sup> Short 2008, alkuperäinen IEA.

<sup>75</sup> Short 2008, alkuperäinen Boeing, 2007.

<sup>76</sup> Short 2008, alkuperäinen Airbus, 2007.

<sup>77</sup> Short 2008, alkuperäinen Corbett, 2007.

<sup>78</sup> EEA 2008a.

**Taulukko 5** Liikenteen ominaispäästöt tavaraliikenteessä.

<b>Liikennemuoto</b>	<b>Hiilidioksidipäästö tonni-kilometriä kohden (CO<sub>2</sub> g/hkm)</b>	<b>VTT Lipasto arvot (CO<sub>2</sub> g/tkm)</b>
Sisävesiliikenne	30,9	
Meriliikenne	13,9	17–33
Raideliikenne	22,8	9,3 sähkö, 95 diesel
Tieliikenne	123,1	
pakettiautot	397,4	385–466
kuorma-autot	92,0	56–181

### 3.4.2 Tieliikenteen päästöjen vähentämiseen liittyviä ohjauskeinoja

Euroopan liikenneministerien konferenssin (CEMT), joka nykyään on kansainvälinen liikennefoorumi (ITF), jäsenmaiden liikenteen vähennyspolitiikkoja arvioitiin CEMT:n ympäristöryhmässä ja julkistettiin raportissa vuonna 2006. Kaiken kaikkiaan arvioinnissa oli 400 eri politiikkatoimintaa, jotka jaoteltiin vaikutustyyppiltään kysyntään vaikuttaviin toimiin, energiatehokkuutta parantaviin toimiin, hiili-intensiteettiä vähentäviin toimiin ja liikennemuotojen työnjakoa muuttaviin toimiin. Näiden toimien seurauksena liikenteen hiilidioksidipäästöt kasvavat vuodesta 1990 700 Mt (22 %) vuoteen 2010 mennessä, kun kasvu olisi muuten 1 200 Mt (38 %)<sup>79</sup>.

EU:n yhteisen ja koordinoitun politiikan piirissä on kehitteillä toimia, joilla vaikutetaan jatkossa liikenteen hiilidioksidipäästöihin. Samalla nämä toimet rajaavat kansallisia mahdollisuuksia toteuttaa toimenpiteitä ja ohjausta:

- yhteisön strategia henkilöautojen CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämiseksi (päästönormit)
- ympäristöystävälliset autot (normit, jotka määrittelevät tason ja antavat pohjaa muulle mm. taloudelliselle ja suunnitteluohjaukselle)
- määräykset koskien pakettiautoja (päästönormit)
- puitteiden käyttöä infrastruktuurin käyttöä (puitteet taloudelliselle ohjaukselle)
- liikennemuotojen välisen työnjaon muuttaminen (strateginen ohjaus)
- polttoaineverotus (polttoaineiden verotuksen puitteet)
- ajoneuvojen ilmastointilaitteita koskevat säädökset<sup>80</sup> (päästönormit)

### **Liikenteen kysyntään vaikuttavat toimet ja niihin liittyvä ohjaus**

Toimien tarkoituksena on vähentää ihmisten liikkumista ja tavaroiden kuljetuksia eli henkilö- tai tonnikilometrejä. Tärkeimmät ohjauskeinot ovat maankäytön

<sup>79</sup> Short 2008.

<sup>80</sup> EEA 2008, alkuperäinen ECCP 2006.

suunnittelu, hinnoittelun käyttö ohjaamaan kysyntää ja tiedollisen ohjauksen hyödyntäminen<sup>81</sup>. Liikenteen kysyntään vaikuttavat toimet ovat yleensä jääneet vähäiselle huomiolle ja niiltäkin osin, kun jäsenmaat ovat maininneet käyttävänsä kysyntään vaikuttavia ohjauskeinoja, kyse on yleensä vaikuttamisesta liikennemuotojen työnjakoon. Kysyntään vaikuttavat keskeisesti kansalliset, seudulliset ja paikallisen tason sekä yritysten ja kansalaisten päätökset. Suunnittelu- ja taloudellinen ohjaus kuuluu Euroopan unionissa pääosin kansalliseen päätösvaltaan tai ratkaisut edellyttävät yksimielisyyttä.

### *Maankäytön suunnittelu*

Maankäytön suunnittelua eli suunnitteluohjausta pidetään yksinään tehottomana hiilidioksidipäästöjen vähennyskeinona, mutta yhdistyneenä hinnoittelupolitiikkaan ja liikennemuotojen välisen työnjaon muuttamiseen vaikutukset voivat olla merkittävät<sup>82</sup>. Saksan liittovaltion liikenteen vähennysstrategioita pohtinut asian-tuntijaryhmä pitää tärkeänä liikenteen kysyntään vaikuttavien toimien sisällyttämistä globaaliin vähennysstrategiaan sekä hallinnollisten ja taloudellisten ohjauskeinojen hyödyntämistä pyrittäessä vaikuttamaan maankäyttöön ja liikenteen määrään<sup>83</sup>. Saksa onkin maininnut maankäytön suunnittelun yhtenä päästöjen vähennyskeinona. Muita maita, joissa yhdyskuntasuunnittelu on mainittu osana kansallista strategiaa, ovat muun muassa Tanska, Norja, Ruotsi ja Suomi. Yleensä maankäytön suunnittelun toimet toteutetaan paikallisella tai alueellisella tasolla, ja ne ovat siten kansallisten strategioiden sijasta osa kaupunkiseutujen vähennysstrategioita (tarkemmin luvussa 3.6.).

### *Taloudellinen ohjaus*

Liikenteen taloudellisista ohjauskeinoista verotus on suuruudeltaan merkittävin. Veroista liikenteen määrään vaikuttavat erityisesti polttoaineverotus ja työsuhteeseen liittyvät verot (autoedun, pysäköintiedun ja joukkoliikennelippueteuden verotus, työmatkoja koskeva verotus). Muita taloudellisia ohjauskeinoja ovat ajoneuvon hankintaa (auto- ja käyttövoimaverot) ja omistusta koskevat verot (ajoneuvovero tai vuotuinen vero), ruuhka- tai tiemaksut, liikenteessä perittävät maksut (liput, pysäköintimaksut, väylä- ja ratamaksut, laskeutumismaksut ym.) ja päästökauppa.

Erityisesti polttoaineverotus korreloi hyvin liikennemäärän ja hiilidioksidipäästöjen kanssa. Vuosina 1992–2004 tehtyjen 69 tutkimuksen perusteella polttoaineen hinnan vaikutus hiilidioksidipäästöihin on kaksinkertainen verrattuna liikennemäärään saatuun vaikutukseen, sillä polttoaineen hinnan nousu ohjaa liikenteen vähentämisen lisäksi kuluttajia valitsemaan energiatehokkaampia ja

---

<sup>81</sup> CEMT 2006.

<sup>82</sup> CEMT 2006.

<sup>83</sup> ITF 2008 a.

pienempiä ajoneuvoja sekä ajamaan energiaa säästävämällä tavalla. Vaikutukset pitkällä aikavälillä ovat kaksinkertaiset lyhyen ajan vaikutuksiin verrattuna<sup>84</sup>.

Kuluttajien valintojen kannalta on tärkeää, että hinnan nousun jatkumiseen uskotaan. Tässä mielessä Englannissa toteutettiin vuosina 1993–2000 polttoaineen säännönmukainen vähittäinen veron korotus (fuel price escalator), jossa aluksi nostettiin polttoaineverotusta 3 % ja 5 % yli inflaatiotason ja vuosina 1997–1999 6 % vuodessa. Lopulta veronkorotuksista jouduttiin luopumaan poliittisten paineiden vuoksi<sup>85</sup>. Verotustavan arvioitiin vähentävän 37 % UK:n liikenteen päästövähennysosuudesta (10 %) vuoden 2010 tilanteessa. Muita päästövähennystoimia olivat vapaaehtoinen sopimus autovalmistajien kanssa, työsuhdeautojen hiilidioksidiperusteinen verotus, vuotuisen ajoneuvoveron hiilidioksidiperusteinen porrastus jakeluyhtiöiden kanssa tehty jakelustrategia, paikallisen joukko-liikenteen parantaminen sekä joukko ns. pehmeitä keinoja, kuten koulujen liikumissuunnitelmat. Polttoaineveron säännöllisellä nostolla arvioitiin saatavan 368 euron (250 £) nettohyöty säästettyä hiilitonnia kohden. Mukana laskelmissa olivat seuraavat oheishyödyt ja -haitat: ilmanlaatu, tarjonnan varmuus, kilpailukyky, innovaatiot, melu, matka-aika. Sillä, otettiin oheisvaikutukset mukaan vai ei, oli suuri vaikutus kustannustehokkuuteen<sup>86</sup>. Suomessa tutkittiin polttoaineverotuksen käyttöä hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä valmisteltaessa ensimmäistä kansallista ilmastostrategiaa. Tällöin todettiin, että vaikka polttoaineverotus on tehokas keino päästöjen vähentämiseksi, sen kansantaloudelliset kustannukset ovat korkeat. Laskentatapa ei ota huomioon oheisvaikutuksia, kuten maankäytön muutosten kautta saatavia hyötyjä.

Vaikka polttoaineen hinta ohjaa hyvin kulutusta, se ei korreloi monissa maissa ongelmallisen ruuhkautumisen kanssa. Siksi viime vuosina verotuksen rinnalle on noussut muita ohjauskeinoja, joilla on pyritty vaikuttamaan liikennemuotojen väliseen työnjakoon, vähentämään ilmanlaatuun vaikuttavia päästöjä tai lisäämällä liikenneinvestointien rahoitusta (esim. Oslon tietulli). Huolimatta siitä, että nämä maksut on suunniteltu pääasiassa muuhun tarkoitukseen kuin CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämiseen, on niillä ollut vaikutusta päästöihin. Sveitsissä vuonna 2001 toteutettu raskaiden ajoneuvojen maksu yhdessä samanaikaisten kuorma-autojen painorajoitusten, rautatieliikenteen tukien ja raideliikenneinvestointien kanssa puolitti kuorma-autoliikenteen kasvun ja vähensi vuoden 2007 tilanteessa hiilidioksidipäästöjä 6–8 %. Saksan raskaan liikenteen tiemaksu puolestaan on vähentänyt CO<sub>2</sub>-päästöjä noin 3 %, vaikka maksua ei ole sidottu CO<sub>2</sub>-päästöön. Päästövähennys on pääasiassa saatu kuormitusasteen nousulla<sup>87</sup>. Sveitsin ja Saksan lisäksi tiemaksuja on käytössä Itävallassa ja suunnitella Ruotsissa.

---

<sup>84</sup> Goodwin 2008.

<sup>85</sup> Fuel price escalator, Wikipedia.

<sup>86</sup> Defra 2006.

<sup>87</sup> Annema & Franke 2008.

Lontoon ruuhkamaksujen on arvioitu vähentäneen CO<sub>2</sub>-päästöjä maksualueella 16 %. Lisäksi maksu vähensi ruuhkautumista eli sen aiheuttamia viikoittaisia aikakustannuksia 2,9 M€, paransi linja-autoyhteyksiä ja matka-ajan ennustettavuutta, vähensi NO<sub>x</sub>-päästöjä noin 13 % ja hiukkaspäästöjä 6 % sekä paransi liikenneturvallisuutta ja lisäsi jakelu- ja huoltoliikenteen tehokkuutta. Kokonaisuudessaan järjestelmän nettohyödyn arvioitiin olevan 63M€/ vuosi 7 euron maksulla<sup>88</sup>. Lisäksi on arvioitu, että Lontoon maksualueen laajentamisella voidaan saada 12 % lisävähennys päästöihin<sup>89</sup>. Tukholman ruuhkamaksu vähensi kalleimmalla maksualueella noin 30 % ruuhkahuippujen liikennettä, vähensi ilmanlaatua heikentäviä päästöjä ja melua sekä lisäsi joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen kulkutapaosuutta<sup>90</sup>. Hiilidioksidipäästöt vähenivät noin 3 %<sup>91</sup> Suur-Tukholman alueella, Tukholman kaupungissa 5 % ja keskustassa 13 %<sup>92</sup>.

Hollannissa on vuonna 2006 aloitettu selvitys, jossa tutkitaan mahdollisuuksia korvata ajoneuvojen verotus kokonaan ajoneuvon ominaisuudet, liikkumisen ajankohta ja sijainti huomioon ottavalla porrastetulla tiemaksulla. Tavoitteena on ohjata kuluttajien käyttäytymistä siten, että vältetään ruuhkautumista ja vähennetään päästöjä. Lisäksi tavoitteena on, että liikkumisvalinnoista saadaan parempi palaute ja maksuilla rahoitetaan julkisen liikenteen kehittämistä. Järjestelmän käyttöönotto vuodeksi arvioitiin vuosi 2012 vuonna 2006, mutta ennen kuin ne voidaan ottaa käyttöön, on ratkottava monia teknisiä, yksilöiden suojaan liittyviä ym. kysymyksiä<sup>93</sup>. Hollannin lisäksi samantyyppistä uudistusta on suunniteltu Englannissa.

Päästökauppa on yksi niistä ohjauskeinoista, joka saattaa laajeta ajan kanssa koko liikennesektorille. EU:n sisäiset lennot tulevat mukaan päästökauppaan vuonna 2011. Merenkulun liittymisestä päästökauppaan on meneillään selvityksiä ja aihe on esillä kansainvälisessä merenkulkuorganisaatiossa. Sen sijaan tieliikenteen osallistumisesta päästökauppajärjestelmään on keskusteltu vasta aivan viime vuosina. Päästökauppajärjestelmän ohjaavuuden kannalta keskeinen päätös on, kuka on kauppaa käyvä päästöoikeuksien haltija. Tieliikenteessä vaihtoehtoja on ainakin kolme: 1. Päästöoikeudet jaetaan käyttäjälle 2. Päästöoikeudet jaetaan polttoaineen valmistajille ja maahantuojille 3. Päästöoikeudet jaetaan ajoneuvojen valmistajille. Keskeistä ohjausvaikutuksen kannalta on, että ensimmäisessä vaihtoehdossa käyttäjille syntyy motivaatio optimoida liikkumistaan, kun taas muissa vaihtoehdoissa päästöoikeudet motivoivat lähinnä teknologisiin ratkaisuihin. Käyttäjille jaettavien päästöoikeuksien ongelma on suuret transaktiokustannukset<sup>94</sup>. Koska liikenteen vähennystoimet ovat suurelta osin

---

<sup>88</sup> EEA 2008.

<sup>89</sup> Bonnafous 2008, alkuperäinen Santo & Fraser 2006.

<sup>90</sup> EEA 2008, alkuperäinen Blomberg 2007.

<sup>91</sup> Bonnafous 2008, alkuperäinen Eliasson 2007.

<sup>92</sup> Suvanto 2008.

<sup>93</sup> Jongman 2006.

<sup>94</sup> ITF 2008.

kalliimpia kuin muiden sektoreiden vähennystoimet, on arvioitu, että tilanteessa, missä hiilidioksiditonin päästökauppahinta on 50 €, liikenteen päästöjen mukaan otto ja muiden sektoreiden kanssa yhtä suuren päästövähennyksen tavoittelu nostavat päästöoikeuden hinnan 65 €/CO<sub>2</sub>tonni. Sen sijaan tavaraliikenteen liittäminen päästökaupan piiriin ei juurikaan nosta päästöoikeuden hintaa<sup>95</sup>.

Liikenteen taloudellisen ohjauksen yhteydessä usein sivuutetaan liikenteen saamat tuet. Kuitenkin tuilla ohjataan kulkuneuvojen ympäristöystävällisyyttä, liikenteen hallintaa, liikennemuotojen välistä työnjakoa ja liikenteen määrää. Euroopan ympäristövirasto teetti tästä syystä selvityksen, jossa laskettiin liikennesektorin saamat tuet, joihin laskettiin julkiset investoinnit, suora toimintatuki ja veropoikkeukset. Tutkimus keskittyi erityisesti vertaamaan eri liikennemuotojen välisiä eroja tuen suhteen. Tuen suuruus Euroopassa vuonna 2005 oli 270–290 miljardia euroa. Tieliikenne oli suurin tuen saaja (125 mrd €). Tuki kohdistui pääosin infrastruktuuriin. Lentoliikenteen tuet olivat 27–35 mrd €. Tuki koostui pääosin polttoaineen verottomuudesta ja liikevaihtoveron poikkeuksista. Raideliikenteen tuki oli 73 mrd €. Tuki koostui infrastruktuurista ja lipputuesta. Vesiliikenteen tuki oli 14–30 mrd €. Tukien perustana eivät yleensä olleet ympäristönäkökohdat lukuun ottamatta raideliikennettä, jossa joitain tukia oli perusteltu ympäristösyillä<sup>96</sup>.

### *Tiedollinen ohjaus*

Tiedollista ohjausta voidaan käyttää yleisesti ohjaamaan kuluttajien valintaa, liikkumiskäyttäytymistä sekä kohdennetusti liikenteen ohjauksessa. Koska ihmisten liikkumiskäyttäytymistä ohjaa pitkälti tottumus, on tiedollinen ohjaus tehokkainta, kun käyttäytyminen muuttuu muutenkin esimerkiksi työpaikan tai asuinpaikan vaihdoksen yhteydessä. Tiedollisen ohjauksen taustalla on ajatus, että osa liikkumisesta ja kuljetuksista on tarpeetonta ja poistettavissa yhdistämällä matkoja ja tehostamalla liikennejärjestelmän toimintaa. Eräs keskeinen keino on informaatioteknologian hyödyntäminen, jolla voidaan saada jopa 10 % päästöjen vähennyksiä tietyissä liikenteen kohderyhmissä suurissa kaupungeissa. Päästövähennyspotentiaalin arvioidaan olevan kaikkiaan 1–2 %. Raskaan liikenteen osalta on arvioitu, että reittioptimoinnilla voidaan saavuttaa jopa 5–10 % vähennyksiä CO<sub>2</sub>-päästöissä<sup>97</sup>. Monet tiedollisen ohjauksen vaikutusselvityksistä on tehty rajoitetulle kohderyhmälle ja vaikutukset ovat olleet merkittäviä. Englannissa on saatu jopa yli 10 % vähennyksiä ruuhkauippujen liikennemäärissä. Näitä tuloksia on kuitenkin vaikea yleistää koko maahan. Yleisesti vallitsee käsitys, että ollakseen tehokasta, tiedollinen ohjaus pitäisi toteuttaa osana yhdistettyä maankäytön ja liikenteen suunnittelua<sup>98</sup>.

<sup>95</sup> Annema & Franke, 2008 alkuperäinen Blom et al. 2007.

<sup>96</sup> EEA 2007.

<sup>97</sup> CEMT 2006.

<sup>98</sup> ITF 2008.

Usein liikenteen kysyntään vaikuttavina tekijöinä mainitaan etätyö ja telekonferenssit. Toistaiseksi arvioita niiden määrästä ja niiden vaikutuksista päästöihin on tehty vähän. Englannissa tehdyn kyselytutkimuksessa todettiin, että telekonferenssien vältettyinä matkakilometrinä tuomat säästöt ovat ainakin 10–15-kertaiset kustannuksiin nähden<sup>99</sup>.

## **Energiatohokkuuden parantaminen ja siihen liittyvä ohjaus**

Energiatohokkuutta voidaan parantaa seuraavilla ohjauskeinoilla:

- EU:n normeilla, vapaaehtoisilla sopimuksilla, porrastamalla kansallisesti ajoneuvojen verotusta kulutuksen/päästöjen mukaan sekä tukemalla edellä mainittuja tiedollisella ohjauksella;
- säästävän ajotavan koulutuksella sekä tiedollisella ohjauksella; sekä
- suunnitteluohjauksella ja sitä tukevalla taloudellisella ohjauksella.

### *Ohjauskeinot ajoneuvojen energiatohokkuuden parantamiseksi*

Ajoneuvojen energiatohokkuutta on pyritty parantamaan Euroopan unionissa uusien henkilöautojen ominaiskulutusta ja hiilidioksidipäästöjä koskevalla vapaaehtoisella sopimuksella Euroopan, Japanin ja Korean autoteollisuuden kanssa. Samoin vapaaehtoisella sopimuksella on päästöjä pyritty vähentämään päästöjä myös Australiassa ja Kanadassa. Japani ja Yhdysvallat ovat vähentäneet kulutusta ja päästöjä määräysteitse. Sen sijaan vain Japanilla on määräyksiä raskaiden ajoneuvojen päästöjen vähentämiseksi. Eräänä keskeisenä puutteena raskaan liikenteen CO<sub>2</sub>-päästöjen säätelyssä on tällä hetkellä sopivan testin puuttuminen.

Japanin pyrkimyksenä on vähentää raskaiden ajoneuvojen päästöjä 12 % vuodesta 2002 vuoteen 2015 suosimalla verotuksellisesti kunkin ajoneuvoluokan vähäpäästöisempiä ajoneuvoja (top-runner-konsepti)<sup>100</sup>.

Vähäpäästöisten ajoneuvojen hankinnan taloudellista ohjausta on pidetty tarpeellisena, jotta kuluttajat muuttaisivat valintaperusteitaan. Tällä hetkellä kuluttajat valitsevat suurempia ja tehokkaampia ajoneuvoja vähäkulutuksellisuuden sijaan<sup>101</sup>. Italiassa, Ranskassa, Englannissa, Saksassa ja Ruotsissa henkilöautojen keskimääräinen paino on noussut 200 kg, 900–1 100 kg:sta (1990) 1 100–1 300 kg:aan (vuonna 2000). Myös teho kasvoi samana aikana 50–80 kW:sta noin 20 kW:lla<sup>102</sup>. Näin osa teknologisella kehityksellä saadusta polttoainetehokkuudesta on jäänyt hyödyntämättä. Erityisesti Suomessa henkilöautojen omi-

---

<sup>99</sup> EEA 2008b.

<sup>100</sup> CEMT 2006.

<sup>101</sup> Cazzola 2008.

<sup>102</sup> Short 2008, alkuperäinen Schipper 2007.

naispäästöt ovat pysyneet noin 180 g/km tasolla, kun uusien henkilöautojen ominaiskulutuksen keskiarvo EU:ssa vuonna 2006 oli 160 g/km. Polttoaineen hinnan tasolla on merkittävä vaikutus kuluttajien valintoihin.

Ajoneuvojen ominaiskulutuksen/päästöjen vähentämiselle on ollut tyypillistä, että normit määrittelevät kulutuksen/päästöjen tason, mutta eivät tekniikkaa, jolla tasolle päästään. Näin on haluttu turvata autonvalmistajien ja polttoainejälöstyksen innovatiivinen ote tekniikan kehittämiseen. Tällä hetkellä ei ole vielä varmuutta tulevaisuuden ajoneuvoteknologioista. Yhä merkittävämmäksi kysymykseksi on nousemassa koko tuotanto-/elinkaaren aikaisten päästöjen hallinta ja ympäristökysymysten hallinta esimerkiksi biopolttoaineita ja akkuja käyttävien ajoneuvojen osalta. Kansallisesti teknologioiden edistäminen liittyy autoihin ja polttoaineisiin kohdistuvan verotuksen ja muun ohjauksen kehittämiseen.

Vuonna 2002 tehdyssä EU:n komission teettämässä selvityksessä todettiin, että Euroopan unionin ajoneuvoverotuksessa on suuria eroja sekä tasollisesti että rakenteellisesti. Siksi yksittäisen verokomponentin vertailu ei anna eri maiden tilanteesta oikeaa kuvaa vaan tarvitaan kattavaa näkökulmaa. Selvityksessä todettiin, että päästöt vähenisivät noin 5 %, jos nykyiset verotussysteemit korvattaisiin hiilidioksidiperusteisella ohjauksella. Tästä suosituksesta huolimatta hiilidioksidiperusteinen verotus on Suomen lisäksi toteutettu vain Ruotsissa ja Englannissa. Englannissa ohjaus koskee erityisesti työsuhdeautoja. Kohdistuminen tähän myyntiosuuteen on tietoinen valinta, sillä työsuhdeautojen osuus uusien autojen myynnistä vaihtelee maittain 20–50 %. Englannin vero-ohjauksen on arvioitu vähentäneen päästöjä 182 g/km ominaispäästötasolta (2001) tasolle 168 g/km (2005), kun samaan aikaan yksityisten hankkimien autojen ominaispäästö on vähentynyt 176 g/km tasosta tasoon 173 g/km<sup>103</sup>. Muissa maissa (Itävalta, Belgia, Saksa, Irlanti, Italia, Luxemburg, Norja) ohjaus on toteutettu moottorilavuuden, tehon tai ajoneuvon painon tai näiden yhdistelmien perusteella. Näillä tekijöillä on vaikutus polttoaineen kulutukseen, mutta ei suoraa vastaavuutta. Tanskassa ohjaavuus on toteutettu polttoaineenkulutuksen perusteella.<sup>104</sup> Euroopan unionissa on ollut pyrkimyksiä ajoneuvojen verotuksen harmonisointiin. Verojärjestelmien erilaisuus, jonka kehittämisen pohjana on ollut usein oma autoteollisuus ja halu pitää verotus kansallisessa päätösvallassa tekevät harmonisoinnista vaikean toteuttaa.

Testisyklissä mitattavien teknisten ominaisuuksien lisäksi on mahdollista parantaa renkaiden, voiteluaineiden, vaihteistojen ym., joilla voidaan saada edullisesti päästöjen vähennyksiä. Näillä toimilla arvioidaan voitavan vähentää päästöjä 5–10 %<sup>105</sup>.

---

<sup>103</sup> Perkins 2007.

<sup>104</sup> CEMT 2006.

<sup>105</sup> Short 2008.

### *Tiedollinen ja taloudellinen ohjaus säästävän ajotavan edistämiseksi ja kuormitusasteen nostamiseksi*

*Säästävän ajotavan koulutus* kuuluu EU-maissa nykyään yleisesti kuljettajatutkintoon ja on osa EU-maiden CO<sub>2</sub>-päästöjen vähennysstrategioita. Sitä pidetään erittäin kustannustehokkaana toimena. Säästävän ajotavan avulla arvioidaan voitavan saada jopa 10 % päästövähennys, mutta tämän saavuttamiseksi tarvitaan kuljettajan ajotapaa ohjaavien apulaitteiden hyödyntämistä. Säästävän ajotavan pitkäaikaisvaikutuksena pidetään yleensä noin 5 % päästövähennystä<sup>106</sup>.

Hollannissa säästävää ajotapaa on tuettu valtion verotuella ja varustettu ajoneuvoja laitteistolla, joka kertoo hetkellisestä ajoneuvon polttoaineenkulutuksesta. Laitteiston käytöstä saatava kustannustehokkuus on laskettu eri vaikuttavuus ja käyttöön otto määräoletuksilla laitteistolla saatavan säästön ollessa 1–2 % Oheishyötyinä saatua säästöä polttoaine- ja huoltokuluissa ja liikenneonnettomuuksissa sekä vähennystä ilmanlaatua heikentävissä päästöissä ja melussa, ei ole kvantifioitu. Laskelmien mukaan kustannus CO<sub>2</sub> tonnia kohden on yhteiskunnalle 40–350 €, hallitukselle 9–20 € (ilman verotukea) ja 68–99 € (tuen kanssa). Kuluttajat hyötyvät laitteistosta 210–418 €<sup>107</sup>.

*Nopeudella* tiedetään olevan vaikutusta polttoaineenkulutukseen ja liikenneonnettomuuksiin. Rotterdamissa laskettiin moottoritien nopeutta 120 km/h nopeuteen 80 km/h ja tehostettiin samanaikaisesti valvontaa. Näillä toimilla saatiin aikaan 15 % vähennys CO<sub>2</sub>-päästöissä eli 1 000 t kyseisellä välillä. Lisäksi vähenivät ilmanlaatuun vaikuttavat päästöt (15–35 %), ruuhkautuminen, onnettomuudet (60 %), kuolleet (90 %), melu (50 %). Vuotuisen kustannuksen (investointi, 4 % korko, ja ylläpitokustannukset 10 vuodelle) arvioitiin olevan 192 000 €. CO<sub>2</sub>-vähennyskustannusta ei laskettu. Englannissa sen sijaan selvitettiin nopeusrajoitusten kustannustehokkuutta alhaisemmilla nopeuksilla ja todettiin niiden olevan kallis keino vähentää CO<sub>2</sub>-päästöjä, koska valvontakustannukset ovat korkeat. Vähennyskustannus oli 275 €/Ct eli 75 €/CO<sub>2</sub>t<sup>108</sup>.

Niissä Euroopan maissa (UK, DK, NL), mistä *kuormitustietoa* on saatavissa, on kuormitus henkilöautoissa laskenut vuoden 1980 keskimääräisestä kuormituksesta 1,75 henkilöä/auto alle 1,6 henkilöä/auto kuormitukseen (2004). Sen sijaan kuorma-autojen kuormitustaso (UK, NL, DK) on säilynyt samalla tasolla eli noin 40 %:ssa<sup>109</sup>. Saksan tiemaksu ja Englannissa tehty selvitys osoittavat, että kuormitusastetta voidaan lisätä taloudellisella tai muulla ohjauksella eräissä tapauksissa jopa 10 %. Kuormitusasteen nosto riippuu kuitenkin paljon tuotannon

---

<sup>106</sup> CEMT 2006, EEA 2008b.

<sup>107</sup> EEA 2008b.

<sup>108</sup> EEA 2008b.

<sup>109</sup> EEA 2006.

sijoittumisesta ja asiakkaiden sijainnista. Lisäksi monet kuljetuksia koskevat määräykset vähentävät hyödyntämispotentiaalia.

## **Hiili-intensiteetin vähentäminen ja siihen liittyvät ohjaukset**

Euroopan unioni on asettanut tavoitteeksi, että liikenteen polttoaineista tuotetaan 10 % uusiutuvalla energialla vuonna 2020. Hiilidioksidipäästöjen arvioidaan vähenevän 3,5–9 % riippuen polttoaineketjusta. Ensimmäisessä vaiheessa raaka-aineena käytetään maanviljelystuotteita, kaatopaikkakaasuja ja toisessa vaiheessa polttoaine syntyy metsäteollisuuden sivutuotteena. Vuonna 2006 merkittävää biopolttoaineiden tuotantoa EU-maissa oli Itävallassa, Tšokeissa, Ranskassa, Saksassa, Italiassa, Puolassa, Portugalissa, Espanjassa, Ruotsissa ja Englannissa. Vuonna 2005 biopolttoaineiden osuus liikennepolttoaineissa oli 1 %<sup>110</sup>. VTT on esittänyt arvion eri moottori- ja polttoaineyhdistelmien energiankulutuksesta ja hiilidioksidipäästöjen kehityksestä raportissaan "Teknologiapolut 2050".

Liikenteen biopolttoaineiden tuotannon ja käytön edistämistä Suomessa pohtineessa työryhmässä vuonna 2006 todettiin, että biopolttoaineissa olisi mahdollista saavuttaa 8 % osuus vuoden 2015 jälkeen, jos teknologiakehitykseen panostetaan voimakkaasti. Työryhmä piti normiohjausta taloudellista ohjausta parempana keinona, sillä näin saadaan varmemmin täytettyä veloitteet eikä ole vaaraa eri polttoaineiden ali-/ylikompensaatiolle ja markkinahäiriöille. Koska liikenteen biopolttoaineiden tuotantokustannukset ovat 30–100 % kalliimpia kuin fossiilisten polttoaineiden, ne tulevat kilpailukykyisiksi 60–66 € (90–100 \$/barrel) raakaöljyn hinnalla. Laajamittaista biopolttoaineiden käyttöä voidaan työryhmän mukaan nopeimmin ja joustavammin lisätä sellaisilla biokomponenteilla ja polttoainelaaduilla, jotka soveltuvat nykyiseen ajoneuvokalustoon ja jakelujärjestelmään. Eri vaihtoehtojen kustannustehokkuuteen vaikuttavat useat seikat. Esimerkiksi puhdistettu biokaasu voi korvata maakaasun ajoneuvojen polttoaineena. Tällöin biokaasu on puhdistettava ja käytettävä joko puhdistuslaitoksen välittömässä läheisyydessä tai johdettava maakaasuverkkoon. Kustannukset riippuvat osin paikallisista tekijöistä. Lisäksi ajoneuvon hankinta- ja käyttökustannukset poikkeavat tavanomaisen ajoneuvon vastaavista. Kustannustehokkuuslaskelmat on siten tehtävä erikseen kussakin sovellustapauksessa.

Biopolttoaineiden käyttöä on EU:ssa edistetty maatalouden tuilla, biopolttoaineiden verotusta alentamalla, kehittämällä jakeluverkostoa ja investointituilla. Tukipolitiikkaan vaikuttavat ilmeisen selvästi maataloudesta hyödynnettävissä olevan raaka-aineen määrä ja autoteollisuuden tarpeet saada riittävästi polttoaineen jakelukapasiteettia. Biopolttoaineen osuutta koskevat tavoitteet on myös toteutettavissa kansallisesti normiohjauksella.

---

<sup>110</sup> EEA 2008a.

### 3.4.3 Tieliikenteen vähennystoimien kustannustehokkuus

Taulukkoon 6 on koottu kirjallisuuslähteistä esitettyjä ohjauskeinoin ja toimiin liittyviä vaikuttavuuksia ja arvioituja kustannustehokkuuksia. Kustannustehokkuutta laskettaessa tulisi ottaa huomioon:

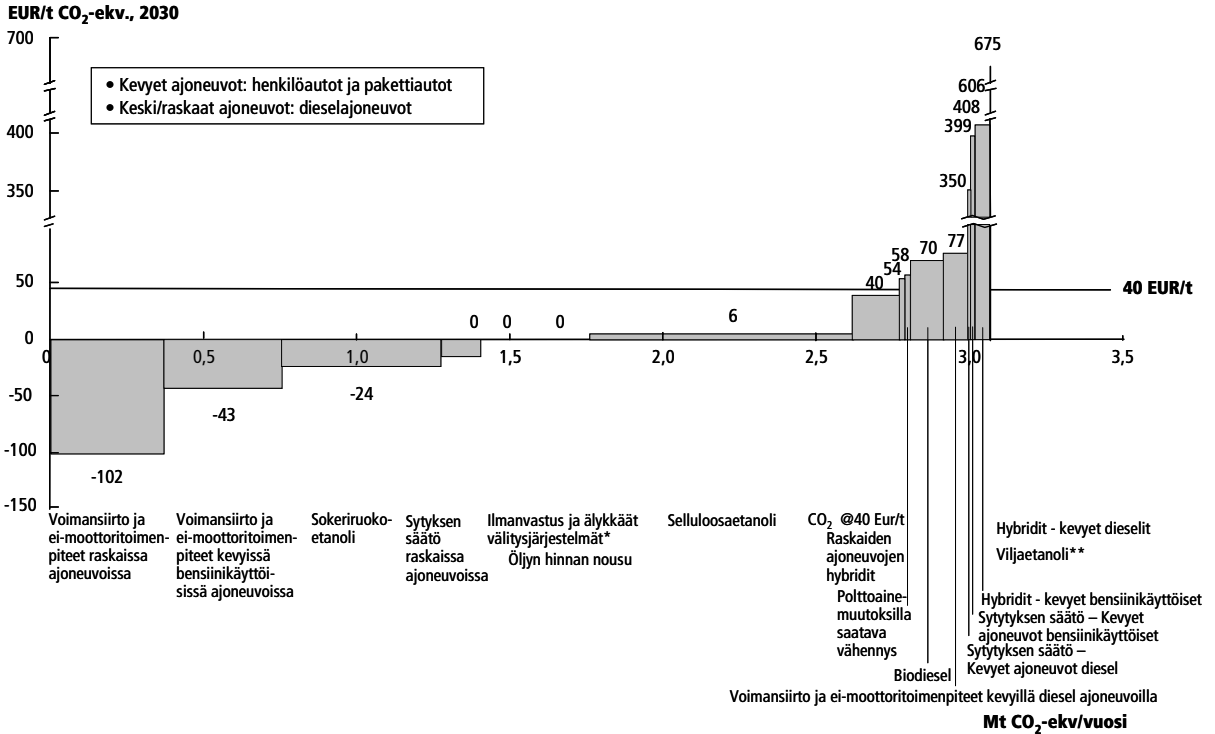
- investointikustannukset (laitteistot, infrastruktuuri, työvoima)
- käyttö- ja huoltokustannukset
- hallinnointikustannukset (keskushallinto)
- hallinnointikustannukset (käyttäjät esim. voimaansaattaminen)
- kuluttajien hyödyt
- epäsuorat muuttuvat kustannukset (hyvinvointivaikutukset)
- energiansäästö<sup>111</sup>.

Kuitenkin hyvin harvoista liikenteen toimista on tehty ex-post tai ex-ante kustannustehokkuuslaskelmia. Taulukossa esitetyissä kustannustehokkuusluvussa on suurta eroa laskuolettamuksissa, ja näin luvut eivät ole suoraan verrattavissa keskenään. Arviot ovat herkkiä muun muassa business-as-usual olettamuksille sekä liikenteen määrän, teknologian yleistymisen ja tehokkuuden sekä öljyn hinta-arvioille. Vaikka laskentaan liittyy vertailua heikentäviä rajauseroja, on yleisesti todettavissa, että ajoneuvojen ja niiden renkaiden, valojen ym. normiohjauksella on verrattain korkea kustannustehokkuus. Kaikkein korkein kustannustehokkuus saadaan kuitenkin logistiikan tehostamisella, nopeusrajoituksilla, polttoaineverotuksella ja säästävän ajotavan koulutuksella. Kustannustehokkuustarkastelut tehdään yleisemmin ajoneuvo- ja polttoainetekniikoille. Sen sijaan liikenne- ja yhdyskuntasuunnitteluun liittyville toimille esitetään laskelmia harvemmin. Kuvassa 6 on esitetty Vattenfallin tekemä arvio eri ajoneuvo- ja polttoaineteknisten toimien kustannustehokkuudesta. Uusien ajoneuvotekniikoiden kustannustehokkuus on ainakin vielä melko huono.

---

<sup>111</sup> EEA 2008b, alkuperäinen CE Delft 2006.

**Kuva 6** Logistiikka-alan marginaalikustannus -hyötykäyrä<sup>112</sup>.



\* Ilmanvastukseen ja älykkäisiin välitysjärjestelmiin liittyvät mahdollisuudet arvioidaan nollakustanteisiksi, ja niiden oletetaan tulevan käyttöön poliittisen tuen avulla.

\*\* Viljaetanoli ei tule olemaan kilpailukyinen vuoteen 2030 mennessä, mutta sen arvioidaan tulevan käyttöön valtiollisten tukien avulla.

<sup>112</sup> Vattenfall 2007.

**Taulukko 6** Eri lähteistä koottuja arvioita liikennepolitiikassa käytetyistä ohjauskeinoista ja toimista hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi, arvioitu vaikuttavuus ja kustannustehokkuus. (Huom. Vaikuttavuus on osassa esitetty osuutena liikenteen päästöistä, osassa taas rajatummissa merkityksessä. Kustannusten ja hyötyjen laskennassa on käytetty eri lähteissä eri rajauksia.)

Ohjauskeinot	Arvioitu vaikuttavuus <sup>1</sup> , kohdissa, missä ei muuta lähdettä ilmoitettu	Arvioitu kustannustehokkuus
<p><b>Liikenteen kysyntään vaikuttaminen</b> (osuus eri maiden esittämistä vähennystoimista 4 %<sup>2</sup>)</p> <p>yhdyskuntasuunnittelu</p> <p>tiemaksut ja muu hinnoittelu, joka pyrkii kysynnän vähentämiseen</p>	<p>tiemaksut &gt; 5 %,</p> <p>Lontoon tietulli 16 %<sup>3</sup>,</p> <p>Tukholman tietulli 3 %<sup>4</sup></p> <p>Saksan tiemaksu noin 3 %<sup>5</sup></p>	<p>keskinkertainen</p> <p>180–230 €/t CO<sub>2</sub><sup>6</sup></p>
<p><b>Polttoainetehokkuuden parantaminen</b> (osuus eri maiden esittämistä vähennystoimista 31 %<sup>2</sup>)</p> <p>energiatohokkaiden ajoneuvojen tukeminen verotuksella,</p> <p>ajoneuvojen energiatohokkuutta tukevat määräykset (CAFE<sup>7</sup>, Top-Runner<sup>8</sup>)</p> <p>energiatohokkuusvaatimusten laajentaminen koskemaan renkaita, voiteluaineita, valoja ym.</p> <p>säästävän ajotavan koulutus, ajoneuvojen yhteiskäyttö, (osuus toimista 16 %)<sup>2</sup></p> <p>logistisen tehokkuuden parantaminen, liikenteen ohjaus</p>	<p>ajoneuvoverotuksen CO<sub>2</sub>-erotelu 2–5 %</p> <p>päästönormit &gt; 5 %</p> <p>päästötaaso 120 g/km</p> <p>päästötaaso 130 g/km</p> <p>Pakettiautoilla 45 g/km vähennys</p> <p>10 % raskaiden ajoneuvojen päästöissä<sup>9</sup>,</p> <p>12 %<sup>10</sup></p> <p>5 %<sup>11</sup></p> <p>5–10 %<sup>10</sup></p> <p>säästävä ajotapa 2–5 %</p> <p>nopeusrajoitukset 2–5 %</p> <p>polttoaineverotus &lt; 5 %<sup>12</sup>, 7 %<sup>13</sup>, 3–6 %<sup>14</sup></p> <p>logistiikan tehostaminen &lt; 5 %</p> <p>liikenteen ohjaus 1–2 %<sup>12</sup></p>	<p>vaihtelee</p> <p>korkea</p> <p>140–180 €/t CO<sub>2</sub><sup>15</sup></p> <p>135 €/t CO<sub>2</sub><sup>16</sup></p> <p>88 €/t CO<sub>2</sub><sup>16</sup></p> <p>100–200 €/t CO<sub>2</sub><sup>11</sup></p> <p>&lt; 50 €</p> <p>-50–113 €/t CO<sub>2</sub>-ekv<sup>2</sup></p> <p>noin -100–100€/t CO<sub>2</sub>-ekv</p> <p>&lt; 50 €/t CO<sub>2</sub>-ekv<sup>17</sup></p> <p>9 €/t CO<sub>2</sub><sup>12</sup></p> <p>-78–45€/t CO<sub>2</sub>-ekv<sup>18</sup></p> <p>korkea,</p> <p>raskaassa liikenteessä 26–36 €/t CO<sub>2</sub>-ekv<sup>17</sup></p> <p>ajosimulaattorilla 265 €/t CO<sub>2</sub>-ekv</p> <p>korkea</p> <p>korkea</p> <p>150–200 €/t CO<sub>2</sub>-ekv<sup>11</sup></p> <p>korkea</p> <p>97 €/t CO<sub>2</sub>-ekv<sup>19</sup></p>

<p><b>Hiili-intensiteetin vähentäminen</b> (osuus eri maiden esittämistä vähennystoimista 24 %)<sup>2</sup></p> <p>Biopolttoainetavoitteet ja verotuki,</p> <p>polttokenno/vety -tutkimus Tuet kaasubussien käytölle</p>	<p>Biopolttoaineiden edistäminen &gt; 5 %, 2,6 %<sup>2</sup></p> <p>Biodiesel</p> <p>Eurooppalainen etanoli</p>	<p>alhainen</p> <p>200 €/t CO<sub>2</sub>-ekv<sup>11</sup> 390–990 €/t CO<sub>2</sub>-ekv<sup>20</sup> 200–500 €/t CO<sub>2</sub><sup>21</sup></p> <p>53–268 €/t CO<sub>2</sub><sup>18</sup></p> <p>65–451 €/t CO<sub>2</sub><sup>18</sup></p>
<p><b>Liikennemuotojen työnjakoon vaikuttaminen</b> (osuus toimista 28 %)<sup>2</sup> muuttaa kuljetapa- tai kuljetusmuotojakautumaa</p> <p>Tavoitteellinen julkisen liikenteen tuki</p>	<p>joukkoliikenteen edistäminen &lt; 2 %</p> <p>kuljetusmuotojen työnjako &lt; 2 %</p>	<p>alhainen</p> <p>36 €/t CO<sub>2</sub>-ekv.<sup>22</sup></p> <p>keskinkertainen</p>

<sup>1</sup> CEMT 2006, alkuperäinen COWI&ECN 2003.

<sup>2</sup> Short 2008.

<sup>3</sup> EEA 2008b.

<sup>4</sup> Bonnafous 2008.

<sup>5</sup> Annema & Franke 2008, Saksan tiemaksun tyyppinen maksu eli 10–15 cent/ km yli 12 t painavilta ajoneuvoilta, kuormitusaste parantunut 9 %.

<sup>6</sup> Annema & Franke 2008, arvioinnissa arvioitu, että lisätulot on käytetty niin, että yhteiskunnalliset hyödyt tulevat yhtä suuriksi kuin kerätty maksu.

<sup>7</sup> CAFE (Corporate Average Fuel Economy regulations) on USA:n polttoaineen kulutusmääräys, joka perustuu ajoneuvojen keskikulutuksen sääntelyyn.

<sup>8</sup> Top-runner -konsepti on Japanissa raskaan liikenteen päästöjen vähentämiseksi käyttöön otettu ajoneuvoverotuksen kehittäminen, jolla pyritään vähentämään kuorma-autojen ja bussien CO<sub>2</sub>-päästöjä keskimääräisestä vuoden 2002 päästästä vuoteen 2015 mennessä 12 % suosimalla verotuksellisesti luokkansa parhaita ajoneuvoja CEMT/CS/ENV(2006)1.

<sup>9</sup> Annema & Francke 2008, kuorma-autojen teknisen potentiaalin hyödyntäminen päästöjen vähentämiseksi, päästöjen vähennys vuoden 2020 tilanteessa verrattuna business-as-usual -tilanteeseen, valtion verotulojen vähennystä ei ole huomioitu.

<sup>10</sup> Perkins 2007.

<sup>11</sup> Annema & Franke 2008.

<sup>12</sup> CEMT 2006.

<sup>13</sup> IEA 2005.

<sup>14</sup> Annema & Francke 2008, 10–20 % polttoaineen hinnan korotuksella.

<sup>15</sup> Short 2008, alkuperäinen IEEP/TNO 2004, arvio 120 g/km päästötason saavuttamiskustannuksesta.

<sup>16</sup> Short 2008, alkuperäinen IEEP/TNO.

<sup>17</sup> McKinnon 2008.

<sup>18</sup> Short 2008, alkuperäinen TNO, IEEP; LATS.

<sup>19</sup> McKinnon 2008, raskaan liikenteen reitinhajaus ja telematiikka.

<sup>20</sup> Perkins 2008 alkuperäinen Koplów 2007, Kutas et al. 2007.

<sup>21</sup> CEMT 2006 alkuperäinen EUCAR, CONCAWE& ECJRC, 2003& 2004

<sup>22</sup> McKinnon 2008, kuljetusmuoto siirtymä rautateille.

### 3.4.4 Lento-, laiva-, ja raideliikenteen päästöjen vähentämiseen liittyviä ohjauskeinoja

Kansainvälisen lento- ja laivaliikenteen päästöjen vähentäminen on Kioton pöytäkirjassa sovittu toteutettavaksi alan kansainvälisissä organisaatioissa ICAO ja IMO. Kansainvälisen liikenteen päästöt ilmoitetaan kansallisissa päästöraportoinneissa, mutta nämä päästöt eivät ole mukana kansallisissa päästövelvoitteissa. Runsaan kymmenen vuoden ajan on ilmastoneuvotteluissa sekä ICAOn ja IMOn piirissä yritetty löytää yhteisymmärrystä näiden päästöjen vähennysstrategiasta. Lentoliikenteessä on ohjauskeinoina tarkasteltu taloudellisia ohjauskeinoja, kuten veroja, maksuja ja päästökauppaa sekä teknisiä ja lentotoiminnan järjestämiseen liittyviä keinoja. Laivaliikenteessä on edetty kehittämällä indeksointi-järjestelmää, jota voidaan käyttää luokiteltaessa laivojen polttoaineenkulutusta. Tätä voidaan hyödyntää muun muassa väylämaksujen porrastuksessa.

Euroopan unioni on päättänyt edetä siten, että EU:n sisäiset lennot tulevat päästökauppajärjestelmän piiriin 2011 alkaen ja EU-maihin tulevat ja niistä lähtevät vuonna 2012. Lentoliikenteen päästökauppajärjestelmiä on kehitteillä EU:n lisäksi muun muassa Australiassa ja Japanissa. Vaikka päästöjen vähentämistä lentoliikenteessä on pidetty kalliina verrattuna moniin muihin päästölähteisiin, on lentoliikenteessä vähennysmahdollisuuksia, kuten ilmatilan parempi hallinta (Open Sky vähentää päästöjä 15 %) <sup>113</sup>, reittien optimointi ja uudet energiatehokkaammat koneet. Esimerkiksi Boeing <sup>114</sup> on ilmoittanut tavoitteekseen, että uusi konesukupolvi on aina 15 % edellistä energiatehokkaampi, minkä lisäksi alalla tutkitaan biopolttoaineiden käyttöä, polttokennoteknologiaa ym. Lentoliikenteen polttoaineiden verottomuus on ollut vuosia keskustelun aiheena. Lentopolttoaineen verottaminen on mahdollista maiden sisäisillä lennoilla ja kahden EU-maan kesken, jos molemmat maat sen hyväksyvät. Vero voi periä vain EU-maan operaattoreilta. Toistaiseksi vain Hollannissa peritään lentopolttoaineesta veroa kotimaanlennoilla.

Raideliikenteen osuus liikenteen hiilidioksidipäästöissä on EU:ssa noin 1 %. Euroopan raideliikenteestä 80 % on sähköistetty, joten suurin osa rautatieliikenteen päästöistä kuuluu päästökaupan piiriin. Tästä huolimatta Euroopan rautatieyhtiöt (70 yhtiötä) ovat päättäneet vähentää päästöjä 30 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 mennessä <sup>115</sup> ja energian kulutusta 6 %, vaikka liikennemäärät pyritään kaksinkertaistamaan <sup>116</sup>. Keinoina ovat muun muassa teknologia, säästävä ajotapa ja liikenteen optimointi.

---

<sup>113</sup> ITF 2008a.

<sup>114</sup> Boeing 2008.

<sup>115</sup> Ludwig 2008.

<sup>116</sup> Clausecker 2008.

### 3.4.5 Vertailu Suomeen sekä näkemyksiä toimista ja ohjauskeinoista keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä

Euroopan ilmastonmuutosohjelma (ECCP) teki vuonna 2006 katsauksen toimiin, joita jäsenmaat ovat toteuttaneet ja joiden ne katsoivat olevan tehokkaita liikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä. Katsauksessa tarkasteltiin sekä vähennyskeinoja että niiden toteuttamiseksi tarvittavia ohjauskeinoja. Näitä toimia olivat:

- taloudellisten, teknisten, hallinnollisten ja tiedollisten ohjauskeinojen yhdistäminen
- liikenteen ja kaupunkisuunnittelun yhteensovittaminen
- energiansäästösopimukset liikenteen harjoittajien kanssa
- uudet palvelukonseptit (liikkumisen ohjaus, ympäristömyötäinen liikennepalveluiden hankinta)
- siirtyminen vähemmän liikennettä synnyttävään teollisuuteen
- tekninen optimointi
- dieselin markkinaosuuden kasvattaminen
- pienikokoisten ajoneuvojen osuuden kasvattaminen autokannassa
- polttoaine- ja autoverotus.

Vuonna 2006 julkistetussa Euroopan liikenneministerien konferenssin (CEMT nyk. ITF) jäsenmaiden politiikka-arviossa luokiteltiin jäsenmaita kolmeen ryhmään sen perusteella, miten ne olivat ottaneet käyttöön erilaisia ohjauskeinoja. Ensimmäiseen ryhmään valittiin maita, jotka olivat yhdistäneet ajoneuvojen polttoaineenkulutusta sääteleviin normeihin tai vapaaehtoisiin sopimuksiin kuluttajien valintoihin vaikuttavan vero-ohjauksen. Lisäksi nämä maat pyrkivät raskaiden ajoneuvojen päästöjen vähennyksiin joko ajoneuvojen päästönormeilla tai lisäämällä hiili-intensiteettiä. Toiseen ryhmään valittiin maat, joilla on vakaa yritys päästöjen vähentämiseksi kahdella seuraavista kolmesta osa-alueesta: henkilöautojen tai raskaiden ajoneuvojen päästöjen vähentäminen tai hiili-intensiteetin lisääminen. Loput maat luokiteltiin ryhmään 3.

Tuona ajankohtana ensimmäiseen eli parhaiden maiden joukkoon kuuluivat: Itävalta, Tanska, Saksa, Japani, Ruotsi, Englanti ja Yhdysvallat. Toiseen ryhmään kuuluivat Australia, Canada, Suomi, Ranska, Irlanti ja Slovenia. Vaikka EU kuului ryhmään 2, valtaosa jäsenmaista sijoittui kuitenkin ryhmään kolme, sillä monella jäsenmaalla oli vielä toimeenpanematta EU:n säädöksiä. Suomen sijoittumiseen ryhmään 2 vaikutti kaksi puutetta, jotka ovat korjaantuneet arvioinnin jälkeen: henkilöautojen hiilidioksidiriippuvainen verotus ja biopolttoaineiden käyttöä edistävä politiikka.

Kulkuvälineiden ja polttoaineiden tekniset määräykset ml. polttoainetehokkuus, hiilisisältö ja testimenettelyt päätetään EU:n lainsäädännöllä tai muissa kansain-

välisissä organisaatioissa. Kansallinen liikkumavara normiohjauksessa on vähäistä, mutta sen sijaan taloudellinen ohjaus on mahdollista.

Polttoainetehokkuuden parantaminen normiohjauksella/vapaaehtoisilla sopimuksilla on jatkossakin keskeinen päästöjen vähentämiskeino. Nykyisen ajoneuvo-tekniikan paremmalla hyödyntämisellä voidaan saada 30 % parannus polttoainetalouteen. Osa näistä teknologisista keinoista ei lisää kustannuksia tai ne tulevat maksetuksi takaisin 2–3 vuoden polttoainesäästöllä. Polttoainetehokkuuden edistäminen edellyttää kuitenkin, että kuluttajien valintoja ohjataan vähän hiilidioksidia päästäviin ajoneuvoihin, sillä markkinoilla tulee aina olemaan eri päästöisiä autoja<sup>117</sup>.

Tällä hetkellä ei ole yhtenäistä käsitystä tulevaisuuden ajoneuvoteknologioista. Yli 50 % vähennykset edellyttävät hybridisaatiota ja pidemmällä aikavälillä siirtymistä sähköautoihin tai polttokennoihin. Nämä teknologiat lisäävät ajoneuvojen hintaa arviolta 20–30 %. Hybridiautoja on saatavilla jo tällä hetkellä. Sen sijaan sähköautot eivät vielä ole massavalmistuksessa. Vähähiiliset vaihtoehdot ovat kustannustehokkaita tilanteessa, missä sähkö tai vety voidaan tuottaa vähähiilillä vaihtoehdoilla. Siksi liikenteen päästöjen vähentämiseksi enemmän kuin 50 % tarvitaan puhtaampien energiantuotantotapojen kehittämistä. Sähkön varaan nojautuva liikennejärjestelmä edellyttää lisäksi jakeluinfrastruktuurin rakentamista<sup>118</sup>.

Pyrkimykset vähentää päästöjä merkittävästi oikeuttavat korkean hiilen hinnan ja polttoaineverotuksen pitämisen tasolla 200–300 €/ CO<sub>2</sub> t. Polttoaineen hinnalla on vaikutusta liikenteen määrään, mutta vielä enemmän ajoneuvon valintaan ja ajotapaan. Pidemmällä aikavälillä hinta vaikuttaa myös asuinpaikan ja työpäikan valintaan<sup>119</sup>.

Kaupunkiseutujen liikennepolitiikka tarvitsee uudelleen tarkastelua ilmastopoliittisesta näkökulmasta. Kaupunkiseutujen liikenteen kehittämistä rajoittavat muun muassa riittämätön kytkentä maankäyttöön, joukkoliikenteen kapasiteettiongelmat, seudullisen näkökulman puutteet ja erisuuntaiset tavoitteet. Valtakunnalliset alueiden käytön tavoitteet suuntaavat kehitystä, mutta eivät anna seuduille riittävää tukea energiatehokkaan liikennejärjestelmän kehittämisessä. Olennaista on päättää, tyydytäänkö liikenteen ilmastopoliitikassa ainoastaan teknologian suomiin päästövähennyksiin vai pyritäänkö aktiivisesti vaikuttamaan liikennemäärän kehitykseen ja liikennemuotojen väliseen työnjakoon. Teknologiapohjainen ilmastopoliittinen sivuttaa liikenteen muut ongelmat, kuten ruuhkautumisen, auton varaan rakentuvan yhteiskunnan luoman sosiaalisen epätasa-arvon, liikenneturvallisuuden heikentymisen.

---

<sup>117</sup> ITF 2008a.

<sup>118</sup> ITF 2008a.

<sup>119</sup> ITF 2008a.

Ajotavalla on merkittävä vaikutus polttoaineenkulutukseen. Jatkossa on mahdollista käyttää teknologiaa, joka pakottaa ajajan ajamaan energiaa säästävasti, ja muunlainen ajaminen edellyttää erityistoimia. Sillä välin on mahdollista tehostaa säästävän ajotavan koulutuksessa saatavaa osaamista ajoneuvoon asennettavilla laiteilla tai hyödyntämällä ajotietokonetta.

Tavaraliikenteen hiilidioksidipäästöt ovat noin kolmannes liikenteen päästöistä ja ovat voimakkaassa kasvussa. Monet tiedolliset puutteet ja muun muassa puuttuva hiilidioksidipäästöjen mittausten menetelmä vaikeuttavat raskaan liikenteen päästöjen vähentämistä. Siksi raskaan liikenteen päästöjen vähentämisessä on löydettävissä eri aikajänneille omat painotukset. Lyhyellä aikavälillä toteutettavissa olevia keinoja ovat vapaaehtoiset sopimukset, säästävä ajotapa, yritysten omaehtoisen energiansäästöjen tukeminen, Japanin kaltainen teknologista kehitystä nopeuttava verotus tai CO<sub>2</sub>-päästöjen huomioon otto verotuksessa tai tiemaksuissa, mikäli Euro 6 määräyksiin saadaan mukaan hiilidioksidipäästöt.

Tavaraliikenteen keskipitkällä ajalla toteutettavissa olevia keinoja ovat nykyteknologilla saatavat teknologiset parannukset, kaupunkien tiemaksut, nykyisten tiemaksujärjestelmien täydentäminen, yhdistettyjen kuljetusten lisääminen, toimintatapojen muuttaminen kuljetusketjussa (logistiset yhteenliittymät ym.). Pitkällä aikavälillä päästöjä voidaan vähentää teknologisilla keinoilla, logistiikkaketjun muutoksilla tai tuotantorakenteen muutoksilla.

### **Edellä esitettyjen arvioiden perusteella myös Suomessa tulisi selvittää seuraavien ohjauskeinojen käyttöä:**

- Verotuksen ohjausvaikutuksen lisäämisellä ja nykyistä voimakkaammalla pienikokoisten ja vähän hiilidioksidia päästävien ajoneuvojen suosimisella voitaisiin saada niiden osuus autokannasta kasvuun. Autoveron ja tulevan ajoneuvoveron hiilidioksidiohjaavuus ovat hyvä alku ohjausvaikutuksen lisäämiselle. Kun ohjaus tehdään tekniikkaneutraalisti ja ohjausvaikutusta asteittain lisäten, saadaan hyödynnettyä käytettävissä olevan teknologian suomat mahdollisuudet. Asteittainen ohjauksen voimistaminen antaa kuluttajille nykyistä selvemman viestin kehityksen suunnasta ja ohjaa valintoja tehokkaammin.
- Liikenteen taloudellista ohjausta tulisi tarkastella kokonaisuutena sisältäen ajoneuvo- ja polttoaineverotuksen lisäksi muun muassa pysäköintimaksut, joukkoliikenteen tariffipolitiikan. Koska työsuhdeautoilla on merkittävä osuus uusien autojen myynnissä, työsuhdeautoiluun liittyvät verot ja esimerkiksi pysäköintietuudet tulisi tarkastella ilmastopoliittisesta näkökulmasta. Ruuhkamaksujen osalta kattava selvitys on käynnistymässä. Ruuhkamaksujen soveltamisessa on kuitenkin tärkeää tarkastella niitä osana tavoitteellista maankäytön ja liikenteen suunnittelua.

- Paikallishallintoa, lähinnä kaupunkiseutuja, tulisi tukea kehittämällä suunnitteluprosessia siten, että ilmastopolitiikka integroidaan osaksi liikennepolitiikkaan, vaikutetaan maankäytön suunnitteluun, auton käytön määrään ja joukkoliikenteen tehokkuuteen. Tällaisia keinoja ovat:
  1. investoinnit sekä joukkoliikenteen verkostojen rahoitus,
  2. pysäköinnin, tienkäytön ja julkisen liikenteen maksut,
  3. ajoneuvojen ja polttoaineen verotus,
  4. liikenteen, pysäköinnin, ja verkostojen käytön säännöt,
  5. liikenteen ja maankäytön suunnittelun yhteensovittaminen sekä
  6. valmisteluprosessien ja menetelmien kehittäminen siten, että niillä on vaikutusta päätöksentekoon.

## 3.5 Yhdyskuntarakenne

### 3.5.1 Maankäytön suunnittelu ohjauskeinona

Maankäytön suunnittelulla luodaan edellytykset eri toimintojen sijoittelulle ja ihmisten käyttäytymiselle, ja vaikutetaan sitä kautta olennaisesti matkojen syntyy ja niiden pituuteen sekä eri liikennemuotojen houkuttelevuuteen. Yhdyskuntarakenteesta aiheutuvat päästöt tulevatkin esiin pääasiassa juuri kasvaneina liikenteen päästöinä. Tämän lisäksi yhdyskuntarakenteella on vaikutusta energia- tuotantoon (hajautettu/ keskitetty tuotanto) ja energiankulutukseen (pienilmaston vaikutus). Epäedullisilla maankäytön ja liikenteen ratkaisuilla tuotetaan 2–3-kertaiset päästöt verrattuna hyvin toteutettuun maankäytön ja liikenteen yhteensovittamiseen<sup>120</sup>.

Monissa maissa paikallistason maankäytön suunnittelun vastuu on keskushallinnon sijasta paikallisilla tai alueellisilla viranomaisilla. Siksi monet paikallistasolla tehtävät ilmastonmuutosta hillitsevät toimet eivät ole nousseet valtakunnalliseen ilmastopolitiikkaan. Yhdyskuntien maankäytön ja liikenteen toimet vaativat lisäksi usean toimijan yhteistyötä ja ovat vaikeammin kvantifioitavia kuin esimerkiksi ajoneuvoteknologialla saatavat muutokset. Yhdessä toteutettuina maankäytön suunnittelun ja kaupunkiseutujen liikennesuunnittelun toimenpiteillä voidaan kuitenkin saavuttaa merkittävä päästövähennyspotentiaali.

Yleisesti tiedetään, että maankäytön ja liikenteen suunnittelun yhteensovittaminen on keskeinen keino hallita liikenteen määrää, mutta samalla on selvää, että ilman koordinoituja toimenpiteitä vastuu sen toteuttamisesta jää edelläkävijäkaupunkien/kaupunkiseutujen harteille, eikä muodostu yhtenäiseksi EUpolitiikaksi. Tämä siitä huolimatta, että kaupunkiliikenteen osuus liikenteen hiilidioksidipäästöistä on 40 %<sup>121</sup>.

---

<sup>120</sup> YTV 2008.

<sup>121</sup> EEA 2008a.

Vanhastaan tiedetään myös, että kaupunkirakenne vaikuttaa merkittävästi energiankulutukseen. EEA kiinnittää huomiota tarpeeseen ottaa nykyistä paremmin huomioon asumisen, kauppojen, terveydenhuollon, yritysten ja toimistojen sijoittuminen. Tällä hetkellä ne sijoittuvat kaupunkiseutujen reunoille. Vaikka maankäytön ja liikenteen yhteissuunnittelua on väheksytty ilmastopoliittisena keinona, on arvioitu, että Euroopan kaupunkialueilla on mahdollista vähentää toimenpidekokonaisuuksilla liikennettä 20–30 %<sup>122</sup>.

### 3.5.2 Yhdyskuntarakenteen eheyttämiseen liittyvät ohjauskeinot

Yhdyskuntarakenteen hajautuminen on yksi kaupungistuvan Euroopan merkittävimmistä tulevaisuuden haasteista. Yhdyskuntarakenteen hajautumisella tarkoitetaan yhdyskuntarakenteen levittäytymistä sitä ympäröiville alueille siten, että sen osat ja toiminnot etäännyvät toisistaan. Hajautunut yhdyskuntarakenne aiheuttaa yhteiskunnalle enemmän kustannuksia kuin eheä yhdyskuntarakenne. Maankäyttöä tehostamalla voidaan käyttää nykyistä paremmin hyödyksi maanalaan sekä kunnallistekniikkaan ja palveluihin sidottu pääoma. Yhdyskuntarakenne hajautuu silloin, kun maankäytön muutos ja kulutus asutuskäyttöön on nopeampaa kuin väestönkasvu tietyllä alueella tietyinä ajanjaksona. Aiheuttamiensa sosiaalisten, taloudellisten ja ympäristövaikutusten lisäksi hajautuminen heikentää ilmastonmuutoksen hillintätoimien vaikuttavuutta. Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen sitä vastoin voi edistää merkittävästi energiatehokkuutta.

Yhdyskuntarakenteen täydentäminen ja ns. eheyttävä rakentaminen on liikennejärjestelmän kannalta edullista. Täydennysrakentaminen vähentää uuden perusrakenteen ja rakennetun alueen tarvetta ja samalla myös liikennettä, koska olevan yhdyskuntarakenteen sisällä etäisyydet ovat lyhemmät kuin uusilla alueilla. Myös kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen edellytykset paranevat. Kaupunkirakenteen kehittämisessä tulee suosia olemassa olevien yhdyskuntien säilymistä ja pyrkiä niiden vahvistamiseen ja täydentämiseen sekä niiden toiminnalliseen omavaraisuuteen. Riittävä tiiviys voidaan kerrostalojen lisäksi saavuttaa myös tiiviillä pientalorakentamisella.

Toimintojen (asuminen, työpaikat, palvelut ja virkistysalueet) alueellinen sekoittuminen vähentää liikkumistarvetta verrattuna eriytyneeseen rakenteeseen. Kun eri toiminnot ovat lähellä toisiaan, kevyenliikenteen ja joukkoliikenteen järjestämissämahdollisuudet paranevat tasapainoisemman matkustuskysynnän ansiosta. Hyvä lähtökohta uuden maankäytön suunnittelussa on sijoittaa toiminnot olemassa olevien joukkoliikenneyhteyksien varteen eli joukkoliikennekaupunkialueelle. Tämä koskee niin asuntoja, toimitiloja, palveluja kuin virkistysalueita. Uusien asuntojen hyviä sijoituskohteita ovat keskusta-alueet ja ympäristöä

---

<sup>122</sup> ITF 2008b.

haittaamattomien työpaikka-alueiden ympäristö, sekä vanhat asuntoalueet, joilla jokapäiväiset palvelut ovat jo olemassa<sup>123</sup>.

Euroopan unionin ympäristövirasto EEA käyttää raportissaan<sup>124</sup> yhdyskuntarakenteen hajautumisen mittarina väestönkasvun ja rakennetun alueen kasvun suhdetta. EEA:n raportin perusteella monissa Euroopan maissa rakennetun alueen kasvu on ollut huolestuttavan paljon suurempaa kuin asukasluvun kasvu. Raportin vertailussa mukana ollut Helsinki kuuluu kaupunkeihin, joissa väljästi rakennettujen asuinalueiden (alueella < 80 % on rakennettua ympäristöä) osuus on hyvin suuri.

Pääkaupunkiseudun viime vuosikymmenien kasvu ja yhdyskuntarakenteen leviäminen on johtanut erityisesti henkilöautoliikenteen voimakkaaseen lisääntymiseen sekä joukkoliikenteen kulkutapaosuuden supistumiseen. Pääkaupunkiseudulle tullaan entistä kauempaa töihin, ja myös työmatkat seudun sisällä ovat pidentyneet. Lisäksi vapaa-ajan liikenne on kasvanut huomattavasti<sup>125</sup>. Pääkaupunkiseudun väljä rakenne näkyy suurena polttoaineen kulutuksena liikenteessä. Verrattaessa liikenteessä vuosittain henkeä kohden kulutettua polttoainemäärää väestötiheyteen pääkaupunkiseutu ja Helsinki erottuvat useimmista muista Euroopan kaupungeista. Ne vertautuvat ennemminkin australialaisiin ja amerikkalaisiin autokaupunkeihin, kuten kuvasta 7 käy ilmi.

Toisaalta alhainen asumistiheys ei välttämättä tarkoita hajautunutta tai hajautuvaa yhdyskuntarakennetta. Helsingin seudun kohdalla yhtenä selittävänä tekijänä on alueen kaupungistumisasteen alhainen lähtötaso ja hidas kaupungistuminen verrattuna muihin, iältään huomattavasti vanhempiin kaupunkeihin, kuten esimerkiksi Prahaan tai Dresdeniin.<sup>126</sup> Monissa pääkaupunkiseudun kehyskunnissa hajautuminen on sen sijaan merkittävästi suurempi ongelma. Helsingin seudun reuna-alueilla asutus hajaantuu jatkuvasti taajamien ulkopuolelle. Tämä näkyy suoraan matkatuotoksissa ja autoilun määrässä. Pääkaupunkiseudun reuna-alueilla henkilöautosuorite on jopa neljä kertaa suurempi kuin pääkaupunkiseudun kunnissa.<sup>127</sup> Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen pääkaupunkiseudulla ja kehyskunnissa on tunnistettu yhdeksi merkittävimmistä tavoiteltavista toimenpiteistä myös kesällä 2008 valmistuneessa Metropolialueelle kestävä aluerakenne-raportissa.<sup>128</sup>

---

<sup>123</sup> YTV 2005.

<sup>124</sup> EEA 2008a.

<sup>125</sup> YTV 2007.

<sup>126</sup> EEA 2006b, SYKE 2007.

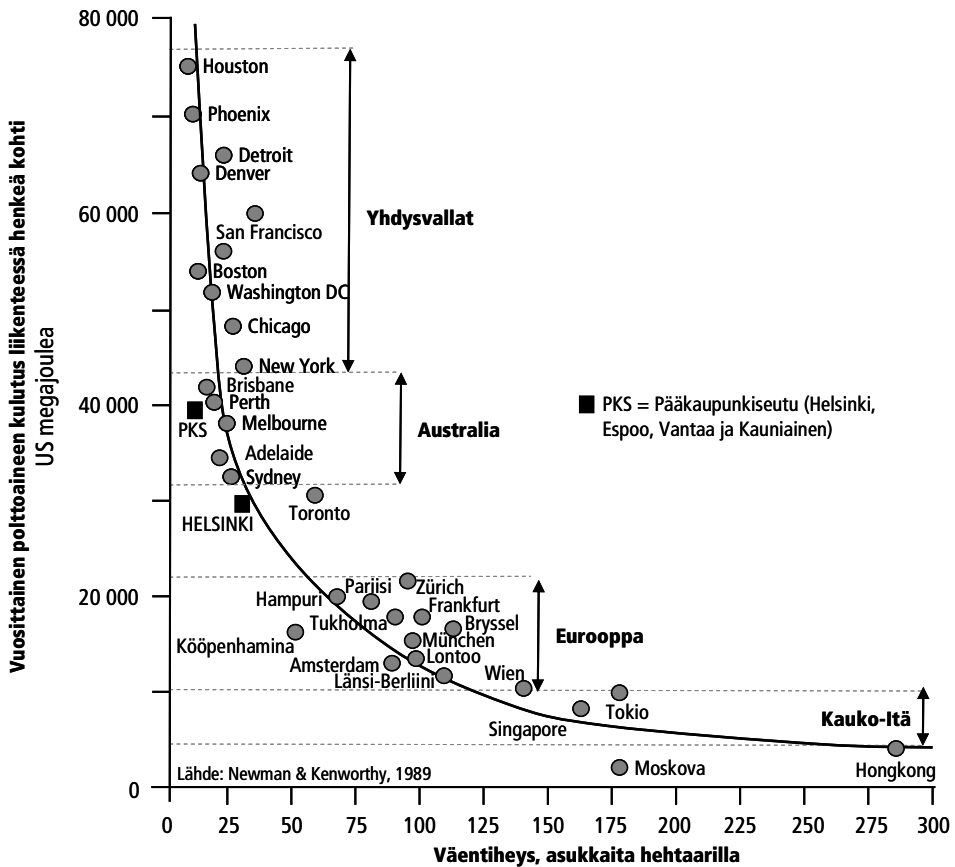
<sup>127</sup> Kalenoja, et al. 2008.

<sup>128</sup> METKA-hanke 2008.

EEA:n raportissa mallikaupungiksi on nostettu Bilbao, jonka yhdyskuntarakenne on esimerkillisen tiivis. Maantieteellisten tekijöiden ohella tähän on vaikuttanut aktiivinen paikallinen maankäytön suunnittelu ja hyvin kehittynyt liikennejärjestelmä. Vastaavasti raportissa todetaan, että Itä-Euroopassa entisten sosialististen maiden hyviin tuloksiin ja yhdyskuntarakenteen suhteellisesti parempaan tiivyyteen ovat vaikuttaneet vahva keskushallinto ja voimakas riippuvuus joukko-liikenteestä kulkumuotona.

Bilbaon ohella München on EU:n mallioppilas tiiviin yhdyskuntarakenteen mittapuulla mitattuna. Tähän on vaikuttanut aktiivinen pyrkimys tiiviiseen, urbaaniin ja vihreään kaupunkiin. Tavoitetta on edistetty muun muassa vahvalla seudullisella yhteistyöllä, hyvällä kaupunkisuunnittelulla ja julkisen liikenteen jatkuvalla parantamisella yhdistettynä tieverkon laajentamisen minimointiin.

**Kuva 7** Liikenteessä vuosittain kulutettu polttoaine henkeä kohden ja väestötiheys<sup>129</sup>.



<sup>129</sup> YTV 2007.

Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen ei tarkoita elinympäristön viihtyisyyden ja asuinalueiden houkuttelevuuden laskua. EEA:n mukaan yhdyskuntarakenteen ja liikenteen suunnittelupolitiikassa tulisikin nykyistä enemmän panostaa ekologisten ja sosiaalisten näkökohtien huomioon ottamiseen. Ne tulisi sisällyttää alueidenkäytön suunnittelupolitiikkaan kaikissa päätöksentekovaiheissa.

Yhdyskuntarakennetta voidaan EEA:n mukaan eheyttää ja sillä voidaan vaikuttaa liikkumiseen muun muassa seuraavin toimenpitein<sup>130</sup>:

- kasvattamalla aluetehokkuutta siten, että lähipalvelut ovat saavutettavissa jalan, pyörällä ja joukkoliikenteellä,
- keskittämällä maankäyttöä ja toimintoja olemassa olevien liikenneväylien yhteyteen ja joukkoliikenteen solmukohtiin,
- pysäköinnin suunnittelulla,
- vaatimalla toimijoita osallistumaan infrastruktuurin ja joukkoliikenteen suunnitteluprosessiin,
- vaatimalla työmatkalaisten osallistumista pysäköintilaitosten ja liityntäpysäköintijärjestelmien kustannuksiin,
- tekemällä liikkumissuunnitelmia henkilöauton käytön vähentämiseksi.

EEA:n listaamia, yhdyskuntien rakennetta eheyttäviä toimenpiteitä ovat myös:

- maankäytön suunnittelun ja kaavoituksen ohjaus,
- kuntien välisen yhteistyön lisääminen ja keskinäisen kilpailun vähentäminen,
- keskusta-alueiden kehittäminen (viihtyisyyden ja houkuttelevuuden lisääminen),
- teollisuuskäytöstä vapautuneiden alueiden muuttaminen asuinalueiksi,
- liikennejärjestelmän tehostaminen ja kestävä kehityksen mukaisten liikennesuunnitelmien laatiminen,
- joukkoliikenteen ja kevyenliikenteen mahdollisuuksien parantaminen
- liikkumisen ohjaus,
- vapaaehtoisten eri osapuolten (julkinen, yksityinen, yhteisöt) välisten sopimusten laatiminen kestävä yhdyskuntarakenteen ja ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi,
- tiedottaminen ja valistus.

Myös jakeluliikenteeseen tulisi EEA:n mukaan kiinnittää entistä enemmän huomiota, ja keinoina mainitaan:

- jakeluliikenteen laatukumppanuudet
- tehokkaan reittiopastukset
- kuorma-autojen erillisreitit
- reaaliaikaisen ruuhkainformoinnin
- painorajoitukset
- aikarajoitteet
- vähäpäästöiset alueet

---

<sup>130</sup> EEA 2008a.

- yönaikaisen jakelun rajoittaminen
- hinnoittelu
- tavaraliikenteen hallintajärjestelmät
- liikenteenohjaus
- kaupunkijakelukeskukset ja jakelukeräyspisteet<sup>131</sup>

Edellä esitettyjen, niin sanottujen perinteisten suunnittelukeinojen lisäksi monissa kaupungeissa (Amsterdam, Berliini, Bremen, Munster, Wien, Cambridge, Glasgow, Edinburgh) on pyritty suosimaan autottomuutta ja suunniteltu alueita, joilla voi elää ilman autoa. Näihin on myös yhdistetty liikumisen ohjauksen hankkeita esimerkiksi autojen yhteisomistajuus<sup>132</sup>. Toimenpiteiden vaikuttavuudesta ei kuitenkaan ole arvioita.

Seuraavassa on tarkasteltu liikumisen ohjausta yksityiskohtaisemmin, sillä kestävämmän kaupunkiliikenteen ja -liikunnan edistäminen on yksi merkittävimmistä keinoista ehkäistä yhdyskuntarakenteen hajautumista ja vähentää liikenteestä aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä kaupungeissa.

### 3.5.3 Liikunnan ohjaus

Liikunnan ohjauksen käsite kattaa suuren joukon toimia kestävä kehityksen edistämiseksi. Tavoitteena on kevyenliikenteen ja joukkoliikenteen osuuden lisääminen ja vastaavasti yksityisautoilun vähentäminen.<sup>133</sup> Vuosittaisen kävelyn määrä on Euroopassa keskimäärin 382 kilometriä, ja Suomi sijoittuu juuri keskiarvoon. Pyöräilymäärien suhteen Euroopan maissa on suuria eroja. Tanskassa (936 km/v) ja Hollannissa (848 km/v) pyöräillään eniten. Suomessa pyöräillään 251 kilometriä vuodessa, mikä on yli Euroopan keskiarvon (188 km/v).<sup>134</sup>

Mobility Management in Nordic Countries -raportissa<sup>135</sup> esitetään seuraavien liikunnan ohjausta edistävien toimenpiteiden kehittämistä Pohjoismaissa:

- Liikennesektorin ja liikunnan ohjauksen sisällyttäminen ympäristöjärjestelmiin sekä yrityksille ja organisaatioille myönnettäviin sertifikaatteihin (EMAS, ISO).
- Yritysten omistuksessa olevien autojen verotus niiden ympäristöystävällisyyden ja päästöjen määrän perusteella.
- Työsuhdelippujärjestelmän kehittäminen nykyistä houkuttelevammaksi sekä työmatkalipun verotuksen poistaminen tai merkittävä helpottaminen.
- Työpaikkapysäköinnin verottaminen työsuhde-etuna.

<sup>131</sup> EEA 2008a.

<sup>132</sup> EEA 2008a.

<sup>133</sup> YTV 2002.

<sup>134</sup> EEA 2008.

<sup>135</sup> Atterbrand, et al. 2005.

- Car-sharing-palvelujen lisääminen ja palvelujen tarjoamisen tekeminen työnantajille houkuttelevaksi.
- Työmatkakustannusten verovähennysoikeuden ja sen muutostarpeiden selvittäminen.
- Joukkoliikenteen käyttövaatimus työmatkoilla, mikäli käyttökelpoinen joukkoliikennevaihtoehto on tarjolla. (Tämä ohje on pääosin jo käytössä julkisella sektorilla, mutta yksityisen sektorin osalta sen käyttöönottoa tulisi selvittää).
- Työmatkojen liikennesuunnittelun sisällyttäminen yritysten rakennuslu-pien edellytyksiin. Suunnitelmassa työnantajan tulisi esittää rakennuk-seen ja sieltä pois suuntautuvan liikenteen toteuttaminen kestävän kehi-tyksen periaatteiden mukaisesti, sisältäen pysäköinnin, sosiaalityilat (mm. suihkut, pukuhuoneet) ja muut fyysisen ympäristön luomat edellytykset liikkumiselle.
- Verottomien työsuohdepyöräilyjärjestelmien kehittäminen (esimerkiksi työsuohdepyörät ja pyöräilyyn liittyvät palvelut kuten huolto, peseyty-mismahdollisuudet, välineet).

Seuraavassa on esitetty tarkemmin joitakin edellä mainitussa, Pohjoismaiden liikkumisen ohjausta käsittelevässä raportissa<sup>136</sup> sekä Liikkumisen palvelukeskuk-set -esiselvityksessä<sup>137</sup> mainittuja, Euroopassa jo käytössä olevia liikkumisen ohjauksen toimenpiteitä.

## **Työmatkaliikkumisen ohjaus**

Työmatkaliikkumisen ohjauksella pyritään vähentämään yksityisautoilua työ-paikalle ja lisäämään joukkoliikenteen, kevyenliikenteen sekä kimpakyytien ja yhteisautojen käyttöä. Tästä on hyviä kokemuksia useista maista. Erilaisista kokeiluista ja osin myös pysyvistä käytännöistä on esimerkkejä Ruotsista (Göte-borg, Lundby, Lund), Tanskasta (Kööpenhamina, Århus), Belgiasta (Limburg), Norjasta (Oslo) ja Isosta-Britanniasta (Suur-Lontoon alue).

Työmatkaliikkumisen ohjauksen käytännön työkaluna toimivat usein työmatka-suunnitelmat. Liikkumisen ohjauksen suunnittelusta ja työntekijöiden liikkumi-seen tukemisesta aiheutuvat kustannukset saattavat tuottaa yllättävänkin suuria taloudellisia hyötyjä muun muassa säästyneiden pysäköintipaikkojen ja työnteki-jöiden paremman fyysisen kunnon sekä vähentyneiden sairaspöissaolojen muo-dossa. Car-sharing-palvelujen lisääminen ja palvelujen tarjoamisen tekeminen työnantajille houkuttelevaksi.

---

<sup>136</sup> Atterbrand, et al. 2005.

<sup>137</sup> Donner, et al. 2008.

## Opetus, tiedotus ja neuvonta

Tiedotusta ja neuvontaa järjestetään monissa maissa liikkumisen ohjauksen toteutuskeinoina, sillä liikkumisen ohjaus perustuu pitkälti asennekasvatukseen ja kansalaisten mielipiteisiin vaikuttamiseen. Erilaisia Internet-palveluja matkaketjujen ja reittivalintojen suunnitteluun on kehitetty muun muassa Ruotsissa, Saksassa ja Belgiassa. Itävallan Grazissa toimiva Liikkumisen palvelukeskus kattaa laajasti joukkoliikenteen palvelut lipunmyynnistä neuvontaan ja yritysten konsultointiin.<sup>138</sup>

Liikkumisen ohjausta opetuksen ja tiedottamisen keinoin tukevat erilaiset tiedotuskampanjat eri kohderyhmille sekä opetuksen ja kasvatuksen tukeminen kouluihin suunnattujen ohjelmien ja kampanjoiden avulla. Näitä on toteutettu esimerkiksi Ruotsissa<sup>139</sup> sekä Liettuassa, jossa Kaunasin koululaiset olivat aktiivisesti mukana laatimassa koulun omaa liikennesuunnitelmaa osana BUSTRIP (Baltic urban sustainable transport implementation & planning) -pilottihanketta<sup>140</sup>. Kansalaisvuorovaikutuksen tärkeä merkitys kestävän kaupunkiliikenteen ja -liikkumisen edistämässä on tunnistettu myös SMILE (Sustainable Mobility Initiatives for Local Environment) -projektissa<sup>141</sup>, joka on Euroopan unionin tukema, useiden eri EU-maiden yhteistyöhanke kestävän kaupunkiliikenteen edistämiseksi. Esimerkiksi Belgiassa on saatu hyviä kokemuksia kansalaisvuorovaikutuksen integroimisesta paikalliseen liikkumisenohjaussuunnitelmaan.

## Joukkoliikenneolosuhteiden parantaminen

Useissa Euroopan kaupungeissa on ryhdytty aktiivisesti edistämään joukkoliikenteen käyttöä erilaisin toimenpitein. Esimerkiksi BUSTRIP-hankkeessa mukana olleissa kaupungeissa otettiin käyttöön joukkoliikenteen matka-aikoja lyhentäviä järjestelyjä, kuten bussien etuajo-oikeus risteyksissä (Gdynia, Puola) sekä vuorovälien lyhentäminen ja pikavuorojen lisääminen suosituimmilla pitkän matkan yhteysväleillä (Örebro, Ruotsi)<sup>142</sup>.

Suomessa Kouvolan seudun kuntayhtymä ja Turun kaupunki ovat olleet mukana BUSTRIP-hankkeessa. Kouvolan seudulla hanke tuki vuonna 2006 valmistuneen liikennejärjestelmäsuunnitelman suunnittelutyötä, ja siihen liittyen laadittiin esiselvitys<sup>143</sup>. Turussa laadittiin hankkeeseen liittyen kestävän liikenteen vertaisarviointi, joka valmistui tammikuussa 2007<sup>144</sup>. Arvioinnin johtopäätökset Turun

---

<sup>138</sup> Mobil Zentral 2008.

<sup>139</sup> Göteborgs stad 2008a, 2008b.

<sup>140</sup> Bustrip-projekti 2008.

<sup>141</sup> SMILE-projekti 2008.

<sup>142</sup> Bustrip-projekti 2008.

<sup>143</sup> Kouvolan seudun kuntayhtymä 2006.

<sup>144</sup> BUSTRIP-projekti 2008.

ongelmista kuvaavat myös monien muiden suomalaisten kaupunkien haasteita joukkoliikenteen kehittämiseen liittyen:

- heikko seudullinen suunnittelu,
- riittämätön joukkoliikenne,
- kevyen liikenteen ongelmat,
- lisääntyvä ruuhkautuminen,
- kaupunkikeskustan kilpailukyvyyn säilyttäminen – Ulkoisten kauppakeskusten ja keskustan välinen kilpailu.

### **Ilmainen pysäköinti ”ympäristöautoille”**

Ohjaukskeinojen tavoitteena on edistää vähäpäästöisten ja ympäristöystävällisten ajoneuvojen yleistymistä. Se on käytössä esimerkiksi Ruotsissa, Göteborgissa, jossa ympäristöautoksi luokitelluille ajoneuvoille (mm. hybridi-autot, sähköautot jne.) on sallittu ilmainen pysäköinti ydinkeskustassa

Edellä mainittujen toimien lisäksi muutamissa Euroopan maissa harkitaan muun muassa liikkumisen ohjauksen suunnittelupakkoa tapahtumajärjestäjille (Belgia, Sveitsi, Alankomaat, Ranska, Italia, Iso-Britannia). Käytännössä tämä tarkoittaisi matkaketjujen ja joukkoliikennepalvelujen kytkemistä kulloinkin kyseessä olevaan tapahtumaan liikkumisen ohjauksen suunnitelman muodossa sekä tapahtumaan kytketyn lipputuotteen kehittämistä yhteistyössä joukkoliikennepalvelujen tarjoajien kanssa.<sup>145</sup>

#### **3.5.4 Liikkumisen ohjauksen kustannuksista ja vaikuttavuudesta**

Norjassa tehdyissä kevyen liikenteen tutkimuksissa todettiin, että pyöräilyn ja jalankulun verkoston parantamiseen kohdistetut varat ovat todella kustannustehokkaita (toimenpiteiden hyötykustannussuhde vaihteli välillä 2,99–14,34). Tulokset perustuvat odotettuihin kevyen liikenteen käyttäjämääriin ja laskemissa otettiin huomioon liikenneonnettomuudet, matka-aika, turvallisuus sekä koulu-kyttien ja terveydenhuollon kustannukset.<sup>146</sup>

Isossa-Britanniassa tutkimukset ovat osoittaneet, että työmatkasuunnitelmat joissa toimenpiteet ovat sekä pehmeitä, kannustavia että yksityisautoilua rajoitettavia, voidaan saavuttaa jopa 15–30 % vähennyksiä auton käytössä<sup>147</sup>. Systemaattisesti toteutettuna merkitys voi olla suurikin. Kaupunkijakelun joukkoliikenteen järjestämisen ja niin sanottujen pehmeiden keinojen yhteisvaikutukseksi arvioitiin UK:n ilmastopolitiikassa 16 % liikenteen vähennysmäärästä vuonna 2010<sup>148</sup>. Alankomaissa ja Yhdysvalloissa on vastaavasti saavutettu 20 %

---

<sup>145</sup> Donner, et al. 2008.

<sup>146</sup> Saelesminde 2002.

<sup>147</sup> Department for Transport 2005.

<sup>148</sup> Defra 2006.

vähentäviä ajoneuvoliikenteessä. Suurimmat tulokset on saavutettu Yhdysvalloissa, jossa ajoneuvoliikenteen vähentäminen on ollut jopa 50 %<sup>149</sup>.

Taulukossa 7 on tarkasteltu liikkumisen ohjauksen vaikutuksia kahdella eri vaihtavuusskenaariolla. Taulukosta käy ilmi, että niin sanottujen ”pehmeiden keinojen” eli tiedolliseen ja suunnitteluohjaukseen perustuvien ohjaukskeinojen avulla voidaan saada merkittäviä vähennyksiä kokonaisliikennemääriin, mikäli nämä otetaan voimakkaasti käyttöön. Taulukon perusteella etenkin työmatkaliikenteen ohjaukseen kohdistuvat keinot ovat kustannustehokkaita.

**Taulukko 7** Liikkumisen ohjauksen, eli niin sanottujen pehmeiden ohjaukskeinojen vaikutus kokonaisliikenteen vähennykseen Isossa-Britanniassa kahdella eri vaikutusskenaariolla, kansallinen keskiarvo.<sup>150</sup>

	<b>Korkea vaikutusskenaario</b>	<b>Matala vaikutusskenaario</b>
Työmatkaliikenteeseen vaikuttamisen osuus, josta:	5,4 %	1,4 %
Työpaikan liikkumisen ohjaus	1,2 %	0,7 %
Ryhmäajo	2,0 %	0,1 %
Etätyö	2,2 %	0,6 %
Henkilökohtainen liikkumisen ohjaus	1,9 %	0,4 %
Videoneuvottelu	1,9 %	0,3 %
Liikkumisen tietous	0,7 %	0,1 %
Julkisen liikenteen neuvonta ja markkinointi	0,5 %	0,1 %
Postimyynti	0,3 %	0,08 %
Koulujen liikkumisen ohjaus	0,2 %	0,04 %
Paikalliset noutopisteet	0,06 %	0,06 %
Autokerhot	0,02 %	0,01 %
<b>Yhteensä</b>	<b>11 %</b>	<b>2,5 %</b>

Liikkumisen ohjauksen pohjoismaisista kokeiluhankkeista saatujen tulosten perusteella voidaan arvioida, että toteutettujen toimenpiteiden vaikuttavuus vaihteli kansalaisten tiedon ja asennemuutoksen kasvusta merkittäviin konkreettisiin muutoksiin liikkumistottumuksissa. Esimerkiksi Kööpenhaminassa vuosina 2002–2004 toteutetun, työmatkaliikenteeseen vaikuttaneen kokeiluhankkeen tuloksena noin 6 % hankkeeseen osallistuneista työntekijöistä, jotka ennen käyttivät vain henkilöautoa työmatkoihinsa, siirtyivät käyttämään pääosin julkista liikennettä työmatkoihinsa. Hankkeessa tehtyjen matkasuunnitelmien arvioitiin vähentävän Kööpenhaminan pääteiden liikennettä noin 7 800 kilometrillä viikossa, mikä vastaa vuositasolla 60 tonnin hiilidioksidivähennystä.

<sup>149</sup> Schreffler 2000.

<sup>150</sup> Goodwin 2008.

Kööpenhaminan hankkeen budjetti oli 400 000 euroa ja hanke kesti kaksi vuotta. Hankkeen rahoittajana toimi hanketta varten perustettu Suur-Kööpenhaminan liikkumisen palvelukeskus (Greater Copenhagen Authority Commuter Office). Keskeisimmät ohjaukset olivat työnantajien ja työntekijöiden tiedottaminen eri liikkumismuodoista (joukkoliikenne, pyöräily, kimpakyydit) ja niiden käytön edistäminen sekä liikkumissuunnitelmien laatiminen

Århusissa vuosina 1995–1996 toteutetun Bike Busters -liikkumisen ohjaukshankkeen tulokset olivat vielä merkittävämmät: työmatkapyöräily yli viisinkertaistui ja henkilöauton käyttö työmatkaliikenteessä väheni alle puoleen aiemmasta hankkeen aikana. Vaikutus näkyi myös seurannassa hankkeen jälkeen, jolloin pyöräilyn osuus jäi pysyvästi noin nelinkertaiselle tasolle lähtötilanteeseen verrattuna (osuus alussa 8 %, hankkeen aikana 50 % ja hankkeen toteuttamisen jälkeen 39 %) ja autoilun osuus työmatkaliikenteestä vajaaseen puoleen alkuperäisestä (osuus alussa 77 %, hankkeen aikana 33 % ja hankkeen toteuttamisen jälkeen 46 %).<sup>151</sup>

Århusin kokeiluhankkeen pääasiallisina rahoittajina toimivat Århusin kunta, Tanskan ympäristönsuojeluvirasto ja liikennevirasto. Sen kokonaiskustannukset olivat vajaat 400 000 euroa (taulukko 8). Hanke kesti kaksi vuotta, minkä lisäksi tulivat etukäteisvalmistelu ennen hanketta ja seurantatutkimus hankkeen jälkeen. Keskeisimmät ohjaukset olivat työmatkapyöräilyn ja työmatkajoukkoliikenteen käytön merkittävä taloudellisesti tukeminen (ilmaiset polkupyörät ja varusteet, ilmaiset joukkoliikenneliput vuodeksi) sekä tiedottaminen. Hankkeessa toteutettiin laajamittainen markkinointikampanja ja hankkeeseen osallistuvilla henkilöillä tarjottiin henkilökohtaista liikkumisen ohjausta sekä ilmaiset terveystarkastukset.

**Taulukko 8** Århusin Bike Busters -projektin kustannukset ja rahoittajatahot.

<b>Budjetti</b>		
<b>Erä</b>	<b>Rahoittaja</b>	<b>Kustannus</b>
Tutkimustyö	TC	131 000
¾ bussilipuista	AAM	60 000
¼ bussilipuista	EPA	20 000
Polkupyörät	EPA	94 000
Markkinointi ym.	EPA	10 000
Markkinointi ym.	AAM	7 000
Matkat ym.	EPA	3 000
Työntekijät	AAM	60 000
<b>Yhteensä</b>		<b>385 000</b>

AAM: Århusin kunta / Aarhus Municipality

EPA: Tanskan ympäristövirasto, Liikenne- ja ympäristörahasto / Danish Environmental Protection Agency, Transport and Environment fund

TC: Liikennevirasto, TransForsc 94 -tutkimusrahasto / Transport Council TransForsc 94 research fund

<sup>151</sup> Atterbrand, et al. 2005.

### 3.5.5 Yhdyskuntarakenteeseen liittyvät ohjauskeinot Suomen näkökulmasta

Tehtyjen selvitysten perusteella tiedetään, että yhdyskuntarakenteen eheyttäminen ja hajautumiskehityksen ehkäiseminen vaikuttavat merkittävästi kokonaispäästöihin. Maankäytön ja liikenteen yhteensovittamisen tarve on tunnistettu Suomessa jo pitkään. Valtakunnalliset alueidenkäytön tavoitteet sisältävät monia kohtia, joita ei voida toteuttaa järkevästi kuin yhteen sovitetulla suunnittelulla. Periaatteellisesta hyväksynnästä huolimatta ongelmia on edelleen käytännön tasolla. Viime aikoina monilla kaupunkiseuduilla on kuitenkin aloitettu selvästi systemaattisempi työskentely seudullisen maankäytön ja liikenteen yhteensovittamiseksi. (Esim. Tampereen kaupunkiseutu, Helsingin seutu).

Kansainvälisesti on arvioitu, että yhteen sovitetuilla toimenpiteillä kaupunkiseuduilla voitaisiin saada 20–30 % vähennys liikennemäärissä lähivuosikymmenten aikana. Jotta tämä saataisiin aikaiseksi, ilmastopoliittikka on tarpeen integroida osaksi liikennepoliittikkaa ja maankäytön suunnittelua. Aikaansaaminen edellyttää toimenpidekokonaisuuksien muodostamista, poliittista tahtoa sekä kuntarajat ylittävää yhteistyötä. Siksi maankäytön ja liikenteen yhteensovittamisen tulee tapahtua seudullisella tasolla, sillä kehittämiseen liittyy muitakin tavoitteita, joiden tarkastelu on järkevää siellä, missä liikenteen syntyyn voidaan vaikuttaa.

Monet maankäyttöön ja liikenteeseen liittyvät ns. pehmeät ohjauskeinot, muun muassa liikkumisen ohjaus, ovat kehitys- ja kokeiluasteella. Tarkasteltaessa EU:n aiheeseen liittyviä tutkimusohjelmia, ei voi olla havaitsematta, että suomalaiset kaupungit ovat hyvin vähän mukana maankäytön ja liikenteen kokeiluhankkeissa. Meiltä puuttuvat tehokkaat menetelmät, joilla tällaisia kokeiluhankkeita voitaisiin tukea. Siksi kehittäminen jää kuntien omien intressien varaan. Valtion ja kuntien yhteistyötä ja menettelytapoja tulisikin kehittää, jotta löydetään keinot käytännössä toimiville ratkaisuille.

Monet liikkumisen ohjauksen toimenpiteistä ovat Suomessa jo rajoitetusti käytössä muodossa tai toisessa. Uutta liikkumisen ohjauksessa eivät ole yksittäiset toimenpiteet, vaan niiden yhdistäminen toimivaksi kokonaisuudeksi eri intressitahojen yhteistyössä koordinoiman liikkumisen ohjauksen sateenvarjon alle. Esimerkiksi kunnat voisivat toimia liikkumisen ohjausta koordinoivana tahona siten, että nykyisten organisaatioiden yhteistyönä muodostetaan liikkumisen palvelukeskuksia. Eri osapuolten aktivoiminen edellyttää poliittista tahtoa valtakunnallisella ja kunnallisella tasolla sekä riittävien resurssien varaamista tarvittaville toimenpiteille.

Seuraavien toimenpiteiden edistämistä Suomessa olisi tarpeen selvittää:

- Liikenteen ja maankäytön suunnittelun yhteensovittaminen seudullisesti, yhdistyneenä taloudelliseen ohjaukseen.
- Täydennysrakennuspotentiaalin hyödyntäminen.

- Liikennemäärärahojen suuntaaminen nykyistä enemmän joukkoliikenteen ja kevyenliikenteen olosuhteiden parantamiseen sekä maankäytön kehittäminen niitä tukevaksi.
- Kestävien liikennetapojen (pyöräily, kävely, kimppakyydit, joukkoliikenne) edistäminen työmatkaliikenteessä muun muassa erilaisten tukien, verohelpotuksien, palkkaetujen tai bonusjärjestelmien avulla.
- Taloudellisen ohjauksen kokonaisuuden tarkastelu, jotta ohjaukeinoet täydentävät toisiaan ml. ruuhkamaksut, verot sekä pysäköinnin, tienkäytön ja julkisen liikenteen maksut.
- Liikkumisen ohjauskeskusten perustaminen.
- Kansalaisvuorovaikutuksen ja tiedottamisen lisääminen.
- Asennekasvatus ja liikkumisen ohjauksen sisällyttäminen opetussuunnitelmiin.
- Kokeiluhankkeet joukkoliikenteen kulun helpottamiseksi entisestään (esim. etuajo-oikeus risteyksissä).
- Yritysten aktivointi mukaan kestävän liikennejärjestelmän suunnitteluun ja työntekijöiden liikkumisen ohjaukseen.
- Työsuhdeautojärjestelmän kehittämis- ja muutostarpeiden arviointi.

## 3.6 Maa- ja metsätalous

### 3.6.1 Katsaus maatalouden ohjaukeinoihin

IPCC:n neljännen arviointiraportin ilmastonmuutoksen hillintää koskevassa analyysissä<sup>152</sup> todetaan, että on olemassa vain vähän näyttöä siitä, että ilmasto- ja politiikkatoimet vaikuttaisivat maataloussektorin kasvihuonekaasupäästöihin Euroopassa. Sen sijaan maataloussektorin kasvihuonekaasupäästövähennykset tapahtuvat pääosin muiden politiikkatoimien sivutuotteena. Näitä politiikkatoimia ei välttämättä edes mielletä ilmasto- ja politiikkatoimiksi. Jollain Euroopan mailla on maatalouspolitiikkatoimia (esim. Belgia), jotka on suunniteltu päästöjen vähentämistä varten, mutta suurimmalla osalla ei tällaisia politiikkatoimia ole.

Yhteensä kaikki maatalouden eri raportointisektoreilla aiheuttamat päästöt vuonna 2006 olivat nettona 13,94 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv. eli noin 17 % kaikista Suomen päästöistä<sup>153</sup>. Siten maatalous on merkittävä sektori ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta. Maatalouden kokonaispäästöjen lähteitä ovat eloperäiset maat (42 %), eläimet ja lannan lannoitekäyttö (22 %), kivennäismaat (15 %), maatalouden energiankäyttö (10 %), synteettiset lannoitteet ja kalkitus (9 %), ja muut (2 %). Suomessa maatalouden raportointisektorilta<sup>154</sup> syntyvät kasvihuonekaasupäästöt

<sup>152</sup> IPCC 2007.

<sup>153</sup> Bionova 2008.

<sup>154</sup> YK:n ilmastopöimöksen sihteeristölle ja Euroopan komissiolle toimitetaan vuosittain kasvihuonekaasuinventaario, jossa raportoidaan maataloudesta aiheutuvia päästöjä kolmella sektorilla: 1) maataloussektori (dityppioksidei N<sub>2</sub>O ja metaani CH<sub>4</sub>), 2) maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous -sektori (LULUCF, hiilidioksidei, CO<sub>2</sub>), 3) energiassektori (pääasiassa hiilidioksidei, CO<sub>2</sub>).

muodostivat vuonna 2006 noin 7 % (5,5 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv.) kaikista päästöistä<sup>155</sup>. Näiden lisäksi maatiloilla tapahtuneen energiankulutuksen päästöt olivat vajaat 2 % (1,34 Mt CO<sub>2</sub>-ekv.) kaikista päästöistä. Niin kutsutun LULUCF-sektorin<sup>156</sup> maatalousmaita koskevat päästöt olivat 8,9 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. ja nielut 1,8 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. Nettopäästöt olivat siten 7,1 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. On huomioitava, että maatalousmaiden päästöjä ja nieluja koskeviin tietoihin liittyy huomattavia epävarmuuksia. IPCC:n raportoimassa globaalitason tarkastelussa maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämismahdollisuudet nähtiin kustannustasolla mitattuna kilpailukykyisinä muiden sektoreiden toimenpiteiden kanssa. Globaalitasolla erityisen merkittäviä maatalouden toimia ovat viljelymaan käytön ohjaus (esim. parannetut viljelykäytännöt, ravinteiden käyttö, sivuvirtojen hallinta ja vesien hallinta) sekä laidunmaan käytön ohjaus (esim. laidunnuksen intensiteetti, ravinteiden käyttö, tulen hallinta). Myös orgaanisen viljelymaaperän hallinta (erityisesti soiden/kosteikkojen raivauksen välttäminen tai ennallistaminen) on ilmastonäkökulmasta tärkeää. Mekanismi, joka aiheuttaa kasvihuonekaasupäästövähenemät, on pääasiassa hiilen parantunut sitoutuminen maaperään (parantuneet hiilinielut), joka vastaa noin 90 %:sta päästövähenemistä. Seuraavaksi merkittävämpiä mekanismeja ovat maaperän metaani- ja di-typpioksidipäästöjen väheneminen. Bioenergian tuotannolla voi luonnollisesti olla merkittävä vaikutus kasvihuonekaasupäästöjen vähentäjänä muilla sektoreilla, kuten juuri energian tuotannossa.

Eryteisesti maatalouden hillintätoimenpiteissä ei ole olemassa universaalia toimintamallia ja toimenpidevalikoimaa, jotka olisivat toteutettavissa kaikkialla. Paikalliset toimintamallit on aina sovittava alueen ilmastoon, maaperään, perinteisiin toimintatapoihin sekä sosiaalisiin asetelmiin.

Suomen maatalouden kasvihuonekaasujen kustannustehokasta vähentämistä on tarkasteltu Maa- ja metsätalousministeriön tilaamassa selvityksessä<sup>157</sup>. Seuraavassa on kuvattu selvityksen mukaisesti Suomen olosuhteisiin sopivia maatalouden kasvihuonekaasujen vähentämiskeinoja:

- **Eloperäisten maiden viljely.** Eloperäisiä maita (turve- ja multamaat) tulisi jatkossa viljellä mahdollisimman vähän ja mahdollisimman paljon nurmella, jotta pystyttäisiin vähentämään kasvihuonekaasujen päästöjä. Tämä voidaan toteuttaa estämällä peltojen raivaus, koskien erityisesti turvepohjaisia metsämaita, sekä viljelemällä eloperäisillä mailla nurmikasveja, kuten nurmea, ruohoja ja ruokohelpiä.
- **Peltojen raivauksen estäminen ja metsitys.** Eloperäisten maiden viljelyä vähentämällä ja viljelemällä niillä nurmikasveja voidaan vähentää maataloussektorin päästöjä. Eryteisesti peltojen raivauksen vähentäminen ja lopettaminen on keskeistä. Voimakkain vaikutus on turvemaiden

---

<sup>155</sup> Bionova 2008.

<sup>156</sup> Ks. alaviite 187.

<sup>157</sup> Bionova 2008.

raivaamisen estämisellä. Metsitys on puolestaan perustellumpaa heikko-tuottoisilla kivennäismailla.

- **Synteettisten lannoitteiden käyttö.** Hyödyntäen ravinnetaselaskelmia ja uutta teknologiaa voidaan päästä tarkempaan ja määrältään vähäisempään synteettisten lannoitteiden käyttöön, jonka avulla voidaan todennäköisesti vähentää synteettisen lannoituksen päästöjä tuottavuuden kärsimättä. Tulevaisuudessa mahdollisesti biokaasutetun (tai muuten käsitellyn) lannan ja lannasta valmistettujen lannoitukseen soveltuvien erikoistuotteiden suurempi käyttö voi auttaa vähentämään synteettisten lannoitteiden käyttöä.
- **Viiljelytekniikat, energiansäästö ja uusiutuva energia.** Energiaa säästävien viljelytekniikoiden (mm. suorakylvö ja kevennetty muokkaus) käyttöönotto sekä energiansäästömahdollisuuksien systemaattinen tarkastelu ja dokumentointi ovat soveltuvia keinoja vähentää maatalouden kasvihuonekaasupäästöjä
- **Energiakasvien viljely.** Bioenergiatuotannolla on mahdollista korvata fossiilista energiaa.
- **Lannan käsittely.** Lannan käsittelyssä syntyviä metaanipäästöjä voidaan vähentää biokaasutuksella, kompostoinnilla ja ilmastuksella. Biokaasutuksen etuna on lannankäsittelyn metaanipäästöjen vähenemisen lisäksi mahdollisuus käyttää biokaasua fossiilisten polttoaineiden korvaimina. Kompostoinnissa tämä mahdollisuus hukataan. Lannan käsittelyn metaanipäästöjen rinnalla on huomioitava myös N<sub>2</sub>O-päästöt, jotka ovat ilmastovaikutukseltaan metaanipäästöjen luokkaa ja jopa suurempiakin. Lannan käsittelyllä ja kierrättämisellä takaisin pelloille voidaan mahdollisesti vähentää synteettisten lannoitteiden käyttöä.
- **Eläinten ruoansulatus.** Eläinten ruoansulatuksen aiheuttamien päästöjen vähentämiseen näyttäisi olevan eläinten ruokinnan optimoinnin lisäksi vain vähän keinoja, joita voidaan politiikkatoimin ottaa käyttöön. Päästöjä voidaan vähentää tehokkaimmin vähentämällä eläinten määrää, joka riippuu maatalouden eläinperäisten tuotteiden kysynnästä.

Seuraavassa on lyhyesti esitelty ohjauskeinovaihtoehtoja edellä mainittujen toimenpiteiden toteuttamiseksi sekä kansainvälisiä esimerkkejä niiden soveltamisesta. Kansainväliset esimerkit perustuvat pääasiassa Öko-institutin<sup>158</sup> tietokannan tietoihin maatalouden ohjauskeinoista EU-maissa sekä muutamiiin muihin Suomen kannalta erityisen kiinnostavilta vaikuttaviin ohjauskeinoihin.

## Ympäristötuki/taloudellinen tuki

Ympäristötukea on mahdollista soveltaa monimuotoisesti. Keskeisenä kasvihuonekaasupäästöjä vähentävänä toimenpiteenä on esitetty turvemaiden nurmiviljely<sup>159</sup>. Tämä kannustaa nurmen viljelyyn eloperäisillä peltomailla. Jotta suuri osa

<sup>158</sup> Öko-institut, [http://www.oeko.de/service/pam/index.php,\\_juettu](http://www.oeko.de/service/pam/index.php,_juettu) 9.7.2008

<sup>159</sup> Bionova 2008.

eloperäisistä maista saataisiin nurmiviljelyn piiriin, olisi tuen oltava hyvin suuri. Eräänä mahdollisuutena on ympäristötuen sitominen ehtoon, jonka mukaan tukea saava tila ei voisi raivata metsää pelloksi. Taloudellisen tuen muodoista keskeisiä ovat myös uusiutuvan energian tuotannon tuet.

Taloudellisista tuista yleisimpiä eurooppalaisella tasolla ovat luomuviljelijöille maksettavat taloudelliset tuet. Ohjauskeino on käytössä todennäköisesti useissa EU-maissa yhteisen maatalouspolitiikan sallimissa puitteissa, muun muassa Itävallassa ja Saksassa. Muita taloudellisen tuen muotoja edustaa esimerkiksi Saksan tukiohjelma investoinneille, jotka vähentävät maatalouden kasvihuonekaasupäästöjä: biokaasulaitosinvestointi, lannan säilyttämiseen ja levittämiseen liittyvät toimenpiteet, eristysten parantaminen sekä parannetut lämmitysjärjestelmät. Lisäksi esimerkiksi Itävallassa öljykasveista valmistettu biodiesel on vapautettu mineraaliöljydieselin veroista.

Isossa-Britanniassa<sup>160</sup> on käynnistetty energiakasvien hanke (energy crops scheme). Hanke esiteltiin vuonna 2000 osana Englannin maaseudun kehittämisen ohjelmaa. Tavoitteena on lisätä energiakasvien tuotantoa Englannissa tukemalla tuotannon aloittamista sekä tuottajaryhmien organisoitumista. Lisäksi Isossa-Britanniassa on olemassa Maatalouden ympäristöhankkeita (countryside stewardship scheme, CSS & environmentally sensitive areas, ESA). CSS:ssä maanomistajat sitoutuvat hoitamaan maitaan ympäristön kannalta hyödyllisillä tavoilla vuotuista korvausta tai rahoitusta vastaan. ESA:ssa toimitaan vastaaventyypisesti rajoittuen ESA-statuksen saaneisiin alueisiin.

Ilmastopolitiikalle haitallisten tukielementtien tunnistaminen ja poistaminen on myös tärkeää. Esimerkiksi EU:n maataloustuen ehdot johtavat Suomessa tilanteeseen, jossa metsien raivaaminen pelloksi on houkuttelevaa.

## **Päästöihin perustuvat maksut**

Maatalouden päästöihin perustuvien maksujen on esitetty soveltuvan parhaiten raivauksen vähentämiseen sekä eloperäisten maiden viljelykasvien sääntelyyn tai ohjaukseen pois viljelystä<sup>161</sup>. Metsänhävityksen osalta päästömaksussa tulisi huomioida ainakin hävitetyn puun määrä, eli poistunut nielu, sekä maaperän muuttuminen päästölähteeksi pidemmällä aikavälillä.

Kansainvälisissä esimerkeissä ei tässä yhteydessä tehdyssä tarkastelussa nousut esiin käytössä olevia esimerkkejä maatalouden päästöihin perustuvista maksuista.

---

<sup>160</sup> Defra 2006.

<sup>161</sup> Bionova 2008.

## **Päästökauppa**

Päästokiintiöihin perustuvalla peltopäästöjen päästökaupalla voitaisiin kannustaa N<sub>2</sub>O-päästöjen vähentämiseen. Tämänkaltaisen päästökaupan järjestäminen ja valvonta vaikuttaa kuitenkin hankalalta toteuttaa.

Kansainvälisessä ilmastopolitiikassa keskustellaan hiilinieluja koskevasta päästökaupasta ja sen mahdollisesta perustamisesta koskien LULUCF-sektoria. Keskustelu on alkuvaiheessa ja koska kyse on kansainvälisestä päästökaupasta, tämän selvityksen yhteydessä asiaan ei tarkemmin paneuduta.

## **Normiohjaus (esim. käyttövelvoite)**

Normiohjaukseen perustuva käyttövelvoite näyttäisi soveltuvan muun muassa biopolttoaineiden käytön edistämiseen työkoneissa ja tarvittaessa lämmityksessä<sup>162</sup>. Velvoitteella asetetaan sitova velvoite esimerkiksi maanviljelyssä käytetyn polttoaineen sisältämän bio-osan vähimmäismääräksi. Lisäksi normiohjauksella voidaan säätää muun muassa rajoituksia metsien raivaamiselle sekä vähimmäisvaatimuksia karjan lannan käsittelylle.

Normiohjausta on käytetty muun muassa Saksassa, jossa ympäristönsuojelulakiin perustuen on määrätty tiettyjen alueiden osalta kielto ruohikon muuttamiseksi maatalousmaaksi. Lisäksi Saksassa maaperänsuojelun säädösten pohjalta maanviljelijöiden on sitouduttava maaperän hiilivarastoja ylläpitävien toimintaperiaatteiden noudattamiseen. Hollannissa on puolestaan olemassa lannan hyödyntämisen ja typpilannoitteiden käytön säädöspohjaisia normeja, joilla pyritään vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä.

## **Energiakatselmukset ja energianeuvonta, yleiset tavoitteet**

Tehokkaimmat keinot todennettavien säästöjen toteuttamiseksi maatilojen energiankäytössä vaikuttaisivat olevan energiakatselmusten ja suppeampien energiakatsastusten ja -neuvonnan mallien kehittäminen ja ottaminen käyttöön<sup>163</sup>.

Muissa Euroopan maissa on nähtävissä myös yleisemmän tason politiikkatoimia kuten Saksan ja Itävallan kansallisen maatalouspolitiikan ympäristönäkökulman ilmastopainotus. Itävallan tulevassa ohjelmassa tullaan painottamaan keinoja, jotka vaikuttavat suorasti tai epäsuorasti kasvihuonekaasupäästöihin, kuten esimerkiksi lannan hallinnan kehittäminen sekä mineraalipohjaisten lannoitteiden vähentäminen. Lisäksi esimerkiksi Isossa-Britanniassa on käytössä strategia energiakasvien hyödyntämiseksi. Kokonaisuus sisältää aihepiirin tutkimuksen

---

<sup>162</sup> Bionova 2008.

<sup>163</sup> Bionova 2008.

rahoitusta, jonka pohjalta on pyritty löytämään tehokkain keino bioenergiatuotannon kehittämiseksi. Hallitus on nostanut bioenergian keskeiselle paikalle energiastrategisessa näkemyksessään ja aikoo käynnistää viisivuotisen rahoitusjärjestelmän biomassalaitteiden edistämiseksi.

### 3.6.2 Katsaus metsätalouden ohjauskeinoihin

IPCC:n arvion mukaan globaalilla tasolla metsätalouden keinot kasvihuonekaasujen vähentämiseksi perustuvat neljään perusmekanismiin:

1. metsien raivaamisesta ja kulumisesta johtuvien päästöjen vähentäminen,
2. hiilen sitoutumisen tehostaminen nykyisiin ja syntyviin metsiin,
3. puupohjaisten polttoaineiden tuotanto fossiilisten polttoaineiden tilalle sekä
4. puutuotteiden tuotanto energiaintensiivisten tuotteiden tilalle.

Eurooppalaisesta näkökulmasta merkittävimmät metsätaloussektorin päästöjen vähentämisen kysymykset liittyvät hylätyjen maatalousmaiden metsittämiseen, bio-energian tuotantoon sekä metsien hiilen sidonnan huomiointiin metsänhoitotoimenpiteissä.

Seuraavassa on esitetty näihin tavoitteisiin tähtääviä, Suomen kannalta mielenkiintoisia ohjauskeinoja. Tiedot perustuvat pääasiassa Öko-institutin<sup>164</sup> tietokantaan metsätalouden ohjauskeinoista EU-maissa.

#### **Kansalliset metsäohjelmat**

Metsäohjelmat kokoavat yhteen kansallisen metsätalouden tilan sekä alan ohjauksen politiikkatoimenpiteitä. Metsäohjelmissa on mahdollista esittää kootusti kyseiselle sektorille suunnattuja, ilmastonäkökulman sisältäviä politiikkatoimenpiteitä. Esimerkiksi Itävallan ohjelma sisältää sekä lainsäädännöllisiä, tutkimuksellisia että informaatio-ohjauksen elementtejä. Saksassa puolestaan on rajoitettu metsien raivaamista lainsäädännöllä, tarjottu tukia metsitykseen sekä otettu toimia käyttöön happamoitumisen haittojen ehkäisemiseksi. Metsäohjelma kokoaa politiikkatoimenpiteet yhteen, mutta lisäksi tarvitaan yksittäisten ohjauskeinojen suunnittelua.

#### **Ympäristötuki/taloudellinen tuki**

Yksinkertainen keino metsäalan ja siten hiilinielujen lisäämiseksi on metsitystojen tukien tuki. Esimerkiksi Saksassa metsityksen tukielementit ovat käytössä. Isossa-Britanniassa on olemassa useampi ohjelma, joiden kautta tuetaan metsi-

---

<sup>164</sup> Ökoinstitut, [www.oeko.de/service/pam](http://www.oeko.de/service/pam), luettu 9.7.2008

tystoimia. Tukien avulla voidaan myös kannustaa vaihtoehtoisiin metsänhoidon toimenpiteisiin, jotka lisäävät talousmetsien hiilen sitomista perinteisiin metsätaloudellisiin toimenpiteisiin verrattuna.

## **Normiohjaus**

Normiohjauksella voidaan rajoittaa metsien raivaamista muuhun käyttöön sekä rauhoittaa joitain alueita myös metsätaloustoiminnan ulkopuolelle. Esimerkiksi Saksassa on rajoitettu metsien raivaamista lainsäädännöllä. Hollannissa ja Ruotsissa puolestaan ekologisen verkoston alueet säilytetään lainsäädännön perusteella metsinä. Näiden metsien hiilensidonnan kapasiteetti voi olla merkittävä. Normiohjaukseen keinoja on myös metsätaloudellisten toimien luvanvaraisuus. Ruotsissa metsien kuivatuksen (ojituksen) järjestäminen on luvanvaraista. Kuivatuksille on aina haettava lupa, ja luvan myönnön edellytyksiä arvioidaan. Kuivatuksesta johtuen kasvihuonekaasupäästöt maapohjasta useimmiten kasvavat.

## **Vapaaehtoiset toimet**

Vapaaehtoisista toimista esimerkkejä ovat kestävän metsätalouden sertifikaatteihin (FSC ja PEFC) liittyvät vapaaehtoiset metsätaloudellisilta toimilta rauhoittamiset (nk. set-aside), jonka johdosta kyseisiin metsiin sitoutuu enemmän hiili-dioksidia.

### **3.6.3 Ohjauskeinojen vaikutukset ja kustannustehokkuus**

Maa- ja metsätaloussektorin ilmastopolitiikkatoimenpiteiden kustannustehokkuuden arviointia vaikeuttaa se, että yleisiä arvioita politiikkatoimenpidejoukon kasvihuonekaasujen säästöpotentiaalista on olemassa, mutta politiikkatoimenpidekohtaisia kustannustehokkuuslukuja ei näyttäisi olevan saatavilla. Sektorikohtaisia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen potentiaaleja on laskettu muun muassa IPCC:n raporteissa, mutta niiden tarkkuustaso ei mahdollista niiden hyödyntämistä ohjauskeinokohtaisessa arvioinnissa.

Suomen maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä tarkastelleessa raportissa<sup>165</sup> esitetään arvioita muutaman valikoidun päästövähennyskeinoon säästöpotentiaaleista sekä säästötoimien yhteiskunnallisista kustannuksista (taulukko 9).

Tehokkain yksittäinen ohjauskeino sekä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen sekä kustannustehokkuuden suhteen vaikuttaisi täten olevan normiohjaus, jolla estetään metsien raivaus pelloksi. Seuraavaksi tehokkaimpana ohjauskeinona näyttäytyy taloudellinen tuki yhdistettynä mahdollisesti esimerkiksi muiden

---

<sup>165</sup> Bionova 2008.

tukien saamisen ehtoihin, jolla ohjataan eloperäisten maiden nurmiviljelyyn. Luomutuotannon lisäämisen ilmastovaikutuksista ei ole tarkempaa tutkimustietoa, mutta viitteitä kohtuullisesta säästöpotentiaalista on.

**Taulukko 9** Eräiden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tähtäävien keinojen vertailu<sup>166</sup>. Jokaista keinoa kohden on esitetty vuosittainen päästövähennemä (1 000 t CO<sub>2</sub>-ekv., ylempi luku) ja keinoon käytöstä koituvat yhteiskunnalliset kustannukset (€/t CO<sub>2</sub>-ekv., alempi luku)<sup>167</sup>.

Keino/vuosi	2010	2020	2030	2040	2050
<b>vuosittainen päästövähennemä</b>	<b>1 000 t CO<sub>2</sub>-ekv.</b>				
<b>Keinon yhteiskunnalliset kustannukset</b>	<b>€/t CO<sub>2</sub>-ekv.</b>				
Nurmiviljely eloperäisillä mailla (maatalous- ja LULUCF-sektorit), siirtymä 15 000 ha 2008–2013, 140 000 ha 2014–2050	144	1 345	1 345	1 345	1 345
	0,23	0,68	0,25	0,16	0,13
Estetään pellon raivaus metsistä (maatalous- ja LULUCF-sektorit), 9 400 ha / vuosi	598	2 590	3 167	3 801	4 320
	0,10	0,01	0,01	0,00	0,00
Biopolttoaineen käyttövelvoite 2 % maatalouden työkoneissa 2009–2050	16	16	16	16	16
	8,26	0,91	0,72	0,61	0,42
Peltopäästöjen päästökauppa N <sub>2</sub> O-osalta, -16 % asteittain vuoteen 2020 asti, sen jälkeen ei lisäsäästöjä	107	641	641	641	641
	Kustannusneutraali				
	Mahdollisia säästöjä				
Luomutuotanto <sup>168</sup>	Ilmastopoliittisena keinona vaatii lisätutkimusta				

DEFran sekä McKinseyn<sup>169</sup> raportit ovat ainoita tarkastelluista kansainvälisistä materiaaleista, jotka tarjoavat järjestelmällistä ohjauskeinokohtaista tietoa kasvihuonekaasusäästöistä ja niiden kustannuksista. Seuraavassa on esitetty arviot kasvihuonekaasupäästöjen säästöstä ja ohjauskeinon kustannustehokkuudesta osalle Isossa-Britanniassa käytössä oleville ohjauskeinoille sekä vastaavat luvut USA:ssa käytettävissä oleville keinoille (taulukko 10). Tässä taulukossa on kuitenkin huomioitava, että USA:ta koskevat luvut viittaavat itse toimenpiteiden kustannuksiin, eivät niihin kannustavien ohjauskeinojen kustannuksiin.

<sup>166</sup> Bionova 2008 mukaillen.

<sup>167</sup> Yhteiskunnalle aiheutuvat nettokustannukset laskettiin Bionovan selvityksessä RegFinDyn-simulointimallia käyttäen talouden täyden sopeutumisen ja kerrannaisvaikutusten jälkeen. Nettokustannuksia on tarkasteltu kaikissa tapauksissa kansallisen BKT:n muutoksen avulla, jolloin keinojen vaikutuksia voidaan verrata toisiinsa.

<sup>168</sup> Raportissa ei otettu tutkimustiedon puutteen vuoksi tarkempaa kantaa luomutuotantoon, mutta viitattiin tutkimuksiin, joiden mukaan Suomessa olisi mahdollista saada jopa 50 % säästö ja Saksassa noin kolmanneksen säästö tuotannon elinkaaren energiankulutuksessa verrattuna tavanomaiseen viljelyyn.

<sup>169</sup> Defra 2006, McKinsey 2007a.

**Taulukko 10** Iossassa-Britanniassa käytössä olevien ohjaukeinojen vaikutukset kasviuonekaasupäästöihin (khk) ja kustannustehokkuus maa- ja metsätaloussktoreilla sekä USA:ssa käytettävissä olevien toimenpiteiden potentiaaliset vaikutukset kasviuonekaasupäästöihin ja niiden kustannustehokkuus<sup>170</sup>

Ohjaukeino (GB)	Khk-säästöt vuonna 2010 (pa) [Mt CO <sub>2</sub> -ekv.]	Kustannustehokkuus [€/t CO <sub>2</sub> -ekv.]*
Energiakasvien hanke – Energy Crops Scheme	<0,2	-
Metsän istutus Skotlannissa - Woodland Planting in Scotland since 1990	2,0	- 16
Metsämaiden kehittämisen tukihanke - Woodland Grant Scheme	0,7	- 21
<i>Maa- ja metsätalous yhteensä</i>	<i>2,7</i>	
Toimenpiteet (USA)	Potentiaaliset khk-säästöt vuoteen 2030 mennessä [Mt CO <sub>2</sub> -ekv.]	Kustannustehokkuus [€/t CO <sub>2</sub> -ekv.]
Laidunmaan metsittäminen	130	12
Metsävarojen hallinta	110	15
Viljelymaan metsittäminen	80	25
Säästävät viljelytoimenpiteet	80	- 4,5
Talvisuojakasvien kylvö	40	17

\* Muualla tässä raportissa DEFRA:n selvityksien mukaiset kustannustehokkuudet on määritelty nettohyötyinä, eli positiiviset luvut merkitsevät kustannushyötyjä. Koska alemmassa, USA:ta koskevassa, McKinseyn arvioissa positiiviset luvut merkitsevät kustannuksia, on DEFRA:n luvut tässä tapauksessa muunnettu samaa logiikkaa seuraaviksi. Eli taulukossa positiiviset luvut merkitsevät kokonaiskustannuksia ja negatiiviset kokonaishyötyjä.

Kansainvälisten esimerkkien valossa maa- ja metsätalouden ilmastopoliittisista ohjaukeinoista tai itse toimenpiteistä tehokkaimpia vaikuttaisivat olevan metsän istutus muille kuin viljelymaille ja metsämaiden kehittäminen sekä säästävät viljelytoimenpiteet. Myös metsävarojen hallinta ilmastotavoitteet huomioiden sekä talvisuojakasvien käyttö voivat olla toimivia keinoja. Ison-Britannian ja USA:n esimerkit eivät ole suoraan sovellettavissa Suomeen, mutta näiden valossa esimerkiksi juuri säästävien viljelytoimenpiteiden ja luomutuotannon ilmastovaikutusten tarkempi tutkimus vaikuttaa erittäin mielenkiintoiselta.

Maa- ja metsätalouden toimet ovat merkittävässä roolissa maaekosysteemien hiilinielujen toiminnan kannalta. Vaikka Ison-Britannian esimerkin valossa maa- ja metsätalouden politiikkatoimenpiteiden vaikutukset kasviuonekaasupäästöihin ja ilmamehän kasviuonekaasupitoisuuksiin voivat vaikuttaa vähämerkityksellisiltä, on huomattava, että sektoreiden toimilla on potentiaalisesti suurikin vaikutus juuri maaekosysteemien hiilinielujen toimintaan. Maa- ja metsätalouden toimet vaikuttavat keskeisesti niin sanotun LULUCF (tai 4M) -sektorin<sup>171</sup> nielu-

<sup>170</sup> Defra 2006, McKinsey 2007a.

<sup>171</sup> LULUCF/4M-sektori viittaa maankäyttöön, maankäytön muutokseen ja metsätalouteen.

päästö -tasapainoon. Vuonna 2006 tämän sektorin vaikutus Suomen kasviuonekaasupäästöihin on 33,4 miljoonan t CO<sub>2</sub>-ekv. nieluvaikutus, mikä tarkoittaa yli 40 %:n vähennystä kansallisiin nettopäästöihin.

Edellä esitetyn perusteella voimakkain vaikutus kasviuonekaasupäästöihin maa- ja metsätaloussektorilla Suomessa syntyy eloperäisten maiden nurmiviljelyllä sekä metsien raivauksen estämisellä. Näitä keinoja tehokkaimmin tukevia ohjauskeinoja vaikuttaisivat olevan taloudelliset tuet, normiohjaus sekä mahdollisesti päästöihin perustuvat maksut.

Lisäksi bioenergian tuotannolla tulee olemaan jatkuvasti ja voimakkaasti kasvava merkitys ilmastomuutoksen hillinnässä. Tätä aihetta on käsitelty tarkemmin energian tuotannon kappaleessa.

Useat maa- ja metsätaloussektorin kasviuonekaasupäästöihin vaikuttavista ohjauskeinoista palvelevat myös (ja usein ensisijaisesti) muita tavoitteita. Näistä keskeisimpiä ovat biodiversiteettiin ja ympäristön yleiseen tilaan, kuten esimerkiksi vesien tilaan, liittyvät tavoitteet.

### 3.6.4 Maa- ja metsätalouden ohjauskeinot Suomen näkökulmasta

Maa- ja metsätalouden ohjauskeinot ovat voimakkaasti sidonnaisia paikallisiin luonnonolosuhteisiin ja tuotantoperinteisiin. Lisäksi useat maa- ja metsätalouden ohjauskeinot palvelevat ensisijaisesti muita tavoitteita, eikä niitä useinkaan mainita ilmastopolitiikan yhteydessä. Suomessa käytössä edellä mainituista ohjauskeinoista ovat muun muassa maatalouden ympäristöohjelma sekä maatalouden ympäristötuet. Metsätaloudessa käytössä on metsätalouden kansallinen ohjelma ja ympäristöohjelma, metsäsertifioinnit sekä puutuotteiden käytön edistämisen toimet.

Maa- ja metsätaloussektorin ohjauskeinoista sekä päästövähennyspotentiaalın suhteen että ohjauskeinojen hinnan suhteen nousee parhaimpana esiin kaksi kokonaisuutta: taloudelliset tuet eloperäisten maiden nurmiviljelyyn ottamiseksi sekä normiohjaus, jolla rajoitetaan tai kokonaan kielletään metsien raivaaminen viljelysmaaksi.

Suomen kannalta keskeisimpiä, selvityksen perusteella tehokkaimmiksi todettuja, uusia ohjauskeinoja maa- ja metsätalouden kasviuonekaasupäästöjen vähentämiseksi näyttäisivät siten olevan seuraavat:

- Taloudelliset tuet tai nykyisten tukien muokatut tukiehdot, joilla kannustetaan eloperäisten maiden nurmiviljelyyn. Tällainen tukielementti on todennäköisesti tulossa vapaaehtoiseksi osaksi maatalouden ympäristötukea.

- Normiohjaus, jolla rajoitetaan ja kokonaan kielletään metsien raivaus viljelysmaaksi erityisesti eloperäisillä mailla.
- Selvitettävä tarkemmin seuraavien keinojen ilmastovaikutuksia ja mahdollisesti lisättävä niiden houkuttelevuutta taloudellisten tukien avulla:
  - luomuviljely,
  - vaihtoehtoiset metsänhoitomenetelmät ja kestävän metsänhoidon sertifikaatit,
  - karjanlannan käsittelyn menetelmät (joille voidaan antaa normiohjauksella vähimmäisvaatimuksia).
- Päästöihin perustuvien maksujen osoittaminen päästöjä aiheuttaville toimille. Tällaisia toimia ovat erityisesti eloperäisten maiden viljelykäyttö sekä metsien raivaus viljelysmaaksi.
- Energiakatselmuksent ja energianeuvonta, joilla voidaan tehokkaimmin saada aikaan todennettavia säästöjä maatalojen energiankäytössä. Energiakatselmusten sekä suppeampien energiakatsastusten ja -neuvonnan mallien kehittäminen ja ottaminen käyttöön.
- Selvitettävä tarkemmin nykyisin käytössä olevien ja edellä mainittujen ohjauskeinojen vaikutukset sektorin hiilinielujen säilyttämiseen ja kasvattamiseen sekä suositusten antaminen tämän perusteella.

Maa- ja metsätaloussektorin päästövähennysten kustannukset tässä esitettyjen keskeisten ohjauskeinojen avulla vaikuttaisivat olevan vähäisiä. Kansainvälisissä esimerkeissä ohjauskeinoista voidaan saada jopa nettohyötyjä 15–20 €/t CO<sub>2</sub>-ekv., ja useiden toimenpiteiden kustannukset ovat alle 20 €/t CO<sub>2</sub>-ekv.

Maatalous- ja metsäsektorin globaalista kasviuonekaasujen vähentämispotentiaalista suurin osa on kehitysmaissa<sup>172</sup>. Maatalous- ja metsäkysymykset liittyvät usein kiinteästi myös kehitys- ja köyhyyskysymyksiin näissä maissa. Tästä johtuvana suosituksena suomalaisessa kehityspolitiikassa tulisi entisestään vahvistaa ilmasto- ja kehityskysymysten käsittelyä yhdessä toistensa tukena.

### 3.7 Jätteet

IPCC:n neljännen arviointiraportin ilmastomuutoksen hillintää koskevassa analyysissä<sup>173</sup> todetaan, että globaalilla tasolla yhdyskuntajäte (post-consumer waste) muodostaa alle 5 % kaikista kasviuonekaasupäästöistä (Suomessa noin 4 %<sup>174</sup>). Jättesektorin sisällä suurin kasviuonekaasupäästöjen aiheuttaja on kaatopaikkojen metaanipäästöt (Suomessa n. 94 %<sup>175</sup>). Seuraavaksi merkittävimmät lähteet ovat jätevesihuollon metaani ja di-typpioksidi. Myös fossiilista hiiltä

<sup>172</sup> IPCC 2007.

<sup>173</sup> IPCC 2007.

<sup>174</sup> Tilastokeskus 2008.

<sup>175</sup> Dahlbo et al. 2000.

sisältävän jätteen poltosta syntyy hiilidioksidipäästöjä, mutta tämän osuus koko sektorin globaaleista päästöistä on tällä hetkellä hyvin pieni.

IPCC:n raportissa jätesektorin toimenpiteet, joita kehittämällä ja käyttöä laajentamalla voidaan hillitä kasvihuonekaasupäästöjä, on luokiteltu seuraavasti:

- Kaatopaikkojen metaanipäästöjen hallinta: metaanin kerääminen ja hyödyntäminen/polttaminen sekä biohajoavan jätteen kaatopaikkasijoittamisen vähentäminen
- Jätteen tuotannon vähentäminen, uudelleenkäyttö ja kierrätys
- Jätteiden biologinen käsittely (esim. kompostointi)
- Jätteen energiasisällön hyödyntäminen (poltto tai muu tekniikka)
- Jätevesilietteen käsittely

Jätteiden ja jätesektorin tuottamaan kasvihuonekaasujen määrään vaikuttavat useat erilaiset poliittiset ja strategiset päätökset, jotka esimerkiksi edistävät jätteiden energiakäyttöä, rajoittavat jätteiden loppukäsittelyn vaihtoehtoja tai edistävät jätteiden uudelleenkäyttöä ja kierrätystä sekä jätteiden määrän vähentämistä. IPCC:n näkemyksen mukaan useissa teollisuusmaissa jäte- ja ilmasto-politiikat ovat yhteydessä toisiinsa, eli niiden tavoitteet tukevat toisiaan.

Tässä tarkastelussa keskitytään pääasiassa yhdyskuntajätteen tuottamiin kasvihuonekaasupäästöihin. Vuonna 2005 Suomessa syntyneestä jätteestä 2,5 % prosenttia oli yhdyskuntajätettä. Teollisuuden, kaivostoiminnan ja rakentamisen jätteet muodostavat noin 90 % kaikista jätteistä. Kaivostoiminnan ja rakentamisen jätteet ovat suurelta osin biohajoamattomia, ja siten ne eivät juuri tuota kasvihuonekaasupäästöjä loppusijoituspaikoillaan. Maa- ja metsätalouden, elintarviketeollisuuden, talonrakentamisen sekä yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden lietteistä tulee hyödynnettyä 80–100 %<sup>176</sup>, joten niistä kaatopaikalle päätyvä osuus on melko pieni. Silti tuonkin osuuden ilmastovaikutuksia voisi olla tarpeellista tutkia.

### 3.7.1 Katsaus jätesektorin ohjauskeinoihin

#### **Jätteen synnyn ehkäisyn ohjauskeinot**

Jätteen synnyn ehkäisy on jätepolitiikan ylin tavoite, jolla on myös kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä vaikutus<sup>177</sup>. Jätteen synnyn ehkäisyn ohjauskeinot ovat siis leimallisesti jätepolitiikan keinoja, joilla on myös ilmastopolitiikka tukeva vaikutus. Nämä ohjauskeinot ovat moninaiset sisältäen muun muassa kuluttajiin ja vähittäiskauppaan kohdistuvia jätemäärään perustuvia veroluonteisia maksuja, tuotteiden valmistajiin kohdistuvia laajennetun tuottajavastuun huolehtimisvelvoitteita sekä viranomaisiin kohdistuvia jätehuollon suunnittelun velvoitteita.

<sup>176</sup> Ympäristöministeriö 2004.

<sup>177</sup> ks. alaluku 3.7.2

Näitä vastaavia jättopolitiikan ohjauskeinoja on käytössä useimmissa Euroopan maissa.

Tämän selvityksen yhteydessä ei tarkastella lähemmin jätteen synnyn ehkäisyn (jättopoliittisia) ohjauskeinoja, vaan tyydytään toteamaan, että ne tukevat lähes poikkeuksetta myös ilmastonsuojelun tavoitteita. Jätteen synnyn ehkäisy on siten myös hyvää ilmastopolitiikkaa ja sitä tulisi tukea voimakkaammin myös ilmastoperustein.

### **Kaatopaikkojen vähimmäisstandardit**

Normiohjauksella voidaan asettaa kaatopaikkojen tekniselle toteutukselle vähimmäisstandardeja, joilla varmistetaan määrätyn tasoinen kaatopaikkakaasujen talteenotto ja mahdollinen hyödyntäminen. Tässä taustalla vaikuttaa muun muassa EU:n kaatopaikkadirektiivi (1999/31/EY), joka asettaa tiukat tekniset vaatimukset kaatopaikoille. Direktiivissä edellytetään myös metaanin talteenottoa kaatopaikoilta, joille tuodaan biohajoavia jätteitä. Esimerkiksi Hollannissa on kaatopaikkoja koskeva lainsäädäntöpaketti, jossa on muun muassa määritelty kaatopaikoille pakollinen parhaan käyttökelpoisen teknologian (BAT) mukaisuus.

### **Kaatopaikkakaasujen hyödyntämisen taloudellinen tuki**

Kaatopaikkakaasujen energiahyödyntämistä voidaan tukea taloudellisesti esimerkiksi verohelpotuksin tai investointitukina. Esimerkiksi Ruotsissa on käytössä tällaiset investointituet, ja niitä pidetään kustannustehokkaana ohjauskeinona<sup>178</sup>.

### **Rajoitukset kaatopaikoille sijoitettavan biologisesti hajoavan jätteen määrän vähentämiseksi**

Biologisesti hajoavan jätteen sijoittamista kaatopaikoille voidaan rajoittaa tai kieltää kokonaan normiohjauksella. Kaatopaikoilla biologisesti hajoava jäte aiheuttaa valtaosan jätehuoltosektorin päästöistä. Myös EU:n kaatopaikkadirektiivissä (1999/31/EY) sekä sen johdosta laaditussa kansallisessa strategiassa biohajoavan jätteen kaatopaikkakäsittelyn vähentämisestä<sup>179</sup> on asetettu tavoitteita biohajoavan jätteen määrän vähentämiselle.

Euroopassa muun muassa Isossa-Britanniassa, Itävallassa ja Ruotsissa on asetettu lainsäädännöllä rajoituksia biohajoavan jätteen kaatopaikkasijoittamiselle. Saksassa puolestaan kotitalousjätteet tai muut merkittävästi orgaanista ainesta sisältävät jätteet on käsiteltävä (poltto tai mekaanisbiologinen) ennen kaatopaikkasijoitusta.

---

<sup>178</sup> Ökoinstitut, [www.oeko.de/service/pam](http://www.oeko.de/service/pam), luettu 9.7.2008

<sup>179</sup> Ympäristöministeriö 2004.

## **Tuki jätteen energiasisällön hyödyntämiselle yhdistettynä energiatehokkuusstandardeihin**

Jätteenpolttolaitosten rakentamisen taloudellinen tukeminen ja tuen sitominen energiatehokkuusstandardeihin lisää jätteen energiasisällön hyödyntämisen laajuutta. Lisäksi jäte-energiantuotantoa voidaan tukea antamalla verohelpotus sähkölle, joka on tuotettu energian talteenotolla varustetussa jätteenpolttolaitoksessa. Esimerkiksi Itävallassa tuetaan taloudellisesti tietyn tehokkuusrajan ylittävien jätteenpolttolaitosten rakentamista. Sen lisäksi Itävallassa pyritään huomioimaan kaukolämpöverkon laajentamisen tarpeet ja maankäytön suunnittelun näkökohdat jätevoimaloiden kehittämisen yhteydessä. Jätteenpolton laajamittainen edistäminen voi haitata jätteen synnyn ehkäisyä, sillä se ohjaa jätehuollon rakenteita neitseellistä raaka-ainetta jatkuvasti hyödyntävään lineaarisen materiaalivirran suuntaan kun taas jätteen synnyn ehkäisyssä tavoitteena oleva mahdollisimman suljettu materiaalikierto on toimintarakenteiltaan melko erilainen.

## **Jätevesilietteen ja jätevesijärjestelmien tuottaman metaanin hyödyntämisen kannustimet ja velvoitteet**

Jätevesijärjestelmien ja jätevesilietteen tuottaman metaanin talteenotolle ja hyödyntämiselle voidaan asettaa velvoitteita sekä tukea niiden toteuttamista taloudellisesti.

### **3.7.2 Jätesektorin ohjauskeinojen vaikutukset**

Maakohtaisissa ohjauskeinojen kuvauksissa on harvoissa tapauksissa arvioitu ohjauskeinojen vaikutuksia kasvihuonekaasuihin tai energian säästöön. Niissä ohjauskeinojen kuvauksissa, missä arviota kasvihuonekaasupäästövaikutuksista on annettu, koskevat arviot useimmiten koko jätesektorin ohjauskeinosalkkua yksittäisten ohjauskeinojen sijaan. Seuraavassa on koottu yhteen arviot Ruotsin, Ison-Britannian ja Hollannin jätesektoreiden kasvihuonekaasupäästövähennemistä taulukossa 11 kuvatuilla politiikkatoimilla.

Jätesektorin kasvihuonekaasujen vähentämiseen tähtäävät ohjauskeinot tukevat lähes poikkeuksetta myös jätehierarkian toteutumista ja siten jätesektorin tärkeimpiä ympäristötavoitteita. Tätä kautta tulee esiin myös jätteen synnyn ennaltaehkäisevä näkökulma sekä kohonneen materiaalitehokkuuden hyödyt myös ilmastonäkökulmasta. Materiaalitehokkuuden ilmastovaikutuksia ei tämän selvityksen yhteydessä käydyin materiaalin valossa ole tutkittu kovinkaan kattavasti. Eräässä tarkastelussa<sup>180</sup> yhdyskuntajätteen kierrättämisestä EU:n tasolla (EU27) nähtiin koituvan kohtuullisia päästövähennyksiä. Arvioitaessa jätteen synnyn

---

<sup>180</sup> Sander 2008.

ehkäisyä tarkasteltiin tilannetta, jossa nykyisen 1,1 % vuotuisen jätemäärän kasvun (toteuma 1996–2005) sijasta jätemäärä pysyisi nykyisellä tasolla. Vuodesta 2005 vuoteen 2020 ulottuneella tarkastelujaksolla vuosittaiset säästöt kasvihuonekaasupäästöissä olivat keskimäärin 69 miljoonaa tonnia, joka on noin 1,3 % vuoden 2005 kaikista päästöistä EU27-alueella. Skenaariossa, jossa kierätysaste nousi 53 %:in (nykyinen keskiarvo 37 %), polttoaste 25 %:in (nykyinen keskiarvo 18 %) ja kaatopaikalle sijoittamisen osuus laski 22 %:in (nykyinen keskiarvo 45 %), vuosittainen päästövähennys oli 247 Mt, joka vastaa noin 4,8 %:a vuoden 2005 kaikista päästöistä EU27-alueella.

**Taulukko 11** Arviot jätesektorin ohjauskeinopakettien synnyttämistä vähennyksistä kasvihuonekaasupäästöissä<sup>181</sup>.

Ohjauskeinojen kuvaus	Arvioitu kasvihuonekaasupäästöjen vähenemä vuonna 2010 pa	Vähennyksen osuus vuoden 2005 kansallisista päästöistä
<b>Hollanti</b> - Jätevero (kaatopaikkaverot) - Kaatopaikkojen pakollinen parhaan käytökelvöisen teknologian (BAT) mukaisuus - Kaatopaikkoja koskeva lainsäädäntöpaketti	4 Mt CO <sub>2</sub> -ekv. pa	n. 1,9 %
<b>Ruotsi</b> - Investointituet kaatopaikkametaanin keräämiseksi - Laajennetun tuottajavastuun ottaminen käyttöön - Vaatimus yhdyskuntajätteen jätehuollon suunnittelusta - Kaatopaikkaverot - Kielto lajitellun poltettavan ja orgaanisen jätteen kaatopaikkasijoittamiselle	1,4 Mt CO <sub>2</sub> -ekv. pa (1,9 Mt CO <sub>2</sub> -ekv. pa vuodelle 2020)	n. 2,2 % (n. 3,0 %)
<b>Iso-Britannia</b> - Orgaanisen jätteen kaatopaikkasijoittamisen vähentäminen jäteverotuksen (asteittain nouseva kaatopaikkaverot) ja regulaation avulla - Jäte- ja päästökauppalakiin perustuva LATS-järjestelmä, jäteviranomaiset voivat käydä kauppaa kaatopaikkaoikeuksilla - Useita jätestrategiaa tukevia ohjelmia	16,5–21,5 Mt CO <sub>2</sub> -ekv. pa (luku arvioitu vuodelle 2020)	n. 2,5–3,2 %
<b>Saksa</b> - Päästövähennys johtuu pääosin kaatopaikkojen teknisten määräysten täytäntöpanosta	12 Mt CO <sub>2</sub> -ekv. pa (luku arvioitu vuosille 2020/2030)	n. 1,2 %

<sup>181</sup> Öko-institut 2008, Defra 2007b, McKinsey 2007b, UNFCCC 2007.

### 3.7.3 Jätesektorin ohjauskeinojen kustannustehokkuus

Suora tietoa ohjauskeinokohtaisesta kustannustehokkuudesta ei ole saatavilla. Sen sijaan toimenpiteistä, joilla päästövähennyksiä voidaan saavuttaa, on tarjolla suuruusluokkaa hahmottavia kustannustietoja. Näiden toimenpiteiden kohdalla on kuitenkin huomioitava, että päästöjen vähentämispotentiaali sekä kustannustiedot voivat vaihdella maittain huomattavasti johtuen jätetilastoinnin mahdollisista epätarkkuuksista ja rajausten määrittelyjen vaihtelusta maiden välillä, toiseksi vielä melko kehittymättömistä jätesektorin päästölaskennan menetelmistä, sekä kustannuksiin vaikuttavista vaihtelevista olosuhteista (investointiympäristö, lainsäädäntö, kuljetusmatkat, jäteraaka-aine, kysyntä). Myöskään ei ole aina selvää, miten jätteen käsittelyn investoinnit tai käyttökulut tulisi jakaa perinteisen jätehuoltotoiminnan ja ilmastotavoitteiden tuomien lisäkustannusten välillä. Karkealla tasolla IPPC:n raportin tietojen pohjalta on kuitenkin esitettävissä seuraavia kustannusarvioita jätteenkäsittelyn kasvihuonekaasujen vähentämisen menetelmille.

**Taulukko 12** Jätteenkäsittelyn kasvihuonekaasujen vähentämisen menetelmien kustannusarvioita<sup>182</sup>

Menetelmä	Kustannus
Kaatopaikkakaasun hyödyntäminen	-13 – +45 €/t CO <sub>2</sub> -ekv.
Kaatopaikkakaasun polttaminen ilman energian talteenottoa	16 €/t CO <sub>2</sub> -ekv.
Kompostointi	154–173 €/t CO <sub>2</sub> -ekv.
Mädätys	26–276 €/t CO <sub>2</sub> -ekv.
Mekaanisbiologinen käsittely	231 €/t CO <sub>2</sub> -ekv.
Jätteenpoltto	173 €/t CO <sub>2</sub> -ekv.

Jätepolitiikan ohjauskeinojen kustannustehokkuudesta ei selvityksen yhteydessä käydyn materiaalin perusteella voida täten vetää juuri johtopäätöksiä. Jätesektorin monipuolisella ohjauskeinokokoelmalla vaikuttaisi kuitenkin olevan merkittävä vaikutus sektorin kasvihuonekaasupäästöihin. Suomen jätepolitiikan ilmastotavoitteiden kannalta tärkein tavoite tulisi olla kaatopaikkojen metaanipäästöjen vähentäminen kaatopaikkojen hallinnan avulla (mm. kaatopaikkatekniikka ja metaanin talteenotto) sekä biologisesti hajoavan jätteen vähentämisen avulla. Jätteenpolton edistämällä ja tehostamisella voidaan saavuttaa myös jonkin verran kasvihuonekaasujen päästöjen vähenemistä, mutta se ei näyttäisi olevan kustannustehokkaimpia keinoja. Pidemmällä aikavälillä sen sijaan jätehierarkian edistäminen, eli erityisesti jätteen synnyn vähentäminen ja materiaalien kierrätyksen edistäminen voi tuoda ilmiselvien positiivisten ympäristövaikutusten

<sup>182</sup> IPCC 2007.

lisäksi myös merkittäviä (EU-tasolla lähes 5 % vuoteen 2020 mennessä) kasvihuonekaasupäästöjen säästöjä<sup>183</sup>.

Jätevesijärjestelmissä ja -lietteen käsittelyssä syntyneen metaanin vähentäminen tai hyödyntäminen on toistaiseksi ollut vähemmällä huomiolla niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin. Näiden keinojen selvityksellä ja kehittämisellä lienee oma osansa päästöjen vähentämisen kokonaisuudessa.

### 3.7.4 Jätteisiin liittyvät ohjaukset Suomen näkökulmasta

Suomessa ohjaukset käytössä ovat ainakin jätevero (kaatopaikkavero), laajennettu tuottajanvastuu joidenkin tuoteryhmien osalta, kaatopaikkojen tekniisiin määräyksiin liittyvät säädökset, valtakunnallisen ja alueellisen jättesuunnitelun pakollisuus sekä kansallinen jäteohjelma. Biologisesti hajoavan jätteen kaatopaikkasijoittamista vähennetään kansalliseen strategiaan<sup>184</sup> kirjatun keinoin. Suomen jättesektori poikkeaa keskimääräisestä eurooppalaisesta siinä, että jätteenpolto on ainakin toistaiseksi hyvin pienimuotoista. Muuten käytössä olevassa ohjauksetalikoimassa ei vaikuttaisi olevan suurta poikkeamaa yleisestä eurooppalaisesta tahosta.

Jätehuollon kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi suositellaan seuraavia jatkotoimia:

- Nykyisen jättopolitiikan ohjauksetalikoiman tehostaminen siten, että yhteiskunnan materiaalikäyttö ohjautuu yhä enemmän jätteiden synnyn ehkäisemisen suuntaan. Näiden ohjauksetalikoimien tehostamisen toteuttamiseksi on tarpeellista tehdä lisätutkimuksia ja selvityksiä.
- Kaatopaikkakaasujen keräämisen ja hyödyntämisen taloudellisen houkuttelevuuden lisääminen esimerkiksi voimakkaampien investointitukien tai verohelpotusten avulla. Ohjauksetalikoimien toteuttamiseksi on tarpeellista tehdä lisätutkimuksia ja selvityksiä parhaista toteutusvaihtoehdoista.
- Säädetään biologisesti hajoavan jätteen kaatopaikkasijoittamisen rajoittamisesta kansallisen jättestrategian ja YM:n pitkän aikavälin ilmastostrategiaa varten laatiman sektoriselvityksen mukaisesti.
- Jätevesilietteen ja jätevesijärjestelmien tuottaman metaanin hyödyntämisen kannustimien ja veloitteiden kehittämisen mahdollisuuksia olisi tarpeellista tutkia.
- Teollisuudessa syntyneiden biologisesti hajoavien jätteiden ilmastovaikutusten tutkimus ja selvitys kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen mahdollisuuksista.

---

<sup>183</sup> Sander 2008.

<sup>184</sup> Ympäristöministeriö 2004.

Jätehuoltosektorin päästövähennysten hinnasta tässä esitettyjen keskeisten ohjauskeinojen avulla ei näyttäisi olevan selkeää tietoa. Sektorilla tapahtuvat ilmastopoliittiset toimet vaikuttaisivat olevan lähes poikkeuksetta linjassa myös jätepolitiikan tavoitteiden kanssa, jolloin ohjauskeinojen kustannustarkasteluissa tulee ottaa huomioon erittäin positiiviset oheisvaikutukset.

Jätehuolto- ja materiaalitehokkuussektorin kasvihuonekaasupäästöjen säästöpotentiaalia ei ohjauskeinokohtaisesti ole lähdemateriaalissa eritelty, joten säästöpotentiaalinäkökulmasta sektorin merkittävimpiä ohjaustoimia on mahdoton identifioida. Joka tapauksessa voidaan todeta, että jätteen synnyn ehkäisyn tehokkaat toimet ovat tukevat varmasti hyvin myös ilmastonsuojelun tavoitteita.

## 4 ILMASTOPOLITIIKAN OHEISVAIKUTUSTEN ARVIOINNIN MENETELMISTÄ

Kuten edellisessä luvussa nähtiin, harvoista ohjauskeinoista löytyy tarkempia tietoja kyseisen keinon oheisvaikutuksista. Tässä luvussa on tarkoitus käsitellä lyhyesti ilmastopolitiikan oheisvaikutuksia sekä niiden arvioinnin menetelmiä liittyen erityisesti talous- ja työllisyysvaikutusten arvioinnin tutkimusmenetelmiin.

### 4.1 Ilmastopolitiikan oheisvaikutukset

Keskeinen ilmastopoliittisen ohjauskeinovalikoiman valintaan vaikuttava tekijä on tieto toimenpiteiden oheisvaikutuksista. Sen lisäksi, että valituilla keinoilla saavutetaan niille asetetut tavoitteet, niillä ei saisi olla kovin suuria negatiivisia oheisvaikutuksia, jotta saavutettujen hyötyjen arvo ei mitätöityisi. Useissa kustannus-hyötylaskelmissa pyritäänkin nykyään laskemaan mukaan ainakin joidenkin oheisvaikutusten rahallista arvoa, mutta näiden laskentatavat ja perusteet vaihtelevat huomattavasti.

Vaikka kasvihuonekaasujen vähentämisestä saavutettava hyöty ilmastonmuutoksen hidastamiseksi on vaikutuksiltaan pääosin globaali ja osin vasta tulevaisuudessa realisoituva, ilmastopoliittisten ohjauskeinojen oheishyödyt ovat useimmiten paikallisia ja riippuvat siitä, mitä keinoja missäkin päin maailmaa valitaan käyttöön.

Ilmastopoliittisilla ohjauskeinoilla on arvioitu olevan seuraavia potentiaalisia oheishyötyjä<sup>185</sup>:

- ilmansaasteiden vähentyminen,
- muiden ympäristöhaittojen väheneminen,
- energian saatavuuden turvaaminen sekä energialähteiden monipuolisuuden lisääntyminen,
- energian kulutuksen ja siten energian kulutukseen liittyvien kustannusten väheneminen,
- kilpailukyvyen kasvu,
- työllisyyden kasvu, sekä
- innovaatioiden lisääntyminen.

Vastaavasti ohjauskeinoilla on arvioitu olevan seuraavia potentiaalisia haittoja:

- kaupan ja kilpailukyvyen heikentyminen,
- työllisyyden vähentyminen ja
- teknologisten ratkaisujen turvallisuus/turvattomuus.

---

<sup>185</sup> Watkiss et al. 2005, IPCC 2007 luku 11.

Toistaiseksi ohjauskeinojen oheisvaikutuksista on tehty määrällisiä arvioita lähinnä ilmanlaatuun, talouden kasvuun ja työllisyyteen liittyen. Taulukkoon 13 on koottu tietoja tutkimuksista, joissa on selvitetty ilmastopolitiikan oheisvaikutuksia liittyen ilmanlaatuun<sup>186</sup>. Taulukko on hyvä esimerkki siitä, kuinka erilaiset lähtöoletukset ja tutkimuskohteen rajaukset voivat vaikuttaa arvioinnin tulokseen. Ilmansaasteiden vähentymisestä aiheutuvalle hyödyille on laskettu tutkimuksissa arvoja, jotka vaihtelevat suuresti, 1–130 €/t CO<sub>2</sub> vähenemä. Tulosten vaihtelun suuruutta selittää osaltaan ilmansaasteiden vähenemisen vaikutusten arvioinnin kattavuus. Pienimmät arvot on saatu tutkimuksissa, joissa on keskitytty vain terveysvaikutusten ja tiettyjen ilmansaasteiden rahallistamiseen. Mitä suuremmiksi hyödyt on arvioitu, sitä monipuolisemmin niissä yleensä on otettu huomioon eri ilmansaasteet sekä niiden vaikutukset näkyvyyteen, kasvillisuuteen tai aineellisiin tuhoihin.

Edellisessä luvussa lainataan useammassa kohdassa DEFran raportteja *Synthesis of Climate Change Policy Evaluations* sekä *Synthesis of Climate Change Policy Appraisals*<sup>187</sup>. Kyseiset selvitykset olivat ainoita, joissa oli kattavasti pyritty arvioimaan ilmastopoliittisten toimenpiteiden oheisvaikutuksia, sisältäen muun muassa seuraavat: ilmanlaatu, polttoaineköyhyys, energian saannin turvaaminen, kilpailukyky, innovaatiot, melu sekä matkan kesto (liikenne). Ainoastaan ilmanlaatuun liittyvät vaikutukset pystyttiin kuitenkin arvioimaan rahallisesti, muut vaikutukset arvioitiin laadullisesti. Yleisesti ottaen lähes kaikkien raporteissa arvioitujen ohjauskeinojen oheishyödyt olivat positiivisia. Ilmanlaatuun liittyen raportissa arvioitiin vaikutukset seuraaviin ilmansaasteisiin: NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> sekä VOCs. Vaikka ohjauskeinoilla oli kyseisessä arvioinnissa huomattavia vaikutuksia ilmanlaatuun, näiden vaikutusten rahallinen määrä oli kuitenkin suhteessa pieni verrattuna ohjauskeinoista saataviin muihin kokonaishyötyihin (esimerkiksi energiansäästöön ja yritysten voittoihin).

---

<sup>186</sup> Watkiss et al. 2005.

<sup>187</sup> Defra 2006, 2007a.

**Taulukko 13** 20 eri tutkimuksessa arvioidut rahalliset oheishyödyt ilmansaasteiden vähentymisestä<sup>188</sup>.

Tutkimus	Maa	Keskimääräinen oheishyöty (EURO/t CO <sub>2</sub> vähenemä)	Tutkimuksen kattavuus
HAIKU/TAF(1999)	USA	1	NOx terveysvaikutukset, sis. PM, ei sis. O3
ICF/PREMIERE/Holmes et al.	USA	1	NOx terveysvaikutukset, sis. PM, ei sis. O3
PREMIERE/Dowlatabadi et al. (1995)	USA	1	NOx terveysvaikutukset, sis. PM, ei sis. O3
Burtraw et al. (1999)	USA	1	SO2 & NOx terveysvaikutukset
Coal/PREMIERE (1997)	USA	2	NOx terveysvaikutukset, sis. PM ei sis. O3
Coal/PREMIERE/RIA (1996)	USA	7	NOx terveysvaikutukset, sis. PM ei sis. O3
EXMOD(1995)	USA	7	SO2, NOx, PM terveys-, näkyvyys- ja ympäristövaikutukset ei sis. O3
Goulder /Scheraga & Leary (1993)	USA	8	SO2, NO2, CO ja Pb terveysvaikutukset
Abt Assocs & Pechan-Avantil Grp (1999)	USA	10	SO2, NO2, O3, CO, PM, Pb terveys-, näkyvyys- ja materiaalihaitat
Boyd et al. (1995)	USA	10	SO2, NO2, O3, CO, PM, Pb terveys- ja näkyvyysvaikutukset
Scheraga & Leary (1993)	USA	11	TSP, PM, SOx, NOx, CO ja VOC terveysvaikutukset
Garbaggio et al. (2000)	China	13	SO2 ja PM terveysvaikutukset
Cifuentes et al. (2000)	Chile	16	SO2, NO2, CO, HC, PM ja pölyn terveysvaikutukset
Viscusi et al. (1994)	USA	22	SO2, NO2, CO, HC, PPM ja pölyn terveys- ja näkyvyysvaikutukset
Barker & Rosendahl (2000)	Länsi-Eurooppa	39	CO2, NOx ja PM vaikutukset ihmisten ja eläinten terveyteen, materiaalihinkoihin, kasvillisuuteen
Brendemoen & Vennemo (1994)	Norja	63	SO2, NOx, CO, PM, CO2, VOC, CH4 ja NO2 Terveys- ja ympäristövaikutukset. Liikenne, melu, teiden kunnossapito, liikenne-ruuhkat, onnettomuudet
Dessus & O'Conner (1999)	Chile	66	Seitsemän ilmansaasteen (ei määriteltä) terveysvaikutukset
Ekins (1996)	Ei määriteltä	70	Ei määriteltä
Lutter & Shogren (1999)	USA	77	Ei määriteltä
Aunan et al. (2000) Kanudia & Loulou (1998)	Unkari	130	TSP, SO2, NOx, CO VOC, CO2 CH4 ja NO2 osuus terveys-, materiaali- ja kasvillisuusvahinkoihin

<sup>188</sup> DEFRA 2002 lainattu Watkiss et al. 2005.

## 4.2 Talous- ja työllisyysvaikutusten arvioinnin menetelmät

Tässä luvussa on tarkoitus hieman lähemmin tarkastella ilmastonmuutoksen torjumisesta aiheutuvien talous- ja työllisyysvaikutusten arviointiin käytettäviä menetelmiä ja arvioida yleisellä tasolla menetelmävalintojen vaikutusta saataviin tuloksiin. Tämän hankkeen tavoitteena ei kuitenkaan ole ollut tehdä talous- ja työllisyysvaikutusten arviointia vaan tarkastella erilaisia menetelmiä, joilla vaikutuksia voidaan arvioida.

Talous- ja työllisyysvaikutusten arviointiin voidaan käyttää erilaisia menetelmiä ja malleja. Olennaista malleissa on yhdistää energiakysymykset, talous ja ilmastovaikutukset. Tarkastelun kohteena tässä raportissa ovat mallit, joilla voidaan ex ante arvioida eri toimenpiteiden vaikutusta – kustannuksia ja niiden jakautumista – koko kansantalouden näkökulmasta. Pyrkimys on siten tarkastella vaikutuksia yksittäisiä päästöjen vähennystoimia tai ohjauskeinoja laajemmin.

On huomattavaa, että mallintamisessa tehdyillä valinnoilla voi olla erittäin suurikin merkitys lopputulosten kannalta. Mikään mallintamistavoista ei kuitenkaan lähtökohtaisesti toista parempi, vaan eri lähestymistavoilla on omat vahvuutensa ja ne tuottavat toisiaan täydentävää tietoa. Menetelmällisesti samaan mallintamistapaan perustuvien selvitysten välillä voi myös olla merkittäviä eroja menetelmän soveltamiseen liittyvissä oletuksissa. Kustannusten arviointi matemaattisten mallien pohjalta tuottaa siten vain määrättyihin oletuksiin perustuvia näkemyksiä päätöksenteon tueksi.

On myös syytä tunnistaa eräitä tämän tarkastelun rajauksia sekä mallintamisen lähtökohtia, jotka ovat eri mallintamistavoille yhteisiä<sup>189</sup>:

1. Kustannusten ja talous- ja työllisyysvaikutusten arviointi tapahtuu aina suhteessa johonkin perus- tai vertailuskenaarioon eli käytännössä myös arvioinnin vertailukohta on mallintamisen tuloksena syntynyt. Myös tämä perustuu mallin sisältämiin oletuksiin muun muassa väestöstä, energian kulutuksesta, teknologian kehityksestä ja kulutuskäyttäytymisestä. Myös vertailuskenaarioon vaikuttavat mallintamistapaan liittyvät heikkoudet ja vahvuudet. Tulosten kannalta keskeistä on siis se, millaisia ohjauskeinoja ja toisaalta oletuksia erilaisista talouteen vaikuttavista tekijöistä vertailuskenaarioon sisältyy.

---

<sup>189</sup> Malleja koskevien oletusten lähdeaineistona Söderholm 2007.

2. Useimmissa arvioinneissa ei huomioida ilmastonmuutoksen aiheuttamia kustannuksia yhteiskunnalle eli vertailuskenaarioissa ei huomioida ilmastonmuutoksen toteutuessaan aiheuttamia kustannuksia ja toisaalta ei huomioida päästöjen vähenemisen tuomaa epäsuoraa kustannusten vähenemistä. Arvioitaessa kustannusten suuruutta tai pienuutta, näitä pitäisi verrata ilmastonmuutoksen toteutuessaan aiheuttamiin kustannuksiin.
3. Tässä tarkastelussa, kuten monissa muissakin tutkimuksissa, keskitytään ilmastonmuutoksen torjumisen (abatement) kustannuksiin. Siten sopeutumisen (adaptation) kustannukset on jätetty huomiotta<sup>190</sup>. Näiden kustannusten arviointiin liittyy omat merkittävät haasteensa.

Ilmastonmuutoksen torjumisen kustannusten mallintamisessa käytettävät lähestymistavat voidaan karkealla tasolla jakaa kahteen ryhmään: bottom-up-mallit ja top-down-mallit. Näiden lisäksi viimeaikoina on kehitetty ns. hybridimalleja, jotka yhdistävät näitä lähestymistapoja.<sup>191</sup>

*Bottom-up-mallit* perustuvat energian kulutuksen ja käytön suhteellisen yksityiskohtaiseen tarkasteluun. Tavoitteena on tarkastella määrätyn kasvihuonekaasupäästöjen aleneman kustannusta erilaisten toimenpiteiden näkökulmasta. Toimenpiteet tarkoittavat yleensä erilaisten kasvihuonekaasupäästöjä vähentävien teknologisten ratkaisujen hyödyntämistä. Lähtökohtana on yleensä eksplisiittisesti tarkastella määrättyjen teknologisten mahdollisuuksien tuomia kustannuksia ja hyötyjä. Useat luvussa 3 esitetyt arviot perustuvat tähän lähestymistapaan.

Lähestymistapana bottom-up keskittyy toimenpiteiden *suoriin kustannuksiin ja hyötyihin*, jotka aiheutuvat uusien ratkaisujen käyttöönotosta. Useimmiten nämä arviot perustuvat asiantuntija-arvioihin, koska empiiristä tietoa esimerkiksi uusien teknologisten ratkaisujen soveltamisesta ei ole. Mallin tulokset ilmaistaan yleensä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen tuomana kustannuksena eli joko tietyn päästövähennyksen kokonaiskustannuksena (nettonykyarvo) tai rajakustannuksena vähennettyä hiilidioksiditonta kohti (€/t CO<sub>2</sub>). Tarkastelun rajoite on se, että mallit jättävät huomiotta tai ainakin vähemmälle huomiolle *tasapainokustannukset* eli epäsuorat kustannukset, joita siirtyminen uusiin toimintamalleihin ja teknologiaan vaatii. Nämä tarkoittavat sekä tarkasteltavan sektorin sisäisiä kustannuksia, esimerkiksi uusiin säädöksiin perehtymisen ja prosessien uudistamisen aiheuttamat suunnittelukustannukset, että eri sektoreiden välillä tapahtuvan sopeutumisen eli esimerkiksi työvoiman kysyntään liittyviin muutoksiin sopeutumisen kustannukset. Mallit myös usein olettavat, että ratkaisut otetaan käyttöön täysimittaisesti ja siten yliarvioivat päästövähennemien määrää ja

---

<sup>190</sup> Stern et al. 2006. Part V tarkastelee myös sopeutumisen kustannuksia.

<sup>191</sup> Mallien esittelyn lähdeaineistona Söderholm 2007.

nopeutta. Esimerkiksi ohjauskeinoiniin liittyvät valvonta- ja muut kustannukset jäävät myös usein huomiotta<sup>192</sup>.

*Top-down-mallit* muodostavat toisen keskeisistä lähestymistavan. Yleisimmin käytettyjä tähän ryhmään kuuluvien malleja ovat yleiset tasapainomallit. Näissä tarkastelun lähtökohtana on mallintaa talouden eri sektoreiden panokset ja tuotokset sekä näiden hinnat. Tarkastelussa simuloidaan siten eri sektoreiden välisiä kysyntää ja tarjontaa ja etsitään kysynnän, tarjonnan ja hintojen tasapainotilaa, jossa eri hyödykkeiden markkinat ovat tasapainossa. Ohjauskeinot vaikuttavat lähinnä energian tuotannon ja käytön kustannuksiin ja sitä kautta tuotannon ja kulutuksen rakenteisiin. Teknologisia valintoja tai teknologian kehittymistä ei mallinneta eksplisiittisesti kuten bottom-up-malleissa vaan teknologia kuvataan tuotosten ja panosten mahdollisia suhteita kuvaavien tuotantofunktioiden avulla. Koska mallit tarkastelevat tuotantoa ja kulutusta yleensä suhteellisen yleisellä sektoritasolla, ei yksittäisten uusien teknologioiden vaikutusta voida huomioida ja teknologian kehityksen suhteellisen yleisen mallintamisen takia on hankala huomioida erityisesti kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tähtääviä teknologioita. Tasapainomalleja on sekä staattisia eli yhden ajanhetken tasapainotilan ratkaisevia että dynaamisia, jossa tarkastellaan myös kehityspolkua nykytilasta uuteen tasapainotilaan. Tasapainomallien lisäksi top-down-mallien ryhmään kuuluu ns. avoimia malleja, jotka eivät ole esimerkiksi työmarkkinoiden, julkisen talouden tai ulkomaankaupan tasapainoa.

Kustannusten osalta top-down-mallit keskittyvät nimenomaan tasapainokustannuksiin eli muutoksiin sopeutumisen aiheuttamiin kustannuksiin. Tällä tavoin voidaan arvioida muutosten vaikutusta koko talouden näkökulmasta. Käytännössä kaikki ulkoiset muutokset, kuten energian hinnan nousu päästökaupan tai energiaverojen seurauksena tai päästöjen rajoittaminen, aiheuttavat talouden sopeutumistarpeen ja siten aiheuttavat epäsuoria kustannuksia. Keskeinen mallien viesti onkin, että kaikki taloudellista toimintaa rajoittavat seikat aiheuttavat kustannuksia. Näiden kustannusten suuruuteen vaikuttaa talouden joustavuus ja tästä voidaan malleissa tehdä erilaisia oletuksia. Taloudelliseen järjestelmään liittyvien rajoitteiden purkaminen toisaalta vähentää kustannuksia. Top-down-mallien tulokset raportoidaan yleensä bruttokansantuotteen erona (%) suhteessa vertailuskenaarioon. Tämä voidaan muuttaa myös eroksi vuosittaisessa BKT:n kasvussa.

Koska talouden oletetaan tasapainomalleissa olevan myös lähtötilassaan tasapainossa, mallit eivät oleta toimintatapojen muutosten voivan tuoda suoria hyötyjä (päästöjen väheneminen ja kustannusten aleneminen samanaikaisesti), jotka bottom-up-malleissa ovat merkittävässä roolissa. Top-down-mallit eivät

---

<sup>192</sup> Tässä raportissa on kuitenkin keskitytty sellaisiin kustannustehokkuuden arviointeihin, jotka huomioivat myös itse ohjauskeinot.

myöskään huomioi oheishyötyjä ja -haittoja, joille ei ole markkinoita. Tarkastelun näkökulma on siten puhtaasti taloudellinen. Esimerkiksi ilmansaasteiden terveysvaikutukset jäävät tarkastelun ulkopuolelle. Vaikka näitä vaikutuksia on helpompi huomioida bottom-up-malleissa, on vaikutusten muuttaminen rahalliseksi haasteellista ja ne jäävät myös näissä monesti huomioimatta.

Niin sanotut hybridimallit yhdistävät edellisten lähestymistapojen vahvuuksia eli niissä energian kulutukseen ja tuotantoon liittyviä kysymyksiä on yleensä mallinnettu yksityiskohtaisesti bottom-up-mallien tapaan ja samalla koko talouden tasapaino ratkaistaan top-down-mallin pohjalta. Energian kulutuksen ja käytön teknologiat ja näiden kehitys voidaan siten huomioida tarkemmin kuin top-down-malleissa, mutta samalla tarkastellaan talouden sopeutumista hintojen ja kysynnän muutoksiin. Eri mallintamistapojen yhdistämiseen liittyy kuitenkin usein teknisiä esimerkiksi mallien ratkaisemiseen ja osa-mallien oletusten yhdenmukaistamiseen liittyviä haasteita. Toisaalta sekä top-down- että bottom-up-malleihin voidaan sisällyttää erilaisiin lähestymistapoihin perustuvia tarkasteluita teknologian kehittymisestä esimerkiksi t&k-investointien kautta.

### 4.3 Keskeisten tutkimusten erot ja menetelmävalintojen vaikutukset

Seuraavassa on käsitelty tarkemmin eräiden keskeisten talous- ja työllisyysvaikutuksia tarkastelevien tutkimusten lähestymistapoja, oletuksia sekä arvioitu erilaisten oletusten vaikutuksia tuloksiin yleisellä tasolla. Tavoitteena on havainnollistaa menetelmällisten valintojen vaikutusta yleisellä tasolla sekä tarkastella keskeisissä suomalaisissa tutkimuksissa tehtyjä menetelmävalintoja. Keskeisiä tutkimuksia ovat esimerkiksi valtiovarainministeriön julkaiseman Talouspolitiikan strategia 2007 -dokumentin taustalla olevat VATT:n laskelmat sekä kansainvälisestä näkökulmasta muun muassa Sternin raportti<sup>193</sup> ja viimeisin IPCC:n raportti<sup>194</sup>. Teemaa käsitteleviä tutkimuksia on tehty runsaasti, eikä tässä yhteydessä ole tavoitteena tehdä kattavaa kirjallisuuskatsausta.

Kokonaistaloudellisissa tarkasteluissa edellä kuvatut top-down-mallit muodostavat keskeisimmän menetelmällisen lähtökohdan. Merkittävin osa kokonaistaloudellisista tarkasteluista perustuu nykyisin yleisiin tasapainomalleihin ja näihin perustuvia tarkasteluita on tehty runsaasti. Tasapainomalleja on hyödynnetty muun muassa EU:n laskemissa arvioissa ilmastonmuutoksen ja uusiutuvan energian vaikutuksista vuoteen 2020 asti<sup>195</sup>, VATT:n laskelmissa<sup>196</sup> sekä Sternin ja

---

<sup>193</sup> Stern et al. 2006.

<sup>194</sup> IPCC 2007. Luvut 3 ja 11.

<sup>195</sup> EC 2008. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT - ANNEX TO THE IMPACT ASSESSMENT Package of Implementation measures for the EU's objectives on climate change and renewable energy for 2020.

<sup>196</sup> Honkatukia 2007.

IPCC:n raporteissa. VATT:n selvitystä lukuun ottamatta edellä mainitut raportit hyödyntävät tasapainomallien tukena kuitenkin myös yksityiskohtaisempia sektori-kohtaisia tarkasteluja. Nämä perustuvat erilaisiin bottom-up-tyyppisiin malleihin.

Muita suomalaisia kokonaistaloudellisia tarkasteluita on tehnyt muun muassa ETLA<sup>197</sup>. Kyseisessä selvityksessä on tarkasteltu suhteellisen lyhyen aikavälin (vuoteen 2012 asti) kehitystä. Mallissa on tarkasteltu energian tuotantoa muun muassa polttoainevalintojen näkökulmasta, mutta energian kulutus perustuu tuotannon suhteellisen yleiseen tarkasteluun, jolloin mallinnus on tehtävä suhteellisen yleisillä panosten ja tuotosten suhdetta ja kuluttajien valintoja kuvaavilla yhtälöillä.

Aikaisemmista tutkimuksista VATT:n 2000-luvun alussa tekemät tarkastelut<sup>198</sup> perustuvat suhteellisen yksinkertaiseen hybridimalliin, jossa energian tuotanto ja kulutus on mallinnettu VTT-Energian alun perin tekemän mallin avulla ja kansantalouden tarkastelu perustuu valtionvarainministeriössä kehitettyyn kokonaistaloudelliseen malliin.

Edellä mainittujen lisäksi on tehty useita taloudellisten vaikutusten tarkasteluita, joissa talousvaikutuksia ei kuitenkaan ole tarkasteltu koko kansantalouden tasolla. Esimerkiksi Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen PTT:n EK:n toimeksiannosta tekemät arviot päästökaupan laajentamisen kustannusvaikutuksesta teollisuudelle<sup>199</sup> eivät julkaistujen tietojen mukaan perustu kattaviin taloudellisiin malleihin. Laskelmissa on tarkasteltu suoria kustannusten lisäyksiä sektoreittain pohjautuen siihen oletukseen, että päästöoikeudet jouduttaisiin kaikki ostamaan huutokaupalla. Lähestymistapa ei siten huomioi sopeutumistoimia, sopeutumiseen liittyvää mahdollista tukea tai mahdollisesti ilmaiseksi jaettavia päästöoikeuksia, vaan antaa kustannusvaikutuksille karkean ylärajan.

Työllisyyden tarkastelut perustuvat monesti yleisillä tasapainomalleilla ja muilla top-down-malleilla tehtyihin yleisiin taloudellisiin analyyseihin. Työllisyys on tällöin ensinnäkin riippuvaista talouden ja tuottavuuden yleisestä kehityksestä. Lisäksi talouden rakenteelliset muutokset vaikuttavat sektorikohtaiseen työllisyyteen ja aiheuttavat sopeutumistarpeita työmarkkinoilla.

Toisaalta monet erityisesti työllisyysvaikutuksiin keskittyvät selvitykset perustuvat yhden sektorin tarkasteluun kerrallaan. Tarkastelussa ei tällöin ole huomioitu vaikutuksia muiden sektoreiden työpaikkojen vähenemiseen tai lisääntymiseen tai eri sektoreiden välisiä vuorovaikutuksia. Taloutta ei siten tarkastella kokonai-

---

<sup>197</sup> Esim. Rantala ja Suni 2007.

<sup>198</sup> Katso esim. Kemppi et al. 2001.

<sup>199</sup> EK 2008, PTT:n tuore laskelma: Uudesta päästökaupasta 5–10 miljardin lisälasku teollisuudelle, 12.3.2008, [http://www.ek.fi/www/fi/ilmasto/index.php?we\\_objectID=7459](http://www.ek.fi/www/fi/ilmasto/index.php?we_objectID=7459).

suutena. Tässä lähestymistavassa voidaan kuitenkin koko talouden tarkasteluja yksityiskohtaisemmin ottaa huomioon suorat sektorikohtaiset vaikutukset, ja niitä voidaan verrata bottom-up-malleihin. Kansainvälisistä selvityksistä esimerkiksi ETUCin (The European Trade Union Confederation) eräiden yhteistyökumppanien kanssa tekemät selvitykset<sup>200</sup> työllisyysvaikutuksista perustuvat sektori-kohtaiseen tarkasteluun.

Kun tarkastellaan yleisesti mallintamistapoihin liittyvien valintojen vaikutuksia tuloksiin, voidaan ensinnäkin havaita, että yleiset tasapainomallit jättävät huomioimatta esimerkiksi energian säästöön liittyvät toimet, jotka ovat taloudellisesti kannattavia. Nämä edustavat bottom-up-malleissa tyypillisesti 10–20 % vähennystä CO<sub>2</sub>-päästöissä.

Yleisten tasapainomallien toinen keskeinen rajoite liittyy teknologian kehityksen huomioimiseen, sillä teknologian kehittyminen joudutaan huomioimaan suhteellisen yleisellä tasolla tuotantofunktion muutoksena. Esimerkiksi ruotsalaisen, eri tutkimusten lähestymistapoja ja tuloksia vertailevan selvityksen tulokset osoittavat<sup>201</sup>, että teknologian kehityksen huomioimisella mallien sisällä on huomattava vaikutus arvioituihin kustannuksiin. Arvioidut kustannukset yleensä alenevat, mikäli mallin sisällä huomioidaan t&k-panostukset ja kustannusten ja muiden kannustimien vaikutukset näihin panostuksiin (induced technology change). Myös teknologian kehittämisen spill over -vaikutusten sekä sektoreiden välisen teknologian siirtymisen oletaminen alentavat yleensä arvioituja kustannuksia.

Vaikka top-down-malleihin, esimerkiksi tasapainomalleihin, sisältyy rajoitteita, voidaan tämän mallityypin sisällä siis tehdä erilaisia oletuksia teknologian kehityksestä ja monista muista ilmastomuutoksen torjunnan kustannuksiin vaikuttavista asioista. Esimerkiksi Sternin raportissa on arvioitu erilaisten kustannuksiin vaikuttavien oletusten merkitystä tarkastelemalla oletusten vaikutuksia useissa aikaisemmin julkaistuissa tutkimuksissa<sup>202</sup>. Analyysi toimii yhteenvedona erilaisten oletusten vaikutuksesta globaaleihin ilmastomuutoksen torjunnan kustannuksiin. Tulokset on esitelty taulukossa 14. Luvut osoittavat, että kun "worst case" -oletuksilla maailman BKT:n oletetaan laskevan 3,4 % verrattuna vertailuskenaarioon, kustannuksia leikkaavia oletuksia lisäämällä BKT:n muutos onkin positiivinen. Keskeisiä kustannustasoon vaikuttava oletuksia ovat esimerkiksi verotuksen rakenteiden muuttaminen ilmastomuutoksen torjunnan kannalta kannustavaksi, uuden teknologian kehittäminen ja hyödyntäminen reaktiona lisääntyviin kustannuksiin ja teknologian kehittämisen kannustimiin, muiden kuin ilmastohyötyjen huomioiminen ja kansainvälisten mekanismien (CDM) hyödyntäminen. Myös muut tutkimukset korostavat esimerkiksi kansainvälisten mekanismien ja muiden joustomekanismien merkitystä.

---

<sup>200</sup> ETUC 2007 <http://www.etuc.org/a/3676>

<sup>201</sup> Söderholm 2007, s. 48–49.

<sup>202</sup> Stern et al. 2006. Luku 10.

Mikään Sternin raportin taustalla olevista malleista ei sisällä kaikkia taulukossa esitettyjä oletuksia, joten näiden yhteisvaikutuksen voidaan olettaa olevan jonkin verran pienempi kuin mitä taulukossa on esitetty. Kuitenkin tulokset havainnollistavat hyvin oletusten vaikutuksien suuruusluokkaa. On myös huomattava, että Sternin raportin tulosten taustalla olevat mallit antavat mallien rakenteista ja muista kuin taulukossa 14 esitetyistä oletuksista johtuen lähtökohtaisestikin varsin erilaisen kuvan ilmastomuutoksen torjumisen kustannuksista. Eri mallien tuottamat arviot samalla päästöjen vähenemällä voivat vaihdella esimerkiksi 5 % BKT:n vähenemästä 4 % nousuun. Tuloksiin siis sisältyy merkittäviä epävarmuuksia.

**Taulukko 14** Yhteenveto eri mallien oletusten keskimääräisestä vaikutuksesta maailman BKT:hen vuonna 2030 rajoitettaessa päästöt tasolle 450 ppm CO<sub>2</sub> (noin 500–550 ppm CO<sub>2</sub>-ekv.).<sup>203</sup>

Oletukset	Vaikutus prosenttiyksikköä	Ero referenssi-skenaarioon %
Worst case -oletukset		-3,4 %
Ilmasto- ja energiaverojen käyttäminen ilmastomyönteisen toiminnan kannustamiseen ja verotuksen rakenteen muuttamiseksi ilmastomyönteiseksi	+1,9	
Yleisen tasapainomallin soveltaminen (eri sektoreita ja mm. työvoimareserviä karkeammin mallintavien ekonometristen tai kasvumallien sijaan)	+1,5	
Teknologian kehittymisen reagoiminen kannustimiin (induced technology change)	+1,3	
Muut kuin ilmastohyödyt (esim. ilmansaasteet)	+1,0	
Kansainväliset mekanismit (CDM ja JI)	+0,7	
Backstop teknologia (riittävän korkealla energian hinnalla "rajattomasti" saatavissa oleva päästötön energia, kuten tuuli-, aalto- tai aurinkoenergia)	+0,6	
Ilmastohyödyt (haittojen välttäminen)	+0,2	
Oletukset yhteensä	+7,3	
Best case -oletukset		+3,9 %

Kun tarkastellaan esimerkiksi Talouspolitiikan strategia 2007 -dokumentin taustalla olevia laskelmia, voidaan ensinnäkin huomata, että laskelmat perustuvat kahdella erilaisella yleisellä tasapainomallilla tehtyihin tarkasteluihin. Näiden suurin ero on siinä, että toinen malleista on staattinen ja siinä tarkastellaan vain tasapainotilaa vuonna 2025 kun toinen malleista on dynaaminen ja sillä on tarkasteltu myös kehityspolkuja ja ohjauskeinojen erilaisen kehittymisen vaikutuksia. VATT:n arvioiden perustuminen vain yleisiin tasapainomalleihin jättää huomitta taloudellisesti kannattavat energian säästöön yms. liittyvät toimen-

<sup>203</sup> Stern et al. 2006. Luku 10 s. 243.

piteet. Toinen keskeinen seuraus yleisten tasapainomallien hyödyntämisestä on teknologian kehittymisen rajoittunut huomioiminen. VATT:n tuloksia kuvaavasta muistiosta ei suoraan käy ilmi, miten teknologian kehittyminen ja siirtymismahdollisuudet uusiin vaihtoehtoihin teknologioihin on huomioitu, eikä vaikutusten suuruutta tuloksiin voida siten arvioida.

Keskeisistä kustannuksia alentavista oletuksista on VATT:n selvityksessä huomioitu kansainväliset mekanismit ja myös VATT:n tulokset osoittavat, että näiden vaikutus on kustannusten kannalta hyvin keskeinen. Yleisesti voidaan sanoa, että ohjauskeinojen pitäisi mahdollistaa joustavuus kahdella tavalla: 1) siinä, miten vähennyksiä tavoitellaan (sekä teknologiset ratkaisut että eri kasvihuonekaasut) sekä 2) siinä, missä vähennykset toteutetaan (maantieteellisesti).

Yleisenä johtopäätöksenä edellä esitetystä voidaan esittää, että bottom-up-mallit huomioivat tarkimmin teknologian kehityksen ja sitä kautta syntyvät mahdollisuudet päästöjen vähentämiseen. Osaltaan jo olemassa olevan teknologian soveltaminen on myös taloudellisesti kannattavaa. Bottom-up-mallit jättävät kuitenkin huomioimatta monia talouden sopeutumisen kustannuksia, jotka ovat keskeisessä roolissa top-down-malleissa. Näissä toisaalta tuotantoa ja kulutusta joudutaan yleensä mallintamaan suhteellisen yleisellä tasolla, jolloin muun muassa teknologian kehitys ja kulutustottumusten muutosten mallintaminen jää suhteellisen yleiselle tasolle. Malleissa myös yleisesti oletetaan talouden olevan lähtötilanteessa tasapainossa, jolloin taloudellisesti kannattavat investoinnit kasvihuonekaasupäästöjä vähentävään teknologiaan jäävät huomiotta. Hybridimallit pyrkivät yhdistämään molempien mallintamistapojen vahvuudet, mutta samalla mallien rakenne muuttuu monimutkaisemmaksi ja koko mallintamistyö haastavammaksi.

Yleisesti voidaan myös todeta, että monet taloudelliset mallit jättävät huomiotta mekanismeja, joilla kasvihuonekaasupäästöjen alentamisen kustannuksia voidaan alentaa. Tämä selittää osaltaan tutkimusten tuottaman kuvan ilmastomuutoksen torjumisen kalleudesta. Kokonaisvaltaisella ilmastopolitiikalla vaikutus voidaan kääntää tulosten mukaan jopa talouden kasvun kannalta positiiviseksi.

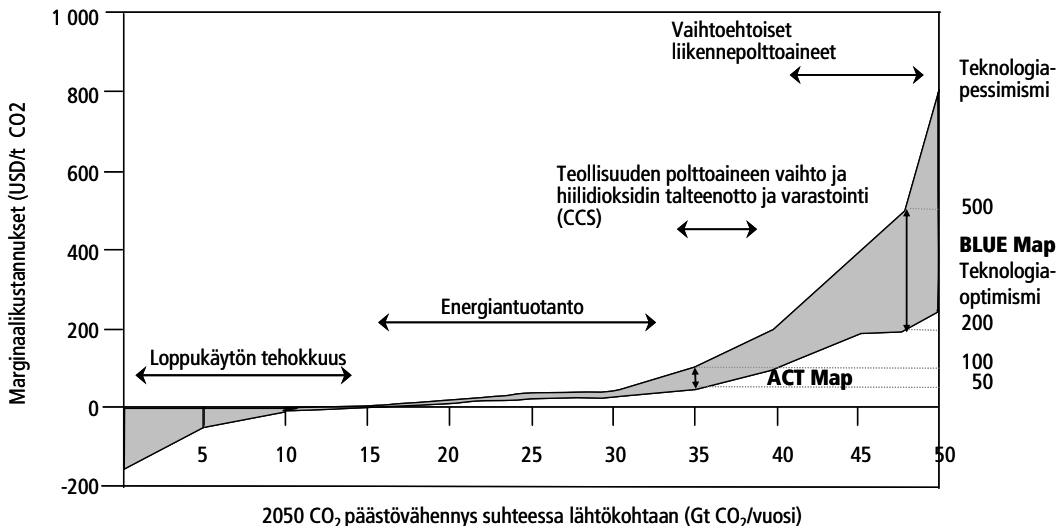
## 5 YHTEENVETO SEKÄ JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän selvityksen tavoitteena on ollut kartoittaa muissa maissa käytössä olevia tai suunniteltuja ilmastopoliittisia ohjauskeinoja sekä selvittää, mitä tietoa on olemassa niiden kustannustehokkuudesta ja oheisvaikutuksista. Pyrkimyksenä on ollut tunnistaa Suomen kannalta mielenkiintoisia, potentiaalisesti kustannustehokkaita ohjauskeinoja, joiden avulla voitaisiin merkittävästi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä seuraavien vuosikymmenien aikana. Lisäksi raportissa on tarkasteltu ilmastopoliitiikan talous- ja työllisyysvaikutuksien arvioinneissa käytetyt menetelmät. Raportissa esitetyt tiedot perustuvat olemassa oleviin tutkimuksiin, eikä tätä selvitystä varten ole tuotettu uutta tutkimustietoa.

### Yleistä ohjauskeinojen kustannustehokkuudesta

Selvityksessä on pystytty tunnistamaan joitain selkeästi edullisia ohjauskeinoja. Edullisimmat ohjauskeinot kohdistuvat erityisesti energiansäästöön ja maa- ja metsätalouteen. Vastaavasti energiantuotantoon sekä liikenteeseen liittyvät ohjauskeinot ovat usein kalliimpia. Eri sektoreille kohdistuvien ohjauskeinojen kustannukset korreloivat siten vahvasti kasvihuonekaasupäästöjen alentamisen marginaalikustannusten kanssa (ks. kuva 8).

**Kuva 8** Kasvihuonekaasupäästöjen alentamisen marginaalikustannukset eri sektoreilla.



**BLUE Map** - skenaario edellyttää uusien ja laajavaikutteisten politiikkatoimenpiteiden välitöntä toteuttamista energiasektorilla. Teknologioiden kustannukset voivat olla nelinkertaiset Act Map -skenaarioon verrattuna.

**ACT Map** -skenaario edellyttää monipuolisten teknologioiden käyttöönottoa. Täysin kaupallistettuina näiden teknologioiden marginaalikustannus voi olla 32€ per t CO<sub>2</sub>.

Lähde: IEA 2008, Energy Technology Perspectives.

Merkittävää on havaita, että vaikka joidenkin ohjauskeinojen kustannustehokkuus saattaa lyhyellä tähtämällä näyttää heikolta, voidaan niiden avulla saada huomattavia hyötyjä pidemmällä aikavälillä. Esimerkiksi uuden teknologian kehitykseen kannustavat ohjauskeinot ovat tarpeen, jotta päästövähennyksiä saadaan syntymään myös tulevaisuudessa. Lisäksi on huomattava, että usein edullisimmat ohjauskeinot varmistavat kehittyneimmän teknologian käyttöönoton, mutta niiden avulla ei välttämättä kannusteta uusien, pitkällä aikavälillä usein tehokkaampien teknologioiden kehittämistä.

## **Tehokkaiksi arvioituja ohjauskeinoja ja suosituksia**

Tässä raportissa on arvioitu useita Suomen kannalta mielenkiintoisia ilmasto- ja poliittisia ohjauskeinoja, joista osa on eri sektoreita poikkileikkaavia ohjauskeinoja ja osa puolestaan tietyille sektorille kohdistuvia ohjauskeinoja. Seuraavassa on nostettu esille selvityksen tulosten perusteella kiinnostaviksi havaittuja ohjauskeinoja, joiden avulla muissa maissa on saatu merkittävästi vähennettyä kasvihuonekaasupäästöjä ja joiden hyödyntämistä Suomessa tulisi harkita.

### ***Poikkileikkaavat ohjauskeinot***

#### *Havainnot*

Energia-, polttoaine- sekä hiilidioksidiverojen kustannustehokkuudesta oli tässä selvityksessä tarkastelluissa tutkimuksissa ristiriitaisia näkemyksiä. Selvitysten perusteella verojen vahvuus on siinä, että niiden avulla pystytään hillitsemään energiankulutusta laajasti eri sektoreilla; toisaalta ne eivät huomioi eri sektoreiden erityispiirteitä. Yleistä verojen käyttöä huomattavasti tehokkaammaksi ohjauskeinoksi selvityksessä nousivat tarkoin kohdistetut veronkevennykset, joilla voidaan paremmin huomioida eri sektoreiden ominaispiirteet. Poikkileikkaavista ohjauskeinoista esiin nousi lisäksi julkisten hankintojen tehokkuus uusien teknologioiden ratkaisujen markkinoille tuojana.

#### *Suositukseset*

Verotusta voidaan käyttää yleisesti tukevana ohjauskeinona, mutta parempi tehokkuus saavutetaan muilla, kohdennettumilla ohjauskeinoilla. Tulevaisuudessa energia- ja polttoaineverojen muutoksia tehtäessä olisi aina arvioitava kunkin muutoksen ilmastovaikutukset huolella. Lisäksi olisi arvioitava kriittisesti nykyisten verovähennysten ja -huojennusten ilmastovaikutukset sekä tarpeet tehdä niihin muutoksia. Muista poikkileikkaavista ohjauskeinoista erityisesti ilmastokriteerien käyttöä julkisissa hankinnoissa tulisi edistää sekä järjestää hankintakilpailuja ilmastomyötäisten teknologioiden käytön edistämiseksi.

## ***Energiankulutus***

### *Havainnot*

Energiankulutuksen vähentämiseen ja tehostamiseen liittyvät ohjauskeinot ovat usein kustannustehokkaita. Useiden tutkimusten mukaan energiatehokkuuden parantamiseen kohdistuvat toimenpiteet tuovat kustannussäästöjä yleensä jo hyvin lyhyillä takaisinmaksuajoilla. Tästä huolimatta esimerkiksi kotitalouksien kyky arvioida erilaisten teknisten ratkaisujen kannattavuutta sekä tehdä usein suuriakin investointeja on rajallinen. Kohdistettu ja räätälöity neuvonta joko energiapalveluyrityksiä velvoittamalla tai esimerkiksi kunnallisten energiapalveluneuvojien avulla on monissa maissa kasvattanut kotitalouksien aktiivisuutta energiainvestointeihin.

### *Suosituksset*

Suomessa tulisi panostaa erityisesti kotitalouksien ja taloyhtiöiden energiainvestointien räätälöityyn neuvontaan. Tällä tavoin kotitaloudet ja taloyhtiöt saisivat täsmällistä tietoa, mikä tekninen ratkaisu sopisi juuri kyseiseen kohteeseen parhaiten ja mitä mahdollisia taloudellisia tukia investointeihin voisi saada. Tämän lisäksi korjausrakentamista voitaisiin vauhdittaa porrastamalla rakennuksen kiinteistövero sen energiatehokkuuden mukaan. Uudisrakennusten osalta rakennusmääräyksiin perustuva normiohjaus on puolestaan erittäin tehokas tapa. Tällöin on suotavaa, että tulevista normien kiristyksistä kerrotaan hyvissä ajoin, jolloin alan toimijoilla on mahdollisuudet ryhtyä toimenpiteisiin riittävän ajoissa.

## ***Energiantuotanto***

### *Havainnot*

Kasvihuonekaasupäästöttömän energiantuotannon lisääminen edellyttää useimmiten kalliimpia ohjauskeinoja kuin energiankulutuksen vähentämiseen ja tehostamiseen tähtäävät ohjauskeinot. Uusiutuvia energialähteitä on edistetty Euroopassa lähinnä syöttötariffeilla ja vihreillä sertifikaateilla, joista syöttötariffeja käytetään nykyisin laajemmin. Selvitysten perusteella vaikuttaa siltä, että vaikka syöttötariffit voivat olla lyhyellä tähtämellä kallis ohjauskeino, niiden avulla on saatu merkittävästi uutta uusiutuviin energialähteisiin perustuvaa tuotantokapasiteettia markkinoille. Samalla on pystytty edistämään uusien teknologioiden markkinoillepääsyä sekä vauhditettu teknologian kehitystä ja alan teollisuuden syntyä niissä maissa, joissa syöttötariffit ovat olleet laajasti käytössä.

### *Suosituksset*

Uusiutuvan energian edistämiseksi nykyistä voimallisemmin Suomeen soveltuisi todennäköisesti parhaiten syöttötariffimalli, jossa uusiutuvan energian tuottajalle maksettaisiin teknologiakohtainen preemio markkinahinnan päälle. Preemion olisi vähennyttävä ajan myötä, mikä kannustaisi paremman ja kustannustehok-

kaamman teknologian jatkuvaan kehittämiseen. Mikäli syöttötariffijärjestelmä saadaan koskemaan kaikkia uusiutuviin energialähteisiin perustuvia sähköntuotantotapoja (poislukien suurvesivoima), voitaisiin investointituet kohdistaa uusiutuvilla energialähteillä tuotettuun lämpöön sekä erityisesti uuden teknologian demonstrointiin ja kaupallistamiseen.

## ***Liikenne***

### *Havainnot*

Nykyteknologialla ilman huomattavia lisäkustannuksia on saavutettavissa merkittäviä päästöjen vähennyksiä, mutta niiden realisoiminen edellyttää taloudellista ohjausta. Ohjausvaikutusta voidaan tehostaa pitemmän ajan vero-ohjelmalla, joka auttaa kuluttajia ennakoimaan ohjauksen voimistumisen. Lento- ja laivaliikenteen päästöjen vähentämisessä keskeinen vaikuttaminen tapahtuu EU:ssa ja alan kansainvälisissä organisaatioissa.

Ajoneuvo- ja polttoaineteknologia kehittyvät edelleen, mutta päästöjen todellinen vähentäminen tulee edellyttämään elinkaarivaikutusten huomioon ottamista ja pidemmällä aikavälillä puhtaita energiantuotantoratkaisuja, jotta päästöjä ei vain siirretä paikasta toiseen. Teknologia ei yksin riitä kääntämään liikenteen päästöjä riittävälle päästötasolle. Jos liikenteen päästöjä aiotaan vähentää merkittävästi, on kaupunkiseutujen liikenteen kehityksessä saatava aikaan muutoksia.

### *Suosituksset*

Suomessa tulisi panostaa ajoneuvojen verotuksen ohjausvaikutuksen lisäämiseen ja nykyistä voimakkaampaan pienikokoisten ja vähän hiilidioksidia päästävien ajoneuvojen suosimiseen. Asteittaisella ohjauksen voimistamisella tulisi antaa kuluttajille nykyistä selvempi viesti kehityksen suunnasta ja ohjata valintoja tehokkaammin. Ajoneuvoverotuksen lisäksi liikenteen taloudellista ohjausta tulisi tarkastella kokonaisuutena ja ottaen ilmastopoliittiset tavoitteet huomioon. Ajoneuvojen ja polttoaineiden verotuksen lisäksi tulisi tarkastella muun muassa investointipolitiikkaa, pysäköintimaksuja, joukkoliikenteen rahoitusta ja tariffipolitiikkaa, työsuhdeautoiluun liittyviä taloudellisia ohjauskeinoja.

## ***Yhdyskuntarakenne***

### *Havainnot*

Suomalaiset kaupunkiseudut ovat eurooppalaisiin kaupunkiseutuihin verrattuna hajanaisia. Hajanaisuus vaikeuttaa palveluiden saavutettavuutta, heikentää joukkoliikenteen, pyöräilyn ja jalankulun asemaa sekä johtaa liikkumisen kasvuun. Ylikunnallinen suunnittelu on käynnistynyt, mutta ratkaisut tehdään edelleen kunnissa, vaikka toiminnallisesti olisi järkevämpää tarkastella seutuja

kokonaisuutena. Maankäytön, palveluiden ja liikenteen suunnittelun yhteistyössä on parantamisen varaa. Suunnitteluohjaus ja taloudellinen ohjaus eivät muodosta toisiaan tukevaa kokonaisuutta. Tavoitteet ja nykykehitys ovat ristiriidassa keskenään. Liikkumisen ohjauksessa Suomi on selvästi jäljessä edistyneimpiä eurooppalaisia maita.

#### *Suosituks*

Valtion tulisi tukea kaupunkiseutuja kehittämällä suunnitteluprosesseja ja taloudellista ohjausta siten, että ilmastopoliittika integroidaan osaksi liikennepoliittikkaa, vaikutetaan maankäytön suunnitteluun, palveluiden sijoittumiseen ja joukkoliikenteen tehokkuuteen. Valtion ja kuntien tulisi selkeyttää ilmastopoliittista vastuutaan.

Ilmastonäkökulma tulisi integroida selvästi osaksi

1. investointeja sekä joukkoliikenteen verkostojen rahoitusta
2. pysäköinnin, tienkäytön ja julkisen liikenteen maksupoliittikkaa
3. ajoneuvojen ja polttoaineen verotusta
4. liikenteen, pysäköinnin, ja verkostojen käytön sääntöjä,
5. liikenteen ja maankäytön yhteen sovitettua suunnittelua ja hyödyntää liikkumisen ohjausta keinona vähentää liikennetarvetta.

### ***Maa- ja metsätalous***

#### *Havainnot*

Maa- ja metsätaloussektorin ohjauskeinoja ei vielä monesti lasketa edes osaksi ilmastopoliittikkaa, vaikka niiden vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin ovat huomattavia. Sektorin ohjauskeinot ovat usein myös suhteellisen edullisia muiden sektoreiden ohjauskeinoin verrattuna. Ohjauskeinoista niin päästövähennyspotentiaalin kuin hinnan suhteen nousee maa- ja metsätaloussektorilla parhaimpina esiin kaksi kokonaisuutta: taloudelliset tuet eloperäisten maiden (multa- ja turvemaat) ottamiseksi nurmikasviviljelyyn (nurmi, ruoho, ruokohelpi) sekä normiohjaus, jolla rajoitetaan tai kokonaan kielletään metsien, ja erityisesti turvemaiden, raivaaminen viljelysmaaksi.

#### *Suosituks*

Eloperäisten maiden nurmikasviviljelyä pitäisi Suomessa joko tukea tai sitten se pitäisi nykyisten tukijärjestelmien puitteissa tehdä huomattavasti houkuttelevammaksi kuin muut vaihtoehdot. Myös metsien raivaus viljelysmaaksi tulisi kieltää, erityisesti eloperäisillä mailla.

## ***Jätteet***

### *Havainnot*

Jättesektorilla tieto eri ohjauseinojen kustannuksista ja kustannustehokkuudesta löytyi niukalti. Yleisesti ottaen lisätietoa tarvittaisiin esimerkiksi siitä, miten jätteiden synnyn ehkäisyyn pystytään tehokkaimmin vaikuttamaan ja kuinka yhteiskunnan materiaalitehokkuutta pystytään parantamaan. Jätteiden synnyn ehkäiseminen on myös tehokasta ilmastopolitiikkaa. Jätteiden käsittelyn osalta biohajoavan jätteen kaatopaikkasijoittamisen rajoittaminen sekä kaatopaikka-kaasujen talteenotto ja hyödyntäminen ovat keskeisiä ilmastotoimia.

### *Suositukseset*

Nykyistä jätepolitiikkaa tulisi tehostaa siten, että materiaalikäyttö tehostuu ja jätteiden synty vähenee. Suomen kannalta olisi myös tärkeää rajoittaa biohajoavan jätteen kaatopaikkasijoittamista sekä edistää laajemmin biokaasun tuotantoa biohajoavista jätteistä.

## **Talous- ja työllisyysvaikutusten tutkimusmenetelmistä**

Selvityksen osana tarkasteltiin myös ilmastopolitiikan talous- ja työllisyysvaikutusten arvioinneissa käytettyjä menetelmiä sekä menetelmällisten valintojen vaikutuksia arviointien lopputulokseen. Talous- ja työllisyysvaikutusten arvioinneissa käytettävät menetelmät voidaan jakaa pääasiassa kahteen tyyppiin top-down-malleihin ja bottom-up-malleihin. Bottom-up-mallien vahvuutena on se, että ne huomioivat tarkimmin teknologian kehityksen ja sitä kautta syntyvät mahdollisuudet päästöjen vähentämiseen. Ne kuitenkin jättävät huomioimatta monia talouden sopeutumisen kustannuksia, joiden kuvaaminen on puolestaan top-down-mallien vahvuus. Top-down-mallien heikkoutena on puolestaan teknologian kehittymisen ja kulutustottumusten muutosten heikko huomioiminen. Maleissa myös yleisesti oletetaan talouden olevan lähtötilanteessa tasapainossa, jolloin taloudellisesti kannattavat investoinnit kasvihuonekaasupäästöjä vähentävään teknologiaan jäävät huomiotta. Top-down- ja bottom-up-mallien yhdistelmissä, niin sanotuissa hybridimalleissa, on pyritty yhdistämään kumpienkin mallien vahvuudet, mutta samalla mallit muuttuvat entistä monimutkaisemmiksi ja haastavammiksi toteuttaa.

Valittujen menetelmien vaikutus talous- ja työllisyysvaikutusten arviointien tuloksiin voi olla huomattava. Eri mallien tuottamat arviot samalla päästöjen vähenemällä voivat vaihdella esimerkiksi 5 % BKT:n vähenemästä 4 % nousuun. Tuloksiin siis sisältyy merkittäviä epävarmuuksia. Yleisesti ottaen monet taloudelliset mallit jättävät myös huomiotta mekanismeja, joilla kasvihuonekaasupäästöjen alentamisen kustannuksia voidaan alentaa. Tämä selittää osaltaan tutkimusten tuottaman kuvan ilmastomuutoksen torjumisen kalleudesta. Koko-

naisvaltaisella ilmastopolitiikalla vaikutus voidaan kääntää tulosten mukaan jopa talouden kasvun kannalta positiiviseksi.

Suomessa ilmastomuutoksen talous- ja työllisyysvaikutuksia on pääosin tarkasteltu top-down -lähestymistapaan perustuvilla tasapainomalleilla. Tulevaisuudessa olisi suotavaa, että tarkasteluja kehitettäisiin siten, että niissä voitaisiin huomioida myös bottom-up-mallien parhaat puolet. Näiden hybridimallien, jossa voitaisiin huomioida tasapainoisesti sekä ilmastomuutoksen torjunnan kustannukset että hyödyt kattavasti, kehittäminen vaatii merkittäviä resursseja. On kuitenkin huomattava, että ilman tällaisia laajempia malleja, ilmastopoliittinen päätöksenteko perustuu varsin suppeaan tarkastelunäkökuuluun.

### **Ohjauskeinojen oheisvaikutuksista**

Tässä selvityksessä nousee selvästi esiin se, että ilmastopoliittisilla ohjauskeinoilla on niiden aiheuttamien kustannusten lisäksi useita oheishyötyjä. Mitä monipuolisemmin oheishyötyjä pystytään huomioimaan ja yhteismitallistamaan, sitä kannattavammaksi ilmastopoliittiset ohjauskeinot osoittautuvat. Jo pelkästään suorien rahallisten kustannusten ja hyötyjen kattava arviointi tekee monista ohjauskeinoista hyvinkin kustannustehokkaita. Tämä näkyy esimerkiksi DEFRA:n laskelmissa, joissa on monipuolisesti arvioitu Ison-Britannian ilmastopoliittisia ohjauskeinoja.

Kattavia ja monipuolisia arvioita ohjauskeinojen kustannustehokkuudesta ja oheishyödyistä löytyi tämän selvityksen puitteissa kuitenkin suhteellisen vähän. Ohjauskeinojen oheishyötyjä koskevat arviot ovat pääasiallisesti laadullisia kuvauksia eikä niitä ole yhteismitallistettu. Kustannustehokkuudesta tietoa on enemmän, mutta valitettavan usein niissäkin kustannuksia on arvioitu suppeasti – esimerkiksi vain julkiselle sektorille aiheutuvia kustannuksia.

### **Jatkotutkimustarpeista**

Tässä raportissa esitetyt tulokset eri ohjauskeinojen kustannustehokkuudesta perustuvat ulkomailla tehtyihin selvityksiin sekä muiden maiden kokemuksiin siitä, minkälaisia kustannuksia eri ohjauskeinoista syntyy. Nämä tulokset eivät ole suoraan siirrettävissä Suomeen. Jotta Suomessa pystyttäisiin luomaan kokonaisnäkemyksen kustannustehokkaasta ilmastopoliittisten ohjauskeinojen kokonaisuudesta, tarvitaan lisää tutkimusta ja tarkempaa tietoa siitä, mikä on kunkin ohjauskeinojen ja ilmastopoliittisen toimenpiteen kustannustehokkuus sekä potentiaalinen vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin juuri Suomessa sekä siitä, minkälaisia yhteisvaikutuksia eri ohjauskeinoilla on. Yhtä lailla pitkän aikavälin vaikutuksia kustannusvaikutuksiin pitäisi selvittää.

Tällä hetkellä ohjauskeinojen kustannustehokkuutta arvioivien tutkimusten kirjo on hyvin laaja, eivätkä tulokset useimmiten ole vertailukelpoisia. Lisäksi varsin usein kustannuksia käsitellään hyvin suppeasta näkökulmasta. Ohjauskeinojen kustannustehokkuuteen liittyvissä tutkimuksissa tulisikin pyrkiä entistä monipuolisempaan ja laajempaan tarkasteluun, jossa otetaan huomioon kattavasti eri toimijoille aiheutuvia kustannuksia ja hyötyjä sekä myös oheisvaikutuksia. Lisäksi tulisi ottaa huomioon eri aikajänteiden vaikutus esimerkiksi teknologian kehittyessä tai yhteiskunnan sopeutuessa. Näin kattavan lähestymistavan toteuttaminen edellyttää, että tutkimustyölle on varattu tarpeeksi resursseja.

Selvityksessä myös ilmeni useita mielenkiintoisia ohjauskeinoja, joiden tehokkuutta ja soveltamista Suomeen pitäisi tutkia tarkemmin. Näitä ovat esimerkiksi:

- Energiapalveluntarjoajien velvoittaminen asiakkaidensa energiansäästön edistämiseen,
- Uudisrakennusten velvoittaminen uusiutuvien energialähteiden käyttöön tai primäärienergiankäytön rajoitukset,
- Maankäytön ohjauksen kehittäminen ilmastopoliittisten tavoitteiden edistämiseen,
- Vähäpäästöisten metsänhoito- ja viljelymenetelmien edistäminen,
- Luomutuotannon edistäminen, sekä
- Materiaalitehokkuutta edistävien mittareiden kehittäminen ja luonnonvarojen käytön vähentämiseen kohdistuvat ohjauskeinot.

# LÄHTEET

- AID EE, Active Implementation of the proposed Directive on Energy Efficiency -project (2007a): Overall impacts assessment of current energy efficiency policies and potential "good practice" policies within the framework of the AID – EE project. Project executed within the framework of the Energy Intelligence for Europe program.
- AID EE, Active Implementation of the proposed Directive on Energy Efficiency -project (2007b): Success and failure in energy efficiency policies. Ex-post evaluation of 20 instruments to improve energy efficiency across Europe. Report prepared within the framework of the AID-EE project. Project executed within the framework of the Energy Intelligence for Europe program.
- AID EE, Active Implementation of the proposed Directive on Energy Efficiency -project (2007c): Evaluation of BELOK within the framework of AID EE project. Project executed within the framework of the Energy Intelligence for Europe program.
- Annema, J-A & Franke, J (2008): Current Dutch debate on CO<sub>2</sub> emission reduction in road freight transport. International Transport Forum Transport and Energy: The Challenge of Climate Change 28.5.2008 Leipzig.
- Atterbrand, A.-S., Jorde, B., Kasin, O., Krag, T., Silferberg, B., Skur, J. & Stenvall, M. (2005): The Nordic Council of Ministers 2005. Mobility Management in the Nordic Countries. TemaNord 2005:539. 87s.
- Bionova (2008): Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen kustannustehokas vähentäminen, Raportti 26.4.2008, Bionova Engineering, Maa- ja metsätalousministeriö.
- Boeing Company (2008): Environment report
- Bonnafoos, A. (2008): Changing behaviour in Passenger Transport with a view to tackle the challenge of climate change. Workshop 2 International Transport Forum Transport and Energy: The Challenge of Climate Change 28.5.2008 Leipzig.
- Bruvoll, A. & Larsen, B. (2002): Greenhouse gas emissions in Norway. Do carbon taxes work? Discussion Papers No. 337, December 2002. Statistics Norway, Research Department.
- BUSTRIIP-projekti (2008):  
<http://www.bustrip-project.net/> 6.7.2008  
<http://www.bustrip-project.net/documents/turkuprloppuraportti.pdf> 6.7.2008
- Cazzola, P. (2008): Forecast for Motor Vehicle and Oil Demand to 2030 and 2050. Towards a Global Approach to Automotive Fuel Economy- 2008. Symposium 15-5-16-5 2008, Paris.
- CEMT/CS/ENV (2006/1): Review of CO<sub>2</sub> Abatement Policies for the Transport Sector. European Conference of Ministers of Transport, Committee of Deputies, Group on Transport and the Environment, 5.1.2006.
- Clausecker, M. (2008): The Rail Industries Contribution to sustainable Mobility. Copenhagen 24.6.2008
- Dahlbo H., Petäjä, J., Jouttijärvi, T., Melanen, M., Tanskanen, J-H., Koskela, S. & Pylkkö, T. (2000): Jätesektorin mahdollisuudet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi, Suomen ympäristökeskuksen moniste 197, Helsinki 2000

- DEFRA, Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK (2006): Synthesis of Climate Change Policy Evaluations.
- DEFRA, Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK (2007a): Synthesis of Climate Change Policy Appraisals.
- DEFRA, Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK (2007b): Waste Strategy for England 2007. Luettavissa:  
<http://www.defra.gov.uk/environment/waste/strategy/strategy07/pdf/waste07-strategy.pdf>
- Department for Transport, UK (2005): Guidance on the assessment of travel plans. 28 December 2005.
- Diekmann, J. (2008): Economic Analysis and Evaluation of the Effects of the Renewable Energy Act. Study on behalf of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Germany. Summary.
- Donner, J. & Kauhanen, K. (2008): LIIPALTO-raportti. Ramboll Oy 2008.
- Economic Policy Committee EPC (2007): Economic instruments to reach energy and climate change targets. ECFIN.
- EEA (2006a): Transport and environment: facing dilemma. TERM 2005: indicators tracking transport and environment in the European Union. Report 3 European Environment Agency, Copenhagen ISSN 1725-9177.
- EEA (2006b): Urban sprawl in Europe, The ignored Challenge. EEA Report No 10/2006.  
[http://reports.eea.europa.eu/eea\\_report\\_2006\\_10/en/eea\\_report\\_10\\_2006.pdf](http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2006_10/en/eea_report_10_2006.pdf)
- EEA (2007): Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2007. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA (2008a): Climate for a transport change. TERM 2007: indicators tracking transport and environment in the European Union. Report 1 European Environment Agency, Copenhagen ISSN 1725-9177.
- EEA (2008b): Success stories within the road transport sector on reducing greenhouse gas emission and producing ancillary benefits. Technical report 2. European Environment Agency, Copenhagen ISSN 1725-2237.
- Energimyndigheten (2006): Ekonomiska styrmedel i energisektorn. En utvärdering av dess effekter på koldioxidutsläppen från 1990. ER 2006:06
- Enkvist, P-A., Naucler, T. & Riese, J. (2008): What countries can do about cutting carbon emissions. The McKinsey Quarterly.
- Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Germany (2004): The main features of the Act on granting priority to renewable energy sources (Renewable Energy Sources Act) of 21 July 2004. Public Relations Division
- Goodwin, P (2008): Policy Incentives to Change Behaviour in Passenger Transport International Transport Forum Transport and Energy: The Challenge of Climate Change 28.5.2008 Leipzig.
- Göteborgs stad Trafikkontoret (2008a): Nya vägvanor  
<http://www.nyavagvanor.se/> 11.7.2008.
- Göteborgs stad Trafikkontoret (2008b): Trafik för livet.  
<http://www.trafikforlivet.nu/> 11.7.2008.

- ICLEI (2003): Eco-Procurement, the Path to a Cleaner Marketplace. Results of the RELIEF research project, funded by EU DG Research.
- IEA (2008): Energy Technology Perspectives – Scenarios and Strategies to 2050 (2006). International Energy Agency
- IPCC (2007): 4<sup>th</sup> Assessment Report. Working Group III Report "Mitigation of Climate Change".
- ITF (2008a): Strategies for Reducing CO<sub>2</sub> Emissions in the Transportation Sector. Board of Academic Advisers to the Federal Minister of Transport, Building and urban Affairs. International Transport Forum Transport and Energy: The Challenge of Climate Change 28.5.2008 Leipzig.
- ITF (2008b): Research, industry & stakeholder 'day workshops, Conclusions and key findings. International Transport Forum Transport and Energy: The Challenge of Climate Change 28.5.2008 Leipzig
- Jongman, M. (2006): Pricing Policy in the Netherlands. Esitelmä liikenne- ja viestintäministeriössä 28.4.2006.
- Kalenoja, H., Vihanti, K., Voltti, V., Korhonen, A. & Karasmaa, N. (2008): Liikennetarpeen arviointi maankäytön suunnittelussa. Suomen ympäristö 27/2008. Edita Prima Oy, Helsinki 2008. www-sivut: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=89856&lan=fi>. 19.9.2008.
- Kauppa- ja teollisuusministeriö (2006): Liikenteen biopolttoaineen tuotannon ja käytön edistäminen Suomessa: työryhmän mietintö. KTM julkaisu 11/2006.
- Kemppi, H., Perrels, A. & Lehtilä, A. (2001): Suomen kansallisen ilmasto-ohjelman taloudelliset vaikutukset. VATT tutkimuksia 75.
- Kiiskilä, K., Koskinen, L. & Vähä-Rahka, M. (2002): Liikkumisen ohjaus ja sen soveltamismahdollisuudet Tampereen seudulla, Tampereen teknillinen korkeakoulu, liikenne- ja kuljetustekniikka, Tutkimuksia 46. <http://www.kulku.info/kuljesuomessa/liikkumisenohjaus.shtml>
- Kouvolan seudun kuntayhtymä (2006): BUSTRIP Kouvola Region, Finland 2007 <http://www.kouvolaregion.fi/fi/maankaytto/bustrip>
- Kramer, H. & Posch, K-H. (2007): EPOMM European State-of-the Art Mobility Management. ECOMM 2007, Lund. Luentokalvot.
- Litman, T. (2005): Efficient vehicles versus efficient transportation. Comparing transportation energy conservation strategies. Transport Policy 12(2005) 121–129
- Ludewig, J. (2008): European railway sector: getting greener. Copenhagen 24.6.2008
- Lund, P. (2007): Effectiveness of policy measures in transforming the energy system. Energy Policy 35, p. 627–639.
- METKA-hanke (2008): Metropolialueelle kestävä aluerakenne-raportti, METKA-hanke 2007–2008.
- McKinnon, A. (2008): The Potential of Economic Incentives to Reduce CO<sub>2</sub> Emissions from Goods Transport International Transport Forum Transport and Energy: The Challenge of Climate Change 28.5.2008 Leipzig

- McKinsey & Company (2007a): Reducing U.S. Greenhouse Gas Emissions: How much at what cost?, U.S. Greenhouse Gas Abatement Mapping Initiative, Executive Report, December 2007.
- McKinsey & Company (2007b): Costs and Potentials of Greenhouse Gas Abatement in Germany, A report by McKinsey & Company on behalf of "BDI initiativ - Business for Climate"
- Mobil Zentral (2008): Mobil Zentral Internet sivut.  
<http://www.mobilzentral.at> 11.7.2008
- Mulder, A. (2008): Do economic instruments matter? Wind turbine investments in the EU(15). Preprint submitted to Energy Economics 19 February 2008. Department of Financial Management, RSM Erasmus University, Netherlands.
- Nissinen, A. & Seppälä, J. (2008): Tuotteiden ilmastovaikutuksista kerovat merkit. Selvitys Vanhasen II hallituksen tulevaisuusselontekoa varten. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 11/2008.
- Perkins, S. (2008): Cutting transport emissions: Putting effectiveness& value for money centre stage
- International Transport Forum Transport and Energy: The Challenge of Climate Change 28.5.2008 Leipzig.
- Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (2002):  
[http://www.ytv.fi/FIN/seutu\\_tulevaisuudessa/liikennejarjestelmasuunnitelma\\_PLJ/plj\\_julkaisut/julkaisut/2002/liikkumisen\\_ohjaus\\_C2002\\_8.htm](http://www.ytv.fi/FIN/seutu_tulevaisuudessa/liikennejarjestelmasuunnitelma_PLJ/plj_julkaisut/julkaisut/2002/liikkumisen_ohjaus_C2002_8.htm) 11.7.08
- Rantala, O. & Suni, P. (2007): Kasvihuonekaasupäästöt ja EU:n päästörajoituspolitiikan taloudelliset vaikutukset vuoteen 2012. Keskusteluaiheita no. 1094. ETLA.
- REN 21 – Renewable Energy Policy Network for the 21<sup>st</sup> Century (2007) Renewables 2007. Global status report.
- Saelesminde, K. (2002): Walking and cycling track networks in Norwegian cities – Costbenefit analyses including health effects and external costs of road traffic. TØI report 2002.
- Sander, K. (2008): Climate Protection Potentials of EU Recycling Targets, Ökopool GmbH,  
<http://www.eeb.org/publication/documents/RecyclingClimateChangePotentials.pdf>
- Schreffler, E. N. (2000): State of the Practice – LIIKKUMISEN OHJAUS Monitoring and Evaluation in the United States Appendix C 1. Work Package 3, D3 Report. Institut für Stadtbauwesen RWTH Aachen, MOST Mobility Management Strategies for the Next Decades. 26 September, 2000.
- Short, J. (2008): Reducing Transport Greenhouse Gas Emissions: How much, How Fast and at What Cost? International Transport Forum Transport and Energy: The Challenge of Climate Change 28.5.2008 Leipzig.
- Small, K.A. & van Dender, K. (2008): Long Run Trends in Transport Demand, Fuel Price Elasticities and Implications of the Oil Outlook for Transport Policy. Discussion Paper n. 2007–16. December 2007 ITF, OECD.
- SMILE-projekti (2008): Sustainable Mobility Initiatives for Local Environment  
[http://www.smile-europe.org/PDF/guide\\_recommendations\\_en.pdf](http://www.smile-europe.org/PDF/guide_recommendations_en.pdf)
- Suomen ympäristökeskus (2007): Pääkaupunkiseutu onkin tiivistynyt, Suomen ympäristökeskuksen asiantuntija-artikkeli 13.3.2007.

- <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=226281&lan=fi>
- Sælensminde, K. (2002): Gang- og sykkevegnett I norske byer. Nytte- kostnadsanalyser inkludert helseeffekter og eksterne kostnader av motorisert vegtrafikk. TOI rapport 567/2002.
- Söderholm, P. (2007), Modelling the Economic Costs of Climate Policy, Luleå University of Technology, Research report 2007:14.
- Tilastokeskus (2008): Kasvihuonekaasut, www-sivut:  
[http://www.stat.fi/til/khki/2006/khki\\_2006\\_2008-04-18\\_kuv\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/khki/2006/khki_2006_2008-04-18_kuv_001_fi.html), vierailtu 3.7.2008
- UNEP United Nations Environment Programme (2007): Assessment of policy instruments for reducing greenhouse gas emissions from buildings. UNEP SBCI Sustainable Buildings & Construction Initiative. United Nations Environment Programme and Central European University.
- UNFCCC (2007): National communications, luettavissa:  
[http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_natcom/submitted\\_natcom/items/3625.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/items/3625.php)
- Vattenfall AB (2007): Vattenfall's Global Climate Impact Abatement Map.
- Vattenfall AB (2007): The Landscape of Global Abatement Opportunities up to 2030, Transport sector deep-dive. June 2007.
- Vehviläinen, I., Halonen, M., Kumpulainen, A. & Vanhanen, J. (2008): Energiatohokkuus-toimet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä. Greenpeace.
- Watkiss, P., Downing, T., Handley, C. & Butterfield, R. (2005): The impacts and costs of climate change. Final report of Modelling support for Future Actions – Benefits and Cost of Climate Change Policies and Measures project funded by EU. AEA Technology Environment & Stockholm Environment Institute.
- Ympäristöministeriö (2004): Kansallinen strategia biohajoavan jätteen kaatopaikkakäsittelyn vähentämisestä, ympäristöministeriö 2.12.2004. www-sivu:  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=27161&lan=fi>
- York, D. & Kushler, M. (2005): ACEEE's 3<sup>rd</sup> National Scorecard on Utility and Public Benefits Energy Efficiency Programs: A National Review and Update of State-Level Activity. Report No U054. American Council for an Energy Efficient Economy.
- YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (2008): Liikennejärjestelmätason keinot ilmastonmuutoksen hillinnässä – esiselvitys, luonnos 19.9.2008.
- YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (2007): Pääkaupunkiseudun ilmastostrategia 2030. YTV:n julkaisu 24/2007. Alkuperäinen julkaisu: Towards an Urban Renaissance. Urban Task Force 1999. Painoprisma Oy, Helsinki 2007. ISSN 1796-6965. ISBN 978-951-798-660-1 (nid.). ISBN 978-951-798-661-8 (pdf).
- YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (2005): Liikennejärjestelmän kannalta hyvä yhdyskuntarakenne ja maankäyttö, kirjallisuusselvitys maankäytön ja liikenteen vuorovaikutuksesta. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2005:11. Helsinki 2005. www-sivu:  
[http://www.ytv.fi/NR/rdonlyres/0DBC8FF7-F0CB-4994-85F6-7178801A1C34/0/maankaytto\\_B2005\\_11.pdf](http://www.ytv.fi/NR/rdonlyres/0DBC8FF7-F0CB-4994-85F6-7178801A1C34/0/maankaytto_B2005_11.pdf). 19.9.2008.
- Öko-Institut e.V. (2008): Ilmastonmuutoksen hillinnän ohjauskeinojen tietokanta,  
<http://www.oeko.de/service/pam/index.php>

## LIITE 1

### ***DEFRAn kattava analyysi ilmastopoliittisten ohjauskeinojen hyödyistä ja haitoista***

DEFRAn (Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK) vuosina 2006–2007 laatimien selvitysten<sup>204</sup> lähtökohtana on ollut arvioida kasvihuonekaasupäästöjen vähennystoimien tuottamia kustannuksia ja hyötyjä. Tämä on tehty laskemalla politiikkatoimien aiheuttamien hyötyjen, kustannusten ja muiden kuin kasvihuonekaasupäästöihin liittyvien oheisvaikutusten rahallinen arvo<sup>205</sup> ja suhteuttamalla tämä odotettuun kasvihuonekaasupäästön vähenemään. Siten tavoitteena on ollut arvioida myös kaikkia muita kuin kasvihuonekaasuihin liittyviä hyötyjä ja haittoja rahallisesti. Oheishyödyistä kuitenkin ainoastaan ilman laadun parannusten tuottamat terveyshyödyt on kyetty arvioimaan rahallisesti.

Arvioitaessa kustannuksia ja vaikutuksia politiikkatoimet on oletettu määräaikaisiksi kattaen aina viiden vuoden politiikkajakson. Olennaista on, että tarkastelussa hyödyt on huomioitu myös politiikkatoimien päättymisen jälkeen vuoteen 2020 asti. Tarkastellut politiikkatoimet on esitelty sektoreittain jäljempänä tässä raportissa.

Selvityksessä on myös tarkastelu hyötyjen ja kustannusten jakautumista kolmelle sektorille:

- Julkisen sektorin kustannukset tulojen (verot ja maksut) jälkeen
- Yritysten jatkuvat ja kertaluontoiset kustannukset huomioiden julkiset tuet ja maksut ilman kuluttajahintojen muuttumista.
- Kuluttajien kustannukset huomioiden tuotteiden hintojen muutokset sekä verot ja maksut. Lisäksi kasvihuonekaasupäästöjen ja ilmanlaadun muutosten tuottamat hyödyt on allokoitu kuluttajille.

Taloudellisten kustannusten arvioiminen sisältää muutokset yritysten voitoissa sekä kuluttajien varallisuudessa. Yleisesti tarkastelu rajoittuu ohjauskeinojen ja toimien suoriin kohteisiin, eikä seurannaisvaikutuksia eri toimijoihin tarkastella koko talouden tasolla. Kustannuksista on huomioitu vain suorat kustannukset. Vaihtoehtoiskustannukset esimerkiksi siitä, että investoinnit olisi suunnattu johonkin vaihtoehtoiseen taloudellisesti tuottavampaan kohteeseen, ovat vaikeita arvioida ja ne on siten jätetty huomioimatta.

---

<sup>204</sup> Defra, Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK, 2006, 2007a.

<sup>205</sup> Rahalliset arvot on diskontattu nykypäivän arvoon, mutta tässä käytettyä korkotasoa ei ole yhteenvetoraportissa esitetty.

Kokonaistarkastelussa sektoreiden väliset siirrot, kuten verot ja tuet, on jätetty huomiotta. Lisäksi esimerkiksi yritysten kustannusten noususta 50–100 % oletetaan siirtyvän kuluttajahintoihin, jolloin yrityksille aiheutuvat suorat kustannukset välittyvät suurelta osin kuluttajien lisääntyneiksi kustannuksiksi.

### ***UNEPin arvio rakennusten kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen ohjauskeinoista***

Myös UNEPin (United Nations Environment Programme) vuonna 2007 julkaiseman tutkimuksen<sup>206</sup> tavoitteena on tarkastella yhteiskunnallisia kustannuksia kokonaisuudessaan. Koska selvityksen lähteinä käytetyissä alkuperäisissä tutkimuksissa tavoitteena oli arvioida energian säästöä, ei tietoja kasvihuonekaasupäästöjen vähenemästä tai energian säästön tuottamista hyödyistä ollut valmiiksi saatavilla. Siten nämä arvioitiin erikseen hankkeen puitteissa. Energian säästö on ensinnäkin muutettu päästöjen vähenemäksi maakohtaisilla päästökertoimilla. Toiseksi energian käytön vähenemisen tuoma säästö on arvioitu käyttämällä maakohtaisia energian hintoja.

Kustannustehokkuuden laskennassa energian säästön kautta saavutetut kustannussäästöt on vähennetty toimenpiteiden aiheuttamista kustannuksista ja suhteutettu saavutettuun kasvihuonekaasupäästöjen vähennykseen. Siten laskelmissa on huomioitu investointi- ja pääomakustannukset, ohjauskeinojen implementoinnin kustannukset sekä suorasta energian säästöstä aiheutuvat hyödyt. Kaikkien politiikkatoimien osalta ei ole tarkkaa tietoa sisällytetyistä kustannuksista. Pyrkimyksenä on kuitenkin ollut mahdollisimman hyvä vertailukelpoisuus kaikkien vertailtujen politiikkatoimien osalta. Kaikki rahalliset arvot on (milloin mahdollista) muutettu vuoden 2000 arvoon<sup>207</sup>. Tarkastelussa on huomioitu ainoastaan hiilidioksidipäästöt, eikä muita kasvihuonekaasuja.

### ***AID-EE-casetutkimukset ohjauskeinojen kustannuksista julkiselle sektorille***

AID-EE-hankkeen (Active Implementation of the proposed Directive on Energy Efficiency) tutkimuksen<sup>208</sup> osana arvioitiin 20:n energiatehokkuuteen liittyvän ohjauskeinojen kustannustehokkuutta. Hankkeen lähtökohtana on ollut arvioida energian säästön kustannustehokkuutta (€/GJ). Tavoitteena on ollut arvioida kustannuksia julkisen sektorin, käyttäjien, yhteiskunnan ja muiden tahojen näkökulmasta. Käytännössä hankkeessa ei kuitenkaan ole onnistuttu keräämään tietoa muista kuin julkisen sektorin suorista kustannuksista. Siten kustannustehokkuutta on arvioitu ainoastaan julkisen sektorin näkökulmasta.

---

<sup>206</sup> UNEP, United Nations Environment Programme 2007.

<sup>207</sup> Käytetty korkotaso ei selviä tutkimuksesta.

<sup>208</sup> AID EE, Active Implementation of the proposed Directive on Energy Efficiency 2007, 2007b, 2007c.

Kustannustehokkuus on arvioitu jakamalla julkisen sektorin (government) kokonaiskustannukset saavutetulla energian säästöllä. Kustannukset kattavat kaikki julkiselle aiheutuneet kyseiseen politiikkainstrumenttiin liittyvät kustannukset.

Nämä sisältävät:

- suunnittelukustannukset,
- ohjelman kustannukset (hallinto, kampanjointi, koulutukset, jne.),
- seurannan ja arvioinnin kustannukset,
- tuet,
- valvonnan kustannukset (lainsäädännöllisissä tapauksissa), sekä
- menetetyt tulot (in case of tax exemptions / deductions).

On huomattavaa, että mikään arvioiduista politiikkatoimista ei liity energian käytön verotukseen, joten missään tapauksista ei ole lisääntyneitä verotuloja.

Syntyneet kustannukset on arvioitu kunkin ohjauskeinon arviointijaksolta, ja ne on diskontattu saman vuoden arvoon<sup>209</sup>. Tiedot kuvaavat pääosin toteutuneita kustannuksia, mutta osin nämä on jouduttu korvaamaan kustannusarvioilla. Kustannustehokkuuden laskemiseksi kokonaiskustannukset on jaettu ohjauskeinon tuottamalla energiansäästöillä.

Koska tulokset kattavat vain julkisen sektorin kustannukset, on niistä vedettävä johtopäätöksiä varoen. Tehokkuuserot kuvaavat pitkälti ohjauskeinon luonnetta ja esimerkiksi sääntelyinstrumentit kuten rakennusmääräykset ovat luonnostaa tuki-instrumentteja halvempia.

---

<sup>209</sup> Myöskään tässä tapauksessa diskonttauksessa käytettyä korkotasoa ei ole ilmoitettu.





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



441

697

Painotuote

ISBN 978-952-5631-91-3



9 789525 631913

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

ISBN 978-952-5631-91-3 (nid)  
ISBN 978-952-5631-92-0 (pdf)  
ISSN 0782-6028