

Honkatukia, Juha

**Working Paper**

## Kotimaisen päästökaupan kokonaistaloudelliset vaikutukset Suomessa

ETLA Discussion Papers, No. 718

**Provided in Cooperation with:**

The Research Institute of the Finnish Economy (ETLA), Helsinki

*Suggested Citation:* Honkatukia, Juha (2000) : Kotimaisen päästökaupan kokonaistaloudelliset vaikutukset Suomessa, ETLA Discussion Papers, No. 718, The Research Institute of the Finnish Economy (ETLA), Helsinki

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/63727>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# ETLA

**ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS**

THE RESEARCH INSTITUTE OF THE FINNISH ECONOMY  
Lönnrotinkatu 4 B 00120 Helsinki Finland Tel. 358-9-609 900  
Telefax 358-9-601 753 World Wide Web: <http://www.etla.fi/>

## **Keskusteluaiheita – Discussion papers**

No. 718

Juha Honkatukia

**KOTIMAISEN PÄÄSTÖKAUPAN  
KOKONAISTALOUDELLISET VAIKUTUKSET  
SUOMESSA**

**HONKATUKIA, Juha, KOTIMAISEN PÄÄSTÖKAUPAN KOKONAISTALOUDEL-  
LISET VAIKUTUKSET SUOMESSA.** Helsinki: ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The  
Research Institute of the Finnish Economy, 2000, 37 s. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers,  
ISSN 0781-6847; No. 718).

**TIIVISTELMÄ:** Kioton pöytäkirjassa YK:n ilmastopöytäkirjaan määritellään Euroopan unio-  
nille kasvihuonepäästöjen tavoitteeksi kahdeksan prosentin vähennys vuoteen 1990 verrattuna.  
Euroopan unionin sisäisessä taakanjaossa Suomelle sovittu kaavailtu kasvihuonepäästöjen ta-  
voite on nollakasvu vuoteen 1990 verrattuna.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan kotimaista päästökauppaa osana ilmastopoliittikkaa. Tutki-  
muksessa arvioidaan kokonaistaloudellisen laskentamallin avulla erilaisin perustein toteutetun  
päästökaupan vaikutuksia Suomessa. Tarkastellut toteutusvaihtoehdot on valittu muissa Poh-  
joismaissa valittujen tai suunniteltujen kotimaisen päästökaupan toteutustapojen mukaisesti.  
Keskeisenä tavoitteena on selvittää päästöoikeuksien joko perintömenettelyn tai huutokaupan  
avulla toteutetun alkujaon ja päästökaupan laajuuden vaikutuksia Kioton sopimuksen mukaisen  
päästöjen rajoittamisen toteuttamiskustannuksiin.

Tutkimuksen perusteella kotimainen päästökauppa pienentää aina päästöjen rajoittamisesta ai-  
heutuvia kustannuksia ja hyvinvointitappioita perintömenettelyn avulla toteutetun päästökaup-  
pienentämisen alkujaon yhteydessä verrattuna tilanteeseen ilman päästökauppaa. Huutokauppaan pe-  
rustuvan päästökaupan yhteydessä hyvinvointitappio sen sijaan pienenee päästökaupan ansiosta  
vain niissä tapauksissa, joissa kansantuotteen laskukin pienenee. Suomen toimiessa muista  
maista riippumatta tällainen tapaus olisi sähkön- ja lämmöntuotannon käsittävä päästökauppa.  
Samanaikaisesti muiden maiden kanssa toteutettuna kotimainen päästökauppa ei yleensä paran-  
na sen enempää kuluttajien hyvinvointia kuin kansantuotettakaan.

**HONKATUKIA, Juha, KOTIMAISEN PÄÄSTÖKAUPAN KOKONAISTALOUDEL-  
LISET VAIKUTUKSET SUOMESSA.** Helsinki: ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The  
Research Institute of the Finnish Economy, 2000, 37 p. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers,  
ISSN 0781-6847; No. 718).

**ABSTRACT:** The Kyoto Protocol sets the target for emissions of green house gas emissions  
for the European union at 92 per cent of 1990 levels. The targets for individual member coun-  
tries are set in an EU agreement on burden sharing. The Finnish emissions target is the 1990  
level of emissions.

This study examines the use of domestic emissions trading as part of green house gas abatement  
policy in Finland. A computable general equilibrium model is used to evaluate various emis-  
sions trading schemes. The schemes follow recent proposals from other Nordic countries and  
differ both in the allocation of emission quotas, as well as the number of industries that are enti-  
tled to participate in trading. The aim of the study is to evaluate the effects of emission trading  
based on either auctioned or grandfathered emission permits on the costs of Finnish abatement  
policies, when overall CO<sub>2</sub>-emissions are restricted to 1990 level.

The study finds that emissions trading reduces the costs and welfare losses always, if quotas are  
allocated by grandfathering to all sectors of the economy. If quotas are allocated by auctions,  
domestic emissions trading reduces losses only in very few cases but can increase them in many  
others. Positive effects may occur if Finland were to introduce abatement policies independently  
of other countries, but not if Finland acts in concert with other countries.

## Esipuhe

Tässä tutkimuksessa arvioidaan kotimaisen päästökaupan toteutusvaihtoehtojen toteuttamisesta aiheutuvia vaikutuksia kokonaistaloudellisen tasapainomallin avulla tehdyillä laskelmilla. Laskelmissa tarkastellaan Kioton pöytäkirjan mukaisen hiilidioksidipäästötavoitteen toteuttamisesta siten, että osa tavoitteesta toteutettaisiin kotimaisen päästökaupan avulla. Tutkimuksessa arvioidaan päästökaupan laajuuden ja sen pohjana käytettyjen menettelyjen vaikutusta päästötavoitteen toteuttamiskustannuksiin.

Tutkimuksen on ETLAlta tilannut Kauppa- ja teollisuusministeriön energiasosasto. Tutkimuksen valvojana on tilaajan puolesta toiminut ylitarkastaja Pekka Mäkelä. ETLAn puolelta tutkimuksesta on vastannut tutkimusohjaaja Juha Honkatukia. Tutkimukseen ovat myös osallistuneet Johanna Alatalo ja Pekka Sulamaa.

Kiitän lämpimästi Pekka Mäkelää tutkimuksen rakentavasta kommentoinnista.

Helsingissä kesäkuussa 2000

Juha Honkatukia

# Sisällysluettelo

Esipuhe

Yhteenveto

1	JOHDANTO	1
2	TALOUDELLISET OHJAUSKEINOT	2
	2.1 Päästöverot	2
	2.2 Päästökauppa	3
	2.3 Hintakilpailukyvyn vaikutus	5
	2.4 Ehdotuksia päästökaupan toteuttamiseksi	5
3	ARVIOITA PÄÄSTÖKAUPAN KUSTANNUSVAIKUTUKSISTA SUOMESSA	7
	3.1 Laskentamallin rakenteesta	7
	3.2 Laskentamallin taustaoletuksista	10
	3.3 Arvioidut päästökaupan vaihtoehdot	10
	3.3.1 Alkuvarantojen jakoperuste	11
	3.3.2 Alkujaon toteutustapa	12
	3.3.3 Päästökaupan laajuus	12
	3.3.4 Muiden maiden toimien vaikutus	13
	3.4 Kokonaistaloudelliset vaikutukset	14
	3.4.1 Päästötaso ja päästölupien hinta	14
	3.4.2 Vaikutukset kulutuskysyntään, työllisyyteen ja hyvinvointiin	18
	3.4.3 Vaikutukset vientiin ja kansantuotteeseen	20
	3.4.4 Vaikutukset kuluttajahintoihin ja palkkatasoon	21
	3.5 Vaikutukset energiantuotantoon	23
	3.5.1 Vaikutukset turpeentuotantoon	23
	3.5.2 Vaikutukset öljypolttoaineiden tuotantoon	23
	3.5.3 Vaikutukset sähkön tuotantoon	24
	3.5.4 Vaikutukset lämmöntuotantoon	25
	3.6 Vaikutukset tärkeimmillä teollisuustoimialoilla	25
	3.6.1 Vaikutukset paperiteollisuuteen	25
	3.6.2 Vaikutukset perusmetalliteollisuuteen	26
	3.6.3 Vaikutukset sähkö- ja elektroniikkateollisuuteen	27
	3.6.4 Vaikutukset liikenteeseen ja palveluihin	28
4	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	30
	4.1 Tarkastellut vaihtoehdot	30
	4.2 Tutkimuksen tulokset	31
	4.3 Kotimainen päästökauppa verrattuna Kioton mekanismeihin	33
	4.4 Johtopäätökset	33
	Lähteet	36

# 1 JOHDANTO

YK:n ilmastopimuksen tavoitteena on stabiloida kasvihuonekaasujen päästöt ilmakehään kestävä kehityksen turvaamiseksi. Ilmastopimuksen Kioton pöytäkirjassa määriteltiin ensimmäisen kerran sitovia päästötavoitteita ilmastopimuksen päämäärän toteuttamiseksi. Kioton pöytäkirjassa sovitaan ns. Annex B -maita, käytännössä 38 teollisuusmaata, sitovat, vuosien 2008-2012 aikana toteuttavat päästörajoitukset. Rajoitukset voidaan toteuttaa kotimaisin toimin ja erityisten Kioton mekanismien avulla.

Suomen päästökatto on Kioton pöytäkirjan Euroopan unionin taakanjakosopimuksen mukaisesti vuoden 1990 päästötaso. Päästöjen rajoittamiseksi tälle tasolle Suomi joutuu vähentämään päästöjään eri arvioiden mukaan noin 20-30 prosenttia tasolta, joka ilman päästötavoitteita vuosina 2008-12 saavutettaisiin. Suomen päästötavoite on siis varsin vaativa ja sen toteuttaminen edellyttää niin teknisten ratkaisujen kuin taloudellisten ohjauskeinojenkin käyttöä.

Teknisistä vaihtoehdoista Suomen käytettävissä on lähinnä energian säästäminen energiankulutuksen tehokkuutta lisäämällä. Energian tuotanto sen sijaan on jo nykyisellään hyvin tehokasta verrattuna muihin OECD-maihin, eikä sitä ole mahdollista tehostaa lisää ilman mittavia lisäinvestointeja. Energiansäästökin edellyttää kuitenkin investointeja energiateknologiaan. Lievää energiansäästöä on kulutuksen tehostamisesta saatavissa suhteellisen matalin suurin kustannuksin, mutta suurempaan säästöön vaaditaan selvästi kalliimpia toimia, joilla on selviä kokonaistaloudellisia vaikutuksia.

Päästötavoitteen toteuttamiseksi vaaditaan myös taloudellista ohjausta. Taloudellisten ohjauskeinojen käyttöä puoltaa se, että ne voivat auttaa kohdentamaan rajoitustoimet kustannustehokkaasti. Hallinnollisella säätelyllä tähän on vaikea päästä, koska tehokkaasti toimivaan säätelyyn vaadittaisiin suurta informaatiomäärää. Yhteistä taloudellisille ohjauskeinoille on se, että niissä asetetaan päästöille eksplisiittinen tai implisiittinen maksu, joka voi olla Suomen nykyisen energian lisäveron kaltainen hiilidioksidiperustainen vero tai vaikkapa Tanskan mallin mukainen, yritysten välisessä päästökaupassa syntyvä päästöluvan hinta. Päästökauppa voi olla julkisen vallan toimeenpanemaa päästöoikeuksien huutokauppa tai yritysten välistä päästökauppa tai molempia. Veron kaltaista tuottoa päästökaupasta ei välttämättä kerry, mikä voi vaikuttaa päästörajoitusten kokonaistaloudellisiin kustannuksiin muusta kotimaisesta talouspolitiikasta riippuen, mutta ei välttämättä yksittäisen yrityksen kustannustehokkaaseen päästöjen vähentämiseen.

Päästökaupan kautta syntyvät kustannussäästöt voivat olla huomattavia hallinnolliseen säätelyyn verrattuna. Tämä riippuu kuitenkin siitä, kuinka päästökaupan pohjana oleva päästökiintiöiden alkujako toteutetaan. Jos kiintiöt jaetaan hallinnollisesti, nousee kustannustehokkuuden takaavan alkujaon vaatima informaatiomäärä samaksi kuin hallinnollisessa säätelyssä. Verotukseenkin verrattuna päästökaupassa saattaa syntyä kustannussäästöjä sen kevyemmän hallinnollisen kuorman kautta. Tämä johtuu siitä, että halutun päästötason toteuttamiseksi riittää myytävien päästökiintiöiden määrän asettaminen, kun taas saman päästötason kustannustehokkaasti takaavan veron asettamiseksi vaaditaan periaatteessa yhtä paljon informaatiota kuin kustannustehokkaaseen hallinnolliseen säätelyynkin. Käytännössä veroa voidaan toki ajatella tarkistettavan aika ajoin, kun sen vaikutukset havaitaan, mutta tällainen politiikka saattaa synnyttää politiikkaepävarmuutta, jolla taas on siinänsä haitallisia vaikutuksia.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan kotimaista päästökauppa osana ilmastopolitiikkaa. Tutkimuksessa arvioidaan kokonaistaloudellisen laskentamallin avulla erilaisin perustein to-

teutetun päästökaupan vaikutuksia Suomessa. Tarkastellut toteutusvaihtoehdot on valittu muissa Pohjoismaissa valittujen tai suunniteltujen kotimaisen päästökaupan toteutustapojen mukaisesti. Vaihtoehtojen realistisuuden arvioiminen ei ole tutkimuksen keskeinen tavoite. Selvää on, että osa vaihtoehdoista on toteuttamiskelpoisia vain, jos muissa EU-maissa otettaisiin vastaavia järjestelyjä käyttöön. Vaikkei Kioton pöytäkirja nimittäin asetaakaan rajoitteita kotimaisille toimille, esimerkiksi EU:n kilpailudirektiivit voivat niin tehdä. Siksi vaihtoehdot, jotka saattaisivat samalla toimialalla toimivat yritykset eri maissa eriarvoiseen asemaan, olisivat vaikeasti toteutettavissa.

Kansallisten ohjauskeinojen vaikutukset riippuvat muun kotimaisen talouspolitiikan lisäksi myös siitä, kuinka ilmastopolitiikkaa muissa maissa toteutetaan. On mahdollista, että päästörajoitukset nostavat kotimaisten tuotteiden suhteellista vientihintaa ja aiheuttavat kotimaisen tuotannon korvautumista tuonnilla sellaisista maista, joissa rajoituskustannukset ovat pienempiä tai jotka eivät ole sitoutuneet päästörajoituksiin lainkaan. Tämä vaikutus on pienempi, jos kilpailijamaissa noudatetaan päästörajoituksia, koska tällöin vientihinnat nousevat niissäkin. Myös kotimaisen päästökaupan vaikutukset ovat riippuvaisia muiden maiden toimista tätä kautta. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan muiden maiden toimia vain suhteellisten vientihintojen ja maailmanmarkkinakysynnän kehityksestä tehtyjen oletusten avulla. Myöskään muun kotimaisen talouspolitiikan vaikutuksia ei arvioida lähemmin.

## 2 TALOUDELLISET OHJAUSKEINOT

Tässä luvussa tarkastellaan lyhyesti päästöjen rajoittamiseksi käytettävissä olevia taloudellisia ohjauskeinoja ja päästökaupan toteuttamisesta tehtyjä ehdotuksia.

### 2.1 Päästöverot

Taloudellisten ohjauskeinojen käyttöä ilmastopolitiikan välineinä puoltaa niiden suoma mahdollisuus päästöjen rajoitustoimien tehokkaaseen kohdentamiseen. Vaikka tämän tutkimuksen kiinnostuksen kohteena on päästökauppa, päästöverojakin joudutaan tarkastelemaan siitä syystä, ettei päästökauppaa liene mahdollista toteuttaa kaikilla talouden sektoreilla. Päästökaupan ja päästöverojen vaikutustavassa on lisäksi paljon samankaltaisuuksia.

Päästörajoitukset toteutetaan tehokkaasti silloin, kun rajoitustoimien rajakustannukset ovat yhtäläisiä eri päästölähteissä. Jos näin ei olisi, päästörajoitusten uudelleenkohdentamisella olisi aina mahdollista lisätä päästöjen vähennyksiä kustannusten muuttumatta. Taloudelliset ohjauskeinot mahdollistavat tehokkaan kohdentamisen luomalla insentiivejä päästöjen rajoittamiseen, mutta jättämällä toimista päättämisen taloudellisille yksiköille.

Taloudelliset ohjauskeinot vaikuttavat päästöihin asettamalla niille lisämaksun. Lisämaksu voi olla esimerkiksi hiilidioksidivero. Vero asettaa päästöille lisäkustannuksen, jota saastuttajat pyrkivät minimoimaan. Saastuttajan optimaalinen toimintatapa on pitää päästöt rajoissa, joissa päästöjen vähentämisen rajakustannus on päästöveron suuruinen. Kansallista päästötasoa voidaan siten säädellä ilman, että jouduttaisiin ottamaan kantaa yksittäisten saastuttajien päästöihin. Jos vero on sama kaikille saastuttajille, päädytään kansallisella tasolla kustannustehokkaaseen päästöjen vähentämiseen. Päästöverojen vaikutukset eroavat toki siltikin toisistaan eri toimialoilla sen mukaisesti, kuinka päästöintensiivisiä toimialat ovat. Päästöverotus mutkistuu kuitenkin, jos sillä halutaan taata tietty päästöjen tavoitetaso.

Päästöverotuksen ongelmana on halutun tavoitetason mukaisen veron määrittäminen. Jotta vero voitaisiin asettaa oikealle tasolle, olisi tunnettava rajoitustoimien kustannukset hyvin tarkasti. Tämä vaatisi valtavan tietomäärän keräämistä ja olisi luultavasti hallinnollisesti hyvin raskasta. Hallinnollisen taakan lisäksi päästöverotukseen liittyy se ongelma, etteivät päästöverojen vaikutukset ole riippumattomia muusta verotuksesta. On tunnettua, että päästöverot lisäävät muun verotuksen vääristäviä vaikutuksia. Tämä johtuu muun muassa siitä, että muut verot voimistavat päästöverojen vaikuttavuutta. Niinpä esimerkiksi Bovenberg ja Goulder (1996) osoittavat, että jos taloudessa on muita vääristäviä veroja, päästöverot tulisi asettaa alemmiksi kuin muutoin olisi optimaalista. Kun tällaisia veroja on käytössä paljon, ei päästöveron oikean tason löytäminen olisi käytännössä helppoa.

## 2.2 Päästökauppa

Päästövähennykset voidaan toteuttaa kustannustehokkaasti myös päästökaupan avulla. Kustannussäästöt perustuvat siihen, että niissä päästölähteissä, joissa rajoituskustannukset ovat korkeat, voidaan rajoitukseen vastata hankkimalla päästölupia sellaisilta luvanhaltijoilta, joiden rajoituskustannukset ovat matalampia. Kun rajoituskustannukset vaihtelevat toimialojen sisällä yrityskohtaisesti melkoisesti sekä hetkellisesti että ulkoisten olosuhteiden ja teknologian ajan mittaan muuttuessa, on selvää, että päästökaupalle saattaa olla suurikin tarve, mikäli pyrkimyksenä todella on rajoituskustannusten tasaaminen. Päästökaupassa ei kuitenkaan ole kysymys rajoitusten välttämisestä. Päästökauppaa syntyy vain, jos todellisia päästöjen vähennyksiä toteutetaan. Myyjän ei kannata pitää lupia hallussaan, jos niiden hinta on päästöjen rajoittamisen kustannuksia korkeampi, vaan rajoittaa päästöjään ja myydä näin säästyneet luvat. Jos lupien hinta alittaa rajoituskustannukset, on edullisempaa ostaa lupia ja lisätä päästöjä. Ostajankaan ei kuitenkaan kannata ostaa kalliimpia päästölupia kuin sen omat rajakustannukset päästöjen rajoittamisesta ovat. Näin osa yrityksistä joutuu vähentämään päästöjään. Tasapainossa myyjien ja ostajien rajakustannukset tasapainottuvat ja niin tekee päästöoikeuden hintakin. Päästöjen vähennykset kohdistuvat siksi kustannustehokkaasti.

Päästökauppaa verrataan usein hallinnolliseen säätelyyn, jossa päästöille asetetaan esimerkiksi yritys- tai päästölähdekohtainen katto. Vaikka katto pyrkisikin heijastamaan päästöjen rajoituskustannuksia, kustannukset voivat muuttua niin tekniikan kehittymisen kuin muidenkin syiden vuoksi. Niinpä saattaa ajan mittaan olla edullisempaa muuttaa kattoa. Tämä edellyttää kuitenkin päästölähteiden tarkkaa seuraamista ja vaatii paljon resursseja pelkästään päästö- ja kustannustietojen keräämiseen. Päästökauppa sen sijaan perustuu päästölähteiden omaan tietoon kehityksestään. Käytännössä päästöoikeuksien huutokauppa saattaa siksi olla helpommin toteutettavissa kuin hallinnollinen säätely, koska se ei edellytä suuren informaatiomäärän keräämistä. Jossain määrin päästökaupalla on sama etu myöskin päästöverotukseen nähden, vaikkakin päästöverokin luultavasti on tehokkaampi ohjauskeino kuin hallinnollinen säätely epätäydellisen informaation vallitessa.

Päästökaupassa ongelmaksi saattaa muodostua kaupankäyntiin osallisten liian suuri tai liian pieni lukumäärä. Esimerkiksi kuluttajien on tuskin realistista ajatella osallistuvan päästökauppaan, koska markkinoista tulisi hallitsemattoman suuret. Joissakin tapauksissa kuluttajia koskeva kauppa voidaan delegoida esimerkiksi jakeluportaaseen (näin voitaisiin menetellä esimerkiksi liikennepolttoaineiden kohdalla), mutta tällöin voi ongelmaksi taas muodostua joidenkin jakeluyritysten määräävä markkina-asema. Ratkaisuna päästömarkkinoiden koko-ongelmaan on ehdotettu päästökaupan rajaamista vain talouden joitakin osia koskevaksi. EU:n Vihreässä kirjassa ja muissa Pohjoismaissa kaavillaan päästökauppaa



vain joitakin toimialoja kattavana. Tällainen menettely ei periaatteessa voi johtaa tehokkuuden kannalta yhtä hyvään lopputulokseen kuin kaikki toimialat kattava päästökauppa. EU:n Vihreä kirja perustelee menettelyä sillä, että keskittymällä suurimpiin päästölähteisiin taataan päästölupien markkinoiden toimiminen. Suuri osa Euroopan päästöistä onkin peräisin vain muutamasta sadasta energiavaltaisilla toimialoilla toimivasta suuryrityksestä. EU katsoo näitä yrityksiä olevan riittävästi markkinoiden toimimisen kannalta, mutta samalla riittävän vähän informaation hallittavuuden takaamiseksi. Missä määrin päästöluopia olisi tällaisilla markkinoilla mahdollista ja kannattavaa käyttää strategisesti esimerkiksi kilpailevien yritysten markkinoillepääsyn estämiseksi riippuu ilmeisesti siitä, kuinka kalta liita luvat tulisivat olemaan.

Päästökaupan saattamiseksi alkuun on kaupankävijöiden kesken suoritettava päästöoikeuksien alkujako. Alkujako voi perustua julkisen vallan toimeenpanemaan päästöoikeuksien huutokauppaan tai perintömenettelyyn. Päästöoikeuksien huutokaupassa julkinen valta asettaa päästötavoitteen kontrolloimalla tarjolla olevien päästöoikeuksien määrää. Huutokaupassa oikeuksia on tarjolla vain se määrä, jonka julkinen valta kauppaikäyväälle toimialalle tai toimialoille päättää allokoida. Saastuttajilta edellytetään niiden valitsemaa päästömäärää vastaavan päästöoikeuden lunastamista. Saastuttajan kannalta on optimaalista valita sellainen päästötaso, jolla päästöjen rajoittamisen rajakustannukset vastaavat päästöoikeuden hintaa. Tässä menettelyssä alkujako siis määräytyy markkinoilla ja julkisen vallan osuus rajoittuu kaupankävijöiden ja heille myytävien päästöoikeuksien määräämiseen. Perintömenettelyssä alkujako sen sijaan toteutetaan hallinnollisesti: kaupankävijät saavat jonkin kriteerin perusteella valitun päästölupien alkuvarannon, minkä jälkeen päästökauppa on mahdollista.

Perintömenettelyn ongelmana huutokauppaan nähden on se, ettei alkujakoa ole helppo toteuttaa siten, että kaupankävijöiden päästörajoitusten rajakustannukset olisivat yhtäläisiä, mitä kustannustehokkuus edellyttäisi. Niinpä perintömenettely ei lähtökohtaisesti toteutakaan kustannusten tasausta, vaan siihen tarvitaan kaupankäyntiä. Perintömenettelyssä käytettäväksi jakoperusteeksi on ehdotettu esimerkiksi yritysten päästöhistoriaa. Vaikka tässä menettelyssä pyritään ottamaan huomioon päästörajoitusten kustannukset – sikäli kuin ne riippuvat päästöjen määrästä – siinä voidaan katsoa rankaistavan yrityksiä, jotka jo ovat vähentäneet päästöjään. Ennakoituun päästökohytykseen perustuvat päästöoikeuksien alkuvarannot välttävät tämän ongelman, mutta niihin liittyy ilmeisiä muita ongelmia. Sen sijaan huutokaupassa kustannusten yhtäläisyys toteutuu kaupankävijöiden välillä automaattisesti, vaikkakaan kaupankäynnin ulkopuolelle rajattuihin sektoreihin verrattuna kustannustehokkuus ei tietenkään huutokauppaan tapauksessa ulotu.

Molemmissa tapauksissa on luultavaa, että alkuperäinen alkujako ei ajan mittaan enää vastaa tarpeita vaan toimialojen suhteelliset rajoituskustannukset muuttuvat, mikä luo insentiivin kaupankäynnille riippumatta siitä, kuinka tasaisesti kustannukset alkujaossa olivat jakautuneet. Kustannustehokkuus toteutuu siis kummassakin tapauksessa päästökaupan myötä, eikä järjestelmien ero tosiasiasa piilekään kustannustehokkuudessa kaupankävijöiden kannalta. Suurempi ero lienee siinä, että huutokaupasta syntyy veroihin rinnastettavaa tuloa, jonka käytöllä voidaan vaikuttaa päästöjen rajoittamisen kokonaistaloudellisiin kustannuksiin muuttamalla muun verotuksen rakennetta päästöverotuksen (tässä tapauksessa päästölupien huutokaupan) tuotolla. Tällaisesta vaikuttamisesta on tehty Suomessakin useita tutkimuksia (Alatalo 1998, Honkatukia 1997, 1998, 1999b). Toinen tärkeä ero syntyy siitä, että jos perintömenettely toteutetaan kustannusten kannalta kovin epätasaisesti, tuottaa se itse asiassa tulonsiirtoja kaupankävijöiden välillä liian pienen kiintiön saaneiden joutuessa ostamaan lisäkiintiöitä päästömarkkinoilta ja liian suuren kiintiön saaneiden saadessa lisätuloja. Tämä ei vaikuta rajoitusten kustannustehokkuuteen täydellisen kilpailun

vallitessa (Koutstaal 1999), mikä ei tarkoita, etteikö vaikutus voisi yritystasolla olla ikäväkin. Jos päästökauppaan liittyy transaktiokustannuksia, alkuvaranto saattaa kuitenkin vaikuttaa niihin ja vähentää syntyneiden kauppojen määrää. Jos taas päästökauppaan liittyy epätäydellinen kilpailu joko päästömarkkinoilla tai lopputuotteiden markkinoilla, ei ole yleensä mahdollista esittää kovin yleisiä johtopäätöksiä tästä aiheutuvista tehokkuusvaikutuksista. Päästökauppa saattaa esimerkiksi vaikuttaa markkinarakenteeseen aiheuttamalla muutoksia yritysten lukumäärässä tai estämällä uusien yritysten markkinoillepääsyä. Kun markkinarakenne ei kuitenkaan ole alunperinkään optimaalinen epätäydellisen kilpailun vallitessa, ei ole itsestään selvää, paraneeko vai heikentyykö tehokkuus päästökaupan ansiosta. Tällaisten tilanteiden tehokkuusvaikutukset ovatkin epätäydellisen kilpailun vallitessa täysin tapauskohtaisia. Huutokauppaan perustuvassa alkujaossa näitä ongelmia ei voi syntyä, koska yritykset päättävät alkuvarannostaan huutokaupan osallisina itse.

Päästökauppaa on toisinaan ehdotettu vapaaehtoisten rajoitusten tueksi. Päästökaupalla ja vapaaehtoisilla rajoituksilla onkin luontevia yhtymäkohtia. Vaikka päästökauppaa ja vapaaehtoisia päästörajoituksia ei useinkaan rinnasteta toisiinsa, vapaaehtoiset rajoitukset vaikuttavat kuitenkin tosiasiallisesti samalla periaatteella kuin perintömenettelyyn perustuva päästökauppa. Yrityksille myönnetään tosiasiallinen oikeus tiettyyn päästökiintiöön, jonka puitteissa niihin ei kohdisteta muita ohjauskeinoja. Niinpä vapaaehtoisilla rajoituksilla on samat alkujaon ongelmat ja tehokkuushyödyt kuin perintömenettelyyn perustuvalla päästökaupalla (Böhringer ja Rutherford 1998).

### 2.3 Hintakilpailukyvyn vaikutus

Kansallisten ohjauskeinojen ohjaavuus riippuu niiden vaikutuksista suhteellisiin tuotantokustannuksiin ja suhteellisiin vientihintoihin. Tässä suhteessa päästökauppakaan ei ole poikkeus. Jos päästörajoituksia toteutetaan muista maista riippumatta, on luultavaa, että hintakilpailukyky muuttuu voimakkaastikin etenkin energiantensiivisillä toimialoilla. Se, missä määrin vientikysyntä laskee, riippuu viennin hintajousta. Jos toisaalta kilpailijamaatkin rajoittavat päästöjään, eivät suhteelliset vientihinnat muutu ainakaan yhtä voimakkaasti. Suomen tapauksessa hintakilpailukyvyn voi odottaa heikkenevän: koska energiantuotanto on jo nykyisellään erittäin tehokasta, ei päästöjen rajoittaminen ole mahdollista ilman tuntuvia lisäkustannuksia. Nämä puolestaan heikentävät suomalaisyritysten hintakilpailukykyä.

Kaikki teollisuusmaat tulevat kuitenkin kärsimään suhteessa niihin maihin, joita päästörajoitukset eivät sido. Arviot Kioton pöytäkirjan mukaisten päästörajoitusten toteuttamisen kansainvälisistä hintavaikutuksista vaihtelevat valitettavasti suuresti. Eri tutkimusten tulokset päästörajoitusten kustannuksista esimerkiksi EU-maissa asettuvat 35-1300 markan välille hiilidioksiditonnilta. On siis selvää, että Suomen hintakilpailukyvyn heikkenemiseen olennaisesti vaikuttavasta maailmanmarkkinahintojen muutoksesta ei ole vielä muodostettavissa kovin tarkkaa kuvaa. Tämän lisäksi arvioitavaksi jää vielä maailmanmarkkinakysynnän muutos. Annex B -maiden hintojen nousu ei luultavasti heikentäisi samassa suhteessa maailmanmarkkinakysyntää, vaan nämä maat saisivat vientihintojen nousun kautta syntyvästä vaihtosuhteen paranemisesta etua muuhun maailmaan nähden, joka joutuisi maksamaan tuontihyödykkeistään korkeamman hinnan.

### 2.4 Ehdotuksia päästökaupan toteuttamiseksi

Päästökauppaa ei ole toistaiseksi otettu käyttöön hiilidioksidipäästöjen vähentämisen yhteydessä missään maassa. Suunnitelmia päästökaupasta on kuitenkin tehty. Eurooppalai-

sittain näistä tärkeitä ovat Tanskan ja Norjan mallit ja EU:n Vihreän kirjan ehdotus kotimaisen ja EU:n laajuisen päästökaupan toteuttamiseksi.

Tanskan mallissa päästökauppa koskisi sähkön- ja lämmöntuottajia. Päästökaupalla olisi katettava tietty osuus sähkön ja lämmöntuotannon päästöistä. Kiintiölaki hyväksyttiin kesällä 1999 mutta sen käyttöönotosta ei ole vielä päätetty. Alustavasti päästökaupan käyttöönotto voisi tapahtua vuoden 2001 alusta.

Tanskan malli käy esimerkiksi paitsi konkreettisesta päästökaupan toteuttamisyrityksestä, myös niistä ongelmista, joita päästokiintiöiden alkujakoon liittyy. Jos jako toteutetaan alalla nykyisellään toimivien yritysten kesken, voidaan epäillä, että nämä saavat kilpailuetua uusiin tulokkaisiin nähden. Niinpä EU joutui ottamaan kantaa kiintiöiden alkujakoon kilpailuvaikutuksiin Tanskan mallissa ja asettamaan varauksen, että kiintiöinti ei saa estää uusien tuottajien alalle tuloa.

Norjan mallissa päästökauppa olisi mahdollista teollisuuden ja voimalaitosten kesken. Norjan mallin perusteluna on se, että näin voitaisiin ulottaa päästörajoitukset koskemaan energiavaltaisia toimialoja, jotka nyt niin Norjassa kuin muuallakin ovat esimerkiksi päästöverotuksen suhteen eri asemassa kuin muu talous. Tämä johtuu yhtäältä kilpailukykyistä mutta on toisaalta perusteltua ympäristönäkökohdistakin. Norjan ympäristöverokomitea korostaa useaan otteeseen sitä, ettei sikäläisen suhteellisen energiatehokkaan tuotannon päästöjen voimakas rajoittaminen vähentäisi globaaleja päästöjä, vaan johtaisi tuotannon korvautumiseen saastuttavammalla tuotannolla niissä maissa, joissa päästöjä ei rajoiteta. Perintömenettelyn avulla toteutetun päästökaupan avulla tätä ongelmaa voitaisiin lieventää sikäli, että ohjauksen kustannusvaikutus jäisi pienemmäksi kuin muiden ohjauskeinojen avulla toteutetussa päästöjen ohjauksessa. On kuitenkin huomattava, että toimiakseen halutusti tämä malli saattaa vaatia rajoitusten asettamista päästökaupalle. On huomautettu, että perintömenettely ei sinänsä takaa energiaintensiivisen teollisuuden toiminnan jatkumista – mihin Norjan malli osittain tähtää – ellei estetä toimintansa lopettaneita yrityksiä myymästä kiintiöitään.

Myös EU:n Vihreässä kirjassa päästökauppaa kaavaillaan vain joitakin sektoreita kattavana. Vihreä kirja perustelee menettelyä sillä, että keskittymällä suurimpiin päästölähteisiin taataan päästöoikeuksien markkinoiden toimiminen. Vihreä kirja jättäisi kuitenkin alkujakoon kansallisesti päätettäväksi, kun taas Euroopan unioni voisi osallistua päästökaupan piiriin kuuluvien toimialojen valintaan.

Vain joitakin sektoreita koskevaa päästökauppaa on siis perusteltu sekä päästökaupan mahdollistamalla tehokkuushyödyillä että ohjauksen tehostamisella ylipäättään. Päästökaupan avulla saadaan ohjauksen piiriin sellaisia toimialoja, jotka ovat aiemmin olleet sen ulkopuolella tai joilla esimerkiksi päästövero on ollut muita toimialoja alhaisempaa syystä tai toisesta. Koska tällaiset poikkeukset alentavat ohjauksen vaikuttavuutta ja tehokkuutta, päästökauppa saattaa lisätä kotimaisten ohjauskeinojen vaikuttavuutta huomattavastikin ja voi myöskin tehdä päästökaupan vaikutuksiltaan edullisemmaksi kuin teorian pohjalta olisi ennakoitavissa. Suomessa päästöjen vero-ohjaus ulotettiin kaikkia toimialoja koskevaksi vuoden 1995 energiaverouudistuksessa. Tästä verorakenteesta jouduttiin kuitenkin luopumaan, koska siihen liittyneen tuontisähkön lisäveron katsottiin olevan EU:n kilpailudirektiivien vastaisen. Tästä syystä vero-ohjausta tuskin voidaan enää ulottaa kaikkia toimialoja koskevaksi Suomessakaan. Siksi ohjauskeinot eivät toimi tehokkaimmalla mahdollisella tavalla nykyjärjestelmän piirissä. Selvää kuitenkin on, ettei päästökauppaa voida ulottaa kaikille talouden aloille, vaan että päästökauppaa ja muita ohjauskeinoja olisi käytettävä toisiaan täydentävästi.

### 3 ARVIOITA KOTIMAISEN PÄÄSTÖKAUPAN KUSTANNUSVAIKUTUKSISTA SUOMESSA

Tässä luvussa arvioidaan kotimaisen päästökaupan toteuttamisen vaikutuksia Suomessa. Arviot on tehty kokonaistaloudellisen laskentamallin avulla, jonka rakenne ja taustaoletukset esitellään luvun aluksi.

#### 3.1 Laskentamallin rakenteesta

Malli perustuu Honkatukian (1997, 1998, 1999b) esittämään kokonaistaloudelliseen tasapainomalliin. Mallissa talous pyrkii suuntaamaan tuotantonsa siten, että annetuilla teknologisilla ja kotimaisen ja ulkomaisen kysynnän rakenteeseen liittyvillä rajoituksilla saavutetaan mahdollisimman korkea hyödykkeiden ja vapaa-ajan kulutustaso.

Talous on jaettu 31 toimialaan. Energiantuotantoa ja polttoaineita kuvataan niistä yhdellätoista. Toimialajakoa kuvaa taulukko 1.

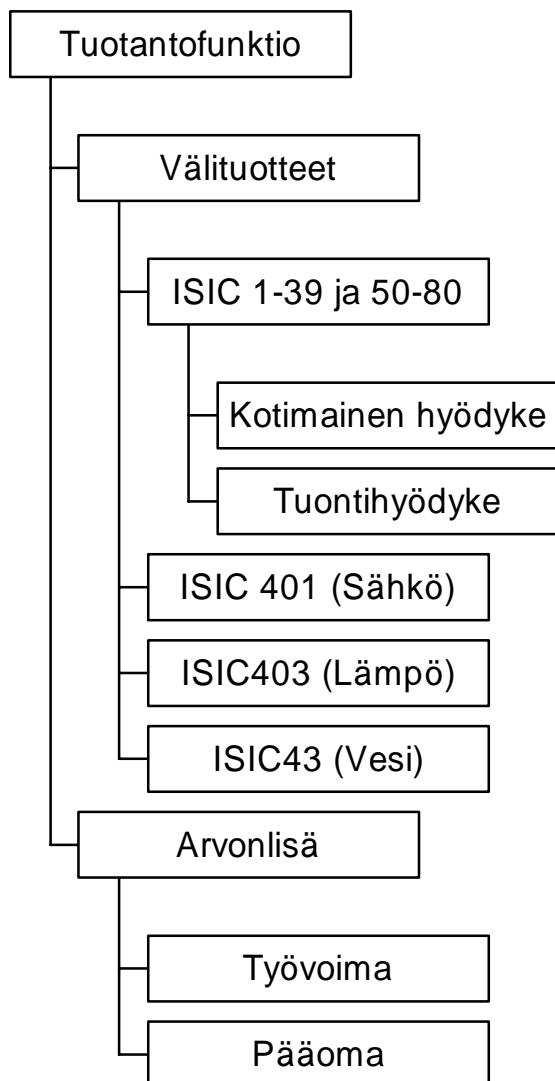
**Taulukko 1. Toimialajaottelu**

ISIC-tunnus	Toimiala
ISIC10	Maa- metsä- ja kalatalous pl. metsätalous
ISIC12	Metsätalous
ISIC20	Kaivannaistoiminta pl. muu kaivannaistoiminta
ISIC29	Muu kaivannaistoiminta
ISIC31	Elintarviketeollisuus
ISIC32	Tekstiili- ja vaatetusteollisuus
ISIC33	Huonekalu- ja puutavara-teollisuus
ISIC341	Graafinen teollisuus
ISIC342	Sellu- ja paperiteollisuus
ISIC35	Kemian teollisuus pl. öljytuotteiden jalostus
ISIC353	Öljytuotteiden jalostus pl. maakaasu
ISIC354	Maakaasu
ISIC36	Mineraalien jalostus
ISIC37	Metallin perusteollisuus
ISIC381	Kone- ja metallituoteteollisuus
ISIC383	Sähkötekninen teollisuus
ISIC384	Kulkuneuvoteollisuus
ISIC39	Muu teollisuus
ISIC401	Sähkön tuotanto ja jakelu
ISIC40111	Vesivoima
ISIC40112	Erillinen sähköntuotanto
ISIC40122	Sähkön ja lämmön jakelu
ISIC40114	Ydinvoima
ISIC403	Lämmön tuotanto
ISIC4031	Erillinen lämmöntuotanto
ISIC40113	Yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto
ISIC43	Vedenpuhdistus ja -jakelu
ISIC50	Rakentaminen
ISIC71	Liikenne
ISIC80	Yksityiset palvelusektorit
ISIC90	Julkinen tuotanto

Mallissa kukin toimiala käyttää muiden toimialojen valmistamia tuotteita ja niiden tuontivastineita oman tuotantonsa raaka-aineina ja välituotteina. Lisäksi tuotantoon käytetään pääomaa ja työvoimaa. Energian käyttöä arvioidaan mallissa polttoainesektorien (ISIC29, ISIC353 ja ISIC354) ja sähkön ja lämmön tuotantosektorien avulla (ISIC401 ja 403). Jälkimmäiset on lisäksi jaettu tuotantotavan mukaan alaluokkiin. Sähkön- ja lämmöntuotantoa lukuunottamatta tuottajien oletetaan hinnoittelevan tuotteensa markkinalähtöisesti.

Tuotantorakennetta havainnollistaa oheinen kuvio, joka soveltuu kaikkien talouden toimialojen kuvaukseen.

### Tuotantorakenne



Tuotantopanosten panososuudet on arvioitu vuoden 1995 panos-tuotostaulujen pohjalta. Malli kattaa fossiilisten polttoaineiden käytön vuonna 1995 ulkomaanliikenteen päästöjä lukuunottamatta.

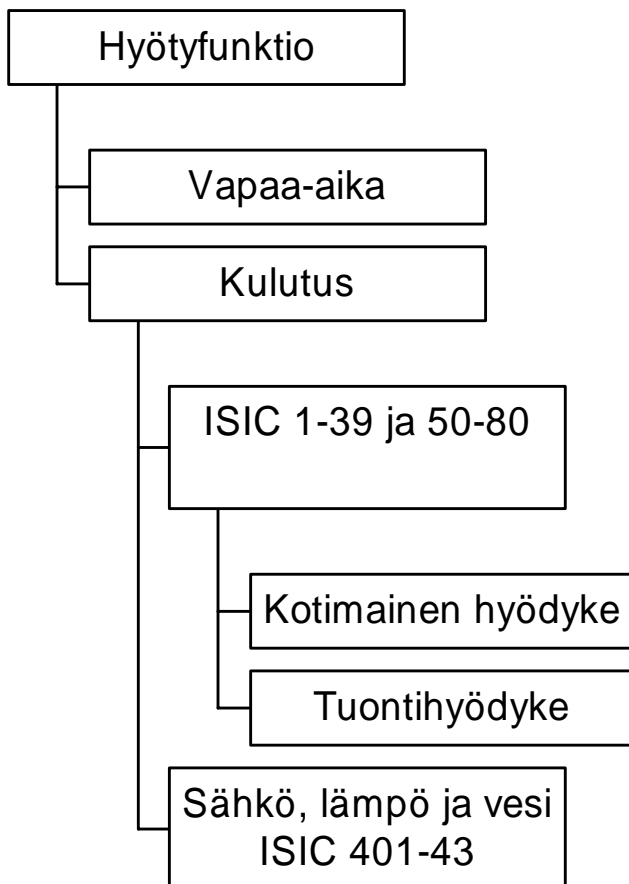
Tuotannontekijät ovat mallissa epätäydellisiä vastineita toisilleen, mutta ne ovat kuitenkin jossain määrin toisiaan korvaavia. Kotimaisten ja tuontihyödykkeiden välistä korvaavuutta

on arvioitu kansainvälisen GTAP-tilaston mukaisesti. Jaottelulla saadaan esiin sektorien väliset erot energiaintensiivisyyden suhteen (sähkön suhteen kaivannaistoiminta ja paperiteollisuus ovat intensiivisimpiä, kun taas polttoaineiden suhteen intensiivisiä ovat liikenne ja kemian teollisuus ja lämmön suhteen paperiteollisuus, kaivannaistoiminta ja yksityinen palvelusektori) ja pääoma- ja työvoimaintensiivisyyden suhteen (työvoimaintensiivisimpiä ovat julkinen sektori ja yksityinen palvelusektori).

Julkinen sektori esiintyy mallissa tuotteiden, työvoiman ja pääoman palvelujen ostajana. Julkinen sektori rahoittaa kulutuksensa keräämällä sosiaaliturvamaksuja, tuloveroja, arvonlisäveroa, sähköveroa sekä polttoaine- ja päästöveroja.

Yksityinen kulutus on mallitettu tuotantoa vastaavalla luokituksella. Kuluttajat siis käyttävät lähes kaikkien sektorien valmistamia tuotteita ja niiden tuontikilpailijoita vuoden 1995 kulutusrakenteen mukaisesti. Työllisyys määräytyy kilpailullisilla työmarkkinoilla. Mallissa ei siis esiinny työttömyyttä, vaan palkat ja työllisyys voivat kumpikin sopeutua työvoiman kysyntään. Työn tarjonnan ja kulutuksen joustoja kuvaavat hyötyfunktion parametrit noudattavat Kencin ja Perraudinin (1996) estimaatteja Suomelle. Hyvinvoinnin kuvausta selventää oheinen kuvio.

## Hyvinvointi



### 3.2 Laskentamallin taustaoletuksista

Mallissa maksimoidaan kuluttajan hyvinvointia annetulla tuotanto- ja kysyntärakenteella ja verotuksella. Malli tuottaa ratkaisuksi näihin lähtökohtiin nähden optimaalisen tuotannon tason ja kulutuksen niin eri toimialoilla kuin koko kansantaloudessakin.

Eri politiikkavaihtoehtojen vaikutuksia hyvinvointiin ja tuotantoon analysoidaan vertaamalla politiikkavaihtoehdon tuottamaa malliratkaisua perusratkaisuun, jossa politiikkaa ei muuteta. Tarkastelu ei ole dynaaminen, vaan mallissa lasketaan, missä tilanteessa talous olisi vuonna 2010 eri oletuksin ja politiikkatoimenpitein, kun lähtötilanteena on nykyhetki. Malli ottaa edellä kuvatun talouden ja sen toimijoiden rakenteen kuvauksen lisäksi lähtökohdaksi taustaoletukset vientikysynnästä eri toimialoilla, tuottavuuden kehityksestä, ja väestönkasvusta. Sen lisäksi tehdään oletuksia tarkasteltavista politiikkavaihtoehdoista.

Mallin perusratkaisussa oletetaan, että työn tuottavuus ja vientikysyntä maailmanmarkkinoilla kasvavat 2.5 prosenttia vuodessa vuoteen 2010 mennessä. Väestönkasvua ei oleteta tapahtuvan. Niinpä työvoimakin pysyy vakiona. Työllisyys sen sijaan vaihtelee työvoiman kysynnän ja tarjonnan mukaisesti.

Mallissa on otettu huomioon Lehtilän et al. (1999) raportoima energiasektorin tuottavuuskehitys. Tästä syystä myös perusratkaisussa toteutuu lievä talouden rakennemuutos. Energian tuottavuuden huomioiminen on tärkeä lisäys malliin, koska se laskee päästöjä tuotettua yksikköä kohti. Tämä ei sinänsä takaa päästöjen absoluuttista alenemista, koska tuottavuuden kasvaessa saattaa hyvinkin olla taloudellisesti kannattavaa tuottaa enemmän energiaintensiivisiä tuotteita, jos niiden tuotantoteknologia paranee.

Valtion reaalisten menojen oletetaan kasvavan 2.5 prosenttia vuodessa, mutta sen kulutuksen rakenne oletetaan vakioksi. Näin ollen julkinen sektori vaikuttaa talouteen ainoastaan päästöveron asettamalla ja päättämällä päästökaupan piiriin kuuluvista toimialoista sekä niille jaettavista päästokiintiöistä. Päästöveron on perusratkaisussa oletettu olevan nykyverotuksen mukaisesti 102 mk/hiilidioksiditonni muiden fossiilisten polttoaineiden paitsi maakaasun ja turpeen osalta, joiden vero on 51 mk ja 17 mk tonnilta. Sähkövero noudattaa sekin nykyjärjestelmää.

Päästöaineisto on peräisin Tilastokeskuksen Energiatilastosta ja energian panostuotosta. Aineisto kattaa fossiilisten polttoaineiden polttoainekäytöstä aiheutuneet päästöt. Teollisuuden prosessipäästöt on kuvattu VTT:n arvioiden perusteella. Fossiilisten polttoaineiden päästöihin ei kuitenkaan ole laskettu mukaan ulkomaanliikenteen päästöjä, nehan eivät vaikuta Suomen rajoitustavoitteeseenkaan. Päästöaineiston perusteella vuoden 1990 päästötaso olisi – lukuun ottamatta ulkomaanliikenteen päästöjä - noin 54 miljoonaa hiilidioksiditonnia ja vuoden 1995 päästötaso noin 56.2 miljoonaa tonnia. Muita kasvihuonekaasuja mallissa ei tarkastella.

### 3.3 Arvioidut päästökaupan vaihtoehdot

Mallilaskelmissa on otettu lähtökohdaksi energiaverotuksen nykytaso. Nykyisen verotason oletetaan muodostavan kaikissa vaihtoehdoissa minimiveron polttoaineille.

Päästölupien kauppa on oletettu toteuttavan siten, että päästökaupan piiriin kuuluvilla toimialoilla sijasta päästöjen rajoittamiseen käytetään päästölupia verotukseen perustuvan ohjaamisen. Päästökauppa asettaa siis polttoaineveron lisäksi lisäkustannuksen polttoaineille, joka nostaa polttoaineiden kuluttajahintoja ja johtaa siten niiden kysynnän vähene-

miseen. Päästökauppaa ei kuitenkaan voida toteuttaa siten, että verodifferentiaatio jäisi voimaan. Siksi vaihtoehtoja arvioitaessa on oletettu, että nykyverojen lisäksi maksettava päästöluvan hinta on kaikilta polttoaineilta ja kaikilla toimialoilla pelkän hiilidioksidisällön mukaan määräytyvä. Niitä toimialoja, jotka eivät kuulu päästökaupan piiriin, oletetaan ohjattavan päästöverolla. Veroa oletetaan korotettavan polttoaineiden hiilidioksidipitoisuuden perusteella sekä kaikilta päästölähteiltä että kaikilta polttoaineilta siten, että Suomelle Kioton pöytäkirjassa asetettu päästötavoite toteutuu. Koska energiaverotuksen perustason oletetaan pohjautuvan nykyjärjestelmään, eivät päästökaupan enempää kuin hiilidioksidiveronkaan ohjausvaikutukset ole aivan täydellisiä, eikä kustannustehokkuus siksi toteudu täysin edes teoriassa. Tämän oletuksen ansiosta tuloksia voidaan kuitenkin verrata nykytilanteeseen.

Päästölupien alkujakoa tarkastellaan sekä valtion toteuttamaan huutokauppaan perustuvana että perintömenettelynä. Edellisessä tapauksessa valtio valitsee ne toimialat, jotka voivat käyvä päästökauppaa, samoin kuin näille toimialoille yhteensä jaettavan päästökiintiön. Tästä kiintiöstä kauppaakäyvät toimialat voivat ostaa haluamansa päästölupien määrän markkinahintaan. Tämän vuoksi päästöluvan hinta on sama kaikilla kauppaakäyvillä toimialoilla. Valtio saa huutokaupasta tuloa, jonka se jakaa tulonsiirtoina kuluttajille. Toisessa vaihtoehdossa valtio jakaa kaupankäyntiin valittaville toimialoille päästöoikeuksien alkuvarannon korvauksetta. Toimialat voivat käydä kauppaa keskenään ja lupahinta yhtäläistyy tässäkin tapauksessa kauppaakäyvillä toimialoilla. Myyntitulon toimialat pitävät kuitenkin itse. Tämä vaikuttaa niillä toimivien yritysten hinnoitteluunkin, koska päästölupa on toimialoille omaisuuskohde, jolle asetetaan tuottovaatimus siinä kuin muullekin omaisuudelle. Päästöjen rajoittamisen tehokkuuteen tämä ei välittömästi vaikuta, koska kustannukset yhtäläistyvät kauppaakäyvillä toimialoilla. Huutokaupasta kertyy kuitenkin verotuloa, joka mahdollistaisi verotuksen vääristymiin tarttumisen ja voi sitä kautta vaikuttaa päästökaupankin kokonaistaloudellisiin kustannuksiin. Nämä vaikutukset rinnastuvat päästöverotuksen yhteydessä tutkittuihin kaksoishyötyvaikutuksiin (Honkatukia 1997, 1999b). Tässä tutkimuksessa muuhun veropolitiikkaan ei kuitenkaan oteta kantaa.

### 3.3.1 Alkuvarantojen jakoperuste

Alkuvarantojen jaon perusteena käytetään joko vuoden 1990 tai vuoden 1995 toimialoittaisia päästöjakauksia. Alkuvarannot valitaan siten, että kokonaispäästöt rajoitetaan korkeintaan vuoden 1990 tasolle. Toimialoille siis kohdennetaan joko niiden vuoden 1990 tai 1995 mukainen suhteellinen osuus kokonaispäästöistä, jotka rajoitetaan Kioton pöytäkirjan päästötavoitteen mukaiselle vuoden 1990 tasolle.

Päästöjen jakaumat vuosille 1990 ja 1995 on laskettu Tilastokeskuksen aineistoista. Jakauksien perusteella voidaan arvioida että energiantuotannon päästöt ovat vähentyneet, kun taas teollisuuden päästöt ovat kasvaneet vuosien 1990 ja 1995 välillä. Vuoden 1990 osalta on kuitenkin jouduttu arvioimaan teollisuuden oman sähkön- ja lämmöntuotannon osuus ja siirtämään se energiantuotannosta teollisuuden omiksi päästöiksi, kuten nykyinen laskentatapa on. Arviointi on tehty olettamalla teollisuuden oman voimantuotannon osuus samaksi vuonna 1990 kuin se oli vuonna 1995, jolta tieto on olemassa. Tämän lisäksi on jouduttu arvioimaan joidenkin toimialaluokituksessa tapahtuneiden muutosten vaikutusta. Tästä syystä aineisto ei vuoden 1990 päästöjen osalta ole yhtä tarkkaa kuin vuoden 1995 kohdalta. Vuoden 1995 toimialakohtainen päästöjakauma on esitetty taulukossa 2. Varsinaisissa tulostauluissa raportoidaan se, kumpaa vuotta on käytetty alkujaon perusteena sarakkeessa ”Perusvuosi”.



### 3.3.2 Alkujaon toteutustapa

#### Vaihtoehto 1: Perintömenettelyyn perustuva alkujako

Kun alkujako tehdään perintömenettelyllä, saa kukin päästökauppaan kelpuutettu toimiala kiintiön alkuvarannon sen perusteella, mikä sen osuus kokonaispäästöistä on kunakin vuonna ollut. Kaikki toimialat joutuvat supistamaan päästöjään ennakoituun kehitykseen verrattuna, jotta ne saavuttaisivat tämän tason. Jos alkuvarantojen jaon perusteena käytetään päästöjen jakautumista vuonna 1995, kukin toimiala saa kiintiön, joka on lähellä niiden tuolloisia päästöjä, joskin alempi, koska kokonaispäästöt rajoitetaan vuoden 1990 tasolle. Vuoden 1990 päästöjakauma sen sijaan poikkeaa vuoden 1995 jakaumasta ja tällöin joillekin toimialoille tulee huomattavasti tiukempi kiintiö kuin vuoden 1995 perusteella, kun taas jotkin toimialat saavat suuremman kiintiön kuin ne tarvitsisivat. Ilman päästökauppaa tämä vaihtoehto vastaa päästöjen täydellistä toimialakohtaista kiintiöintiä.

#### Vaihtoehto 2: Huutokauppaan perustuva alkujako

Päästökaupan pohjana olevan alkujaon tapahtuessa huutokaupalla on menettely muutoin sama kuin perintömenettelyssä, mutta nyt päästökauppaan oikeutetut toimialat saavat oikeuden ostaa kiintiöitä, sen sijaan että alkuvarannot jaettaisiin niille vastikkeetta. Valtion huutokauppaamien kiintiöiden osuus vuoden 1990 tasolle rajoitetuista kokonaispäästöistä vastaa kaupankäynnin piiriin kuuluvien toimialojen päästöjen yhteistä osuutta kokonaispäästöistä joko vuoden 1990 tai 1995 päästöjakauman perusteella.

Huutokaupassa yksittäiselle toimialalle ei yleensä tule samaa alkuvarantoa kuin perintömenettelyssä, koska huutokauppa mahdollistaa kustannusten tasaamisen päästökaupan piiriin kuuluvien toimialojen kesken jo alkujaon yhteydessä. Huutokaupan tapaukseen on kuitenkin tehtävä kaksi huomautusta. Ensinnäkin, jos kaikki toimialat kuuluvat huutokaupan piiriin, mutta kauppa ei sallita, vastaa huutokauppa itse asiassa kaikkia toimialoja koskevaa päästöverotusta. Toiseksi, huutokaupan jälkeinen päästökauppa on tässä tarkastelussa lähinnä teoreettinen mahdollisuus, koska talouden ulkoisten olosuhteiden oletetaan säilyvän alkujaon jälkeen ennallaan. Päästökaupalle ei tästä syystä ole tarvetta alkujaon jälkeen. Todellisuudessa odottamattomat muutokset kysynnässä tai tuotantoteknologiassa tai rahamarkkinoilla johtaisivat luultavasti suhteellisen lyhyenkin ajan kuluessa siihen, että syntyisi tarvetta päästöoikeuksien ostamiseen ja myymiseen.

### 3.3.3 Päästökaupan laajuus

#### Vaihtoehto 1: Ei päästökauppaa

Ensimmäinen tarkastelluista vaihtoehtoista tarkastelee tilannetta, jossa päästökauppa ei ole sallittua. Tässä vaihtoehdossa tarkastellaan siis alkujaon vaikutusta. Alkujaon oletetaan tapahtuvan joko kaikkia toimialoja – myös kuluttajia – koskevana huutokauppana tai sitten kaikkia toimialoja koskevana perintömenettelynä, jossa päästökauppa toimialojen välillä ei kuitenkaan ole alkujaon toteutuksen jälkeen mahdollista. Nämä vaihtoehdot toimivat vertailupohjana päästökaupan hyötyjen arvioimiselle. Tulostaulukoissa vaihtoehdot on raportoitu sarakkeessa ”Ei päästökauppaa”.

#### Vaihtoehto 2: Teollisuuden ja energiantuotannon käsittävä päästökauppa

Toinen arvioiduista päästökaupan vaihtoehtoista on koko teollisuuden ja voimalaitokset – sähkön ja lämmön tuotanto sekä yhteistuotanto - käsittävä päästökauppa. Tämä vastaa

Norjan mallia ja on myös lähellä EU:n Vihreän kirjan mallia. Maa- ja metsätalous, liikenne ja palvelusektorit jäävät vero-ohjauksen piiriin tässä vaihtoehdossa. Tulostaulukoissa tätä vaihtoehtoa vastaa sarake ”Teollisuus ja voimalaitokset”. Taulukon 2 perusteella kattaisi päästökauppa tässä vaihtoehdossa kaikkein suurimman osuuden kokonaispäästöistä.

### **Vaihtoehto 3: Vientiteollisuuden käsittävä päästökauppa**

Kolmas toteutusvaihtoehto on vientiteollisuuden sisäinen päästökauppa. Vientiteollisuudeksi on laskettu paperi-, kemian, ja metalli- ja elektroniikkateollisuus. Tämä vaihtoehto on esitetty sarakkeessa ”Vientiteollisuus”. Tässä vaihtoehdossa päästökaupan piiriin kuuluisi taulukon 2 perusteella toiseksi pienin osuus kokonaispäästöistä.

### **Vaihtoehto 4: Erillisen sähköntuotannon käsittävä päästökauppa**

Neljäs tarkasteltu vaihtoehto on päästökauppa sähköntuottajien kesken. Tätä vastaa tulostaulukoiden sarake ”Sähköntuottajat”. Tässä vaihtoehdossa kauppa siis koskisi ainoastaan lauhdesähkön tuottajia. Tämä olisi kaikkein suppein päästökaupan vaihtoehto.

### **Vaihtoehto 5: Sähkön ja lämmön erillistuotannon ja yhteistuotannon käsittävä päästökauppa**

Viides vaihtoehto on sähkön- ja lämmöntuottajien käymä päästökauppa, joka muistuttaa Tanskan mallia. Tämä vaihtoehto sisältää sähkön- ja lämmöntuottajien välisen päästökaupan. Teollisuuden voimantuotantoa kauppa ei tässä vaihtoehdossa koskisi. Tämä vaihtoehto raportoidaan sarakkeessa ”Sähkön- ja lämmöntuottajat”. Taulukon 2 perusteella tässä vaihtoehdossa päästökauppa toteutuisi toiseksi laajimpana.

## **3.3.4 Muiden maiden toimien vaikutus**

Varsinaisten päästökaupan vaihtoehtojen lisäksi mallissa on tarkasteltu muun maailman toimien vaikutusta silloin, kun Suomi toteuttaisi päästörajoituksensa noudattaen kutakin kotimaisen päästökaupan toteutusvaihtoehdoista. Kaikissa vaihtoehdoissa päästöjen rajoittamisesta päästöverojen ja päästökaupan avulla koituu toimialoille lisäkustannus, joka johtaa lopputuotteiden hintojen muutokseen. Koska mallissa huomioidaan yritysten markkinalähtöinen hinnoittelu, osa päästölupien hinnan tai päästöveron vaikutuksesta siirtyy tuotteiden hintaan ja vaikuttaa siten sekä kotimaista että vientikysyntää laskevasti. Tämä vaikutus riippuu kuitenkin maailmanmarkkinahintojen kehityksestä. Jos muut maat toteuttaisivat Kioton pöytäkirjan mukaiset päästörajoituksensa, muuttuisi hintataso myös niissä, minkä seurauksena maailmanmarkkinahinnat muuttuisivat nekin.

### **Vaihtoehto 1: Suomi toteuttaa päästörajoitukset yksin**

Koska muiden maiden sisäisen päästöjen rajoittamisen vaikutuksista maailmanmarkkinahintoihin ei ole toistaiseksi kiistanonta tietoa, on laskelmissa on esitetty yhtenä vaihtoehtona tulokset muista maista riippumatta toteutetusta päästökaupasta. Tässä vaihtoehdossa oletetaan, että maailmanmarkkinahinnat eivät muutu. Tässä vaihtoehdossa Suomi siis toteuttaisi päästökaupan omatoimisesti, ja hintakilpailukyvyyn heikkeneminen laskisi Suomen vientiä.

### **Vaihtoehto 2: Suomi toteuttaa päästörajoitukset, jos muutkin maat toteuttavat ne**

Tässä vaihtoehdossa pyritään kuvaamaan yhdessä muiden maiden kanssa toteutettua kotimaista päästökaupaa. Tarkastelussa oletetaan, että maailmanmarkkinahinnat nousevat

samassa suhteessa kuin kotimaiset hinnat. Näin kävisi, jos muualla maailmassa otettaisiin käyttöön täsmälleen samat toimet kuin Suomessa ja jos muussa maailmassa lisäksi vallitsisi täsmälleen sama kustannus- ja kysyntärakenne, jolloin päästöjen rajoittamisen rajakustannukset olisivat samat kuin Suomessa. Tällöin hintakilpailukykyvaikutusta ei olisi, koska maailmanmarkkinahinnat nousisivat yhtä paljon kuin suomen vientihinnat. Maailmanmarkkinakysyntä kuitenkin laskisi yleisen hintatason nousun vuoksi. Maailmanmarkkinakysynnällä on oletettu olevan yksikköhintojousto. Muista hinnoista poiketen polttoaineiden ja sähkön maailmanmarkkinahintojen oletetaan säilyvän kaikissa tapauksissa nykytasollaan. Nämä oletukset eivät ole realistisia, mutta laskelmien tarkoitus onkin esittää haarukka, jonka ääripäiden välille päästökaupan vaikutukset todennäköisesti jäisivät.

### 3.4 Kokonaistaloudelliset vaikutukset

Kokonaistaloudellisten mallien tulokset voidaan tiivistää muutamaa keskeisiin muuttujiin, jotka kokoavat toimialoilla tapahtuneet muutokset yhteen tunnuslukuun. Keskeisiä näistä tunnusluvuista ovat bruttokansantuotteessa, työllisyydessä ja hyvinvoinnissa tapahtuneita muutoksia kuvaavat tunnusluvut.

Hyvinvointia kuvataan mallissa edustavan kuluttajan hyötyfunktion avulla. Kilpailullisten työmarkkinoiden tapauksessa hyvinvoinnin oletetaan koostuvan kulutuskysynnästä ja vapaa-ajan kysynnästä. Kulutuksen lasku ja työllisyyden kasvu laskevat siis kumpikin hyvinvointia; jos ne toteutuvat yhtäaikaisesti, kuluttaja saa kasvaneelle työpanokselle vähemmän vastinetta tuotteiden ja vapaa-ajan muodossa. Vaikutukset kuluttajahintoihin ja nimellispalkkaan osoittavat lopulta, mistä muutokset hyvinvoinnissa ja osin myös vaihtosuhteessa ovat peräisin.

Tulokset esitetään alkujaon perusvuoden, alkujakomenettelyn ja päästökaupan vaihtoehtojen ristiintaulukointeina kullekin arvioidulle päästökaupan ja alkujaon yhdistelmälle. Luvut on esitetty prosenttimuutoksina perusratkaisun tasoon verrattuna vuonna 2010. Mallin voi tulkita niin, että esimerkiksi prosentin muutos kansantuotteessa vuonna 2010 merkitsisi vuotuista prosenttiyksikön kymmenyksen muutosta taloustaloukskasvussa. Vertailukohtana kaikilla muuttujilla on taso, jonka ne saavuttaisivat vuonna 2010 kehityksen jatkuessa entisellään ilman ilmastopoliittisia toimia. Energiankulutuksen autonominen tehostuminen on kuitenkin otettu huomioon jo perusvaihtoehdoissa.

#### 3.4.1 Päästötaso ja päästölupien hinta

Tutkimuksen keskeiset tulokset koskevat sekä päästöjen jakautumista ennen ja jälkeen päästökaupan että päästölupien hintoja eri vaihtoehdoissa. Päästölupien hinnat raportoidaan markkoina, mutta muut tulokset esitetään prosenttimuutoksina perusurasta. Päästöjä alennetaan kaikissa malliversioissa saman verran, 27.3 prosenttia perusurasta. Tämä vastaa likimain KTM:n hiljattain arvioimaa vähennystarvetta, mutta alempiakin arvioita päästöjen rajoitustarpeesta on esitetty.

Taulukossa 2 on esitetty päästöjen jakautuminen eri toimialoilla siinä vaihtoehdossa, jossa Suomi toteuttaisi kotimaisen päästökaupan muista maista riippumatta käyttäen alkujaon kriteerinä vuoden 1995 päästöjakaumaa. Tämä jakauma on esitetty sarakkeessa ”Vuoden 1995 päästöjakauma”. Luvuista nähdään, että energiavaltainen teollisuus ja energiantuotanto saivat vuoteen 1995 perustuvassa alkujaossa selvästi suurimmat päästökiihtöiden alkuvarannot, jos noudatettaisiin perintömenettelyä. Teollisuuden suuri osuus selittyi osin sillä, että aineistossa on laskettu teollisuuden oma sähkön- ja lämmöntuotanto osaksi

teollisuustoimialojen polttoainekäyttöä, osin sillä, että myös prosessipäästöt on laskettu osaksi toimialojen kokonaispäästöjä. Näistä syistä jää toisaalta erillisen lämmöntuotannon osuus vaatimattomaksi.

**Taulukko 2. Päästöjen jakautuminen eri toimialoille, % kokonaispäästöistä**

Toimiala	Päästökaupan piiriin kuuluvat toimialat				
	Vuoden 1995 jakauma	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti-teollisuus	Sähkön-tuottajat	Sähkö ja lämpö
Maatalous	3.70	2.65	2.54	2.54	2.7
Metsätalous	0.53	0.4	0.37	0.35	0.4
Kaivannaistoiminta	0.04	0	0	0	0
Turpeen nosto	0.20	0.02	0.02	0.02	0.02
Elintarviketeollisuus	1.99	0.67*	0.77	0.73	0.87
Tekstiili- ja vaatetusteollisuus	0.18	0.02*	0.02	0.02	0.02
Huonekalu- ja puutavara-teollisuus	0.48	0.05*	0.05*	0.05	0.05
Sellu- ja paperiteollisuus	7.07	8.27*	7.87*	8.5	8.85
Graafinen teollisuus	0.09	0.01*	0.01*	0.01	0.01
Peruskemian teollisuus	3.60	4.05*	3.86*	4.02	4.24
Öljytuotteiden jalostus	2.39	1.84*	1.76*	1.89	1.95
Mineraalien jalostus	4.41	2.25*	2.34	2.3	2.4
Metallin perusteollisuus	7.72	8.29*	8.09*	8.39	8.53
Kone- ja metallituote-teollisuus	0.29	0.03	0.03*	0.03	0.03
Sähkötekninen teollisuus	0.28	0.03*	0.03*	0.03	0.03
Kulkuneuvoteollisuus	0.23	0.02*	0.02*	0.02	0.02
Muu teollisuus	0.02	0*	0	0	0
Vesivoima	0.00	0*	0	0	0
Erillinen sähköntuotanto	12.62	9.91*	10.79	10.68*	9.07*
Sähkön ja lämmön jakelu	1.26	3*	3.19	3.16*	2.82*
Ydinvoima	0.00	0*	0	0	0*
Erillinen lämmöntuotanto	1.51	0.68*	0.72	0.7	0.65*
Yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto	19.40	23.62*	25.85	25.03	22.16*
Vedenpuhdistus ja -jakelu	0.05	0	0	0	0
Rakentaminen	2.20	1.7	1.65	1.62	1.71
Liikenne	5.48	8.22	8.07	8.01	8.24
Yksityiset palvelusektorit	5.26	3.31	3.28	3.27	3.32
Kulutuskysyntä	17.24	18.91	16.62	16.58	19.86
Julkinen tuotanto	1.77	2.05	2.05	2.05	2.05
<b>Päästötaso ja päästöjen vähennys-tarve</b>		<b>Teollisuus ja voimalaitokset</b>	<b>Vienti-teollisuus</b>	<b>Sähkön-tuottajat</b>	<b>Sähkö ja lämpö</b>
Päästöt vuonna 1990, MtCO <sub>2</sub>		34.2	11.9	7.5	18.7
Vähennystarve		13.1	2.6	2.6	12

\* Toimiala on päästökaupan piirissä tässä vaihtoehdossa.

Taulukon 2 muissa sarakkeissa on esitetty päästöjen toimialajakauma päästökaupan eri vaihtoehdoissa. Taulukon perusteella on selvää, että perintömenettelyyn perustuva päästö-

kiintiöiden alkujako ei osuisi vuoden 1995 jakauman perusteella kohdalleen, koska lähes kaikissa kaupankäynnin vaihtoehdoissa jotkin toimialat pyrkisivät lisäämään kiintiöitään toisten toimiessa lupien myyjinä ja päästövähennysten toteuttajina. Toisin sanoen, vuoden 1995 jakauman perusteella tehty alkujako ei johtaisi rajakustannusten yhtäläisyyteen, vaan toimialojen olisi edullisempaa kohdentaa rajoitustoimet uudestaan.

Taulukossa 2 on myös esitetty päästöjen rajoitustarve päästökaupan eri vaihtoehdoissa niillä toimialoilla, jotka kauppaa saisivat käydä. Vähennystarve perustuu perusratkaisussa toimialoille saatujen päästöjen ja niille perusvuoden 1990 päästöjakauman perusteella tehdyssä alkujaossa saatujen kiintiöiden erotukseen. Näidenkin lukujen valossa on selvää, että päästövähennykset jakautuisivat toimialojen välillä hyvin epätasaisesti, jos kiintiöiden alkujaossa nojaututtaisiin johonkin yksittäiseen vuoteen. Näin kävisi varsinkin niissä vaihtoehdoissa, joissa päästökauppa käsittäisi suuret teollisuustoimialat ja sähkön ja lämmön eri tuotantomuodot.

Taulukoissa 3 ja 4 tarkastellaan päästöluvan hintaa eri vaihtoehdoissa. Taulukossa 3 raportoidaan päästölupien hinta eri toteutusvaihtoehdoissa niillä toimialoilla, joille päästökauppa olisi sallittua, kun taas taulukossa 4 on esitetty päästövero niillä toimialoilla, joille päästökauppa ei olisi sallittua, mutta joilla päästöt rajoitetaan päästötavoitteen mukaiseksi päästöverotusta kiristämällä.

Molempien taulukkojen ensimmäisessä sarakkeessa raportoidaan päästöluvan hinta alkujaon yhteydessä. Laskelmissa on oletettu, että päästöluvan lisäksi joudutaan hiilidioksidipäästöistä maksamaan nykyjärjestelmän mukainen polttoaineveron lisävero. Huutokauppaan perustuvassa alkujaossa, joka käsittäisi kaikki toimialat, päästöluvan hinta olisi kaikilla sektoreilla sama, ja se olisi 152 markkaa tai 187 markkaa nykyisten verojen lisäksi siitä riippuen, toteuttaisiko Suomi kotimaisen päästökaupan ja Kioton pöytäkirjan mukaiset päästörajoitukset yksin vai samanaikaisesti muiden maiden kanssa. Hinta nousisi korkeammaksi, jos myös sähkön ja lämmön hinnoittelu oletettaisiin markkinalähtöiseksi.

Taulukossa 3 raportoidaan päästölupien hinta eri toteutusvaihtoehdoissa niillä toimialoilla, joille päästökauppa olisi sallittua. Kotimaisen päästökaupan toteuttamistavalla olisi suuri vaikutus päästöjen rajoittamisen kustannuksiin eri toimialoilla. Lupien hinta riippuu ratkaisevasti siitä, mitkä toimialat saisivat käydä päästökauppaa ja siitä, mitä alkujaon perustetta käytettäisiin. Vuoden 1990 päästöjen jakaumaa käytettäessä vientiteollisuudelle tulisi huomattavasti tiukempi päästörajoite kuin vuoden 1995 päästöjakauman perusteella (sarake Vientiteollisuus), mikä heijastuu korkeampana päästöluvan hintana. Myös sähkön- ja lämmöntuottajien rajoite olisi vuoden 1990 jakauman perusteella vaativampi kuin vuoden 1995 päästöjakauman perusteella toteutettu.

Alkujaon toteutustapa ei vaikuta kaupankäynnissä syntyvän luvan hintaan systemaattisesti. Useimmissa tapauksissa hinta asettuisi kuitenkin korkeammalle, jos alkujako toteutettaisiin perintömenettelyllä. Tämä johtunee osittain siitä, että perintömenettelyllä saatu päästöoikeus hinnoitellaan kuten muutkin tuotannon tekijät ja niinpä sillekin asetetaan toimialan kilpailullisuudesta riippuva kate, mikä nostaa hintoja (Böhringer ja Rutherford 1998). Osittain syynä on se, että valtio palauttaa päästölupien huutokaupasta kertyneen tuoton kuluttajille, mikä vaikuttaa sekä kulutuskysyntään että palkanmuodostukseen.

Muiden maiden toiminnalla olisi monessa tapauksessa lupien hintoja nostava vaikutus, mikä johtuu siitä, että Suomen toimiessa yksin vaihtosuhdevaikutus tehostaa hiilidioksidin kohdistuvan lisäkustannuksen vientihintoja kohottavaa ja sitä kautta vientikysyntää pienentävää vaikutusta. Tämä puolestaan heikentää talouskasvua ja sitä kautta hillitsee päästöjenkin kasvua. Tämä vaikutus jää pois, jos muutkin maat toteuttavat rajoitustoimia.

**Taulukko 3. Päästöluvan hinta kauppaa käyvillä toimialoilla**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästö- kauppaa	Teollisuus ja voima- laitokset	Vienti- teollisuus	Sähkön- tuottajat	Sähkön- ja lämmön- tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	152.04	161.63	189.03	142.6	185.72
1990	152.04	191.95	231.97	173.37	287.91
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	0	143.06	258.53	112.82	185.65
1990	0	171.38	334.4	135.7	288.13
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	186.74	195.81	244.12	139.24	192.45
1990	186.74	229.81	311.27	170.41	298.64
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	0	205.3	295.07	139.42	192.9
1990	0	242.06	384.09	170.63	299.96

Taulukossa 4 raportoidaan se hiilidioksidivero, joka päästökaupan ulkopuolelle jäävillä sektoreilla olisi lisättävä nykyisiin veroihin, jotta vuoden 1990 päästötaso saavutettaisiin. Nämä tulokset ovat päästökauppaan osallistuvia sektoreita koskevien tulosten peilikuva: milloin päästöluvan hinta nousee korkeaksi, päästöjen vähentämiseen tarvittava vero muualla taloudessa jää alemmaksi; milloin päästöluvan hinta on matala, on vero nostettava muilla toimialoilla korkeaksi.

**Taulukko 4. Päästövero kaupankäyntiin kuulumattomilla toimialoilla**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästö- kauppaa	Teollisuus ja voima- laitokset	Vienti- teollisuus	Sähkön- tuottajat	Sähkön- ja lämmön- tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	152.04	0	166.39	116.67	0
1990	152.04	0	159.9	112.5	0
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	0	0	134.32	99.23	0
1990	0	0	125.84	95.29	0
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	186.74	173.48	175.33	195.15	183.09
1990	186.74	128.85	163.2	189.53	130.08
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	0	194.47	186.59	195.95	185.51
1990	0	153.5	176.95	190.38	132.79

Onko päästökaupalla myönteinen vaikutus päästörajoitusten kustannuksiin? Jos alkujako suoritettaisiin kaikkia sektoreita koskevana huutokauppana, lupien hinta olisi kaikille sektoreille sama. Koska luvan hinta heijastaa päästöjen rajoittamisen kustannuksia, voidaan päästökaupan vaikutus päätellä vertaamalla tätä lupahintaa kaupankäynnin eri vaihtoehdoissa saatuihin hintoihin. Taulukkojen 3 ja 4 perusteella varsinkin vuoden 1990 päästöjakauman perusteella tehty alkujako kohdentaa suhteellisesti suuremman osan päästöistä kaupankäyntiin kuulumattomille toimialoille kuin kaupaa käyville toimialoille. Tästä syystä päästöjen rajoittamiseen tarvittavaa veroa ei tarvitse nostaa yhtä korkeaksi kuin päästöluvan hinta. Ainoastaan siinä tapauksessa, että päästökauppa koskisi vain sähkön erillistuotantoa, nousee muiden toimialojen päästövero lähes samalle tasolle kuin päästölupien hinta. Tällä perusteella päästörajoitusten kustannukset kohdistuisivat siis lähes kaikissa päästökaupan vaihtoehdoissa enemmän päästökauppaa käyviin toimialoihin kuin muuhun talouteen. Silloin, kun päästökauppa käsittää koko sähkön- ja lämmöntuotannon (Sarakkeet ”Teollisuus- ja voimantuotanto” ja ”Sähkön- ja lämmöntuottajat”), rasitus kohdistuisi pelkästään päästökaupan piirissä oleviin toimialoihin, mikäli Suomi toteuttaisi päästörajoitukset muista maista riippumatta. Tämä tulos riippuu sähkön ja lämmön hinnoittelusta tehdyistä oletuksista, mutta rasituksen suhteellista jakautumista toimialojen välillä oletus ei muuta.

### 3.4.2 Vaikutukset kulutuskysyntään, työllisyyteen ja hyvinvointiin

Kulutuskysynnän muutokset on esitetty taulukossa 5. Kulutuskysyntä laskee selvästi kaikissa vaihtoehdoissa, mutta selvästi enemmän, jos päästökauppaa ei sallita. Päästökauppa siis pienentäisi kulutuksen laskua. Perintömenettelyn avulla toteutettuun alkujakoon perustuva päästökauppa johtaisi suurempaan kulutuksen laskuun kuin huutokaupan avulla toteutettu. Alkujaon perusvuodella on sen sijaan pienempi merkitys. Jos päästörajoitukset toteutetaan yhteistyössä muiden maiden kanssa, kulutus laskee vähiten silloin, kun alkujako kohdentaa päästökaupan piiriin kuuluville toimialoille suhteellisen suuren osan päästökiiintiöistä. Näin käy niissä tapauksissa, joissa päästökauppa koskisi sähkön- ja lämmöntuottajia joko teollisuuden kanssa tai ilman sitä. Jos Suomi toteuttaa päästökaupan yksin, sähkön- ja lämmöntuottajat käsittävä päästökauppa johtaa pienimpään kulutuksen laskuun.

**Taulukko 5. Päästökaupan vaikutukset kulutuskysyntään**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästökauppaa-	Teollisuus ja voimailaitokset	Vienti-teollisuus	Sähkön-tuottajat	Sähkön- ja lämmöntuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	-0.91	-0.69	-1.02	-0.82	-0.22
1990	-0.91	-0.76	-1.13	-0.8	-0.19
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	-3.15	-0.86	-1	-0.93	-0.55
1990	-2.88	-0.95	-1.12	-0.91	-0.65
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-0.27	-0.28	-0.29	-0.33	-0.3
1990	-0.27	-0.17	-0.27	-0.32	-0.19
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-2.55	-1.54	-0.77	-0.8	-1.37
1990	-8.88	-1.6	-0.85	-0.82	-1.51

**Taulukko 6. Päästökaupan vaikutukset työllisyyteen**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästö- kauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti- teollisuus	Sähkön- tuottajat	Sähkön- ja lämmön- tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	-0.15	-0.03	-0.17	-0.05	-0.04
1990	-0.15	-0.07	-0.16	-0.06	-0.13
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	1.06	0.36	0.06	0.13	0.28
1990	0.93	0.38	0.11	0.13	0.31
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-0.37	-0.35	-0.36	-0.34	-0.35
1990	-0.37	-0.39	-0.38	-0.34	-0.36
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	0.9	0.32	-0.1	-0.09	0.22
1990	2.62	0.38	-0.06	-0.07	0.34

Työllisyyttä kuvataan taulukossa 6. Työllisyys paranee selvästi, jos alkujako toteutetaan perintömenettelyllä ja päästökauppa käsittää sekä teollisuuden että sähkön- ja lämmön-  
tuottajat. Näin käy perusvuodesta ja muiden maiden toimista riippumatta. Myös pelkästään  
sähkön- ja lämmöntuotannon käsittävä päästökauppa on työllisyyden kannalta myönteinen  
perintömenettelyyn perustuvana. Muissa tapauksissa työllisyyden paraneminen on lievem-  
pää tai työllisyys heikkenee. Jos alkujako toteutetaan huutokaupalla, työllisyys heikkenee  
päästökaupan ansiosta lievästi vähemmän kuin ilman päästökauppaa.

**Taulukko 7. Päästökaupan vaikutukset hyvinvointiin**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästö- kauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti- teollisuus	Sähkön- tuottajat	Sähkön- ja lämmön- tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	-0.45	-0.4	-0.5	-0.46	-0.11
1990	-0.45	-0.42	-0.58	-0.44	-0.03
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	-2.64	-0.77	-0.65	-0.65	-0.52
1990	-2.39	-0.84	-0.75	-0.65	-0.6
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	0.08	0.07	0.07	0.03	0.05
1990	0.08	0.16	0.1	0.04	0.13
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-2.15	-1.15	-0.4	-0.42	-0.98
1990	-7.16	-1.22	-0.47	-0.45	-1.14



Taulukossa 7 kootaan työllisyyden ja kulutuksen vaikutukset yhteen. Hyvinvoinnin mittarina on käytetty ekvivalenttia variaatiota, joka kertoo kuluttajan tulojen reaalisen muutoksen perusratkaisun ja päästökaupan eri vaihtoehtojen välillä. Nämä tulokset ovat käänteisiä työllisyyttä ja kulutusta koskeville. Kun työllisyys paranee, huononee hyvinvointi, ellei kulutus kasva selvästi enemmän. Näin ei yleensä käy, joten hyvinvointi laskee selvästi lähes kaikissa tapauksissa. Huomionarvoista on kuitenkin se, että päästökauppa pienentää hyvinvointitappioita puhtaaseen kiintiöintiin verrattuna monissa tapauksissa. Jos alkujako toteutetaan perintömenettelyllä, päästökauppa pienentää hyvinvointitappiota aina, kun taas huutokauppaan perustuvaan alkujakoon nähden hyvinvointia voidaan parantaa vain joissakin tapauksissa. Se, että hyvinvointia voidaan huutokaupan yhteydessä ylipäänsä parantaa, johtuu siitä, että tarkastelussa oletetaan nykyisen verojärjestelmän muodostavan osan hiilidioksidipäästöihin kohdistuvasta ohjauksesta. Teoriassa yhtäläisin perustein toteutettua päästökauppien alkujakoa ei nimittäin ole mahdollista parantaa. Koska nykyvero ei ole tasavero, huutokauppa ei tuota täysin kustannustehokasta alkujakoa vaan ainoastaan eräänlaisen ”second-best”-ratkaisun, jota on teoreettisestikin päästökaupan avulla mahdollista parantaa.

### 3.4.3 Vaikutukset vientiin ja kansantuotteeseen

Vientivaikutuksia kuvataan taulukossa 8. Vienti laskee kaikissa tapauksissa päästörajoitusten toteuttamisen seurauksena. Huutokaupan avulla toteutettuun alkujakoon ei päästökaupan avulla saada parannusta viennin kannalta, vaan vienti laskee päästökaupan eri vaihtoehtoissa enemmän kuin ilman päästökauppaa lähes kaikissa tapauksissa. Perintömenettelyyn perustuvaa alkujakoa on sen sijaan mahdollista viennin kannalta parantaa, koska vienti laskee selvästi vähemmän, jos päästökauppa sallitaan. Pienimmillään viennin lasku on niissä tapauksissa, joissa päästökauppa on sallittu vientiteollisuudelle ja voimalaitoksille tai sähköntuottajille, riippuen siitä, toteuttaako Suomi päästöjen rajoittamisen yksin vai muiden maiden kanssa. Alkujakoon perusvuodella ei ole suurta vaikutusta vientiin, jos päästökauppa sallitaan.

**Taulukko 8. Päästökaupan vaikutukset kokonaisvientiin**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästökauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti-teollisuus	Sähkön-tuottajat	Sähkön- ja lämmön-tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	-1.82	-2.36	-1.85	-1.83	-2.15
1990	-1.82	-2.49	-1.93	-1.85	-2.43
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	-2.97	-2.3	-1.78	-1.83	-2.19
1990	-3.5	-2.44	-1.84	-1.86	-2.49
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-1.15	-1.17	-1.32	-1.14	-1.12
1990	-1.15	-1.36	-1.54	-1.13	-1.07
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-0.87	-0.21	-0.75	-0.92	-0.61
1990	-0.96	-0.27	-0.84	-0.89	-0.45

**Taulukko 9. Päästökaupan vaikutukset bruttokansantuotteeseen**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästö- kauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti- teollisuus	Sähkön- tuottajat	Sähkön- ja lämmön- tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	-1.25	-1.27	-1.42	-1.09	-0.49
1990	-1.25	-1.43	-1.6	-1.07	-0.57
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	-3.13	-0.98	-1.17	-1.05	-0.56
1990	-3.25	-1.09	-1.33	-1.04	-0.68
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-0.02	-0.05	-0.05	-0.05	-0.04
1990	-0.02	-0.07	-0.05	-0.05	-0.06
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-2.11	-0.53	-0.19	-0.33	-0.65
1990	-2.96	-0.61	-0.22	-0.34	-0.7

Taulukossa 9 tarkastellaan päästökaupan vaikutuksia bruttokansantuotteeseen. Vuoteen 2010 mennessä BKT jää 0.5-3.25 prosenttia alemmaksi, jos Suomi toteuttaa päästörajoitukset yksin. Päästökauppa laskee kansantuotetappiota kaikissa tapauksissa, jos alkujako toteutetaan perintömenettelyllä. Huutokauppaan perustuvaa alkujakoa sen sijaan päästökaupalla ei juuri voida parantaa. Ainoastaan siinä tapauksessa, että päästökauppa koskisi sähkön- ja lämmöntuottajia, jää kansantuotteen lasku pienemmäksi kuin ilman päästökauppaa. Muissa tapauksissa päästökauppa lisää kansantuotteen alenemista. Muiden maiden kanssa yhteistyössä toteutetun päästöjen rajoittamisen yhteydessä kansantuotteen aleneminen on huomattavasti pienempää kuin yksin toteutetun, mutta tässäkin tapauksessa päästökauppa laskee kansantuotetappiota merkittävästi vain perintömenettelyllä toteutettuun alkujakoon verrattuna ja lisää sitä muissa tapauksissa. Jos taas päästökauppa ei ole sallittua, perintömenettely on kansantuotevaikutuksiltaan molemmissa tapauksissa selvästi kielteisin vaihtoehto.

#### 3.4.4 Vaikutukset kuluttajahintoihin ja palkkatasoon

Kuluttajahintaindeksin muutoksia tarkastellaan taulukossa 10. Kuluttajahinnat reagoivat päästökauppaan suhteellisen vähän ja laskevat itse asiassa monessa tapauksessa hieman. Taulukon 11 perusteella nimellispalkat laskevat kuitenkin vielä enemmän. Reaalipalkat siis laskevat lähes kaikissa tapauksissa. Reaalipalkkojen selvä lasku selittääkin työllisyyden paranemisen.

**Taulukko 10. Päästökaupan vaikutukset kuluttajahintoihin**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästö- kauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti- teollisuus	Sähkön- tuottajat	Sähkön- ja lämmön- tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	0.36	-0.25	0.39	0.2	-0.11
1990	0.36	-0.24	0.34	0.2	-0.05
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	-0.97	-0.48	0.15	0.02	-0.36
1990	-1.06	-0.52	0.07	0.01	-0.39
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	0.66	0.61	0.6	0.66	0.63
1990	0.66	0.5	0.55	0.64	0.54
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-1.25	0.08	0.42	0.42	0.11
1990	-2.09	-0.09	0.34	0.39	-0.1

**Taulukko 11. Päästökaupan vaikutukset nimellispalkkoihin**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästö- kauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti- teollisuus	Sähkön- tuottajat	Sähkön- ja lämmön- tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	-1.89	-1.68	-2.15	-1.55	-0.66
1990	-1.89	-1.93	-2.36	-1.53	-0.87
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	-3.46	-0.93	-1.57	-1.32	-0.47
1990	-3.47	-1.07	-1.72	-1.3	-0.61
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-1.06	-1.09	-1.15	-1.1	-1.08
1990	-1.06	-1.09	-1.22	-1.09	-1.02
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-3.19	-1.81	-1.38	-1.41	-1.79
1990	-10.6	-1.92	-1.5	-1.43	-1.9

### 3.5 Vaikutukset energiantuotantoon

#### 3.5.1 Vaikutukset turpeen tuotantoon

Turpeen tuotannon muutokset on raportoitu taulukossa 12. Päästörajoitukset rankaisevat turpeentuotantoa selvästi kaikissa vaihtoehdoissa. Huutokaupan avulla toteutettu alkujako on turpeen tuotannon kannalta parempi vaihtoehto kuin perintömenettelyllä toteutettu, jossa tuotanto saattaisi laskea jopa kolmella neljänneksellä. Päästökaupan avulla ei toisaalta ole juuri mahdollista pienentää turpeentuotannon laskua, jos kauppa perustuu huutokaupan avulla toteutettuun alkujakoon. Perintömenettelyyn perustuvan alkujakon tapauksessa sen sijaan päästökauppa yleensä pienentää turpeentuotannon laskua selvästi. Pienimmillään vaikutukset ovat niissä päästökaupan vaihtoehdoissa, joissa sähköntuottajat tai sähkön- ja lämmöntuottajat voivat käydä kauppaa. Vaikutukset jäävät silti erittäin voimakkaiksi. Syy siihen, että turpeen tuotannon muutokset ovat näin suuria on siinä oletuksessa, että turpeelle asetettaisiin nykyverojen lisäksi sama hiilidioksidimaksu kuin muille polttoaineille. Turpeen kysyntä laskisi tämän vuoksi voimakkaasti, eikä päästökauppa poista tätä vaikutusta, vaikka perintömenettelyn yhteydessä sitä toki lievittäisikin.

**Taulukko 12. Päästökaupan vaikutukset turpeen tuotantoon**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästö- kauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti- teollisuus	Sähkön- tuottajat	Sähkön- ja lämmön- tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	-27.84	-32.25	-26.08	-32.64	-31.42
1990	-27.84	-30.45	-27.05	-32.94	-27.73
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	-63.56	-35.58	-34.28	-35.48	-31.44
1990	-46.69	-33.95	-36.59	-35.83	-27.73
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-23.5	-23.38	-25.87	-22.87	-23.11
1990	-23.5	-23.67	-28.61	-23.21	-20.37
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-18.6	-19.7	-25.38	-21.59	-20.27
1990	-73.79	-19.71	-28.01	-21.83	-16.89

#### 3.5.2 Vaikutukset öljypolttoaineiden tuotantoon

Öljypolttoaineiden tuotannon muutokset on raportoitu taulukossa 13. Myös öljynjalostuksen osalta huutokauppa on parempi vaihtoehto kuin perintömenettely, jos päästökauppaa ei sallita. Päästökauppa laskee tuotannon pienenemistä perintömenettelyn yhteydessä aina, mutta vientiteollisuutta tai teollisuutta ja voimalaitoksia koskevana myös huutokaupan yhteydessä. Vuoteen 1990 perustuva alkujako on öljynjalostuksen kannalta yleensä parempi vaihtoehto kuin vuoteen 1995 perustuva.

**Taulukko 13. Päästökaupan vaikutukset öljypolttoaineiden tuotantoon**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästö- kauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti- teollisuus	Sähkön- tuottajat	Sähkön- ja lämmön- tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	-20.26	-24.93	-17.65	-25.11	-26.97
1990	-20.26	-22.24	-17.78	-24.71	-20.97
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	-45.33	-24.44	-22.97	-27.31	-26.89
1990	-24.63	-21.67	-23.57	-26.9	-20.86
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-14.71	-14.46	-15.39	-15.11	-14.5
1990	-14.71	-13.65	-16.17	-14.84	-11.53
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-19.11	-13.82	-14.81	-15.06	-14.43
1990	-34.74	-12.93	-15.47	-14.78	-11.43

**3.5.3 Vaikutukset sähkön tuotantoon**

Sähkön tuotannon muutokset on raportoitu taulukossa 14. Päästökauppa on sähköntuotannon kannalta suotuisinta silloin, kun se koskee joko sähkön erillistuotantoa tai vientiteollisuutta. Tällöin päästökauppa on sekä huutokaupan että perintömenettelyn yhteydessä parempi vaihtoehto kuin alkujakoon perustuva puhdas kiintiöinti. Perintömenettely on selvästi huonoin vaihtoehto ilman päästökauppaa, kun taas alkujakoon perustuva vaikutus vaikuttaa suhteellisen vähän tuotannon muutoksiin.

**Taulukko 14. Päästökaupan vaikutukset sähkön tuotantoon**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästö- kauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti- teollisuus	Sähkön- tuottajat	Sähkön- ja lämmön- tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	-15.47	-16.36	-16.56	-13.47	-17.36
1990	-15.47	-18.47	-16.28	-14.03	-23.22
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	-23.75	-18.12	-14.36	-12.66	-17.39
1990	-28.26	-20.58	-13.93	-13.23	-23.24
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-16.57	-17.14	-15.95	-15.85	-16.91
1990	-16.57	-19.17	-15.28	-16.32	-22.55
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-17.4	-17.38	-16.48	-15.82	-16.76
1990	-31.35	-19.48	-15.95	-16.29	-22.4

Sähköntuotannon pienenemiseen vaikuttaa voimakkaasti se, että mallissa ei ole asetettu rajoituksia sähkön tuonnille. Sähkön tuonti kasvaakin 8-24 prosenttia eri vaihtoehdoissa ja korvaa osittain alentuneen kotimaisen tuotannon. Sähköntuotannon voimakas kasvu lienee myöskin syynä siihen, että sähköntuotantoa koskeva päästökauppa aiheuttaa suhteellisen pieniä kansantuotevaikutuksia, ja että päästöluvan hinta jää sen yhteydessä alemmaksi kuin muissa vaihtoehdoissa. On kuitenkin vaikea arvioida, kuinka paljon sähkön tuonti voi tulevaisuudessa kasvaa, koska monet epävarmuustekijät vaikuttavat tuotantoon niissä maissa, joista tuonti tähän mennessä on ollut mahdollista.

### 3.5.4 Vaikutukset lämmöntuotantoon

Vaikutukset lämmöntuotantoon on raportoitu taulukossa 15. Päästökauppa on lämmöntuotannonkin kannalta suotuisinta silloin, kun se perustuu vuoden 1990 ja koskee joko sähkön erillistuotantoa tai vientiteollisuutta. Tämä johtuu siitä, että näissä vaihtoehdoissa päästökauppaa käyvät toimialat – joihin lämmöntuotanto ei kuulu – kantavat suhteellisesti suuremman rasituksen päästöjen rajoittamisesta kuin muut toimialat lämmöntuotanto mukaan lukien.

**Taulukko 15. Päästökaupan vaikutukset lämmön tuotantoon**

Perusvuosi	Päästökaupan piiriin kuuluvat				
	Ei päästökauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti-teollisuus	Sähkön-tuottajat	Sähkön- ja lämmön-tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	-2.02	-2.13	-2.17	-1.71	-2.15
1990	-2.02	-2.41	-2.17	-1.73	-2.89
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	-2.56	-2.03	-1.95	-1.52	-2.05
1990	-3.39	-2.34	-1.94	-1.53	-2.76
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-2	-2.07	-1.94	-1.99	-2.04
1990	-2	-2.32	-1.88	-2	-2.7
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-1.85	-1.95	-1.95	-1.93	-1.9
1990	-3.09	-2.19	-1.9	-1.93	-2.54

## 3.6 Vaikutukset tärkeimmillä teollisuustoimialoilla

Lopuksi tarkastellaan vielä päästökaupan vaikutuksia eräillä keskeisillä teollisuustoimialoilla.

### 3.6.1 Vaikutukset paperiteollisuuteen

Paperiteollisuuden tuotannon muutokset on esitetty taulukossa 16. Paperiteollisuuden osalta huutokauppaan perustuva alkujako olisi yleensä parempi vaihtoehto kuin perintöme-

nettely, jos päästökauppaa ei sallittaisi. Suurimmillaan paperiteollisuuden tuotanto laskisi toistakymmentä prosenttia ilman päästökauppaa. Jos päästökauppa sallittaisiin, se lieventäisi paperiteollisuuden tuotannon laskua kaikissa alkujaon toteutusvaihtoehdoissa, jos se koskisi sähköntuotantoa tai sähkön- ja lämmöntuotantoa. Tämä vaikutus johtunee osittain siitä, että paperiteollisuus on merkittävä sähkönkäyttäjä, osittain siitä, että näissä päästökaupan vaihtoehdoissa päästöjen rajoittamisen kustannukset kohdistuisivat suhteellisesti raskaimpina juuri päästökauppaa käyviin toimialoihin.

**Taulukko 16. Päästökaupan vaikutukset paperiteollisuuden tuotantoon**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästökauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti-teollisuus	Sähkön-tuottajat	Sähkön- ja lämmön-tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	-5.39	-5.81	-6.08	-4.5	-4.37
1990	-5.39	-6.71	-6.45	-4.63	-6.17
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	-7.42	-6.92	-7.11	-4.16	-4.48
1990	-12.7	-8.03	-7.97	-4.3	-6.32
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-2.58	-2.68	-2.8	-2.51	-2.59
1990	-2.58	-3.09	-3.06	-2.55	-2.95
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-1.42	-2.23	-2.88	-2.32	-2.15
1990	-4.98	-2.59	-3.2	-2.34	-2.42

### 3.6.2 Vaikutukset perusmetalliteollisuuteen

Taulukossa 17 tarkastellaan perusmetalliteollisuuden tuotannon muutoksia. Tässäkin tapauksessa perintömenettely olisi huonompi vaihtoehto kuin huutokauppaan perustuva alkujako. Päästökaupan avulla voitaisiin pienentää tuotannon laskua aina, jos alkujako toteutettaisiin perintömenettelyllä ja sähköntuotantoa koskevan päästökaupan avulla, tai sähkön- ja lämmöntuotantoa koskevan päästökaupan avulla, jos taas alkujako perustuisi huutokauppaan. Syyt tähän lienevät samankaltaiset kuin paperiteollisuudenkin osalta. On huomion-arvoista, että teollisuutta koskeva päästökauppa ei hyödyttäisi missään vaihtoehdossa metalliteollisuutta, koska se joutuisi kantamaan suuren kustannuksen prosessipäästöjen kattamiseen tarvittavista päästöluvista. Nämä vaikutukset olisivat suurimmillaan, jos Suomi toteuttaisi päästörajoitukset muista maista riippumatta ja saattaisivat laskea perusmetalliteollisuuden tuotantoa jopa kahdellakymmenellä prosentilla.

**Taulukko 17. Päästökaupan vaikutukset perusmetalliteollisuuden tuotantoon**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästö- kauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti- teollisuus	Sähkön- tuottajat	Sähkön- ja lämmön- tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	-14.86	-16.59	-17.41	-12.54	-4.95
1990	-14.86	-18.74	-20.29	-12.31	-5.38
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	-16.27	-5.66	-4.92	-11.44	-5.04
1990	-16.6	-6	-5.15	-11.22	-5.5
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-4.32	-4.49	-5.23	-4.41	-4.26
1990	-4.32	-5.17	-6.29	-4.34	-3.65
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-9.41	-0.99	-1.47	-4.24	-3.88
1990	-7.28	-1.13	-1.59	-4.16	-3.17

**3.6.3 Vaikutukset sähkö- ja elektroniikkateollisuuteen**

Taulukossa 18 tarkastellaan sähköteknisen teollisuuden tuotannon muutosta. Tämän teollisuudenalan tapauksessa perintömenettely olisi yleensä parempi vaihtoehto kuin huuto-

**Taulukko 18. Päästökaupan vaikutukset elektroniikkateollisuuden tuotantoon**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästö- kauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti- teollisuus	Sähkön- tuottajat	Sähkön- ja lämmön- tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	1.95	1.59	2.24	1.58	0.25
1990	1.95	1.84	2.51	1.54	0.32
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	4.34	0.96	1.89	1.41	0.21
1990	4.57	1.12	2.16	1.36	0.27
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-0.58	-0.59	-0.66	-0.57	-0.56
1990	-0.58	-0.69	-0.77	-0.57	-0.55
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-0.15	0.16	-0.19	-0.38	-0.13
1990	1.27	0.17	-0.18	-0.36	-0.02



kauppa, koska tällöin sen tuotanto voisi kasvaa enemmän. Taulukon 2 perusteella sähkö- ja elektroniikkateollisuus olisikin päästölupien myyjä ja saisi siksi hyötyä päästökaupasta, jos se koskisi teollisuutta. Sähkön ja lämmön käyttäjänä se ei toisaalta hyötyisi sähkön- ja lämmöntuotantoa koskevasta päästökaupasta. Nämä toimialat joutuisivat kantamaan suuremman rasituksen päätösten rajoituksesta, mistä aiheutuisi sähkö- ja elektroniikkateollisuudelle kohonneita kustannuksia kalliimman sähkön ja lämmön vuoksi.

### 3.6.4 Vaikutukset liikenteeseen ja palveluihin

Taulukossa 19 tarkastellaan liikenteen muutoksia. Liikenne ei reagoi yhtä selvästi päästökauppaan, mutta sehän kuuluukin päästökaupan ulkopuolelle jääviin toimialoihin samoin kuin yksityiset palvelutkin. Sähkön- ja lämmöntuotannon ja teollisuuden käsittävät päästökaupan vaihtoehdot ovat liikenteen kannalta suotuisimmat, koska näissä vaihtoehdoissa juuri päästökauppaa käyvät toimialat kantaisivat suuremman kustannuksen. Tulokset ovat samansuuntaisia myös yksityisten palveluiden osalta, jonka tuotannon muutokset on raportoitu taulukossa 20.

**Taulukko 19. Päästökaupan vaikutukset liikenteeseen**

Perusvuosi	Päästökaupan piirin kuuluvat				
	Ei päästökauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti-teollisuus	Sähkön-tuottajat	Sähkön- ja lämmöntuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	-3.31	-1	-3.28	-3.17	-1.85
1990	-3.31	-0.7	-3.04	-3.1	-1.46
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	-10.03	-1.41	-3.26	-3.12	-1.88
1990	-20.39	-1.18	-3.03	-3.05	-1.51
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-2.4	-2.26	-2.34	-2.47	-2.34
1990	-2.4	-1.84	-2.29	-2.41	-1.73
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	-2.84	-1.72	-2.14	-2.21	-1.78
1990	-27.82	-1.24	-2.05	-2.14	-1.03

**Taulukko 20. Päästökaupan vaikutukset yksityisiin palveluihin**

Perusvuosi	Päästökaupan piiriin kuuluvat				
	Ei päästö- kauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti- teollisuus	Sähkön- tuottajat	Sähkön- ja lämmön- tuottajat
Huutokauppa, Suomen oma politiikka					
1995	1.4	1.98	1.22	1.73	2.38
1990	1.4	1.91	1.16	1.76	2.4
Perintömenettely, Suomen oma politiikka					
1995	6.65	3.58	1.99	2.35	3.46
1990	6.87	3.75	2.05	2.43	3.87
Huutokauppa, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	0.03	0.05	0.14	0.08	0.05
1990	0.03	0.02	0.23	0.07	-0.16
Perintömenettely, Suomi yhdessä muiden kanssa					
1995	1.38	0.76	0.36	0.39	0.74
1990	6.31	0.83	0.5	0.39	0.69

## 4 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 4.1 Tarkastellut vaihtoehdot

Tässä tutkimuksessa tehdyissä laskelmissa on arvioitu kotimaisen päästökaupan toteuttamisen kustannuksia kaupankäynnin laajuuden ja lähtökohtien osalta erilaisissa vaihtoehdoissa. Laskelmat on tehty ETLAn kokonaistaloudellisella laskentamallilla. Laskelmien perusvaihtoehdossa on oletettu 2.5 prosentin viennin ja tuottavuuden kasvu. Lisäksi on oletettu, että yleinen polttoaineiden käytön energiatehokkuus kasvaa autonomisesti prosentin vuosivauhdilla, ja että sähkön- ja lämmönkulutuksen energiatehokkuus eri toimialoilla ja yksityisessä kulutuksessa tehostuu lisäksi autonomisesti 5-10 prosenttia seuraavien kymmenen vuoden kuluessa. Näillä oletuksilla hiilidioksidipäästöjä olisi vähennettävä noin 27 prosenttia vuonna 2010 Kioton pöytäkirjan mukaisen päästötavoitteen saavuttamiseksi.

Tutkituissa päästökaupan vaihtoehdoissa oletetaan, että päästökauppa on sallittua vain joillekin toimialoille muiden toimialojen päästöjen taloudellisen ohjauksen tapahtuessa päästöverotuksen avulla. Päästöverotuksen on oletettu perustuvan kaikkien polttoaineiden osalta samansuuruiseen veroon hiilidioksiditonnia kohti.

Tutkitut päästökaupan vaihtoehdot ovat seuraavat:

1. Päästökauppa ei ole sallittua millään toimialoilla.
2. Päästökauppa on sallittua sekä teollisuuden että sähkön- ja lämmöntuottajien kesken. Tämä vaihtoehto muistuttaa Norjassa ehdotettua mallia, jonka pyrkimys on saattaa taloudellisen ohjauksen piiriin sellaisetkin toimialat, joihin ohjausta nykyisellään ei sovelleta tai joiden osalta sovelletaan poikkeusmenettelyjä.
3. Päästökauppa on sallittua vientiteollisuuteen kuuluvien toimialojen kesken. Vientiteollisuudeksi on tutkimuksessa luettu paperiteollisuus, kemian teollisuus, metalliteollisuus ja sähkö- ja elektroniikkateollisuus.
4. Päästökauppa on sallittua sähkön erillistuottajien kesken. Tässä vaihtoehdossa kauppa voivat käydä vain ne toimialat, joilla on erillistä sähköntuotantoa. Teollisuuden oma sähköntuotanto ei käytetyssä aineistossa kuulu tähän luokkaan, vaan sen polttoainekäyttö on laskettu osaksi toimialojen omaa tuotantoa.
5. Päästökauppa saavat käydä sekä sähkön ja lämmön erillistuottajat että sähkön ja lämmön yhteistuottajat. Tämä vaihtoehto vastaa Tanskassa käytettäväksi esitettyä mallia.

Päästökaupan on oletettu perustuvan kahteen päästäkiintiöiden alkujakovaihtoehtoon. Vaihtoehdot ovat:

1. Alkujako suoritetaan valtion toimesta huutokauppaamalla päästäkiintiöitä niille toimialoille, joille päästökauppa on sallittua. Huutokaupan jälkeen kyseiset toimialat voivat käydä kauppa keskenään. Tässä tarkastelussa tällaisen kaupankäynnin mahdollisuus on teoreettinen, koska ulkoisten olosuhteiden oletetaan säilyvän ennallaan alkujakon jälkeenkin. Päästökaupan ulkopuolisille sektoreille sovelletaan päästöveroja. Siinä tapauksessa, että päästökauppa ei ole sallittua millekään toimialoille, vastaa tämä vaihtoehto itse asiassa yleistä päästöveroä, johon se tuloksia tarkasteltaessa voidaan hyvin rinnastaa.

2. Alkujako suoritetaan perintömenettelyllä. Tässä vaihtoehdossa niille toimialoille, joille päästökauppa on sallittua, annetaan vastikkeetta päästokiintiö, jonka jälkeen toimialat voivat käydä kauppaa keskenään. Siinä tapauksessa, että kauppa ei ole sallittua millekään toimialoille, vastaa tämä vaihtoehto päästöjen täydellistä kiintiöintiä. Muihin toimialoihin sovelletaan tässäkin vaihtoehdossa päästövero.

Alkujaon perusteeksi on tutkimuksessa valittu joko vuoden 1990 tai 1995 päästöjen toimialakohtainen jakauma. Alkujakovaihtoehdoissa niille toimialoille, joille päästökauppa on sallittua, joko huutokaupataan tai jaetaan perintömenettelyn mukaisesti jomman kumman perusvuoden mukainen osuus kokonaispäästöistä. Kokonaispäästöjen taso on rajoitettu siten, että Kioton pöytäkirjan mukainen päästötavoite saavutetaan. Tämä taso on tutkimuksen kattamien fossiilisten polttoaineiden polttoainekäytön osalta noin 54 miljoonaa tonnia hiilidioksidia. Luku ei sisällä ulkomaanliikenteen päästöjä eikä muiden kasvuhuonekaasujen päästöjä. Ei-fossiilisista polttoaineista syntyviä päästöjä ei myöskään ole otettu huomioon.

## 4.2 Tutkimuksen tulokset

Tutkimuksen tärkeimmät tulokset voidaan tiivistää päästökaupassa syntyvään päästöluvan hintaan ja joihinkin keskeisiin makrotaloudellisiin muuttujiin.

Päästöluvan hinta ja päästövero vaihtelevat tulosten mukaan selvästi eri vaihtoehtojen välillä. Jos alkujako toteutetaan huutokaupalla eikä päästökauppa ole sallittua, ja jos Suomi lisäksi toteuttaisi päästökaupan yksin, nykyisten verojen lisäksi maksettavan päästöluvan hinta asettuisi korkeimmillaan noin 152 markkaan, mikäli polttoaineiden välillä ei tehtäisi nykyjärjestelmän kaltaisia eroja. Jos Suomi toteuttaisi päästökaupan muiden maiden kanssa, korkein lupahinta asettuisi 187 markkaan. Jos alkujako perustuu perintömenettelyyn eikä päästökauppaa sallita, yleistä lupien hintatasoa ei synny. Sen sijaan kullakin toimialalla on luvulle implisiittinen hinta, joka saattaa nousta erittäin korkeaksi, mikäli kiintiöinti on toimialan kannalta epäonnistunut. Niillä toimialoilla, joille kohdentuu tarpeettoman suuri kiintiö, osa kiintiöstä jää käyttämättä eikä luvulle ole näin muodoin hintaakaan. Kiintiöintiin liittyvä implisiittinen hinta asettui korkeimmillaan noin 1800 markkaan liikenteen toimialalla.

Jos päästökauppa sallitaan, syntyy kauppaa käyville toimialoille yhteinen hintataso ja kauppaa käymättömille toimialoille yhteinen päästöveron taso. Näissä voi olla huomattavia eroja riippuen päästökaupan vaihtoehdosta, alkujaon toteuttamistavasta ja alkujaon perusteena käytetystä vuodesta. Eri alkujakovaihtoehdoissa päästokiintiöt kohdentuvat kauppaa käyvien ja päästöverotuksen piiriin kuuluvien toimialojen välillä eri tavoin kuin alkujaossa ja tästä syystä sekä lupien hinta että päästövero muuttuvat päästökaupan ollessa sallittua. Hintoja ja veroja vertaamalla voidaan päätellä, kuinka päästörajoituksin toteuttamistaakka taloudessa muuttuu.

Päästöluvan hinta kauppaa käyvillä toimialoilla on alimmillaan siinä tapauksessa, että kauppaan osallistuvat vientiteollisuuden toimialat ja ylimmillään, kun kauppaa voivat käydä sähköntuottajat käytetäänpä alkujaon perusvuotena sitten vuoden 1990 tai vuoden 1995 päästöjakaumaa. Vuoden 1990 jakauman perusteella toteutetussa alkujaossa kauppaa käyvien toimialojen osuus kokonaispäästöistä on kuitenkin pienempi kuin vuoden 1995 päästöjakauman perusteella toteutetussa. Tästä syystä päästöluvan hinta päästökaupan piiriin kuuluvilla toimialoilla on korkeampi silloin, kun alkujako toteutetaan vuoden 1990 jakauman perusteella.

Se, toteutetaanko alkujako huutokaupalla vai perintömenettelyllä vaikuttaa luvan hintaan huomattavasti päästökaupan laajuutta vähemmän. Luvan hinta on yleensä lähes sama vaihtoehdosta riippumatta lukuunottamatta päästökauppaa teollisuuden ja sähkön- ja lämmöntuottajien kesken, jossa hinta on selvästi alempi, jos alkujako toteutetaan perintömenettelyllä kuin jos se perustuu huutokaupalla toteutettuun alkujakoon.

Niillä toimialoilla, joille päästökauppa ei ole sallittua, päästokiintiössä pysymiseksi tarvittava vero vaihtelee käänteisesti kauppaa käyvien toimialojen maksamaan päästöluvan hintaan nähden. Teollisuuden käsittävät päästökaupan vaihtoehdot näyttäisivät yleensä kohdentavan päästöjen rajoitusten kustannukset suhteellisesti enemmän teollisuuden kannettavaksi kuin muiden, kauppaa käymättömien toimialojen, jos Suomi toteuttaa päästöjen rajoittamisen yksin. Tämä heijastuu niin kasvaneina kansantuote- kuin hyvinvointitappioina. Sähköntuotannon ja sähkön- ja lämmöntuotannon käsittävä päästökauppa sen sijaan laskisi kansantuote- ja hyvinvointitappioita lievästi. Muiden maiden kanssa toteutettuna huutokauppaan perustuva päästökauppa ei yleensä pienentäisi hyvinvointitappioita ja kasvattaisi lisäksi kansantuotetappiota. Perintömenettelyllä toteutettuun alkujakoon verrattuna päästökauppa pienentäisi kuitenkin tappioita selvästi.

Työllisyyden, kulutuksen ja hyvinvoinnin osalta päästökaupalla on osin ristiriitaisia vaikutuksia. Jos päästökauppaa ei sallita, laskee kulutus perintömenettelyllä toteutetun kiintiöinnin tapauksessa rajusti. Jos sovelletaan huutokauppaa, kulutuksen lasku on edelleen selvästi negatiivinen, joskin huomattavasti lievempi. Päästökauppa lieventää näitä vaikutuksia kaikissa vaihtoehdoissa ja parantaa suurimmaksi osaksi myös työllisyyttä. Hyvinvoinnin osalta vaikutukset ovat kuitenkin monimutkaisemmat. Kun päästökauppa perustuu huutokaupalla toteutettuun alkujakoon, pienentää sähkön- ja lämmöntuotannon käsittävä päästökauppa lievästi hyvinvointitappiota, mikäli Suomi toteuttaa päästökaupan yksin. Syynä tähän on se, että huutokaupalla toteutetun päästökaupankin tapauksessa oletetaan osan nykyisestä verojärjestelmästä säilyvän. Kun tässä järjestelmässä päästöjen verotus ei tapahdu yhtenäisin perustein, ei alkujako ole kustannustehokas huutokaupankaan tapauksessa. Tästä syystä sitä voidaan parantaa päästökaupan avulla. Jos päästökauppa perustuu perintömenettelyllä toteutettuun alkujakoon, päästökauppa parantaa kylläkin hyvinvointia verrattuna täydelliseen kiintiöintiin mutta ei verrattuna huutokauppaan perustuvaan päästökauppaan. Kiintiöinti on siis kaikkein tehottomin alkujako. Alkujaon perusteena käytetyllä vuodella ei ole suurta vaikutusta hyvinvointiin. Jos Suomi toteuttaa päästörajoitukset yhdessä muiden maiden kanssa, saattaa hyvinvointivaikutus olla positiivinen kaikissa huutokauppaan perustuvissa vaihtoehdoissa. Tässä tapauksessa päästökaupalla ei yleensä ole myönteisiä vaikutuksia vaan se heikentää hyvinvointia.

Kansantuotteen ja viennin osalta päästökaupan laajuudella ja käytetyllä perusvuodella on jonkin verran merkitystä. Perintömenettelyn tapauksessa kauppaa käyvät toimialat saavat pitää päästölupien mahdollisen myyntitulon, mikä alentaa päästörajoitusten noudattamisesta syntyviä hintapaineita. Tästä syystä vientiteollisuutta koskeva päästökauppa johtaa pienempään viennin laskuun kuin ilman päästökauppaa tapahtuisi.

Kansantuote laskee päästörajoitusten toteuttamisen vuoksi kaikissa tapauksissa selvästi. Jos päästökauppaa ei sallita, perintömenettelyyn perustuva päästöjen kiintiöinti tuottaa kaikkein suurimman kansantuotteen laskun. Huutokauppaan perustuva alkujako sen sijaan tasaa kustannuksia toimialojen välillä ja sen seurauksena kansantuote laskee vähemmän kuin perintömenettelyyn perustuvassa alkujaossa. Toisaalta tässä tapauksessa päästökauppa yleensä johtaa kansantuotetappion kasvamiseen. Sen sijaan perintömenettelyyn perustuvassa huutokaupassa alkujako on erittäin tehoton ja sitä voidaan parantaa huomattavastikin päästökaupan avulla.

### 4.3 Kotimainen päästökauppa verrattuna Kioton mekanismeihin

Tässä tutkimuksessa on arvioitu kotimaisen päästökaupan vaikutuksia Suomessa. Päästökaupan on havaittu mahdollistavan kustannussäästöjä sellaisissa tapauksissa, joissa se parantaa päästörajoitusten kohdentumisen kustannustehokkuutta. Tutkimuksessa tarkastelluissa tapauksissa näin voi käydä, koska päästokiintiöiden alkujako on tehoton eikä minimoi rajoituskustannuksia. Ennen kaikkea tämä koskee päästöjen täydellistä kiintiöintiä toimialoittain, joka voisi aiheuttaa yli 3 prosentin laskun kansantuotteessa vuonna 2010. Päästökauppa laskisi tämän tappion alle prosenttiin vuoden 2010 kansantuotteesta. Mutta koska tutkimuksessa oletettiin, että energiaverotus ei ole aivan teorian mukaisen optimin mukainen, voisi päästökauppa kuitenkin laskea kustannuksia myös päästöverotukseen nähden. Tällöin kansantuotetappio laskisi -1.25 prosentista -0.98 prosenttiin, jos siirryttäisiin kaikkia toimialoja koskevasta huutokaupasta (joka vastaa päästöverotuksen tapausta) perintömenettelyllä toteutettuun, vientiteollisuuden ja sähkön- ja lämmöntuottajat käsittävään päästökauppaan.

Kuinka suuren merkityksen kotimainen päästökauppa voisi saada ilmastopolitiikan kokonaisuudessa? Tutkimuksessa ei ole kiinnitetty huomiota kahteen ilmastopolitiikan kustannusten kannalta tärkeään kysymykseen, nimittäin päästöverojen kertymän ja päästöhuutokaupan tulojen käyttöön ja Kioton mekanismeihin. Aiemmissa tutkimuksissa on kuitenkin havaittu, että muuttamalla verotuksen painopistettä voidaan päästörajoitusten kokonais- taloudellisia kustannuksia lieventää suuntaamalla verokertymä työn välillisen ja välittömän verotuksen alentamiseen. Esimerkiksi Honkatukia (1999b) laskee päästöverojen kertymällä rahoitetun sova-alen pienentävän kansantuotteen laskua noin 20 prosentilla. Huutokaupan avulla toteutettu päästökauppa tuottaisi valtiolle myyntituloa, joka tekisi mahdolliseksi menoneutraalin verotuksen painopisteen muuttamisen. Tämä saattaisi lisätä päästökaupan myönteisiä vaikutuksia. Hyvinvoinnin paraneminen tai huononeminen riippuu kuitenkin päästötavoitteen tasosta. Kioton pöytäkirjan mukaisella vähennystavoitteella hyvinvointia ei aiempien tutkimusten mukaan yleensä voida parantaa, lievemällä tavoitteella tämäkin on joissakin olosuhteissa mahdollista.

Kioton mekanismit ovat Suomen ilmastopolitiikan kustannusten kannalta keskeisessä asemassa. Kirjallisuudenkin perusteella näyttää selvältä, että Suomi hyötyisi Kioton mekanismeista, koska päästöjen rajoittamisen rajakustannukset ovat meillä korkeita muihin EU-maihin verrattuna (Gielen et. al. 1998). Honkatukia (1999a) arvioi, että kuluttajatkin hyötyisivät Kioton mekanismien käytöstä mahdollisesti paljonkin, koska rajoituskustannukset voitaisiin Kioton mekanismien avulla jopa puolittaa. Sekä hyvinvointitappiot että kansantuotteen lasku pienenevät merkittävästi. Kotimaisen päästökaupan avulla ei tämän tutkimuksen valossa ole mahdollista päästä aivan yhtä suuriin tehokkuusparannuksiin. Kotimainen päästökauppa saattaa kuitenkin olla edellytys Kioton mekanismien kautta hankittujen päästokiintiöiden vaihdettavuudelle, joka on välttämätöntä mekanismien täyden hyödyn saavuttamiselle.

### 4.4 Johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa tehtyjen laskelmien perusteella kotimaisella päästökaupalla olisi selviä vaikutuksia niin koko talouden tasolla kuin toimialatasollakin.

Tutkimuksessa tarkastelluista vaihtoehtoista huutokaupalla toteutettavaan päästokiintiöiden alkujakoon perustuva päästökauppa tuottaa selkeimmät tulokset. Huutokaupalla toteutettu alkujako kaikkia toimialoja koskevana tuottaa lähes kustannustehokkaan päästölupien

kohdentumisen – ainakin hetkellisesti – eikä sitä voida päästökaupan avulla yleensä parantaa. Sekä hyvinvointi että kansantuote laskevat tähän tapaukseen verrattuna lähes kaikissa huutokauppaan perustuvan päästökaupan vaihtoehdoissa enemmän. Poikkeuksen tekevät vain ne tapaukset, joissa sähkön- ja lämmöntuottajat kuuluvat päästökaupan piiriin. On kuitenkin huomattava, että tämä tulos perustuu osittain sähkön tuonnin voimakkaaseen kasvuun, jolle ei laskelmissa ole asetettu ylärajaa.

Jos päästökauppa perustuu perintömenettelyn avulla toteutettuun päästölupien alkujakoon ja jonkin vuoden päästöjakaumaan – tässä tapauksessa vuoden 1990 tai vuoden 1995 - alkujako on erittäin tehoton ja päästökaupan avulla voidaan selvästi parantaa alkutilannetta. Päästökaupan vaikutukset ovat myönteisimmillään silloin, kun päästökauppa kattaa teollisuuden ja voimantuotannon tai sähkön- ja lämmöntuotannon joko kokonaan tai osittain. Tämä voidaan tulkita myös niin, että kaupan vaikutukset ovat myönteisimmillään, kun sen piiriin kuuluu mahdollisimman suuri osuus päästöistä. Tätä tulkintaa vaikeuttaa kuitenkin jossain määrin se, että kaupankäynnin piiriin kuulumattomien toimialojen on oletettu jäävän lähes yhtenäisin perustein toteutetun päästöverotuksen piiriin. Tällainen verotus kohdentaisi päästöjen rajoitukset suhteellisen tehokkaasti – verotuksen aiheuttamat rajoitukset huomioonottaen - kaupankäynnin ulkopuolisilla toimialoilla päästökaupasta riippumatta.

Tutkimuksessa havaittiin kuitenkin, että perintömenettelyyn perustuvalla päästökaupalla on mahdollista pienentää kansantuotteen päästörajoitusten toteuttamisesta aiheutuvaa laskua

**Taulukko 21. Keskeisiä tuloksia: perusvuosi 1990, perintömenettely**

	Päästökaupan vaihtoehto				
	Ei päästökauppaa	Teollisuus ja voimalaitokset	Vienti-teollisuus	Sähkön-tuottajat	Sähkön- ja lämmöntuottajat
Päästöluvan hinta, markkaa	0	171.38	334.4	135.7	288.13
Päästövero, markkaa	0	0	125.84	95.29	0
Kansantuotteen muutos, %	-3.25	-1.09	-1.33	-1.04	-0.68
Työllisyyden muutos, %	0.93	0.38	0.11	0.13	0.31
Kulutuskysynnän muutos, %	-2.88	-0.95	-1.12	-0.91	-0.65
Viennin muutos, %	-3.5	-2.44	-1.84	-1.86	-2.49
Turpeen tuotannon muutos, %	-46.69	-33.95	-36.59	-35.83	-27.73
Öljypolttoaineiden tuotannon muutos, %	-24.63	-21.67	-23.57	-26.9	-20.86
Sähköntuotannon muutos, %	-28.26	-20.58	-13.93	-13.23	-23.24
Lämmöntuotannon muutos, %	-3.39	-2.34	-1.94	-1.53	-2.76
Paperintuotannon muutos, %	-12.7	-8.03	-7.97	-4.3	-6.32
Perusmetallien tuotannon muutos, %	-16.6	-6	-5.15	-11.22	-5.5
Elektroniikkateollisuuden tuotannon muutos, %	4.57	1.12	2.16	1.36	0.27
Liikenteen muutos, %	-20.39	-1.18	-3.03	-3.05	-1.51
Palvelutuotannon muutos, %	6.87	3.75	2.05	2.43	3.87

verrattuna nykyjärjestelmään perustuvan päästöverotuksen avulla toteutettuihin rajoituksiin. Kansantuotteen lasku pienenisi enimmillään -3.25 prosentista -0.7 prosenttiin vuonna 2010, lähes 80 prosentilla siis, jos päästökauppa sallittaisiin sähkön- ja lämmöntuotannolle siinä tapauksessa että Suomi toteuttaisi päästökaupan yksin. Useimmissa tapauksissa päästökaupasta saatava hyöty on kuitenkin huomattavasti pienempi ja monissa tapauksissa päästökauppa lisää päästöjen rajoittamisesta aiheutuvia kustannuksia.

Alkujakon perustaksi valitulla päästöjakaumalla ei ole suurta vaikutusta silloin, kun alkujako toteutetaan huutokaupalla. Perintömenettelyn yhteydessä sen sijaan vuoden 1995 päästöjakaumaan perustuva alkujako tuottaa pienemmän kansantuotteen laskun kuin vuoden 1990 päästöjakaumaan perustuva.

Päästökauppa pienentää hyvinvointitappioita perintömenettelyn avulla toteutetun alkujakon yhteydessä aina päästöjen täydelliseen toimialakohtaiseen kiintiöintiin verrattuna. Huutokauppaan perustuvan päästökaupan yhteydessä hyvinvointi sen sijaan paranee päästökaupan ansiosta vain niissä tapauksissa, joissa kansantuotteen laskukin pienenee. Lähinnä tällainen tapaus on sähkön- ja lämmöntuotannon käsittävä päästökauppa Suomen toimiessa muista maista riippumatta. Muiden maiden kanssa toteutettuna kotimainen päästökauppa ei yleensä paranna sen enempää kuluttajien hyvinvointia kuin kansantuotettakaan.

Johtopäätöksiksi tutkimuksessa tehdyistä laskelmista voidaan sanoa, että päästökaupalla voidaan parantaa päästörajoitusten toteuttamisen tehokkuutta selvästi vain siinä tapauksessa, että rajoitusten kustannukset jakautuvat alunperin tehottomasti. Näin voi käydä, mikäli päästökiintiöiden alkujako on tehoton. Jos päästökiintiöiden alkujako sen sijaan toteutetaan kaikkia toimialoja koskevalla huutokaupalla, kustannusten jakautuminen on suhteellisen tehokasta eikä tehokkuutta voida juurikaan parantaa päästökauppa sallimalla, elleivät sitten ulkoiset tekijät yllättäen muutu ja luo tarvetta päästökaupalle. Tätä mahdollisuutta ei tutkimuksessa kuitenkaan ole tarkasteltu. Jos alkujako perustuu perintömenettelyyn ja päästöjen historialliseen jakaumaan, kustannukset jakautuvat epätasaisesti ja tällöin päästökauppa voi parantaa tehokkuutta huomattavasti.

Osittain tutkimuksen tulokset heijastavat oletusta, että päästökaupan piiriin kuulumattomilta sektoreilta kannettaisiin lähes yhtenäisin perustein määräytyvää päästöveroa, jolloin niidenkin taloudellinen ohjaus tapahtuisi suhteellisen tehokkaasti. Jos muu ohjaus olisi tehotonta, päästökaupan vaikutukset voisivat olla selvemmät.

Tarkastelussa ei myöskään ole otettu huomioon niitä sopeutumiskustannuksia, joita - toimialakohtaisten tulosten perusteella - melkoisesta talouden toimialarakenteen muutoksesta aiheutuisi. Taulukkoon 21 on kerätty laskelmien tulokset eräissä erikoistapauksessa, jossa Suomi toteuttaisi päästörajoitukset yksin vuoden 1990 päästöjakauman perusteella tehtyyn ja perintömenettelyllä toteutettuun alkujakoon perustuvalla päästökaupalla. Taulukon tarkoituksena ei ole esittää edustavimpia tuloksia, vaan havainnollistaa niitä suuria rakennemuutoksia, joita päästörajoitusten toteuttamisesta ja päästökaupan eri vaihtoehdoista saat-taisi seurata. Taulukon perusteella on selvää, että kotimainen päästökauppa voisi vaikuttaa toimialarakenteeseen hyvin voimakkaasti, vaikka sen vaikutukset koko kansantalouden tasolla jäisivätkin suhteellisesti pienemmiksi. Jotta taulukon kuvaamat voimakkaat rakennemuutokset ylipäättään olisivat mahdollisia, olisi koulutukseen ja uuteen tuotantopää-omaan investoitava erittäin voimakkaasti. Päästökauppa saattaisi lieventää sopeutumispainetta tässä arvioitua enemmän, mikäli nämäkin kustannukset otettaisiin huomioon.



## Lähteet

- Johanna Alatalo (1998): Hiilidioksidiveron kaksoishyötyvaikutus. Tutkimusraportti B 141, ETLA.
- Bernstein, P. Montgomery, W.D., Rutherford, T. ja Yang, G. (1999): Effects of Restrictions on International Permit Trading: The MS-MRT Model. Energy Journal, Kyoto Special Issue, 221-256.
- Blok, J.W., Bode, J.W. ja Phylipsen, G.J.M. (1997): The Triptyque approach. Discussion Paper for the workshop for the European Union EU Ad hoc Group on Climate. Zeist, Hollanti, tammikuu 1997.
- Bovenberg, A.L. ja Goulder, L.H. (1996): Optimal Environmental Taxation in the Presence of Other Taxes: General-Equilibrium Analyses. American Economic Review, 86, 985-1000.
- Böhringer, C., Pahlke, A. ja Rutherford, T. (1997): Environmental Tax Reforms and the Prospects for a Double Dividend. Journal of Environmental Economics and Management, 32, 189-203.
- Böhringer, C., ja Rutherford, T. (1998): The Efficiency Costs of Voluntary Agreements in Environmental Policy, mimeo, University of Colorado.
- Gielen, D.J., Koutstaal, P.R., Kram, T. ja van Rooijen, S.N.M. (1998): Post-Kyoto: Effects on the Climate Policy of the European Union. ECN-C-98-040, Netherlands Energy Research Foundation ECN.
- Honkatukia, J. (1997): Taxes, Tradable Permits, and the Macroeconomic Consequences of Emission Control Policies for Finland. Keskustelualoite W:196, Helsingin kauppaorkeakoulu.
- Honkatukia, J. (1998): Arvioita ilmastotavoitteen kokonaistaloudellisista vaikutuksista Suomessa. Keskusteluaiheita 641, ETLA.
- Honkatukia, J. (1999a): Kioton mekanismien käytön rajoittamisen vaikutukset Suomeen. Keskusteluaiheita 677, ETLA.
- Honkatukia, J. (1999b): The Effects of Energy Saving on the Costs of Abatement Policies in Finland. Discussion paper 693, ETLA.
- Kainuma, M., Matsuoka, Y., Mortia, T. ja Masui, T. (1998): Preliminary Analysis of Post-Kyoto EMF Scenarios, paper presented at the Energy Modeling Forum, Snomass, Colorado, August 1998.
- Kenc.,T. ja Perraudin, W. (1996): Demography, Pensions and Welfare. Keskustelualoite 131, VATT.
- Lehtilä, A. ja Tuhkanen, S. (1999): Integrated Cost-Effectiveness Analysis of GreenHouse Gas Emission Abatement. VTT Publications 374.
- Koutstaal, P. (1999): Tradable Permits in Economic Theory. In Van den Bergh, J. (ed.): Handbook of Environmental Economics, Edward Elgar, Cheltenham.
- Lehtilä, A., Savolainen, I., ja Tuhkanen, S. (1998): Indicators of CO2 Emissions and Energy Efficiency. VTT Publications 328.

- Lehtilä, A. (1995): Uusien energiatekniikoiden ja päästönvähennyksen potentiaali Suomessa. VTT Tiedotteita 1697, VTT, Helsinki.
- Manne, A. ja Richels, R. (1998): The Kyoto Protocol: A cost-effective Strategy for meeting environmental objectives?, paper presented at the Energy Modeling Forum, Snowmass, Colorado, August 1998.
- McDougall, R., Elbehri, A. ja Truong, T.P. (1998): The GTAP 4 Data Base. Center for Global Trade Analysis, Purdue University.
- McKibbin, W., Ross, M., Shackleton, R. ja Wilcoxon, P. (1999): Emissions Trading, Capital Flows and the Kyoto Protocol. Energy Journal, Kyoto Special Issue, 287-333.
- Rutherford, T., Babiker, M.H. ja Maskus, K.E. (1997): Carbon Taxes and the Global Trading System. Presented at the International Energy Workshop at IIASA, June 1997.
- Savolainen, I., Pipatti, R. ja Lehtilä, A. (1998): kasvihuonekaasujen päästöjen rajoitustavoitteiden jako EU-maiden kesken. Tutkimusraportti ENE6/14/98, VTT.
- Shackleton, R., McKibbin, W.J. ja Wilcoxon, P.J. (1998): The Potential Effects of International Carbon Emissions Permit Trading under the Kyoto Protocol. Esitelmä, OECD, Pariisi.
- Tulpule, V., Brown, S., Lim, J., Polidano, C., ja Fisher, B. (1999): The Kyoto Protocol: An Economic Analysis using GTEM. Energy Journal, Kyoto Special Issue, 257-286.

## Yhteenveto

Päästökauppaa ei ole toistaiseksi otettu käyttöön hiilidioksidipäästöjen vähentämisen yhteydessä missään maassa. Suunnitelmia päästökaupasta on kuitenkin tehty. Eurooppalaisittain näistä tärkeitä ovat Tanskan ja Norjan mallit ja EU:n Vihreän kirjan ehdotus kotimaisen ja EU:n laajuisen päästökaupan toteuttamiseksi.

Tanskan mallissa päästökauppa koskisi sähkön- ja lämmöntuottajia. Norjan mallissa päästökauppa olisi mahdollista teollisuuden ja voimalaitosten kesken. Norjan mallin perustelu on se, että näin voitaisiin ulottaa päästörajoitukset koskemaan energiavaltaisia toimialoja, jotka nyt niin Norjassa kuin muuallakin ovat esimerkiksi päästöverotuksen suhteen eri asemassa kuin muu talous. Tämä johtuu yhtäältä kilpailukykyisistä mutta on toisaalta perusteltua ympäristönäkökohdistakin. Norjan ympäristöverokomitea korostaa useaan otteeseen sitä, ettei sikäläisen suhteellisen energiatehokkaan tuotannon päästöjen voimakas rajoittaminen vähentäisi globaaleja päästöjä, vaan johtaisi tuotannon korvautumiseen saastuttavammalla tuotannolla niissä maissa, joissa päästöjä ei rajoiteta. Perintömenettelyn avulla toteutetun päästökaupan avulla tätä ongelmaa voitaisiin lieventää. Myös EU:n Vihreässä kirjassa päästökauppaa kaavaillaan vain joitakin sektoreita kattavana. Vihreä kirja perustelee menettelyä sillä, että keskittymällä suurimpiin päästölähteisiin taataan päästöoikeuksien markkinoiden toimiminen.

Tässä tutkimuksessa arvioidaan kotimaisen päästökaupan toteuttamisen vaikutuksia Suomessa. Arviot on tehty kokonaistaloudellisen laskentamallin avulla. Mallilaskelmissa on otettu lähtökohdaksi energiaverotuksen nykytaso. Nykyisen verotason oletetaan muodostavan kaikissa vaihtoehdoissa minimiveron polttoaineille. Päästölupien kauppa on oletettu toteuttavan siten, että päästökaupan piiriin kuuluvilla toimialoilla verotukseen perustuvan ohjaamisen sijasta päästöjen rajoittamiseen käytetään päästölupia. Päästölupien alkujakoa tarkastellaan sekä valtion toteuttamaan huutokauppaan perustuvana että perintömenettelynä. Edellisessä tapauksessa valtio valitsee ne toimialat, jotka voivat käyvätkään päästökauppaa, samoin kuin näille toimialoille yhteensä jaettavan päästökiintiön. Valtio saa huutokaupasta tuloa, jonka se jakaa tulonsiirtoina kuluttajille. Toisessa vaihtoehdossa valtio jakaa kaupankäyntiin valittaville toimialoille päästöoikeuksien alkuvarannon korvauksetta.

Tutkitut päästökaupan vaihtoehdot ovat seuraavat:

1. Päästökauppa ei ole sallittua millään toimialoilla.
2. Päästökauppa on sallittua sekä teollisuuden että sähkön- ja lämmöntuottajien kesken. Tämä vaihtoehto muistuttaa Norjassa ehdotettua mallia, jonka pyrkimys on saattaa taloudellisen ohjauksen piiriin sellaisetkin toimialat, joihin ohjausta nykyisellään ei sovelleta tai joiden osalta sovelletaan poikkeusmenettelyjä.
3. Päästökauppa on sallittua vientiteollisuuden kuuluvien toimialojen kesken. Vientiteollisuudeksi on tutkimuksessa luettu paperiteollisuus, kemian teollisuus, metalliteollisuus ja sähkö- ja elektroniikkateollisuus.
4. Päästökauppa on sallittua sähkön erillistuottajien kesken. Tässä vaihtoehdossa kauppa voivat käydä vain ne toimialat, joilla on erillistä sähköntuotantoa. Teollisuuden oma sähköntuotanto ei käytetyssä aineistossa kuulu tähän luokkaan, vaan sen polttoainekäyttö on laskettu osaksi toimialojen omaa tuotantoa.
5. Päästökauppaa saavat käydä sekä sähkön ja lämmön erillistuottajat että sähkön ja lämmön yhteistuottajat. Tämä vaihtoehto vastaa Tanskassa käytettäväksi esitettyä mallia.

Alkujaon perusteeksi on tutkimuksessa valittu joko vuoden 1990 tai 1995 päästöjen toimialakohtainen jakauma. Alkujakovaihtoehdoissa niille toimialoille, joille päästökauppa on sallittua, joko huutokaupataan tai jaetaan perintömenettelyn mukaisesti jomman kumman perusvuoden mukainen osuus kokonaispäästöistä. Kokonaispäästöjen taso on rajoitettu siten, että Kioton pöytäkirjan mukainen päästötavoite saavutetaan. Tämä taso on tutkimuksen kattaman polttoaine- ja prosessikäytön osalta noin 54 miljoonaa tonnia hiilidioksidia.

Tutkimuksen johtopäätös on, että päästökaupalla voidaan parantaa päästörajoitusten toteuttamisen tehokkuutta selvästi vain siinä tapauksessa, että rajoitusten kustannukset jakautuvat alunperin tehottomasti. Näin voi käydä, mikäli päästokiintiöiden alkujako on tehoton. Jos päästokiintiöiden alkujako toteutetaan kaikkia toimialoja koskevalla huutokaupalla, kustannusten jakautuminen on suhteellisen tehokasta eikä tehokkuutta voida juurikaan parantaa päästökaupalla sallimalla, elleivät sitten ulkoiset tekijät yllättäen muutu ja luo tarvetta päästökaupalle. Tätä mahdollisuutta ei tutkimuksessa kuitenkaan ole tarkasteltu. Jos alkujako perustuu perintömenettelyyn ja päästöjen historialliseen jakaumaan, kustannukset jakautuvat epätasaisesti ja päästökauppa voi parantaa tehokkuutta huomattavasti.

Osittain tutkimuksen tulokset heijastavat oletusta, että päästökaupan piiriin kuulumattomilta sektoreilta kannettaisiin lähes yhtenäisin perustein määräytyvää päästöveroa, jolloin niidenkin taloudellinen ohjaus tapahtuisi suhteellisen tehokkaasti. Jos muu ohjaus olisi tehottomaa, päästökaupan vaikutukset voisivat olla suuremmat. Tarkastelussa ei myöskään ole otettu huomioon niitä sopeutumiskustannuksia, joita - toimialakohtaisten tulosten perusteella - melkoisesta talouden toimialarakenteen muutoksesta aiheutuisi. Jotta näin voimakas rakennemuutos ylipäättään olisi mahdollinen, olisi koulutukseen ja uuteen tuotantopäätöksiin nimittäin investoitava erittäin voimakkaasti. Päästökauppa saattaisi lieventää sopeutuspainetta tässä arvioitua enemmän, mikäli nämäkin kustannukset otettaisiin huomioon.

Tutkimus on suoritettu Kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosaston toimeksiannosta.