

Forsström, Juha; Honkatukia, Juha

**Working Paper**

## Energiaverotuksen kehittämistarpeet kiiton pöytäkirjan toteuttamiseksi

ETLA Discussion Papers, No. 800

**Provided in Cooperation with:**

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

*Suggested Citation:* Forsström, Juha; Honkatukia, Juha (2002) : Energiaverotuksen kehittämistarpeet kiiton pöytäkirjan toteuttamiseksi, ETLA Discussion Papers, No. 800, The Research Institute of the Finnish Economy (ETLA), Helsinki

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/63816>

**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.*

## Keskusteluaiheita – Discussion papers

No. 800

Juha Forsström\* – Juha Honkatukia\*\*

### **ENERGIAVEROTUKSEN KEHITTÄMISTARPEET KIOTON PÖYTÄKIRJAN TOTEUTTAMISEKSI**

\* e-mail: [juha.forsstrom@vtt.fi](mailto:juha.forsstrom@vtt.fi), puh. 09-4565791

\*\* e-mail: [juha.honkatukia@vatt.fi](mailto:juha.honkatukia@vatt.fi), puh. 09-7032961, GSM 050-3801416

**FORSSTRÖM, Juha – HONKATUKIA, Juha, ENERGIAPEROTUKSEN KEHITTÄMISTARPEET KIOTON PÖYTÄKIRJAN TOTEUTTAMISEKSI.** Helsinki: ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 2002, 31 s. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN, 0781-6847; no. 800).

**TIIVISTELMÄ:** Tutkimuksessa tarkastellaan energiaverojen käyttöä Kioton pöytäkirjan mukaiseen kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämiseen Suomessa laskennallisten mallien avulla. Energiajärjestelmää kuvaavalla EFOM-mallilla lasketaan energiajärjestelmän kehitysura nykyhetkestä vuoteen 2020 saakka ja arvioidaan energiaverojen korotuksen vaikutuksia energiajärjestelmään ja sen kustannuksiin. Energiaverojen vaikutuksia kansantalouteen ja sen eri osiin tarkastellaan taloudellis-teknisen EV-mallin avulla. Molempien mallilaskelmien peruslähtökohtana on kansallinen ilmastostrategia. Tutkimuksen johtopäätöksiä ovat, että nykyrakenteinen energiaverotus ei ole erityisen hyvin ohjaavaa. Huono ohjaavuus johtuu siitä, että se nykyisellään kohdistuu vain osaan CO<sub>2</sub>-päästöjä. Niinpä veroa on korotettava paljon, jotta tarvittava vaikutus syntyisi, ja silloinkin sen vaikutus kohdistuu vain osaan päästölähteistä. Tästä aiheutuu tehokkuustappioita. Nykyinenkin hiilidioksidivero on kuitenkin ohjaavampi kuin sähkövero, joten se osoittautuu laskelmissa edullisimmaksi veromuodoksi päästötavoitteen saavuttamiseksi.

**Asiasanat:** Kioton pöytäkirja, energiaverotus, energiantuotanto, kansantalous

**FORSSTRÖM, Juha – HONKATUKIA, Juha, ENERGIAPEROTUKSEN KEHITTÄMISTARPEET KIOTON PÖYTÄKIRJAN TOTEUTTAMISEKSI.** Helsinki: ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 2002, 31 p. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN, 0781-6847; no. 800).

**ABSTRACT:** This study evaluates the use of energy taxes in fulfilling the Kyoto commitments in Finland. The study utilises the EFOM engineering model to evaluate the effects of taxes on the energy sector, and the hybrid, economic-engineering EV-model to study their effects on the economy. Both models take the baselines and policy measures of the national climate change programme as given. The study finds that the current energy tax structure is not very effective in curbing emissions, since while it contains a CO<sub>2</sub>-based tax, there are many exceptions in the application of the tax. Consequently, taxes need to be raised considerably to induce the reductions of emissions necessary for meeting the Kyoto target, which causes unduly high costs both at the industry and at the national levels. However, even the current CO<sub>2</sub>-tax is found to be more effective than the electricity tax.

**Keywords:** Kyoto Protocol, energy taxes, energy supply, economy



## Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan energiaverojen käyttöä kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämiseen Suomessa laskennallisten mallien avulla. Työn tavoitteena on selvittää, miten energiaveroja voitaisiin käyttää ohjauskeinona Kioton pöytäkirjaan liittyvien sitoumusten toteuttamiseksi vuoteen 2010 asti Suomen kansallisen ilmasto-ohjelman mukaisesti.

Energiajärjestelmää kuvaavalla EFOM-mallilla lasketaan energiajärjestelmän kehitysura nykyhetkestä vuoteen 2020 saakka ja arvioidaan energiaverojen korotuksen vaikutuksia energiajärjestelmään ja sen kustannuksiin. Energiaverojen vaikutuksia kansantalouteen ja sen eri osiin tarkastellaan taloudellis-teknisen EV-mallin avulla. Laskelmien perusteella verotuksen vaihtoehdot asetetaan edullisuutensa mukaiseen järjestykseen. Molempien mallilaskelmien peruslähtökohtana ovat kansallisen ilmastostrategian taustaoletukset talouden kehityksestä. Ilmastostrategian keinovalikoiman oletetaan myös olevan käytössä. Sähkönhankinnasta tarkastellaan samoin sekä maakaasu- että ydinvoimavaihtoehtoja.

Laskelmissa kiinnitetään erityistä huomiota verojen ohjaavuuteen. EFOM-mallilla tehdyt laskelmat viittaavat siihen, että verojen osuus päästötavoitteiden saavuttamisessa on pieni erilaisiin säästö- ja tehostustoimenpiteisiin verrattuna. Maakaasuvaihtoehdossa eniten päästöjä vähentää hiilen kielto lauhdutusvoiman tuotannossa. Ydinvoimavaihtoehdossa ydinvoiman lisärakentaminen vähentää hiilidioksidipäästöjä yhtä paljon kuin hiilikiellot. Energiajärjestelmäkustannukset ovat kuitenkin ydinvoimavaihtoehdossa maakaasuvaihtoehtoa alhaisemmat.

Energiaverotuksen vaihtoehtojen taloudellisia vaikutuksia arvioidaan EV-mallin avulla. Maakaasuvaihtoehdossa niin kansantuote kuin sen komponentitkin – ennen kaikkea kulutuskysyntä – laskevat enemmän kuin ydinvoimavaihtoehdossa verotuksen toteutustavasta riippumatta. Toimialakohtaiset vaikutukset ovat energiantensiivisillä toimialoilla selvästi suurempia kuin työvoimaintensiivisillä. Toimialojen välille muodostuukin varsin suuria eroja.

Tutkimuksen johtopäätöksiä ovat, että nykyrakenteinen energiaverotus ei ole erityisen hyvin ohjaavaa. Huono ohjaavuus johtuu siitä, että se nykyisellään kohdistuu vain osaan CO<sub>2</sub>-päästöjä. Niinpä veroa on korotettava paljon, jotta tarvittava vaikutus syntyisi, ja silloinkin sen vaikutus kohdistuu vain osaan päästölähteistä. Tästä aiheutuu tehokkuustappioita. Nykyinenkin hiilidioksidivero on kuitenkin ohjaavampi kuin sähkövero, joten se osoittautuu laskelmissa edullisimmaksi veromuodoksi päästötavoitteen saavuttamiseksi.



# Sisällysluettelo

|                |                                                                  |           |
|----------------|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>       | <b>Johdanto</b> .....                                            | <b>1</b>  |
| <b>2</b>       | <b>Laskelmien taustaoletukset</b> .....                          | <b>2</b>  |
| <b>2.1</b>     | Talouskehitys .....                                              | 2         |
| <b>2.2</b>     | Toimenpiteet päästöjen rajoittamiseksi .....                     | 3         |
| <b>3</b>       | <b>Energiajärjestelmän kehitys eri vaihtoehtoisissa</b> .....    | <b>6</b>  |
| <b>3.1</b>     | Keskeiset oletukset .....                                        | 6         |
| <b>3.2</b>     | KIO-skenaariot: hiilen käyttökiellot ja verojen ohjaavuus .....  | 7         |
| <b>3.3</b>     | CO <sub>2</sub> -vero ja sähkövero .....                         | 9         |
| <b>3.4</b>     | CO <sub>2</sub> -vero vai verojen yhdistelmä? .....              | 12        |
| <b>3.5</b>     | Sähköveron eri painotukset .....                                 | 14        |
| <b>3.6</b>     | Energian säästö ja uusiutuvat energianlähteet .....              | 14        |
| <b>4</b>       | <b>Energiaverotuksen kokonaistaloudelliset vaikutukset</b> ..... | <b>16</b> |
| <b>4.1</b>     | Suorat kustannukset .....                                        | 16        |
| <b>4.2</b>     | Kokonaistaloudelliset vaikutukset .....                          | 20        |
| <b>4.3</b>     | Kustannukset eri toimialoilla .....                              | 23        |
| <b>5</b>       | <b>Johtopäätökset</b> .....                                      | <b>28</b> |
| <b>Lähteet</b> | .....                                                            | <b>31</b> |



# 1 Johdanto

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan energiaverojen käyttöä kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämiseen Suomessa. Työn tavoitteena on selvittää, miten energiaveroja voitaisiin käyttää ohjauskeinona Kioton pöytäkirjaan liittyvien sitoumusten toteuttamiseksi vuoteen 2010 asti Suomen kansallisen ilmasto-ohjelman mukaisesti.

Tutkimuksessa tarkastellaan energiaverojen vaikutuksia laskennallisten mallien avulla. Energiajärjestelmää kuvaavalla EFOM-mallilla lasketaan energiajärjestelmän kehitysura nykyhetkestä vuoteen 2020 saakka. Tulokseksi saadaan energian tuotannon ja kulutuksen taso tarkasteluajavälillä. EFOM-mallilla tarkastellaan lisäksi energiaverojen korotuksen vaikutuksia energiajärjestelmään. Verotuksen muutokset muuttavat polttoaineiden, energiantuotantomuotojen ja energian säästön edullisuutta toisiinsa nähden. Edullisuusjärjestyksen muutoksen seurauksena muuttuu sekä energian käytön määrä että sen tuotantorakenne. Lisäksi energiaratkaisujen kustannukset muuttuvat sekä verotuksen että suorien investointien muuttuessa.

Energiaverojen vaikutuksia kansantalouteen ja sen eri osiin tarkastellaan taloudellisteknisen EV-mallin avulla, jonka lähtökohdaksi otetaan EFOM-mallin energiajärjestelmän kehitysarviot. Näiden lähtötietojen varassa arvioidaan EV-mallilla Kioton tavoitteiden saavuttamiseksi tarvittava verojen korotus ottaen huomioon myös verojen aiheuttamien hinnanmuutosten vaikutukset talouskehitykseen. Laskelmien perusteella verotuksen vaihtoehdot asetetaan edullisuutensa mukaiseen järjestykseen talouden eri indikaattoreiden valossa. Kokonaistaloudellisina indikaattoreina verotus vaihtoehtojen edullisuudesta käytetään niiden vaikutuksia kansantuotteeseen, työllisyyteen ja kulutukseen.

Molempien mallilaskelmien peruslähtökohtana ovat kansallisen ilmastostrategian taustaoletukset talouden kasvuvauhdista eri toimialoilla, väestönkasvusta ja kansainvälisen talouden kehityksestä. Ilmasto-ohjelman toimenpidekokonaisuuksien, kuten uusiutuvien energialähteiden edistämishojelman ja energiansäästöohjelman mukaisten tukien ja normien, oletetaan myöskin olevan käytössä. Työssä keskitytään verojen ja vaikutusten selvittämiseen nykyverotuksen polttoainekohtaiset erityispiirteet säilyttäen. Työssä pyritään näistä lähtökohdista löytämään kansantalouden kannalta mahdollisimman edullinen malli energiaverotukselle.

Tämän loppuraportin toisessa luvussa esitellään lyhyesti laskelmien yhteiset taustaoletukset ja tarkastellut verotuksen vaihtoehdot. Energiajärjestelmää koskevien EFOM-laskelmien tulokset esitetään luvussa kolme, ja luvussa neljä raportoidaan EV-mallin kokonaistaloudelliset tulokset. Viimeinen luku esittää tutkimuksen keskeiset johtopäätökset.

Tutkimuksen on rahoittanut KTM.

## 2 Laskelmien taustaoletukset

### 2.1 Talouskehitys

Suomen talouskehityksen osalta tutkimuksessa noudatetaan Ilmastostrategian kasvunäkemyistä. Ilmastostrategian taustaraporttia varten arvioitiin hyvin yksityiskohtaisesti, kuinka tuotanto, tuottavuus ja työllisyys kehittyisivät seuraavien 25 vuoden aikana, jos ilmastopoliittisia tavoitteita ei aseteta.

Vuoteen 2010 saakka nykyisten kasvutrendien oletetaan kutakuinkin jatkuvan. Teollisuuden vuotuinen kasvu on keskimäärin 3,5 prosenttia vuodessa vuosien 1998-2010 välillä, mutta teollisuuden toimialojen välillä on suuriakin eroja. Nopeinta kasvun oletetaan olevan elektroniikkateollisuudessa. Myös muussa metallituoteteollisuudessa kasvun oletetaan jatkuvan ripeänä. Kasvun takana ovat mm. sähkölaitteiden ja energiateknologian valmistus. Muista suurista toimialoista sekä paperiteollisuuden että perusmetalliteollisuuden kasvun oletetaan tasaantuvan. Kemianteollisuuden oletetaan kasvavan kutakuinkin samaa vauhtia kuin metsäteollisuuden öljynjalostusta lukuun ottamatta, jonka kasvun ennakoitaan jäävän hitaaksi.

Muusta teollisuudesta rakennustuotteiden valmistuksen oletetaan jatkuvan ripeänä, heijastaen alueellisen keskittymisen aiheuttamaa korkeaa kysyntää. Elintarviketeollisuuden kasvun oletetaan jäävän vaatimattomaksi, samoin kuin tekstiiliteollisuuden.

Palvelujen kysynnän oletetaan kasvavan nopeasti. Telekommunikaatiopalvelujen kasvun ennakoitaan olevan nopeinta, mutta myös asumisen, liikenteen ja muiden yksityisten palvelujen oletetaan kasvavan. Julkisten palvelujen tuotannon ennakoitaan alkavan kasvaa voimakkaammin joidenkin vuosien kuluttua, kun väestön ikääntyminen lisää sairaan- ja vanhustenhoidon palvelutarvetta. Sen keskimääräinen kasvuvauhti vuoteen 2010 mennessä jää siksi puoleen yksityisten palvelujen kasvuvauhdista. Maataloustuotannon ennakoitaan supistuvan noin puolen prosentin vuosivauhdilla, eikä kaivannais-toiminnankaan oleteta kasvavan. Osittain tähän vaikuttaa turpeentuotannon ennakoitu supistuminen. Metsätalouden oletetaan kasvavan Kansalliseen metsäohjelman kasvutavoitteiden mukaisesti.

Väestönkasvun odotetaan olevan hidasta ja lisäksi väestön ikääntymisen vaikutukset alkavat näkyä jo vuoteen 2010 mennessä. Työvoiman riittävyys ei kuitenkaan kokonaisuudessaan muodostune talouskasvun pullonkaulaksi, koska työllisten osuus työikäisestä väestöstä on edelleen alhainen 1990-luvun laman jäljiltä. Työn tuottavuuden kasvun odotetaan jatkuvan trendin mukaisesti perusuralla.

Energiatehokkuuden kasvuennusteet perustuvat eri ministeriöiden vastuualueillaan tekemiin arvioihin. Näissä arvioissa ei ole oletettu ilmastopoliittisia päästöjen rajoitustoimia. Useimmilla toimialoilla energiatehokkuuden oletetaan jatkavan trendikasvua. Polttoaineiden energiatehokkuuden osalta tämä merkitsee noin kahden prosentin vuotuista tehostumista. Liikenteen osalta oletetaan lisäksi, että EU:n sopimus uusien autojen energiatehokkuudesta johtaa tavoitteenmukaiseen polttoainetalouden tehostumiseen. Asumisen energiatehokkuuden odotetaan myös paranevan. Euroopan unionin voimassaolevat direktiivit tulevat tiukentamaan sähkölaitteiden energiatehokkuusvaatimuksia, mikä laskee osaltaan sähkönkulutusta sekä asumisen että palvelujen puolella. Jo voimassa olevat energiansäästösopimukset sekä teollisuuden että kuntien kanssa tulevat nekin pienentämään energiankulutuksen kasvua.

Sähköntuotannossa ja lämmöntuotannossa energiatehokkuusarviot perustuvat tuotantoteknologiakohtaisiin arvioihin. Koko energiasektorin energiatehokkuus paranee perusuralla selvästi, koska sähkön osuuden yhteistuotantolaitosten tuotannosta arvellaan voivan kasvaa nykyisestä teknologian kehityksen seurauksena. Tämä mahdollistaa entistä suuremman sähköntuotannon hyötysuhteeltaan tehokkaissa yhteistuotantolaitoksissa.

Sähkön kysynnän oletetaan perusuralla kasvavan nykyisestä 80 TWh:sta noin 90 TWh:in vuonna 2010. Kasvanut kysyntä oletetaan tyydyttävän suurimmaksi osaksi nykyisellä tuotantokapasiteetilla. Sähkön tuotantotavoista vesivoiman kapasiteetin oletetaan säilyvän ennallaan, 13 TWh:ssa, sillä vaikka kasvupotentiaalia periaatteessa olisi, kasvua rajoittaa muun muassa koskiensuojelulaki. Ydinvoiman tuotannon ei myöskään oleteta perusuralla kasvavan vaan säilyvän kutakuinkin ennallaan noin 22 TWh:ssa. Uusiutuvien energianlähteiden käytön oletetaan perusurallakin kasvavan. Tuulivoimakapasiteetti on viime vuosina kasvanut noin 10 % vuosivauhdilla ja saman kasvun oletetaan jatkuvan edelleen, jolloin vuoteen 2010 mennessä tuulivoimalla tuotettaisiin noin 0,4 TWh. Puun käytön oletetaan myös lisääntyvän. Tämä kasvu tapahtuu suureksi osaksi metsäteollisuuden yhteistuotantolaitoksissa tai perustuu metsäteollisuuden jätemateriaalien käyttöön, ja riippuu siis voimakkaasti metsäteollisuuden kasvusta.

Fossiilisiin polttoaineisiin perustuva tuotanto vastaa sähköntuotannon kasvun valtaosasta. Osa kasvusta on perusuralla peräisin yhteistuotantolaitoksista, joissa teknologinen kehitys nostaa nykylaitosten rakennusastetta ja mahdollistaa suuremman sähköntuotannon kuin aikaisemmin, etenkin kun Etelä-Suomessa oletetaan tapahtuvan siirtymistä kivihiilestä maakaasuun. Suurin osa lisätuotannosta joudutaan kuitenkin tekemään lauhdevoimaloissa, joiden tuotannoksi vuonna 2010 arvioidaan 20 TWh. Tästä noin 75 % on peräisin hiililauhdevoimaloista. 1 TWh tuotettaisiin turpeella ja maakaasulla tuotettaisiin noin 4 TWh.

Suomen kokonaispäästöt vuonna 2010 ovat perusuralla noin 90 Mt CO<sub>2</sub>-ekv., josta fossiilisista polttoaineista peräisin on noin 70 Mt CO<sub>2</sub>. Suomen tavoitetaso on vuoden 1990 päästötaso, 76,5 Mt CO<sub>2</sub>-ekv., josta fossiilisista polttoaineista peräisin oli noin 54 Mt CO<sub>2</sub>. Päästöjä olisi siis kaikkiaan vähennettävä noin 15 prosenttia. Kun ilmasto-ohjelman taustaraportin arvioiden mukaan noin 1 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. on saavutettavissa metaanin ja typpioksidien vähennyksin, fossiilisten polttoaineiden käytön ja teollisuusprosessien CO<sub>2</sub>-päästöjen vähennystarve on noin 21 prosenttia perusuran tasolta.

## **2.2 Toimenpiteet päästöjen rajoittamiseksi**

Ilmastostrategiassa yhdistetään Energiansäästöohjelma ja Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelma joukkoon muita toimenpiteitä ja ohjauskeinoja, jotka yhdessä muodostavat taustalaskelmissa arvioidut strategiavaihtoehdot. Energiansäästöohjelman ja Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelman tuet ja toimenpiteet ovat käytössä kaikissa tässäkin tutkimuksessa tarkastelluista vaihtoehdoista.

Energiansäästöohjelma käsittää toimenpiteitä talouden kaikilla osa-alueilla. Liikenteessä lisäsäästöjä perusuraan verrattuna saataisiin aikaan vero-ohjauksella, jolla pyritäisiin sitomaan ajoneuvovero normikulutukseen. Raskaassa liikenteessä myös energiansäästösopimuksin pyritään laskemaan polttoaineenkulutusta ja päästöjä. Asumisen energiankulutukseen ohjelmassa vaikutetaan kiristämällä uusien ja peruskorjattavien rakennusten lämpötalousvaatimuksia, ja sähkönkulutusta voidaan laskea myös asettamalla kiireämpiä vaatimuksia kotitalouskoneille. Rakennuskannan hitaasta uusiutumisesta huo-

limatta kaavailtu 30 % kiristys lämpötalousvaatimuksiin laskisi jo vuonna 2010 asuminen energiankulutusta selvästi. Palvelusektoreilla energiansäästösopimukset muodostaisivat tärkeän osan käytetyistä ohjauskeinoista, ja tiukemmat laitevaatimukset olisivat juuri näillä toimialoilla arvioiden mukaan erityisen tehokkaita.

Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelmalla pyritään lisäämään erityisesti biopolttoaineiden ja tuulivoiman käyttöä. Näille tuotantomuodoille kohdistetaan ohjelmassa sekä investointi- että verotukia, jotka oletetaan tämän tutkimuksen laskelmissa toteutettavan ohjelmien mukaisessa laajuudessa. Etenkin tuulivoiman lisärakentamiselle sekä verotukien että tuotantotukien on arvioitu olevan merkittäviä, koska tuulivoiman kustannukset ovat toistaiseksi selvästi muita tuotantomuotoja suurempia. Biopolttoaineiden ja tuulivoiman tuki on sähköveron suuruinen. Tuulivoiman saama tuki on kuitenkin huomattavampi, koska tuulivoiman tuki lasketaan kalliimman sähköverokannan mukaan, kun taas biopolttoaineiden osalta tuki noudattaa alempaa verokantaa. Kaiken kaikkiaan puun käytön tavoitteeksi asetetaan ohjelmassa 75 % kasvu sähkön ja lämmön yhteistuotannossa ja 15 % kasvu lämmön erillistuotannossa vuoteen 2010 mennessä. Tuulivoiman tuotannon osalta tavoite on lähes 300 % kasvu vuodesta 2000 vuoteen 2010 mennessä.

Ilmastostrategian mukaisesti tässäkin tutkimuksessa oletetaan lisäksi, että energiansäästöohjelmaan ja uusiutuvien energialähteiden edistämishjelmaan yhdistettäisiin sekä sähkön että lämmön tuotantoon suoraan vaikuttavia ratkaisuja. Nämä ratkaisut korvaisivat tai syrjäyttäisivät hiililauhdetuotantoa maakaasuun tai ydinvoimaan perustuvalla tuotannolla. Vaihtoehdot ovat:

1. Maakaasuvaihtoehto, jossa oletetaan, että kivihiiilen käyttö kielletään lauhdetuotannossa sekä sähkön ja lämmön yhteistuotannossa maakaasualueella ja korvataan maakaasulla.
2. Ydinvoimavaihtoehto, jossa oletetaan, että Suomeen rakennettaisiin lisää ydinvoimakapasiteettia, teholtaan 1300 MW. Muille tuotantomuodoille ei aseteta suoria rajoituksia.

Energiaveroilla on ilmastostrategiassa tärkeä ohjaava tehtävä. Ne vaikuttavat suoraan kysyntään energian määrään energian kuluttajahintoja nostamalla, eri energiamuotojen kysyntään sekä polttoaineiden että sähkön ja lämmön välisiä hintasuhteita muuttamalla, ja lisäksi ne vaikuttavat energiansäästöön ja teknologiavalintoihin, milloin energiankäyttäjät vain voivat alentaa muutoin verojen vuoksi kohoavaa energialaskuaan investoimalla energiaa säästäviin teknologioihin. Tämän tutkimuksen laskelmissa oletetaan, että veroja korotetaan siinä määrin kuin olisi tarpeellista päästötavoitteen saavuttamiseksi. Verorakenteen oletetaan lähtökohtaisesti olevan nykyisenkaltaisen, mutta tarkastelluissa verovaihtoehdoissa korotukset kohdistuvat eri tavoin eri polttoaineiden ja sähkön veroihin.

Verotusta koskevat vaihtoehdot ovat:

1. CO<sub>2</sub>- ja sähköveroa nostetaan samassa suhteessa (KIO1-PRES ja KIO2-PRES).
2. CO<sub>2</sub>- ja sähköveroa nostetaan muuten samassa suhteessa, mutta liikennepolttonesteiden CO<sub>2</sub>-veroa ei koroteta (KIO1-PRESNLV ja KIO2-PRESNLV).
3. Veron korotus painottuu CO<sub>2</sub>-veroon (KIO1-CO<sub>2</sub> ja KIO2-CO<sub>2</sub>).
4. Veron korotus painottuu CO<sub>2</sub>-veroon, mutta liikennepolttonesteiden CO<sub>2</sub>-veroa ei koroteta (KIO1-CO<sub>2</sub>NLV ja KIO2-CO<sub>2</sub>NLV).
5. Veron korotus painottuu molempien veroluokkien sähköveroon (KIO1-EL ja KIO2-EL).

Kaikissa vaihtoehtoissa veroja korotetaan päästötavoitteen saavuttamiseksi vaadittavassa määrin. Verokertymän palautusvaihtoehtojen merkitystä ei tässä tarkastella, vaan verotulot oletetaan palautettavaksi tuloverojen kautta kuten ilmastostrategian peruslaskelmissakin. Verotuksen vaihtoehdot on nimetty ilmastostrategian vaihtoehtoja mukaillen. Maakaasuun perustuvia vaihtoehtoja kutsutaan KIO1-vaihtoehdoiksi ja ydinvoimavaihtoehtoja KIO2-vaihtoehdoiksi, joita nimiä täsmennetään verotusvaihtoehtojen mukaan. Taulukkoon 2.1 on koottu verotuksen keskeiset vaihtoehdot niistä käytettyine nimityksineen. Kotitalouksien ja palveluiden sähköveron korottamiseen perustuva vaihtoehto osoittautui siinä määrin kalliiksi vaikutuksiltaan, että sitä ei katsottu tarkoituksenmukaiseksi ottaa mukaan lopullisiin mallitarkasteluihin.

**Taulukko 2.1 Tarkastellut vaihtoehdot**

|               | Hiilidioksidiveron korotus               | Sähköveron korotus | Sähkönhankinta-vaihtoehto |
|---------------|------------------------------------------|--------------------|---------------------------|
| KIO1-PRES     | Tarvittava                               | Tarvittava         | Maakaasu                  |
| KIO2-PRES     | Tarvittava                               | Tarvittava         | Ydinvoima                 |
| KIO1-PRESNLV  | Tarvittava, paitsi liikennepolttonesteet | Tarvittava         | Maakaasu                  |
| KIO2- PRESNLV | Tarvittava, paitsi liikennepolttonesteet | Tarvittava         | Ydinvoima                 |
| KIO1- CO2     | Tarvittava                               | Ei korotusta       | Maakaasu                  |
| KIO2- CO2     | Tarvittava                               | Ei korotusta       | Ydinvoima                 |
| KIO1-CO2NLV   | Tarvittava, paitsi liikennepolttonesteet | Ei korotusta       | Maakaasu                  |
| KIO2-CO2NLV   | Tarvittava, paitsi liikennepolttonesteet | Ei korotusta       | Ydinvoima                 |
| KIO1-EL       | Ei korotusta                             | Tarvittava         | Maakaasu                  |
| KIO2-EL       | Ei korotusta                             | Tarvittava         | Ydinvoima                 |

### 3 Energiajärjestelmän kehitys eri vaihtoehtoissa

Tässä luvussa tarkastellaan energiaverotuksen vaikutuksia energiajärjestelmään EFOM-mallin avulla. Tarkastelun lähtökohta on Kansallisen Ilmasto-ohjelman vaihtoehdot KIO1 ja KIO2 eräin poikkeuksin. Alkuperäisissä ohjelmavaihtoehtoissa Uusiutuvien energialähteiden ohjelma ja Energiansäästöohjelma toteutettiin sellaisinaan. Tässä oletetaan, että vain rakennusten energiatehokkuusnormit ja kaatopaikkakaasun talteenotto ja hyödyntäminen toteutetaan normiohjauksena. Valtaosa toimenpiteistä toteutetaan taloudellisten kannattavuuskriteerien mukaisesti, joihin energiaverotus voi periaatteessa vaikuttaa, jos se muuttaa toimenpiteiden ja nykytilanteen välisiä suhteellisia kustannuksia.

Tässä raportoitavat tulokset on laskettu VTT:n EFOM-mallilla. Malli toimii siten, että hyötyenergian tarve kiinnitetään ja se tyydytetään joko energiaa tuottamalla tai investoimalla säästötekniikoihin. Säästöllä voidaan siis ”tuottaa” osa tarvittavasta energiasta. Malli valitsee ne tuotanto- ja säästötekniikat, jotka edullisimmin tyydyttävät hyötyenergian kysynnän. Säästötekniikat määritellään kullekin kulutussektorille erikseen. Niiden sovellusalue samoin kuin yksikkökustannukset poikkeavat toisistaan. Näin ne voidaan järjestää porraskunktioksi koordinaatistoon, jossa vaaka-akselilla on säästetty määrä ja pystyakselilla säästetyn energian yksikkökustannus. Jos säästön kanssa kilpailevan energiamuodon hinnannousu ei ylitä säästökustannusta, niin se ei aiheuta mitään vaikutusta. Säästö toteutuu vasta, kun hinta nousee yli jonkun portaan.

#### 3.1 Keskeiset oletukset

- Energiansäästöohjelman ja uusiutuvien energialähteiden ohjelman toimet toteutuvat, jos niiden toteuttaminen on taloudellisesti kannattavaa. Ilmastostrategian valmistelussa toimia toteutettiin toimenpideohjelmassa määritellyllä tavalla.
- Hallinnolliset toimet toteutuvat. Näitä ovat
  - Rakennusten energiasäästönormien 30 %:n tiukennus;
  - Jätteiden energiakäyttö;
  - Kaatopaikkakaasujen talteenotto ja hyödyntäminen.
- Energiansäästöohjelman ja Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelman mukaiset tuet ovat käytössä.

Laskelmissa ei huomioida KIO1:n hiilenkäyttökieltojen kustannusvaikutuksia, joita ovat muun muassa

- Kariutuneet kustannukset, joita syntyy, kun käyttökelpoisia voimalaitoksia ennenaikaisesti romutetaan. Näitä laitoksia ovat:
  - Kivihiililauhdutusvoimalaitokset; ja
  - Maakaasualan kivihiilellä toimivat kaukolämmön ja sähkön yhteistuotantolaitokset.
- Muutokset tuontien energian hinnassa tai saatavuudessa. Muutoksia voi erityisesti olla
  - Tuontisähkössä; ja
  - Maakaasussa.

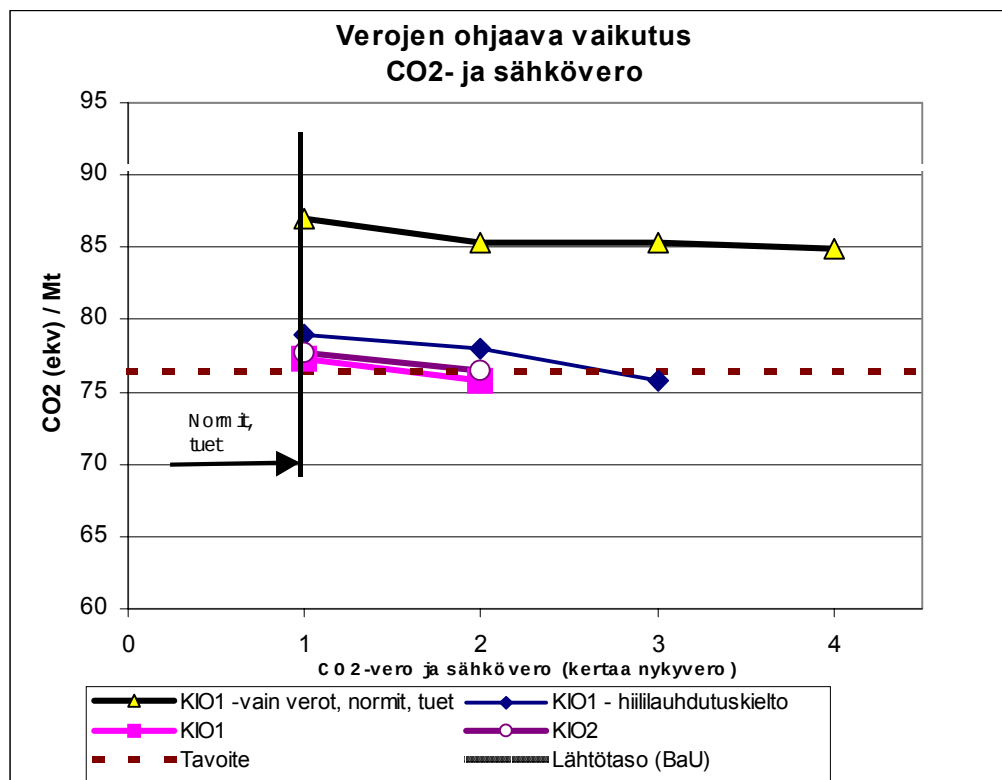
Kivihiilen käytön kieltäminen on voimakas toimenpide ja jos tämä tie valitaan, on se tehtävä tietoisena monista vaikutuksista, joita sillä on. Seuraavassa on mainittu niistä muutamia.

Kivihiiltä käytetään kaukolämmön tuotannossa pääosin pääkaupunkiseudulla, Kotkassa, Lahdessa, Turussa (Naantalissa) ja Vaasassa. Vaasa ei varmasti kuulu maakaasualueeseen vuonna 2008. Turun liittyminen maakaasuverkkoon on vielä avoin. Laskelmat on tehty olettaen, että liittyminen tapahtuu ennen Kioto-periodin alkua. Muilla mainituilla paikkakunnilla maakaasua käytetään jo runsaasti. Keskittyminen vain tähän yhteen polttoaineeseen on riski, jonka ottamista on tarkkaan harkittava. Pääkaupunkiseutu ei ole luontevin kotimaisen polttoaineen käyttöpaikka suuren kuljetustarpeen vuoksi. Jos kivihiiltä nyt ylipäänsä on mahdollista käyttää, niin yhteistuotannossa sen käyttö on vähiten haitallista. Se johtuu siitä, että hiilen käytön hyötysuhde on silloin parhaimmillaan. Maakaasulla taas on suhteellinen etu hiileen nähden lauhdutustuotannossa. Laskelmin voidaan osoittaa, että päästöt ovat vähäisemmät, kun maakaasua käytetään lauhdutustuotannossa ja hiiltä yhteistuotannossa verrattuna tilanteeseen, jossa polttoainevalinnat menevät toisinpäin. Tämä on vastoin yleistä käsitystä, että maakaasu on omimmillaan yhteistuotannossa. Lausuma perustuu pelkkään taloudellisiin laskelmiin ilman kansallisten päästöseikkojen huomioimista.

Sähkön tuonti oletetaan mahdolliseksi kaikissa vaihtoehdoissa. On selvää, että sen hinta riippuu siitä, mitä vaihtoehtoisia sähkön tuotantotapoja meillä on käytössä. Jos itse suljemme pois osan edullisista tuotantomahdollisuuksista, niin tuontihinnan voi olettaa nousevan. Hintaoletuksilla on luonnollisesti suuri merkitys tuloksiin.

### 3.2 KIO-skenaariot: hiilen käyttökiellot ja verojen ohjaavuus

KIO1-vaihtoehdon tapauksessa CO<sub>2</sub>-päästötavoitteen saavuttaminen perustuu pääosin hiilenkäyttökieltojen soveltamiseen niin erillisessä sähköntuotannossa (hiililauhdutus) kuin maakaasualueen kaukolämmön ja sähkön tuotannossakin, kuvio 3.1. Nykyverorakenteen mukaisten soveltaminen ei maakaasuvaihtoehdossa johda päästötavoitteen saavuttamiseen kuin aivan äärimmäisillä veroasteilla.



**Kuvio 3.1 Ilmastostrategian toimenpidekokonaisuus, eri toimenpiteiden vaikutus päästöjen vähenemiseen**

Kuvion 3.1 tapauksissa on korotettu sekä sähköveroa että CO<sub>2</sub>-veroa samalla prosenttiosuudella. Teollisuuden verokanta on 2,5 p/kWh (ilman palautuksien huomioimista) ja kotitalouksien ja palveluiden 4,1 p/kWh. Sähköveron kaksinkertaistaminen nostaa käyttäjähintaa alle 10 %.

Hiilidioksidivero on 102 mk/t(CO<sub>2</sub>). Tätä sovelletaan sellaisenaan kivihiileen ja kevyeen ja raskaaseen polttoöljyyn. Maakaasun vero hiilidioksiditonnia kohden vastaa noin puolta tästä ja turpeen noin neljännestä. Hiilidioksidiveroa sovelletaan vain niihin polttoainekäyttöihin, joissa tuotetaan lämpöä. Sähkön tuottaminen on tästä verosta vapaa.

Kun kivihiilen hiilidioksidivero kaksinkertaistetaan, niin sen hinta nousee 50 %. Maakaasun hinta nousee noin 15 %. Samoin käy turpeelle.

Veron kaksinkertaistaminen tarkoittaa siis aivan eri suhteista korotusta tuotteen hintaan sen mukaan, mistä tuotteesta on kyse. Tämän vuoksi olisi parempi puhua aina absoluutisista korotusmääristä kuin epämääräisesti ”verojen kaksinkertaistamisesta”. Lisäksi eri verojen samanaikainen korottaminen tekee epäselväksi sen, kuinka paljon milläkin muutoksella on vaikutusta lopputulokseen.

KIO<sub>2</sub>-vaihtoehdossa päästötavoitteen saavuttaminen ei edellytä hiilikieltojen asettamista. 1300 MW:n ydinvoimalan rakentamismahdollisuuden hyödyntäminen johtaa samaan päästötasoon kuin hiilikieltojen vaikutus KIO<sub>1</sub>-tapauksessa.

KIO<sub>1</sub>-tapauksessa hiilen lauhduskielto on selvästi merkittävin yksittäinen toimenpide. Hiilikielto maakaasualueen yhteistuotantolaitoksissa alentaa päästöjä vain vähän. Lauhdutustuotannossa siirtyminen hiilestä maakaasuun tuo mukanaan kaksi päästöjä vähentävää muutosta: polttoaine-energian muuntoprosessin hyötysuhde paranee 40:stä 60:een prosenttiin samalla kun polttoaineen hiilisisältö alenee merkittävästi.

Yhteistuotannossa hyötysuhteet ovat molemmilla polttoaineilla 90 %:n tuntumassa, joten hyötyä tulee vain polttoaineen hiilisisällön muutoksesta. Vaikutukset ovat näin paljon vähäisemmät. Yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa maakaasukombilaitos (yhdistetty kaasuturbiini – höyryturbiini -koneikko) tuottaa toki enemmän sähköä hiilikäyttöiseen laitokseen verrattuna kaukolämmön tuotannon ollessa vakio. On syytä muistaa, että ei sähkö silloinkaan tyhjästä synny: kombiprosessi edellyttää vastapainelaitosta suurempaa polttoainekäyttöä tuotettua kaukolämpöyksikköä kohti, mikä osaltaan lisää päästöjä. Kaukolämmön tarpeen tyydyttäminen on laitoksen käyttöä pääasiallisena ohjaava tekijä.

Verojen CO<sub>2</sub>-päästöjä vähentävä vaikutus on vähäinen. Niiden huono ohjaavuus näkyy kuvassa 1 siten, että päästötason kuvaajat laskevat hyvin loivasti verojen kasvaessa: Verojen kaksinkertaistaminen alentaa päästöjä vain vähän. Koska näin on, niin ”oikean” verotason määrittäminen on vaikeaa. Jos päästöt ovatkin esimerkiksi vain 1 milj. tonnia suuremmat ennen verojen soveltamista, niin tällöin tarvitaan huomattavasti suurempi veronkorotus tavoitteen saavuttamiseksi.

Nykyisen CO<sub>2</sub>-veron huono ohjaavuus johtuu siitä, että se kohdistuu vain osaan päästölähteistä. Ainoastaan polttoaineiden lämmityskäyttö kuuluu veron piiriin – sähkön tuotannon polttoaineet ovat tästä verosta vapaat. Kun vain osa päästöistä kuuluu verotuksen piiriin, niin on selvää, että kokonaispäästöjen reilu alentaminen edellyttää huomattavaa fossiilipolttoaineiden käyttövähenystä lämmityksessä.

Hiililauhdutuksen ennakoitaan kasvavan talouden kehityksen perusuralla, jos ydinvoiman lisärakentaminen ei ole mahdollista. Hiililauhdutus on kaasulauhdutusta edullisempi sähköntuotantotapa. Jotta vero ohjaisi kokonaisuuden kannalta hyvin, tulisi ohjausvaikutuksen tuntua kaikissa fossiilisten polttoaineiden käyttökohteissa. Näin tulisi edullisimmat CO<sub>2</sub>-päästövähennykset toteutettua.

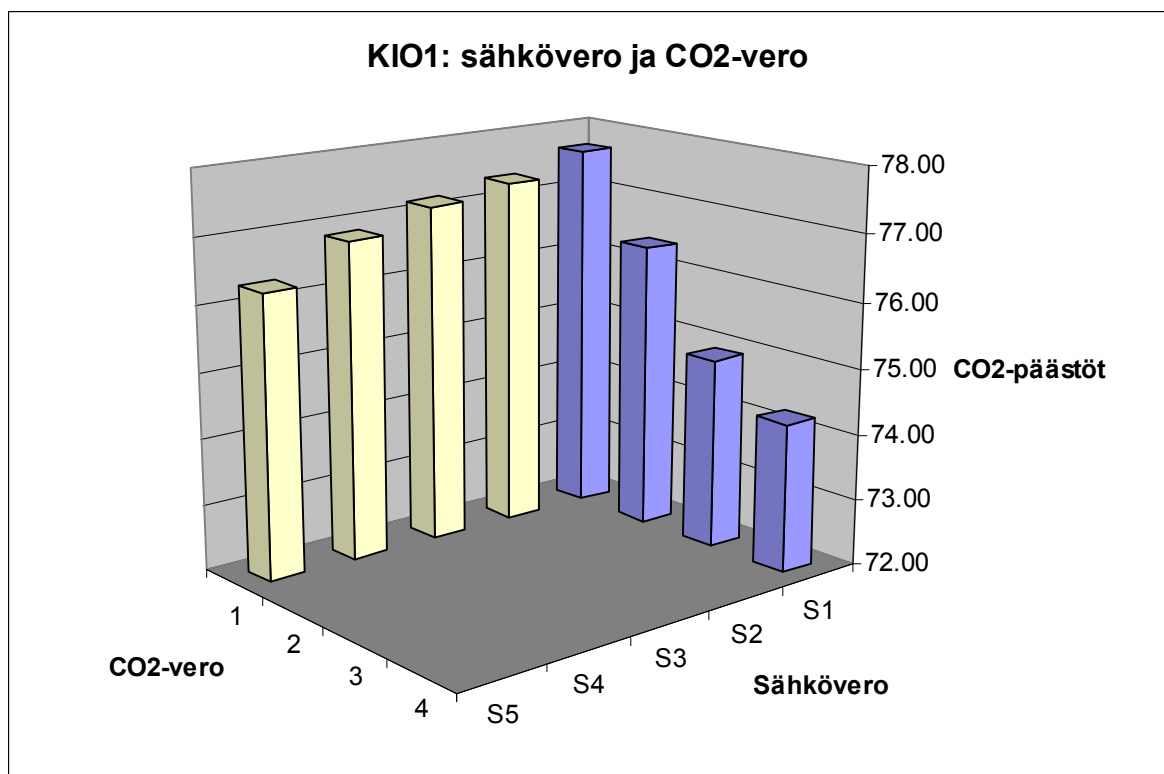
Sähkövero vaikuttaa kulutuksen määrään, mutta se ei erottele sähkön eri tuotantomuotoja toisistaan. Sähköntuotannon rakenteesta sitten seuraa, kuinka tehokas sähkövero on päästöjen vähentäjänä. Jos kaikki sähkö tuotettaisiin hiililauhdutusvoimalla, sähkövero vähentäisi päästöjä hyvin. Nykyisessä tuotantorakenteessa sähkövero ei kuitenkaan palvele päästöjen vähennystavoitetta tehokkaasti.

### 3.3 CO<sub>2</sub>-vero ja sähkövero

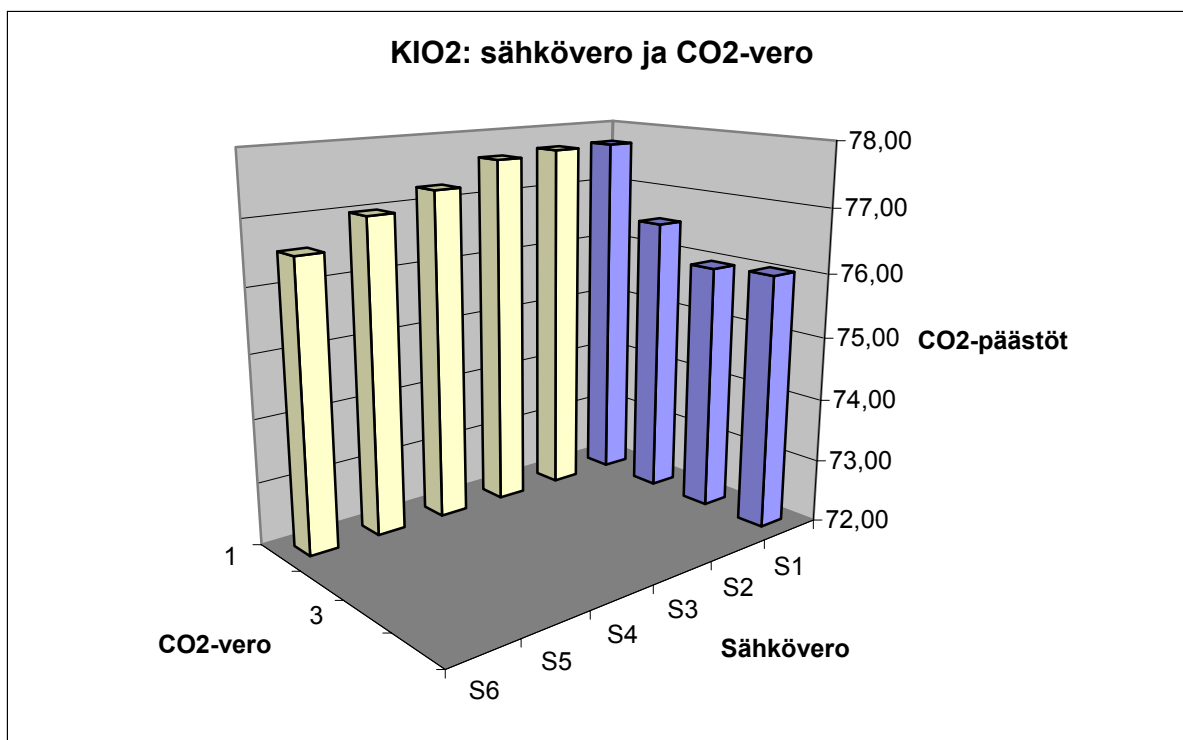
Seuraavaksi tarkastellaan pelkän sähkö- tai CO<sub>2</sub>-veron korotuksen vaikutuksia. Eriytämällä tarkastelu yhteen asiaan kerrallaan veron vaikutukset paljastuvat selkeästi.

Kuvio 3.2 esittää CO<sub>2</sub>-veron ja sähköveron vaikutukset päästöihin. Kuviossa 3.3 on esitetty vastaavat kustannukset.

KIO1-tapauksessa (kuva 3.2A) CO<sub>2</sub>-veron korotus johtaa hiilidioksidipäästöjen vähenemiseen, joskin päästövähennelmä pienenee veron kasvaessa. Hiilikielto aiheuttaa ensiksi hiilen korvautumiseen maakaasulla ja puulla. CO<sub>2</sub>-veron kiristys johtaa lämmön säästöön ja sitä kautta päästöjen pienenemiseen.



**Kuvio 3.2A** KIO1-vaihtoehdon veronkorotusten päästövaikutukset. S4 tarkoittaa neljä kertaa nykyinen sähkövero. Vastaavasti CO<sub>2</sub>-verolle.



**Kuvio 3.2B KIO2-vaihtoehdon veronkorotusten päästövaikutukset. S4 tarkoittaa neljä kertaa nykyinen sähkövero. Vastaavasti CO2-verolle.**

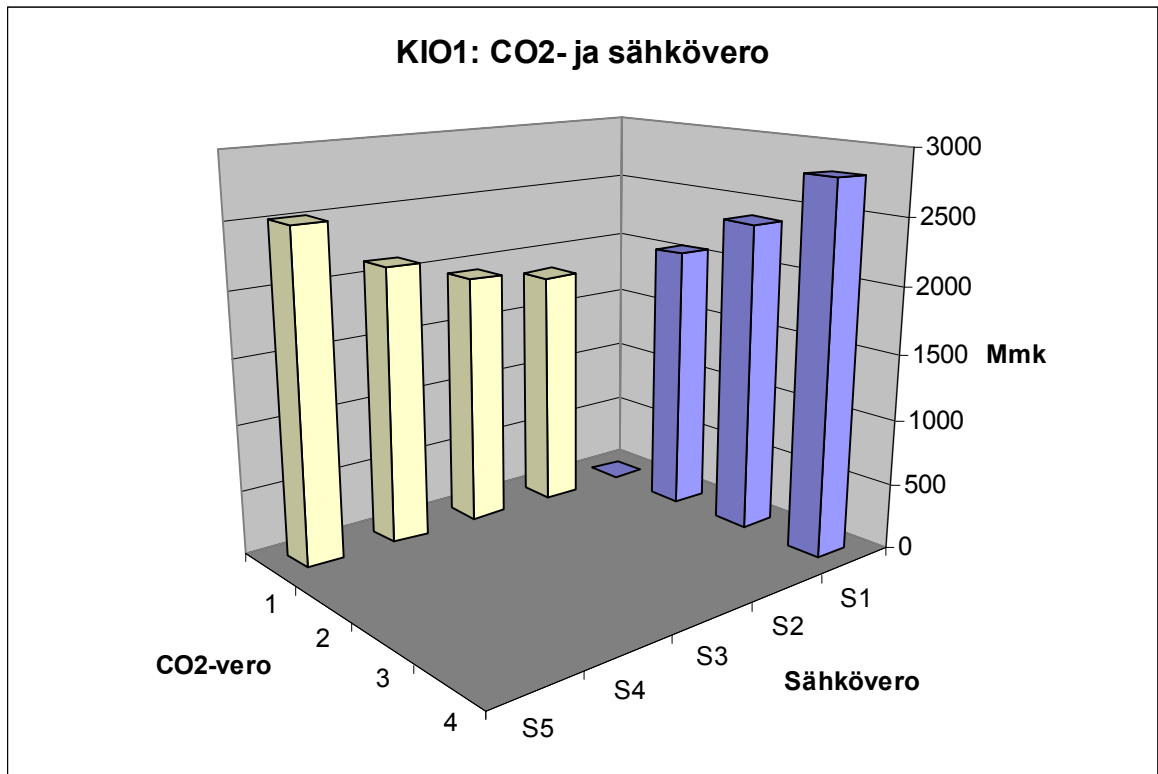
KIO1-tapauksessa *sähköveron* nosto johtaa sähkön käytön vähenemiseen ja sen myötä tuotantotarpeen alenemiseen. Hiilidioksidiveron nostoon verrattuna ero polttoainekäytössä on öljyn käytön lisääntyminen kaasun kustannuksella kaukolämmön tuotannossa.

KIO2-tapauksessa *CO2-veron* nosto ensin alentaa päästöjä, mutta sitten tapahtuu käänne: päästöt alkavat kasvaa veron kasvun myötä. Tämä yllättävä käänne johtuu siitä, että hiilen käytön väheneminen yhteistuotannossa johtaa sähkön lauhdutustuotannon kasvutarpeeseen. Tämä kasvu tyydytetään lisäämällä hiililauhdutustuotantoa, sillä vero ei vaikuta siihen.

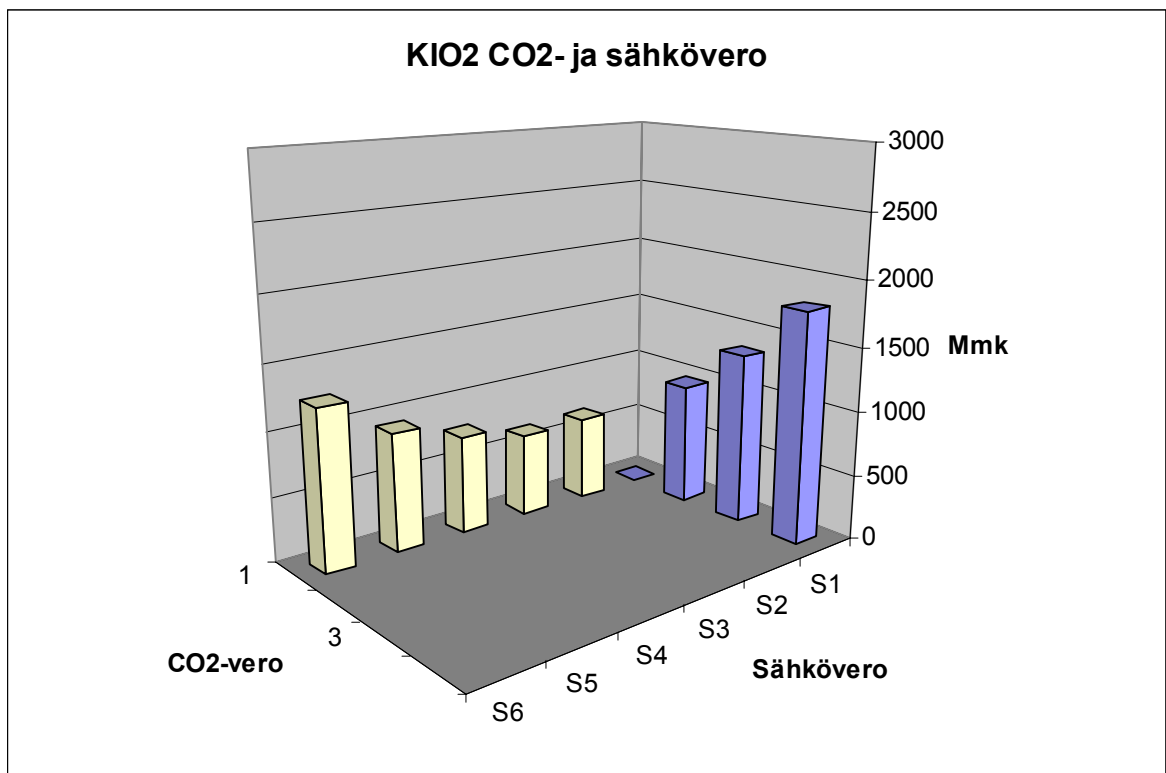
KIO2-tapauksen *sähköveron* nosto pudottaa KIO1-tapaukseen verrattuna CO2-päästöjä hitaammin. Koska sähkö on halvempaa KIO2-tapauksessa on veroja vastaavasti korotettava enemmän, jotta samat säästötoimet tulisivat kannattaviksi. Sähkön säästö johtaa niin lauhdutustuotannon kuin yhteistuotannonkin alenemiseen ja päästöt alenevat tuotannon vähenemisen myötä.

Seuraavat kaksi kuvaa esittävät vastaavien veromuutosten kustannusvaikutukset. Kuviossa 3.3 esitetään vain energiajärjestelmäkustannukset. Ne eivät sisällä maksettujen verojen kasvua.

Tulosten mukaan CO2-vero johtaa alhaisemmin järjestelmäkustannuksin tavoitteen saavuttamiseen. Sähkövero on CO2-veroa tehottomampi hiilidioksidipäästöjen alentamisessa, koska se ei erottele eri sähköntuotantomuotoja toisistaan.



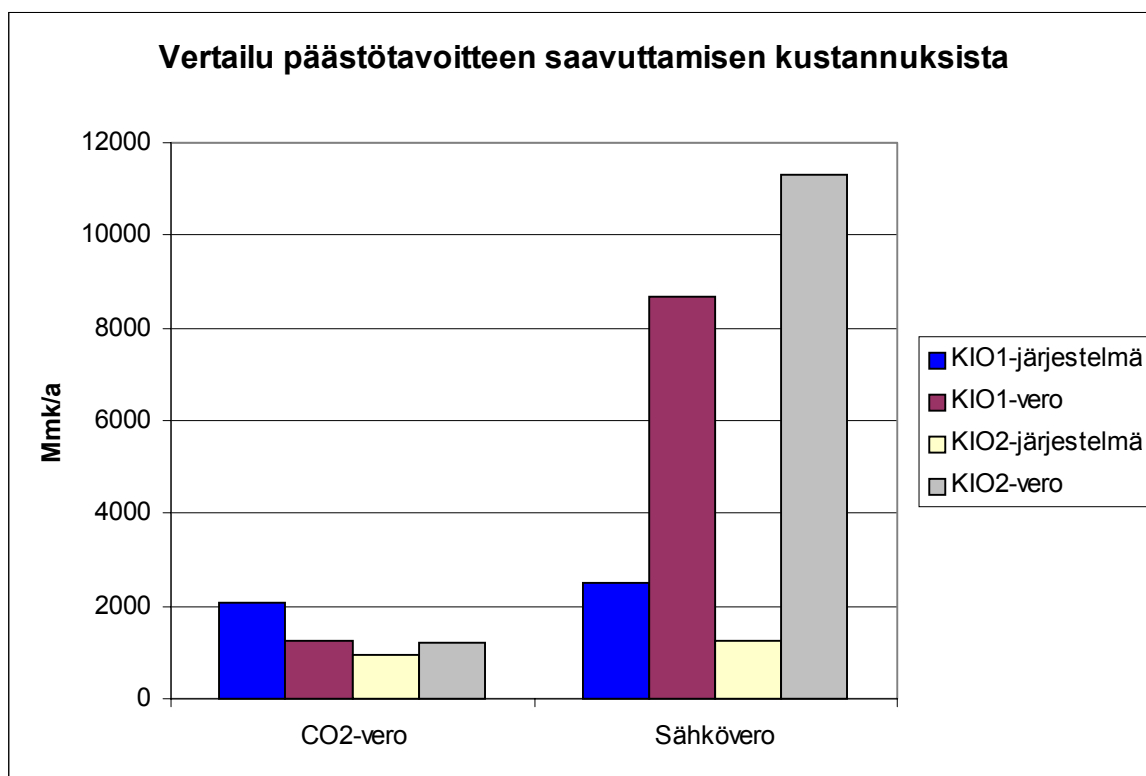
**Kuvio 3.3A** CO2- ja sähköveron vaikutus energiajärjestelmän kustannuksiin. S4 tarkoittaa neljä kertaa nykyinen sähkövero. Vastaavasti CO2-verolle.



**Kuva 3.3B** CO2- ja sähköveron vaikutus energiajärjestelmän kustannuksiin. S4 tarkoittaa nykyisen sähköveron nelinkertaistamista. Vastaavasti CO2-verolle.

Liikennepolttonesteiden CO<sub>2</sub>-vero on pieni. Sen vuoksi veron tuplaaminen nostaa polttoaineen hintaa hyvin vähän, mikä puolestaan johtaa olemattomaan päästövähennykseen. Kioton pöytäkirjan tavoite saavutetaan noin kaksinkertaistamalla CO<sub>2</sub>-vero. Liikenteen veron korottaminen tai korottamatta jättäminen ei vaikuta käytännössä lainkaan. Sen vuoksi ei liikennepolttonesteiden käsittelyä ole näissä laskelmissa erikseen korostettu.

Koska yllä olevien kuvien mukaan on vaikeaa verrata eri tapauksia toisiinsa, niin seuraavaan kuvaan on otettu mukaan ne tapaukset, joissa päästötavoite saavutetaan joko sähkö- tai CO<sub>2</sub>-veroin.



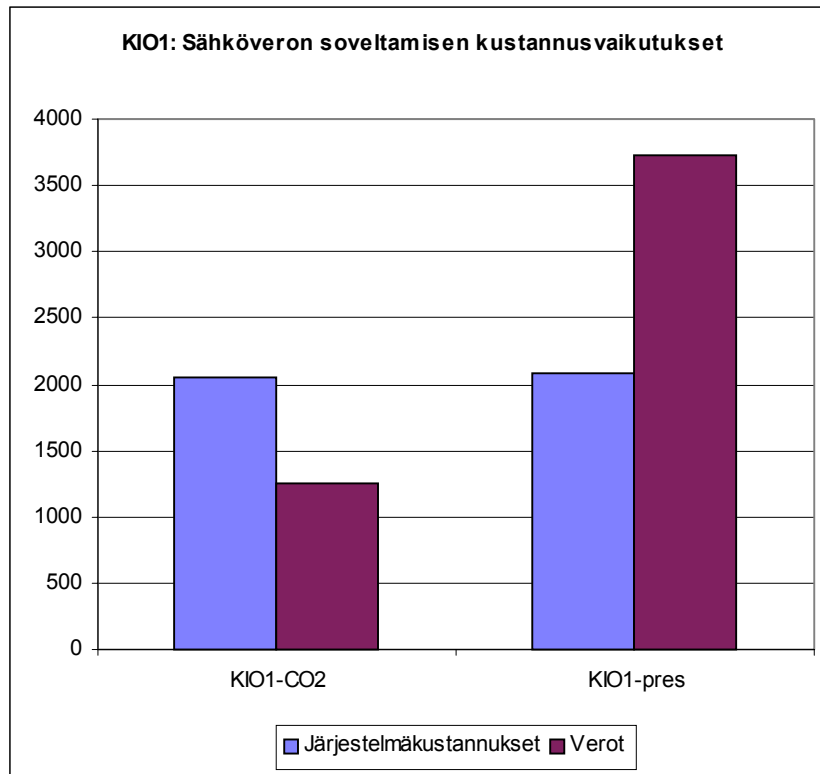
**Kuvio 3.4 Päästötavoitteen saavuttamisen kustannukset eri tapauksissa. KIO1-järjestelmä tarkoittaa KIO1-tapauksen energiajärjestelmäkustannuksia perusuraan verrattuna.**

Silmiinpistävin piirre kuviossa 3.4 on se, että sähköverotapauksissa verojen määrät ovat moninkertaiset CO<sub>2</sub>-verotapaukseen verrattuna. Kokonaiskustannukset saadaan laske-malla yhteen järjestelmä- ja verokustannukset. CO<sub>2</sub>-vero osoittautuu kokonaisedullisemmaksi selvällä erolla.

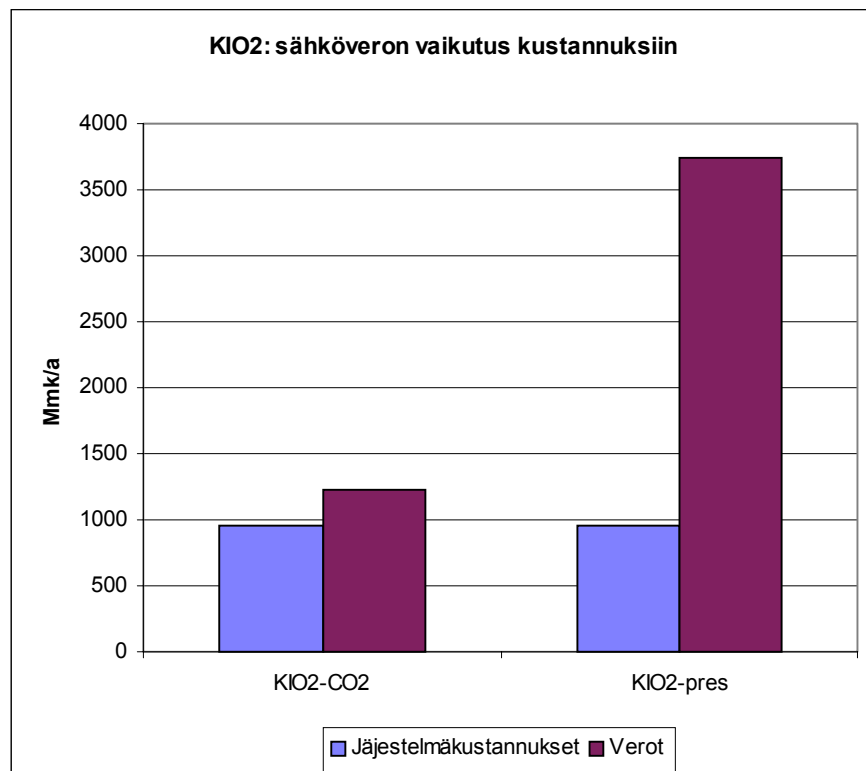
### 3.4 CO<sub>2</sub>-vero vai verojen yhdistelmä?

Kuviossa 3.5 vertaillaan kustannuksia kahden eri veromallien välillä. Kumpikin verotusratkaisu johtaa tilanteeseen, jossa päästötavoite toteutuu. Vertailtavat veromallit ovat KIO1-CO<sub>2</sub> (ja KIO2-CO<sub>2</sub>) ja KIO1-pres (ja KIO2-pres). KIO1-CO<sub>2</sub> tarkoittaa tapausta, jossa nostetaan vain nykyistä CO<sub>2</sub>-veroa. KIO1-pres viittaa tapaukseen, jossa nostetaan sekä CO<sub>2</sub>- että sähköveroa samassa suhteessa. Se tarkoittaa, että molempia veroja nostetaan esim. 100 %. Kuten aiemmin on tullut ilmi, käyttäjähinnan nousu tällaisessa tapauksessa muuttuu käytetyn energiahyödykkeen mukaan.

Kuvion 3.5 perusteella voidaan sanoa, että pelkän CO<sub>2</sub>-veron soveltaminen on kustannusmielessä perustellumpi tapa tavoitteen saavuttamiseksi.



**Kuvio 3.5A** Hiilidioksidipäästötavoitteen saavuttamisen kustannukset pelkällä CO2-verolla ja nykyverorakenteella, jossa CO2- ja sähköveroa nostetaan samassa suhteessa.



**Kuvio 3.5B** Hiilidioksidipäästötavoitteen saavuttamisen kustannukset pelkällä CO2-verolla ja nykyverorakenteella, jossa CO2- ja sähköveroa nostetaan samassa suhteessa.

### 3.5 Sähköveron eri painotukset

Sähköveron huono ohjaavuus päästötavoitteen saavuttamisen kannalta ei parane sillä, että vero kohdistetaan vain osaan kuluttajista. Näiden vaihtoehtojen tuloksia ei sen vuoksi käsitellä tässä sen enempää.

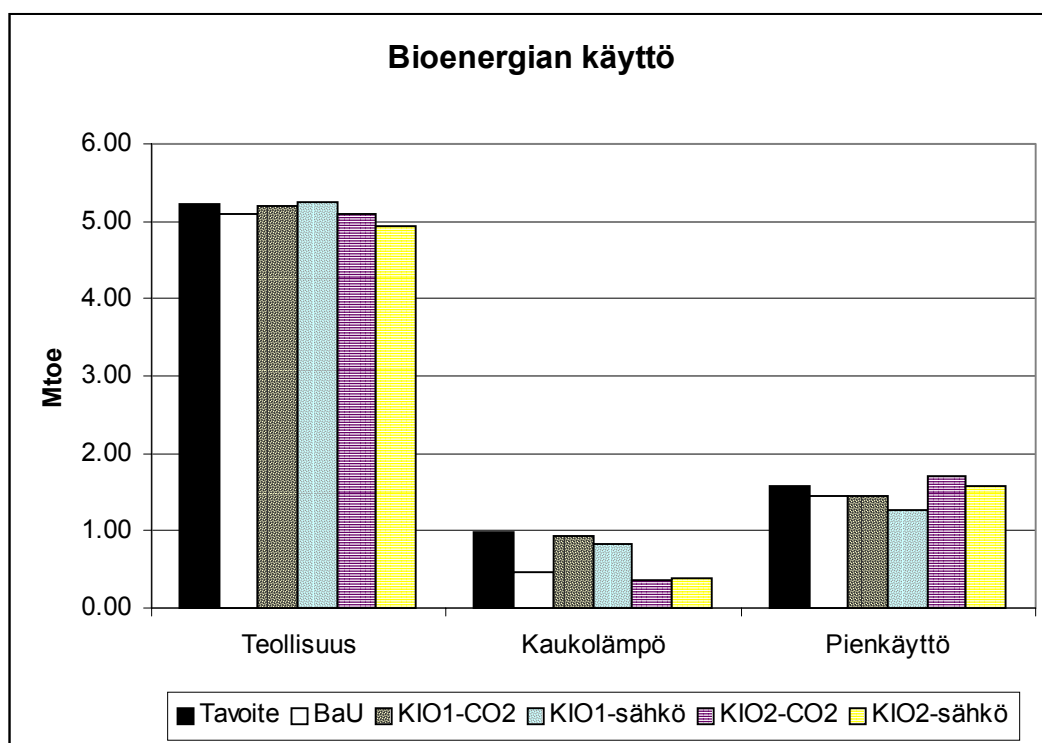
### 3.6 Energian säästö ja uusiutuvat energialähteet

Kun tavoitteena on hiilidioksidipäästöjen alentaminen halutulle tasolle, niin säästöavoitteiden ja uusiutuvien energialähteiden käytön lisääminen voivat olla välineitä tämän tavoitteen saavuttamisessa. Ne eivät ole tavoitteita sinänsä. Jos energian säästö ja uusiutuvien energialähteiden käyttö edesauttaa päästötavoitteen kustannustehokasta saavuttamista, niin ne otetaan käyttöön. Muussa tapauksessa ne jäävät vain mahdollisuuksiksi, joita ei hyödynnetä niiden kalleuden vuoksi. Alkuperäisissä KIO-vaihtoehtoissa Uusiutuvien energialähteiden ohjelma ja Energiansäästöohjelma toteutettiin sellaisinaan

Uusiutuvien energialähteiden ohjelmassa vesivoiman lisärakentaminen johtaa 1 TWh vuotuisen energiantuotannon lisäykseen normaalivesivuotena. Tämä tuotantomahdollisuus hyödynnetään kaikissa vaihtoehtoissa, myös perusuralla. Tuulienergian vuotuiset tuotantomahdollisuudet arvioitiin ohjelmassa 1,1 TWh:ksi. Tuulienergian tuotantomahdollisuus hyödynnetään joko täysin tai lähes täysin kaikissa vaihtoehtoissa. Erot ovat hyvin pienet. Tuuli- ja vesivoiman tuotantopotentiaali hyödynnetään jo perusurallakin 98 %:sti, ja KIO-tapauksissa tätäkin täydellisemmin. Käytännössä siis kokonaan.

Puun, tai tarkemmin bioenergian, käytön lisäystavoite vuodesta 1995 vuoteen 2010 on 56 % vastaten 2,8 Mtoe. Vuonna 1995 bioenergian käyttö oli 5 Mtoe. Bioenergiaa käytettiin vuonna 1995 pääosin teollisuudessa ja ns. pienkäyttönä. Lisäkäyttöpotentiaali arvioitiin suurimmaksi teollisuudessa (1,5 Mtoe) ja kaukolämmityksessä (0,8 Mtoe).

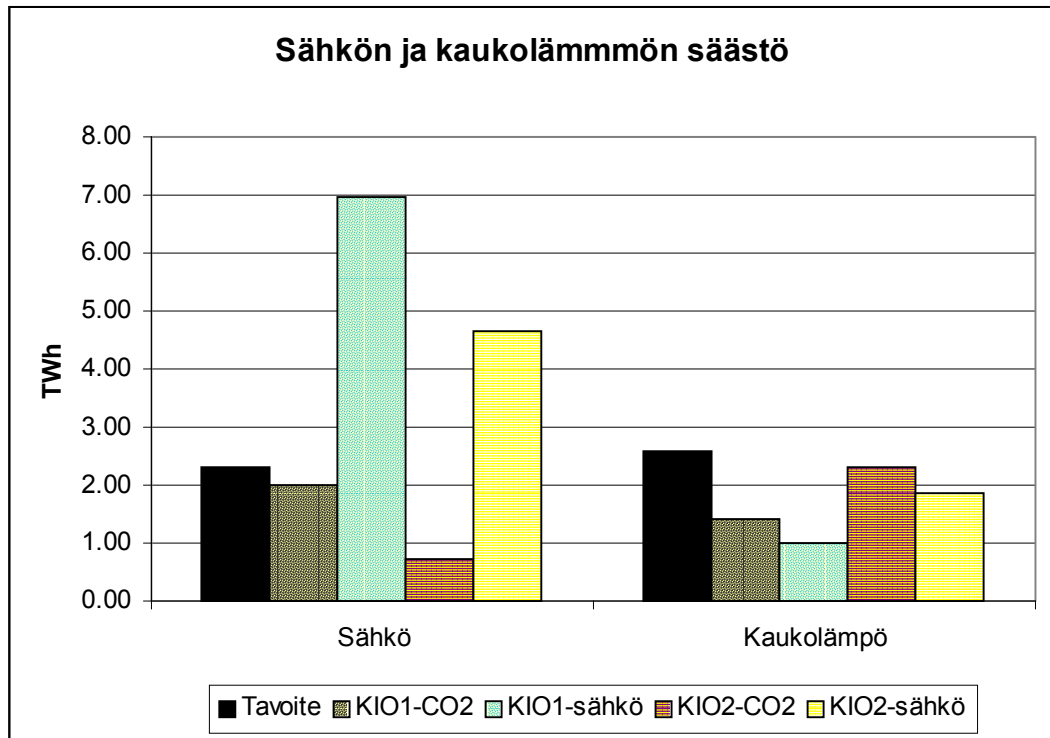
Kuviossa 3.6 on esitetty bioenergian käyttö eri tapauksissa.



**Kuvio 3.6 Bioenergian käyttö.**

Kuvion 3.6 mukaan bioenergian käyttötavoitteet saavutetaan todella hyvin. Erot eri tapauksien välillä ovat pieniä. Teollisuudessa tavoite näyttää toteutuvan kaikissa tapauksissa. Suurimmat suhteelliset erot syntyvät kaukolämpösektorilla.

Ilmastostrategiassa säästöohjelmien vaikutukset arvioitiin seuraaviksi: sähkön säästö 2,3 TWh ja kaukolämmön säästö 2,6 TWh. Eri tapauksia on verrattu seuraavassa kuvassa, kuvio 3.7, tähän arvioon, jota kuvassa on kutsuttu tavoitteeksi.



**Kuvio 3.7 Sähkön ja kaukolämmön säästö verrattuna perusuran energian käyttöön.**

Sähkön säästö ylittää reilusti tavoitteen sähköverotapauksissa. Ydinvoimavaihtoehdossa sähkön säästö on vähäisempää kuin maakaasuvaihtoehdossa, koska sähkö on halvempaa ja lisätarve tuotetaan suurelta osin hiilidioksidittomasti.

Kaukolämmön säästö on vähäisempää maakaasuvaihtoehdossa kuin ydinvoimavaihtoehdossa. Tämä selittyy sillä, että maakaasuvaihtoehdossa on edullista pidätyä lämmön säästöinvestoinneista, jotta lämpökuormaa jää yhteistuotantosähkön tuottamiseksi mahdollisimman paljon. Ydinvoimavaihtoehdossa ei ole vastaavaa tarvetta hyödyntää yhteistuotantopotentiaalia aivan viimeiseen asti. Se jättää tilaa lämmön säästölle.

## 4 Energiaverotuksen kokonaistaloudelliset vaikutukset

Tässä luvussa raportoidaan energiaverovaihtoehtojen kokonaistaloudelliset vaikutukset. Vaikutusarviot on laskettu taloudellis-teknisen EV-mallin avulla, joka yhdistää energia- ja teollisuussektoreiden prosessikohtaisen tarkastelun kansantaloudelliseen tasapainomalliin.

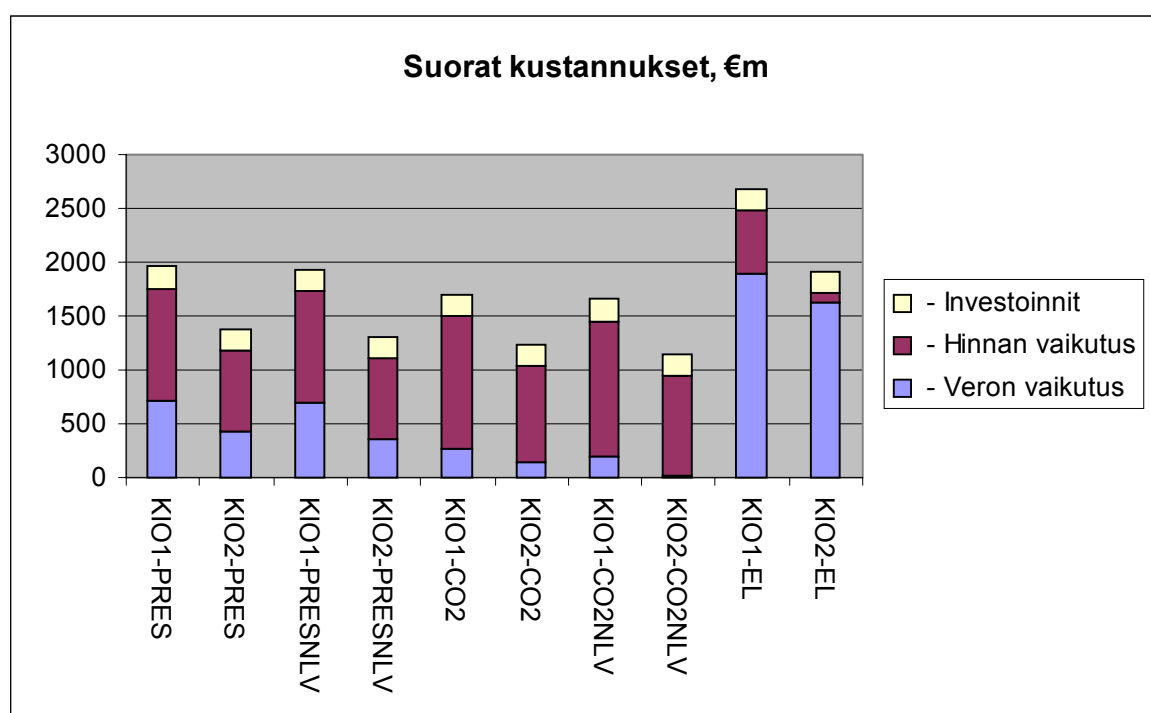
### 4.1 Suorat kustannukset

Päästöjen rajoittamisesta aiheutuu suoraan kustannuksia sekä kotitalouksille että yritystoiminnalle. Näitä kustannuksia voidaan kuvata toisaalta energiaverokertymän, toisaalta energiansäästöstä ja uuden tuotantokapasiteetin vaatimista investoinneista aiheutuvilla lisäkustannuksilla. Taulukkoon 4.1 on koottu energiaverojen korotustarve arvioituissa vaihtoehdoissa.

| Taulukko 4.1 Energian verot eri vaihtoehdoissa |           |          |          |                   |             |                 |                         |       |
|------------------------------------------------|-----------|----------|----------|-------------------|-------------|-----------------|-------------------------|-------|
| Polttoaine                                     | Vero      |          |          | Korotusvaihtoehto |             |                 |                         |       |
|                                                | Perusvero | Lisävero | Yhteensä | Tasa              | Tasa, ei lp | CO <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> , ei lp | Sähkö |
| KIO1                                           |           |          |          |                   |             |                 |                         |       |
| Korotusprosentti                               |           |          |          | 91,3              | 93,0        | 105,7           | 108,3                   | 321,8 |
| Lyijytön bensiini c/l                          | 52,0      | 4,0      | 56,0     | 59,7              | 56,0        | 60,3            | 60,4                    | 56,0  |
| Dieselöljy c/l                                 | 25,5      | 4,5      | 30,0     | 34,1              | 30,0        | 34,8            | 34,9                    | 30,0  |
| Kevyt polttoöljy c/l                           | 1,8       | 4,5      | 6,4      | 10,5              | 10,6        | 11,2            | 11,3                    | 6,4   |
| Raskas polttoöljy c/kg                         |           | 5,4      | 5,4      | 10,3              | 10,4        | 11,1            | 11,2                    | 5,4   |
| Kivihiili €/t                                  |           | 41,3     | 41,3     | 79,1              | 79,8        | 85,1            | 86,1                    | 41,3  |
| Maakaasu c/nm <sup>3</sup>                     |           | 1,7      | 1,7      | 3,3               | 3,3         | 3,6             | 3,6                     | 1,7   |
| Polttoturve €/MWh                              |           | 1,5      | 1,5      | 2,9               | 2,9         | 3,1             | 3,2                     | 1,5   |
| Sähkö c/kWh                                    |           |          |          |                   |             |                 |                         |       |
| Veroluokka I                                   |           | 0,7      | 0,7      | 1,3               | 1,3         | 0,7             | 0,7                     | 2,9   |
| Veroluokka II                                  |           | 0,4      | 0,4      | 0,8               | 0,8         | 0,4             | 0,4                     | 1,8   |
| KIO2                                           |           |          |          |                   |             |                 |                         |       |
| Korotusprosentti                               |           |          |          | 58,4              | 61,8        | 68,7            | 73,9                    | 330,4 |
| Lyijytön bensiini c/l                          | 52,0      | 4,0      | 56,0     | 59,7              | 56,0        | 60,3            | 60,4                    | 56,0  |
| Dieselöljy c/l                                 | 25,5      | 4,5      | 30,0     | 34,1              | 30,0        | 34,8            | 34,9                    | 30,0  |
| Kevyt polttoöljy c/l                           | 1,8       | 4,5      | 6,4      | 10,5              | 10,6        | 11,2            | 11,3                    | 6,4   |
| Raskas polttoöljy c/kg                         |           | 5,4      | 5,4      | 10,3              | 10,4        | 11,1            | 11,2                    | 5,4   |
| Kivihiili €/t                                  |           | 41,3     | 41,3     | 79,1              | 79,8        | 85,1            | 86,1                    | 41,3  |
| Maakaasu c/nm <sup>3</sup>                     |           | 1,7      | 1,7      | 3,3               | 3,3         | 3,6             | 3,6                     | 1,7   |
| Polttoturve €/MWh                              |           | 1,5      | 1,5      | 2,9               | 2,9         | 3,1             | 3,2                     | 1,5   |
| Sähkö c/kWh                                    |           |          |          |                   |             |                 |                         |       |
| Veroluokka I                                   |           | 0,7      | 0,7      | 1,3               | 1,3         | 0,7             | 0,7                     | 2,9   |
| Veroluokka II                                  |           | 0,4      | 0,4      | 0,8               | 0,8         | 0,4             | 0,4                     | 1,8   |

Energiaverojen korotuksen suuruus määräytyy päästöjen rajoittamistarpeen mukaan. Tarvittavaan korotukseen vaikuttaa ratkaisevasti se, mihin sähkönhankinta perustuu. Ydinvoimavaihtoehdossa korotustarve jää kaikissa vaihtoehdoissa alemmaksi kuin maa-kaasuvaihtoehdoissa.

Verojen, energiaohjelmien mukaisten investointien ja energian hinnanmuutosten vaikutuksia koko talouden tasolla kuvaa kuvio 4.1. Kuviossa esitetään energiaohjelmien mukaiset investoinnit, energiaverojen kertymän yhteismuutos ja energian hinnanmuutoksista aiheutuva energialaskun muutos koko kansantalouden tasolla. Kuvion perusteella on selvää, että verokertymän kasvu on suurin siinä tapauksessa, että päästörajoitukset pyritään toteuttamaan sähköveron avulla kun se taas on pienimmillään hiilidioksidiveron tapauksessa. Huomattavaa kuitenkin on, että kuvio kertoo vain bruttovaikutuksesta, verotuksen painopisteen siirtymisestä energiaverotukseen, ottamatta huomioon verokertymän palautuksen vaikutuksia.

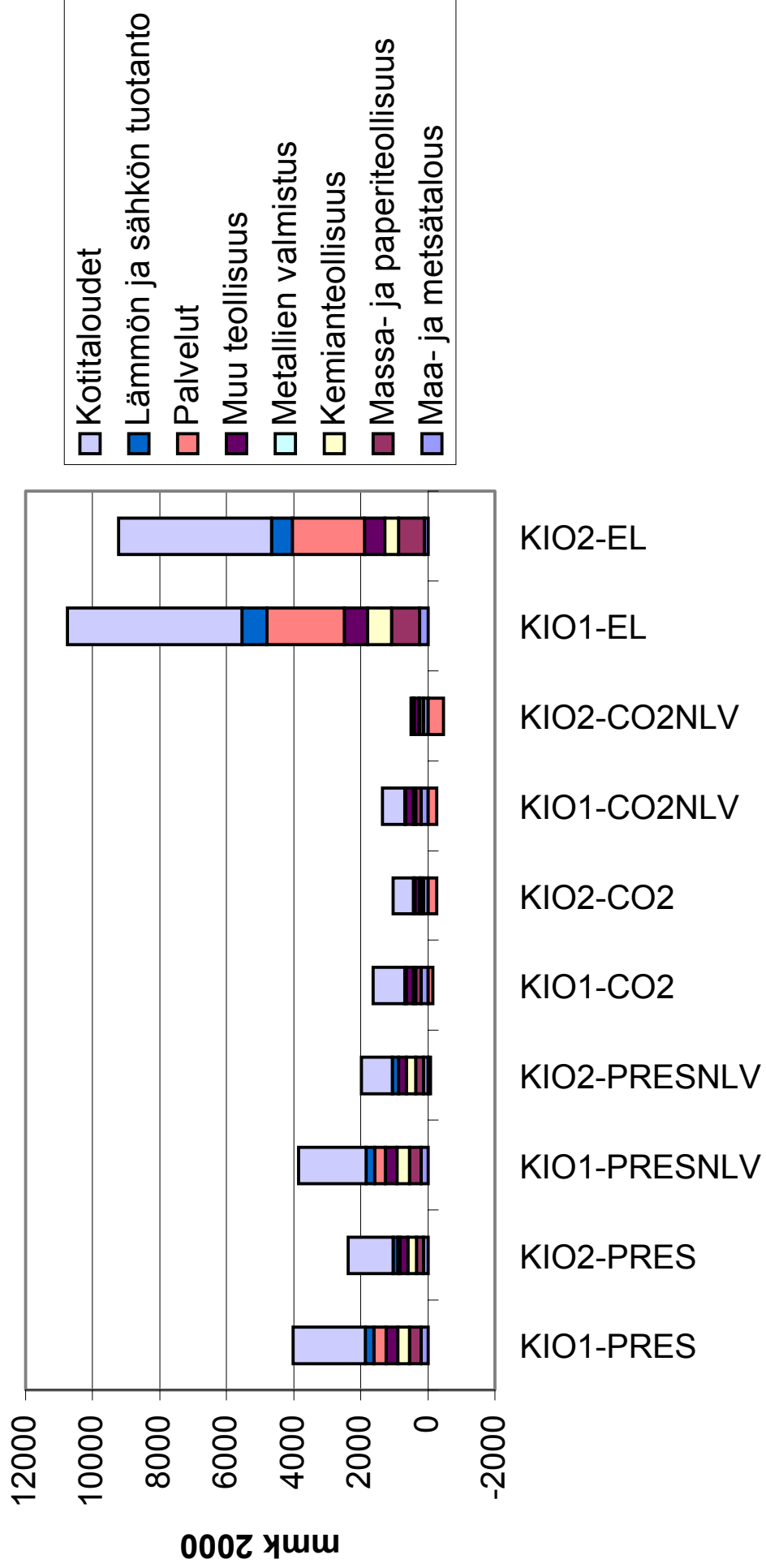


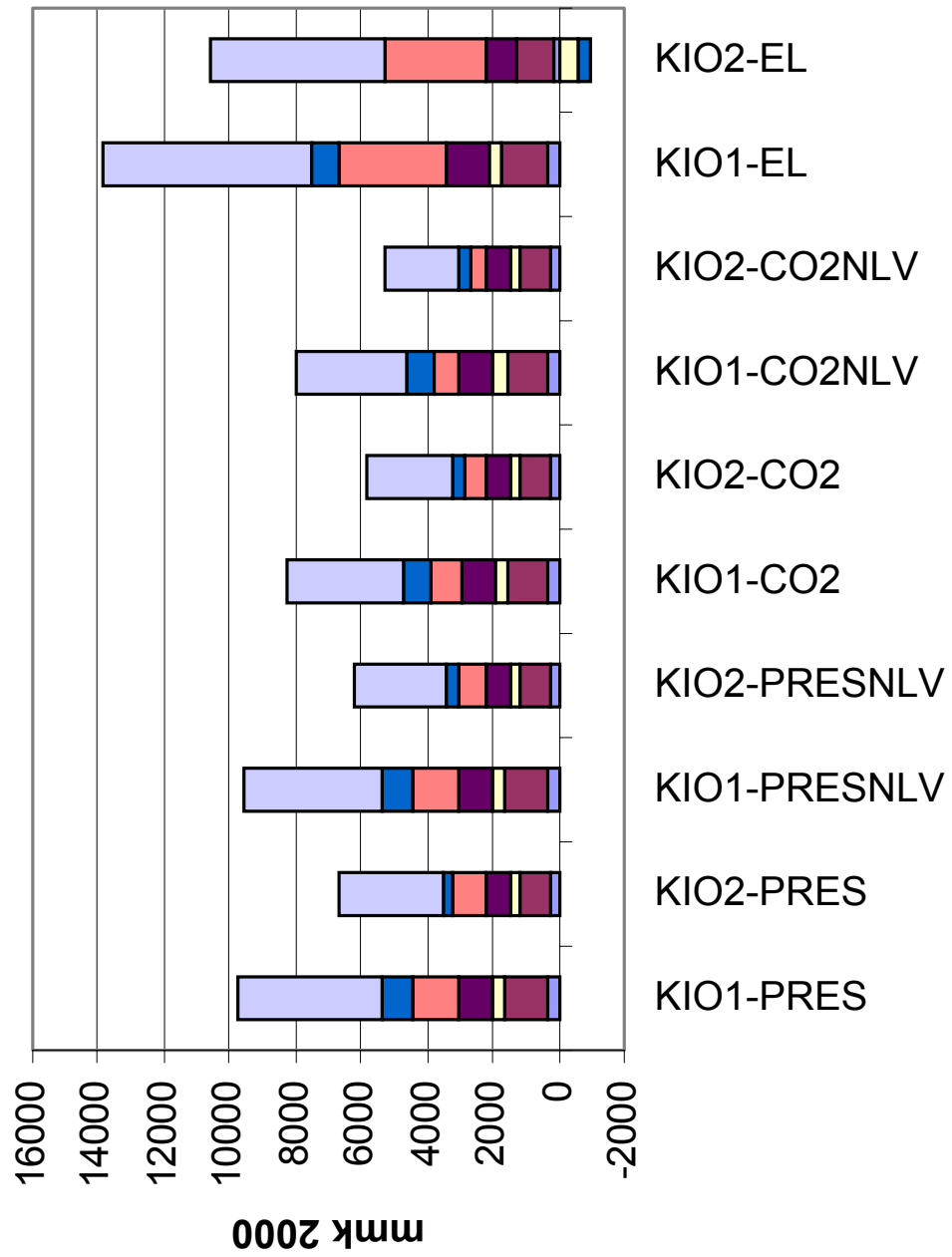
**Kuvio 4.1 Suorat kustannukset, milj. euroa**

Kuvioon 3.2 on koottu energiaverokertymän muutos eri toimialoilla. Kuvioista selviää, että kotitalouksien osuus kasvaneesta verorasituksesta on suurempi kuin muiden toimialojen aina kun liikennepolttonesteiden veroa korotetaan. Myös sähköveron korotus (KIO1-EL ja KIO2-EL) vaikuttaa kotitalouksien maksamien verojen määrään voimakkaasti, samoin kuin palvelujen.

Kuvio 4.3 puolestaan esittää energialaskun muutoksien jakautumista. Myös energialaskun muutos kohdistuu yksityiseen kulutukseen – kotitalouksiin siis – ja palveluihin, koska suurina kuluttajina myös niiden energiankulutus on suurta, mutta energialasku lisääntyy selvästi myös energiaintensiivisillä teollisuudenaloilla, kuten massa- ja pape-riteollisuudessa ja metallien valmistuksessa.

**Kuvio 4.2 Energiaverokertymien muutos**



[illegible]

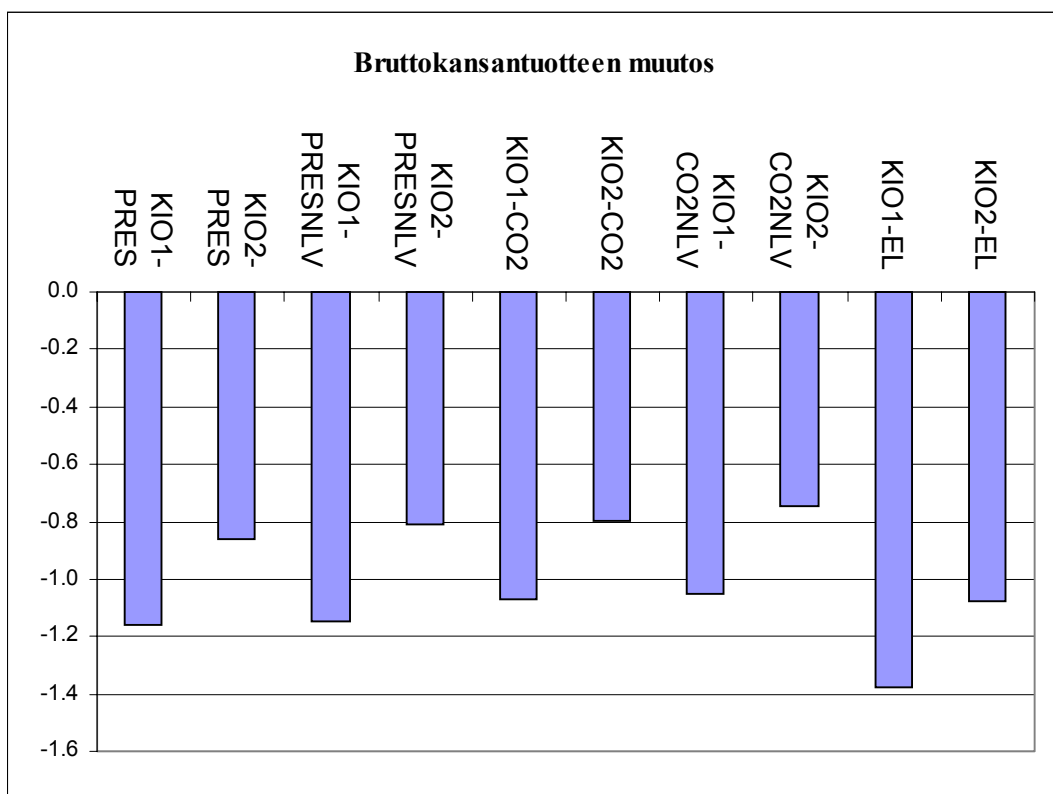
## 4.2 Kokonaistaloudelliset vaikutukset

Suoria kustannuksia paremmin voidaan energiaverotuksen vaikutuksia koko talouteen kuvata kokonaistaloudellisilla muutoksilla, jotka ottavat huomioon energiaverokertymän kierrätyksen vaikutukset. Kokonaistaloudelliset vaikutukset heijastavat tästä syystä verotuksen nettovaikutuksia.

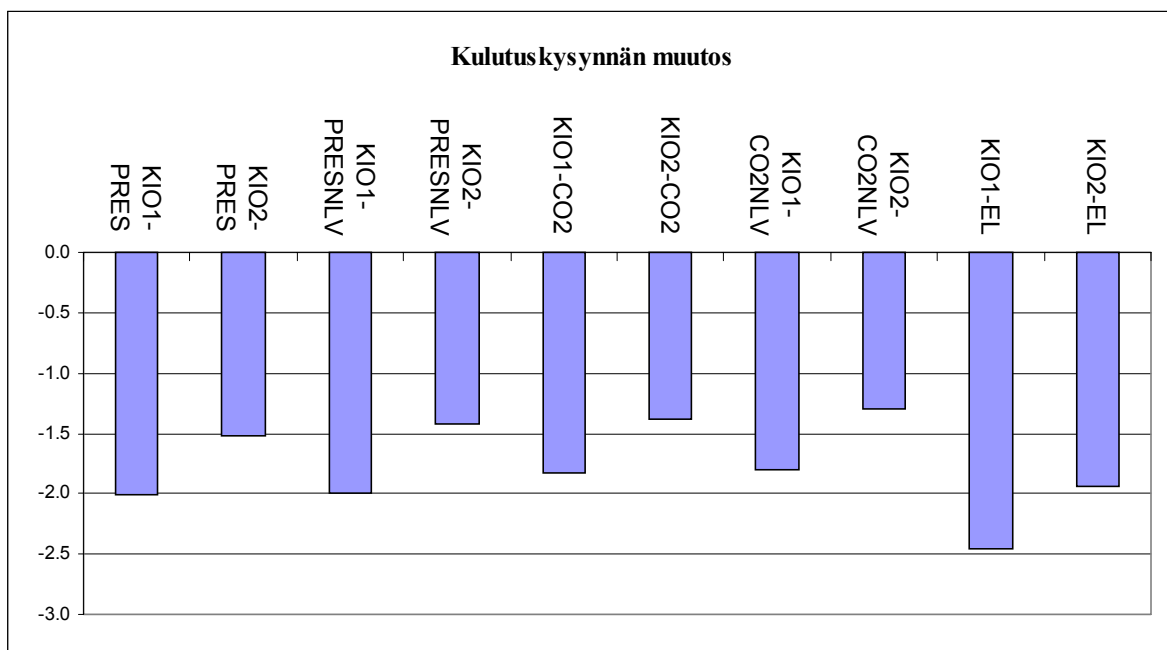
Taulukkoon 4.2 on koottu verovaihtoehtojen vaikutukset eräisiin keskeisiin kokonaistaloudellisiin eriin. Kun kansantuote vuodesta 2000 kasvaisi perusuralla 2 prosenttia vuodessa ja saavuttaisi noin 170 miljardin euron tason vuonna 2010, laskisi se kaikissa tarkastelluissa energiaverotuksen vaihtoehdoissa selvästi tästä tasosta. Kulutuskysynnän kasvu perusuralla puolestaan on noin 3 % vuodessa ja sen taso noin 82 miljardia euroa vuonna 2010. Kulutuskysyntä laskisi selvästi kaikissa vaihtoehdoissa, ja itse asiassa suuri osa kansantuotteen laskusta johtuisi juuri energiaverotuksen kiristymisestä ja energian hintojen noususta aiheutuvasta kulutuskysynnän alenemisesta. Työllisten lukumäärä ei perusuralla kasva juuri lainkaan vaan on vuonna 2010 2,25 miljoonaa, kun se vuonna 2000 oli 2,24 miljoonaa. Myös työllisyys laskisi selvästi kaikissa vaihtoehdoissa.

| Taulukko 4.2 Kokonaistaloudelliset vaikutukset, % |      |                         |              |            |
|---------------------------------------------------|------|-------------------------|--------------|------------|
|                                                   | BKT  | Yksityiset kulutusmenot | Investoinnit | Työllisyys |
| KIO1-PRES                                         | -1,2 | -2,0                    | -1,1         | -1,1       |
| KIO2-PRES                                         | -0,9 | -1,5                    | -0,7         | -0,8       |
| KIO1-PRESNLV                                      | -1,2 | -2,0                    | -1,1         | -1,1       |
| KIO2-PRESNLV                                      | -0,8 | -1,4                    | -0,7         | -0,8       |
| KIO1-CO2                                          | -1,1 | -1,8                    | -1,1         | -1,0       |
| KIO2-CO2                                          | -0,8 | -1,4                    | -0,7         | -0,7       |
| KIO1-CO2NLV                                       | -1,1 | -1,8                    | -1,1         | -1,0       |
| KIO2-CO2NLV                                       | -0,7 | -1,3                    | -0,7         | -0,7       |
| KIO1-EL                                           | -1,4 | -2,5                    | -1,1         | -1,4       |
| KIO2-EL                                           | -1,1 | -1,9                    | -0,7         | -1,0       |

Kansantuotteen muutoksia on kuvattu kuviossa 3.4. Kuvion perusteella energiaverotuksen vaikutus kansantuotteeseen on suurimmillaan sähköveron korotukseen perustuvissa vaihtoehdoissa ja pienimmillään hiilidioksidiverovaihtoehdoissa. Maakaasu- ja ydinvoimavaihtoehtojen välillä on myös selvä ero, maakaasuvaihtoehdossa kansantuotteen lasku on kaikissa tapauksissa selvästi ydinvoimavaihtoehtoa suurempi. Kulutuskysynnän muutoksia kuvaa kuvio 4.5. Maakaasuvaihtoehdoissa kulutuskysyntä pienenee 1,1-2,0 prosentilla. Ydinvoimavaihtoehdoissa vastaavat vaihteluvälit ovat 0,7-1,9 prosenttia. Verotuksen vaikutus kansantuotteeseen ja yksityiseen kulutukseen on siis selvästi pienempi ydinvoimavaihtoehdoissa kuin maakaasuvaihtoehdoissa.

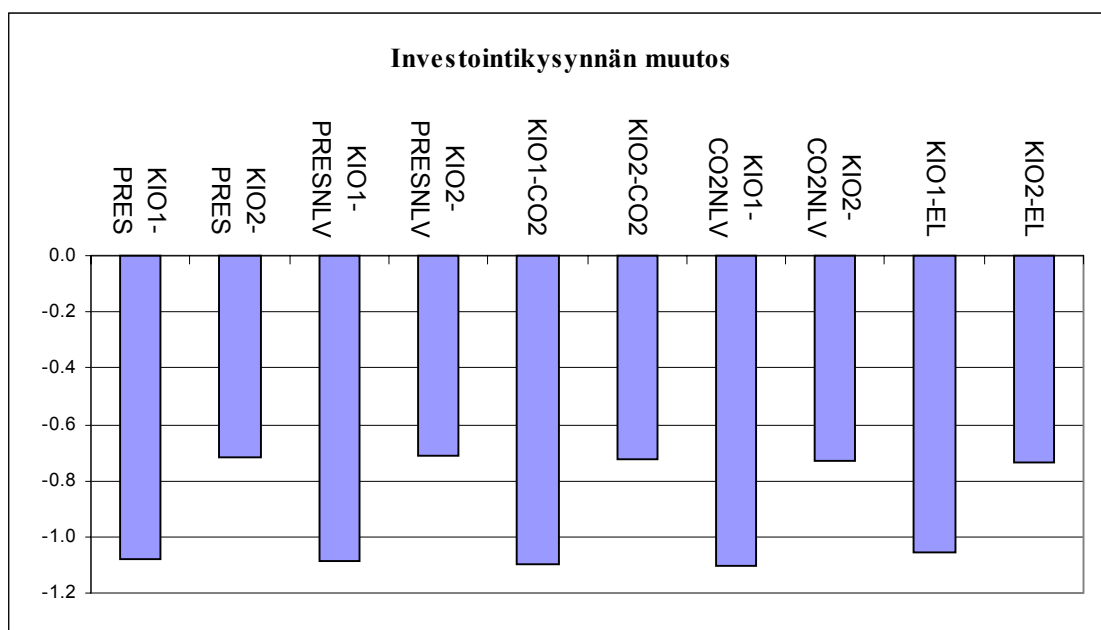


**Kuvio 4.4 Bruttokansantuotteen muutos, %**



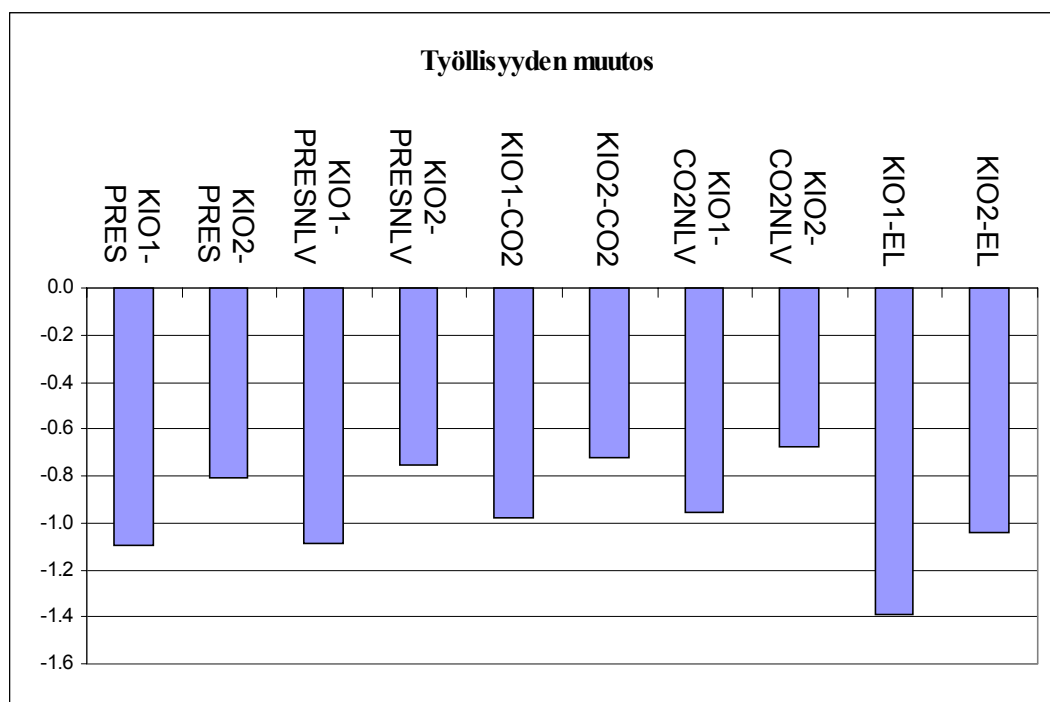
**Kuvio 4.5 Kulutuskysynnän muutos, %**

Investointien muutoksia kuvaa kuvio 4.5. Investointien muutokset rajoittuvat vaihtoehtotarkasteluissa lähinnä energiantuotantoa koskeviksi ja johtuvat uusiin tuotantolaitoksiin tehdyistä investoinneista ja olemassa olevan tuotantolaitoskannan ylläpitämiseksi tarvittavien investointien muutoksista. Investoinnit voivat pienentyä lähinnä siksi, että laitoskantaa jää käyttämättömäksi energian kysynnän pienenemisen vuoksi.



**Kuvio 4.6 Investointikysynnän muutos, %**

Työllisyyden osalta tulokset on kuvattu kuviossa 3.7. Laskelmissa on oletettu, että työn tarjonta määräytyy käteen jäävän reaali-palkan mukaan ja työn kysyntä työnantajan välillisetkin työvoimakulut sisältävän bruttopalkan mukaan. Niinpä energiaverojen korotus laskee reaali-palkkaa ja pienentää työn tarjontaa. Myös työn kysyntä pienenee energiaintensiivisillä toimialoilla, joiden kilpailukykyyn energiakustannusten kasvulla on huonontava vaikutus. Vaikutukset jäävät kuitenkin pienemmiksi ydinvoimavaihtoehtoissa.



**Kuvio 4.7 Työllisyyden muutos, %**

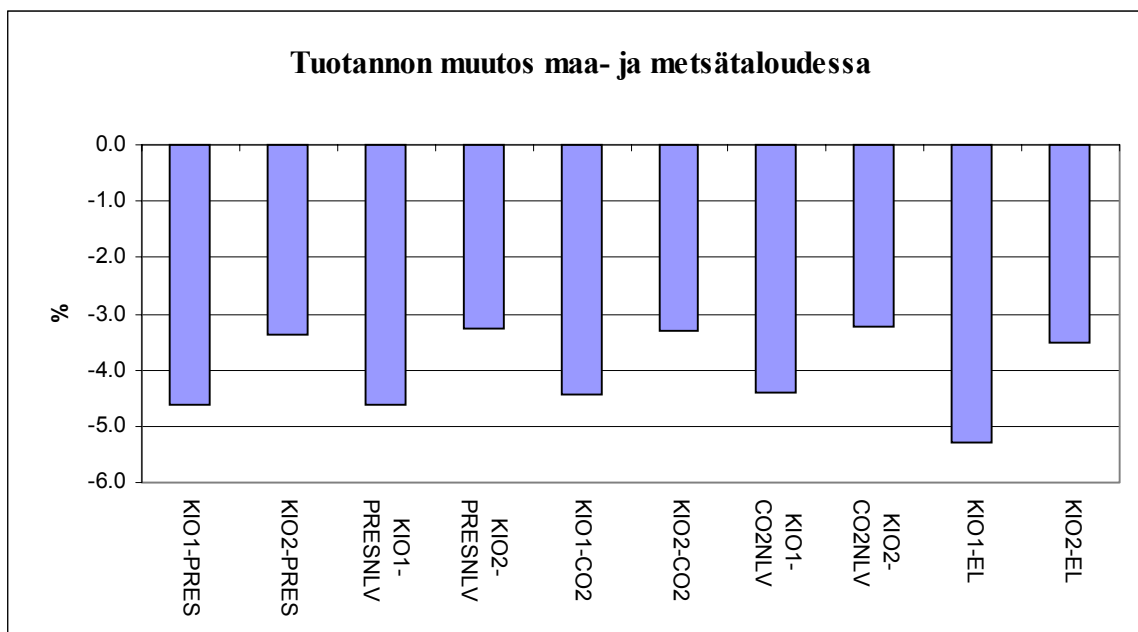
### 4.3 Kustannukset eri toimialoilla

Talouden eri toimialoilla vaikutukset riippuvat ennen kaikkea energiantensiivisyydestä. Tuotanto laskee verojen korottamisen vuoksi enemmän energiantensiivisillä toimialoilla, joihin nämä toimet kohdistuvat työvoimaintensiivisiä toimialoja voimakkaammin.

Taulukkoon 4.3 on koottu tarkasteltujen energiaverovaihtoehtojen vaikutukset keskeisillä toimialoilla. Tuotanto laskisi kaikilla perusteollisuuden toimialoilla, perustuotannossa ja energiantuotannossa kaikissa vaihtoehdoissa. Suurimpia vaikutukset olisivat massa- ja paperiteollisuudessa ja kemian teollisuudessa sekä energiantuotannossa. Myös metsäteollisuuden kehityksestä riippuvainen maa- ja metsätalous kärsisi verojen korottamisesta. Muu teollisuus – lähinnä elektroniikkateollisuus – saattaisi kuitenkin selvitä pienin vaikutuksin ja osin jopa hyötyä reaalisten työvoimakustannusten laskusta, jonka reaalipalkkojen lasku aiheuttaisi. Taulukon perusteella maakaasun ja ydinvoiman välille syntyy selvä ero kaikissa energiaverotuksen vaihtoehdoissa – vaikutukset ovat pienempiä ydinvoimavaihtoehdossa – mutta myös verovaihtoehtojen erot ovat eräillä toimialoilla varsin selviä. Niinpä verojen korotuksen vaikutukset massa- ja paperiteollisuudessa, kemian teollisuudessa ja metalliteollisuudessa näyttävät riippuvan siitä, kohdistuvatko ne polttoaineisiin vai sähköön. Pienimmillään vaikutukset ovat kaikilla toimialoilla nykyisen hiilidioksidiveron korotukseen perustuvissa tapauksissa.

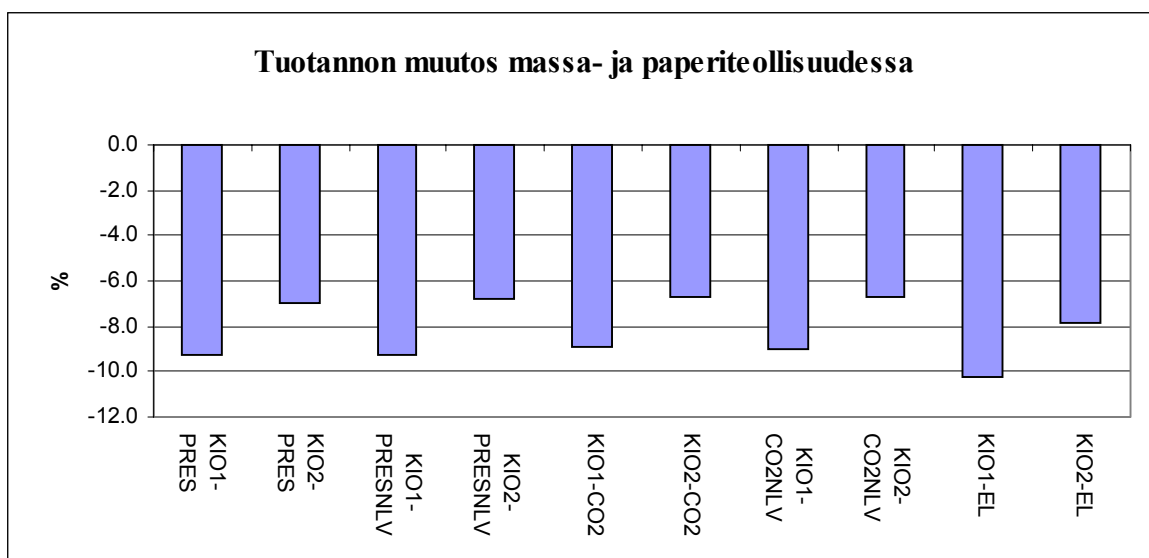
| Taulukko 4.3 Toimialavaikutukset, % |                     |                            |                  |                     |                |          |                           |
|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|------------------|---------------------|----------------|----------|---------------------------|
|                                     | Maa- ja metsätalous | Massa- ja paperiteollisuus | Kemianteollisuus | Metallien valmistus | Muu teollisuus | Palvelut | Sähkön ja lämmön tuotanto |
| KIO1-PRES                           | -4,6                | -9,2                       | -6,9             | -3,8                | 0,0            | -0,9     | -12,1                     |
| KIO2-PRES                           | -3,4                | -6,9                       | -5,3             | -2,8                | -0,1           | -0,7     | -9,2                      |
| KIO1-PRESNLV                        | -4,6                | -9,3                       | -6,9             | -3,9                | 0,0            | -0,9     | -12,1                     |
| KIO2-PRESNLV                        | -3,3                | -6,8                       | -5,2             | -3,0                | -0,1           | -0,6     | -9,0                      |
| KIO1-CO2                            | -4,5                | -8,9                       | -5,0             | -1,0                | 0,1            | -0,8     | -12,0                     |
| KIO2-CO2                            | -3,3                | -6,7                       | -3,7             | -0,7                | 0,0            | -0,7     | -9,0                      |
| KIO1-CO2NLV                         | -4,5                | -8,9                       | -5,0             | -1,0                | 0,1            | -0,8     | -12,0                     |
| KIO2-CO2NLV                         | -3,3                | -6,7                       | -3,7             | -0,7                | 0,0            | -0,7     | -9,0                      |
| KIO1-EL                             | -4,5                | -8,9                       | -5,0             | -1,0                | 0,1            | -0,8     | -12,0                     |
| KIO2-EL                             | -3,3                | -6,7                       | -3,7             | -0,7                | 0,0            | -0,7     | -9,0                      |

Maa- ja metsätalouden tuotannon muutoksia eri vaihtoehdoissa kuvaa kuvio 4.8. Maa- ja metsätalouden vuosikasvu perusuralla on noin 1 prosentti. Maa- ja metsätalouden tuotanto laskisi kaikissa tarkastelluissa vaihtoehdoissa, eniten sähköveron korotukseen perustuvissa tapauksissa.



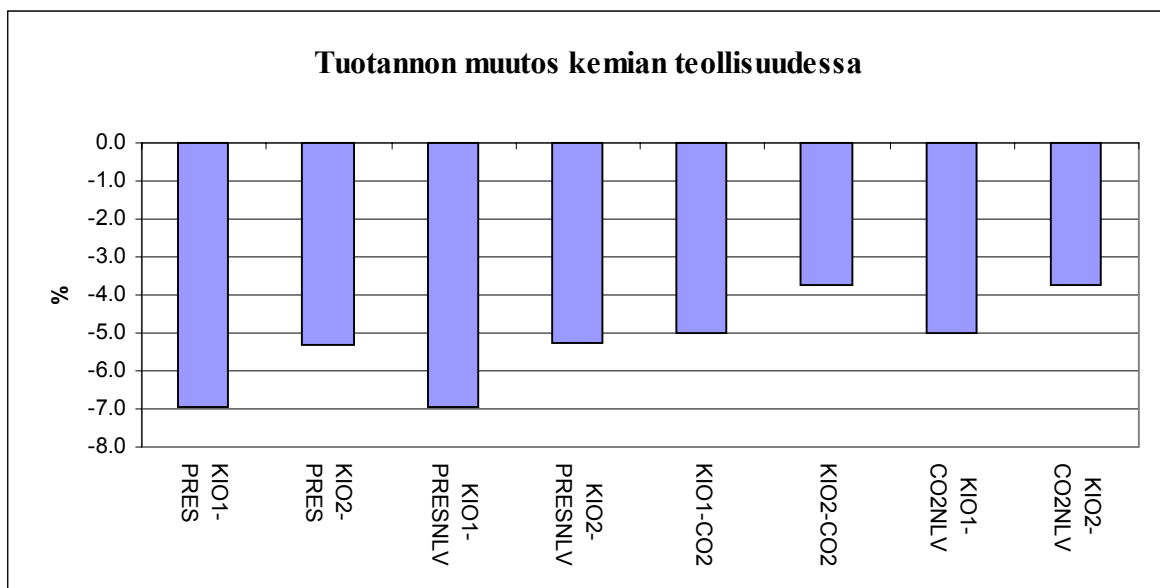
**Kuvio 4.8 Tuotannon muutos maa- ja metsätaloudessa, %**

Massa- ja paperiteollisuuden kasvu perusuralla on noin 1,8 prosenttia vuodessa vuoteen 2010 asti. Tuotanto laskisi noin 7-10 % tarkastelluissa vaihtoehdoissa. Suurimmillaan lasku olisi sähköveron korotukseen perustuvassa tapauksessa ja alimmillaan hiilidioksidiveron. Kaikissa tapauksissa maakaasuvaihtoehdossa syntyisi suurempia vaikutuksia kuin ydinvoimavaihtoehdoissa.



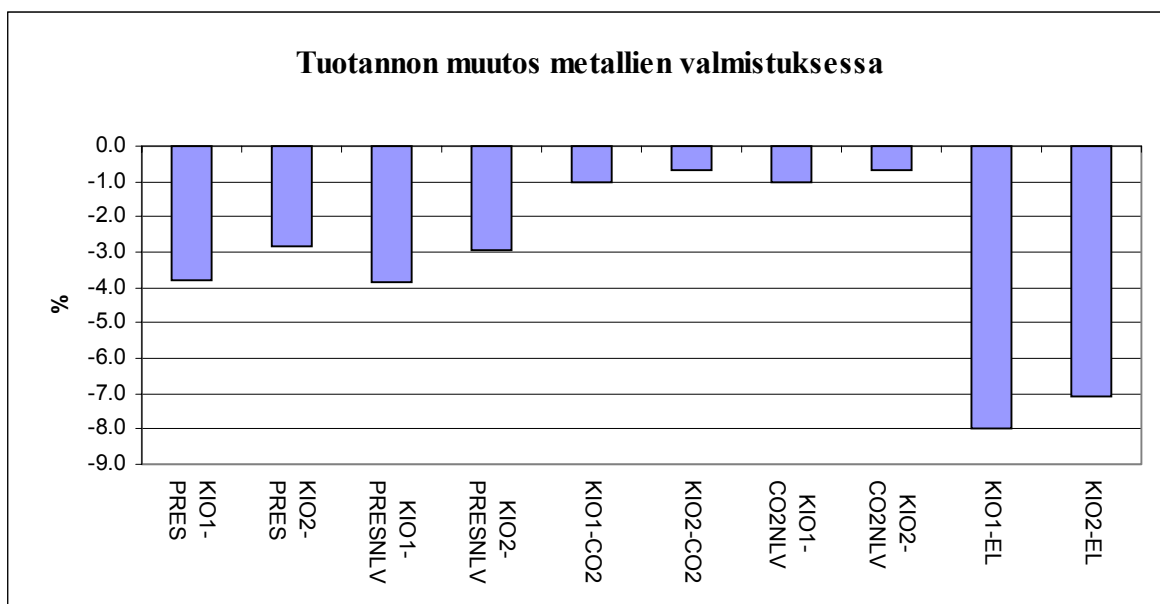
**Kuvio 4.9 Tuotannon muutos massa- ja paperiteollisuudessa, %**

Kemianteollisuus kasvaa perusuralla keskimäärin 1,3 % vuodessa. Energiaverotuksen korotus johtaisi tuotannon laskuun, joka olisi 3,7-5,3 % ydinvoimavaihtoehdoissa ja 5,0-6,9 % maakaasuvaihtoehdoissa. Lasku olisi suurimmillaan sähköveron korotuksen ja alimmillaan hiilidioksidiveron korotuksen yhteydessä.



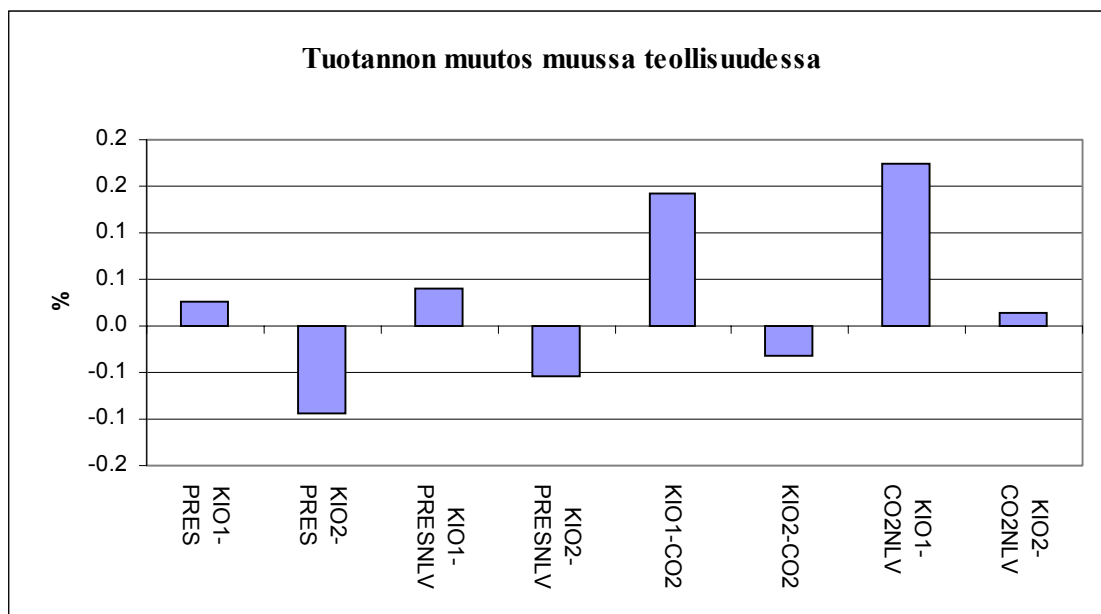
**Kuvio 4.10 Tuotannon muutos kemian teollisuudessa, %**

Metallien valmistus kasvaa ilmastostrategian perusuralla kaiken kaikkiaan 2,7% vuosivauhdilla. Toimialan tuotanto laskisi selvästi energiaverotuksen korotuksen vuoksi, mutta erot verovaihtoehtojen välillä ovat suuret. Suurimmillaan, 7-8 %, lasku olisi sähköveron tapauksessa ja alimmillaan, noin 0,5-1,0 %, hiilidioksidiveron. Tämä johtuu toimialan verrattain suuresta sähkönkäytöstä mutta myös siitä, että nykyrakenteinen hiilidioksidiverotus ei koske prosessipäästöjä. Sähkönhankintavaihtoehtojen välinen ero on noin 0,5-1 prosenttiyksikköä kaikissa verovaihtoehdoissa.



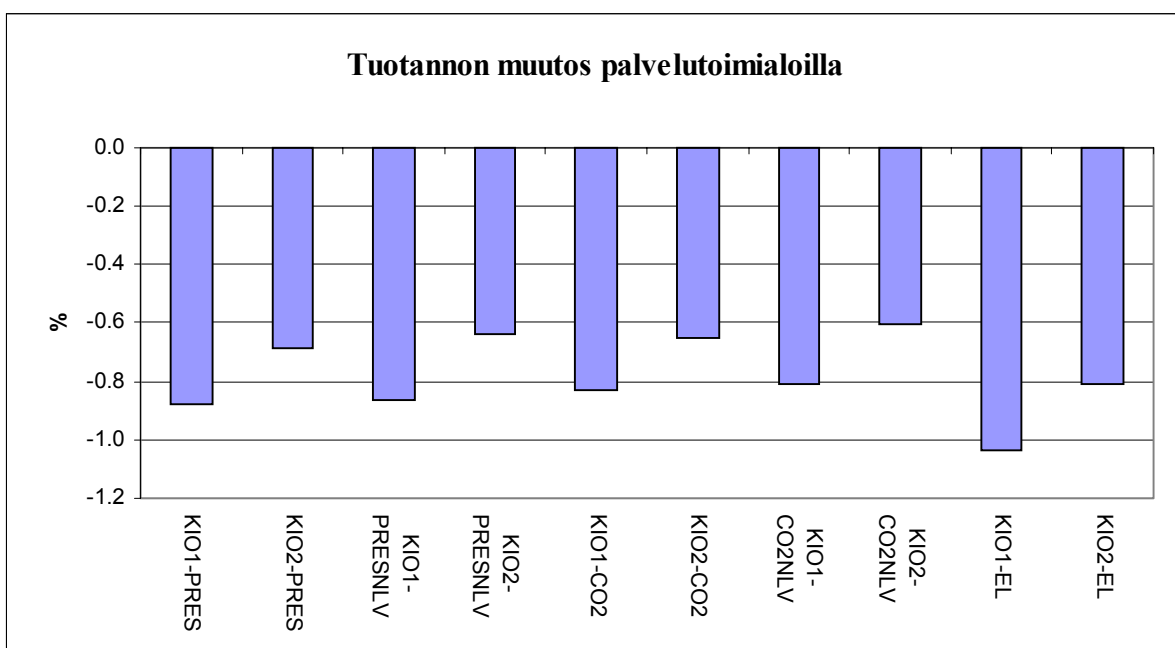
**Kuvio 4.11 Tuotannon muutos metallien valmistuksessa, %**

Muun teollisuuden tuotannon muutoksia kuvaa kuvio 4.12. Muuhun teollisuuteen kuuluvat toimialat hyötyisivät jonkin verran korkeamman energian hinnan aiheuttamasta reaali-palkkojen laskusta. Tämä vaikutus on korkeimmillaan maakaasuvaihtoehdoissa, joissa energiaverokertymän kasvu on ydinvoimavaihtoehtoja suurempaa.



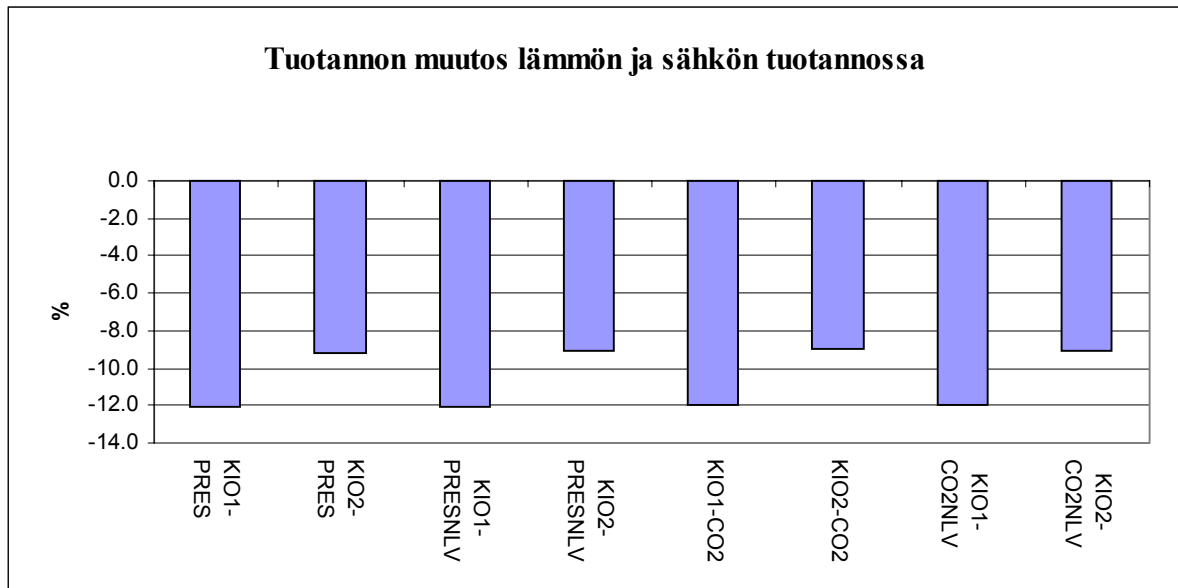
**Kuvio 4.12 Tuotannon muutos muussa teollisuudessa, %**

Palvelujen kasvu perusuralla on noin 2,4 % vuoteen 2010 mennessä. Koska monet palvelutoimialoista, esimerkiksi liikenne, ovat energiantensiivisiä, laskee päästöjen rajoittaminen palvelujenkin tuotantoa kasvaneen energialaskun vuoksi. Vaikutukset ovat kuitenkin selvästi pienempiä kuin teollisuudessa.



**Kuvio 4.13 Palvelujen tuotannon muutos, %**

Sähkön tuotannon kasvu on perusuralla lähes kolme prosenttia vuodessa ja lämmön tuotannon vielä hieman korkeampi. Energiaverojen korottaminen nostaisi lämmön tuotannon kustannuksia. Tuotannon lasku on hieman suurempi niissä tapauksissa, joissa polttoainekustannuksiin vaikuttavaa hiilidioksidiveroa korotetaan. Tuotanto laskee kuitenkin sähköveron korotuksenkin tapauksessa, tällöinhän päästöjen vähentämiseen pyritäisiin sähkön kysyntää rajoittamalla.



**Kuvio 4.14** Tuotannon muutos lämmön ja sähkön tuotannossa, %

## 5 Johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa on arvioitu energiaverotuksen vaihtoehtoja Kioton sopimuksen toteuttamisessa. Laskelmissa on käytetty kansallisen ilmastostrategian perusuraa lähtökohtana ja laskettu, millaisin veronkorotuksin päästöt voitaisiin rajoittaa Kioton pöytäkirjan mukaiselle tasolle vuoteen 2010 mennessä. Laskelmissa on oletettu, että käytettävissä on koko ilmastostrategian keinovalikoima.

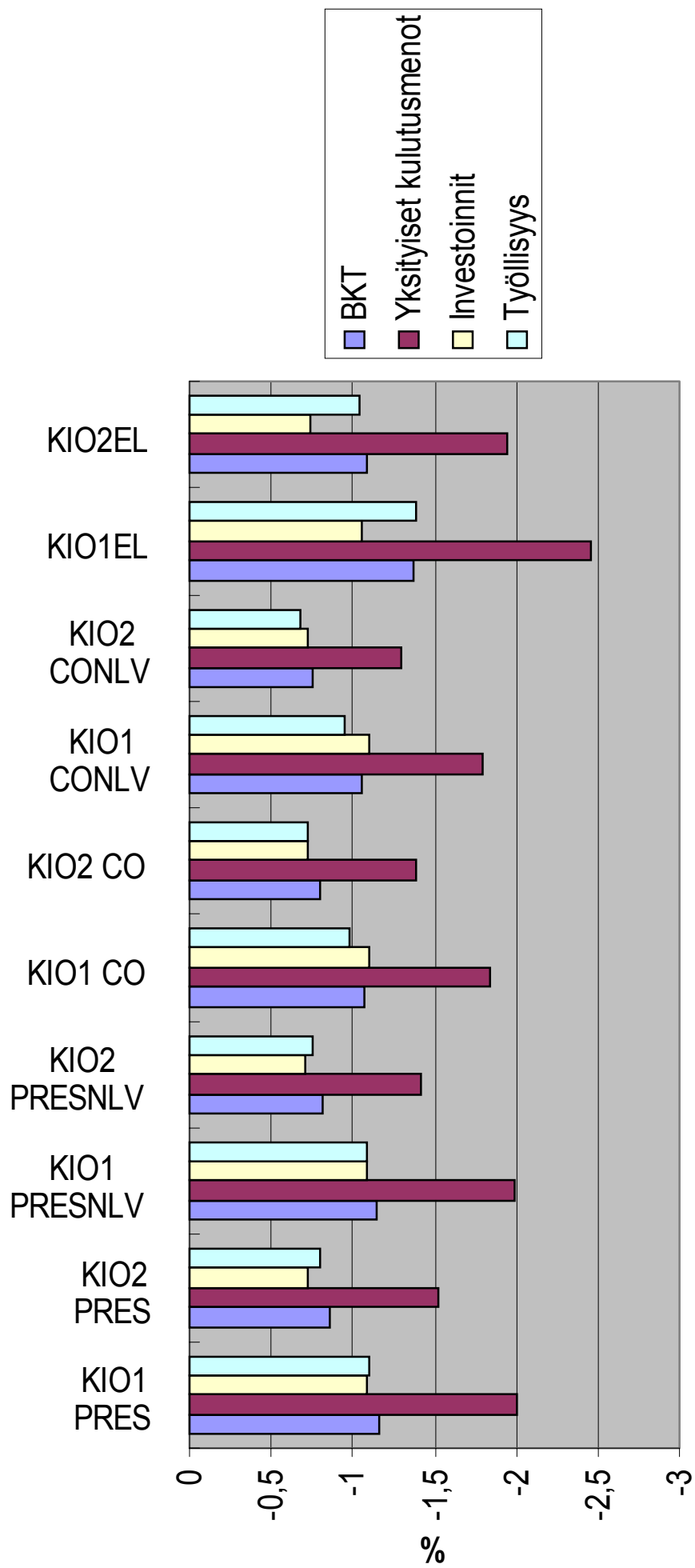
Laskelmissa kiinnitettiin huomiota verojen ohjaavuuteen. EFOM-laskelmat viittaavat siihen, että verojen osuus päästötavoitteiden saavuttamisessa on pieni erilaisiin säästö- ja tehostustoimenpiteisiin verrattuna. KIO1-tapauksessa eniten päästöjä vähentää hiilen kiello lauhdutusvoiman tuotannossa. Muut päästöjä vähentävät toimet ovat rakennusnormien kiristäminen, jätehuollon parantaminen ja hiilen kiello maakaasualueen yhteistuotannossa. Verojen päästöjä vähentävä vaikutus on pieni ja verojen ohjaavuus huono, minkä takia oikean verotason määrittäminen on hyvin vaikeaa. KIO2-tapauksessa ydinvoiman lisärakentaminen vähentää hiilidioksidipäästöjä yhtä paljon kuin hiilikiellot KIO1-tapauksessa. Verojen ohjaavuus on samanlainen kuin KIO1-tapauksessa. Energiajärjestelmäkustannukset ovat kuitenkin KIO2-tapauksessa KIO1-tapausta alhaisemmat.

Energiaverotuksen vaihtoehtojen taloudellisia vaikutuksia arvioitiin EV-mallin avulla. Kuvioon 5.1 on koottu näiden arvioiden kokonaistaloudelliset tulokset. Laskelmien keskeiset tulokset ovat, että nykyisen hiilidioksidiveron korotuksella toteutettu päästöjen rajoittaminen on kaikilta kustannuksiltaan pienempi kuin sekä sähkö- että hiilidioksidiveron korotukseen perustuva, kun taas sähköverovaihtoehto aiheuttaa suurimmat kustannukset. Tämä johtuu sähköveron huonosta ohjaavuudesta päästöjen rajoittamisen kannalta. Maakaasuvaihtoehdossa niin kansantuote kuin sen komponentitkin – ennen kaikkea kulutuskysyntä – laskevat enemmän kuin ydinvoimavaihtoehdossa verovaihtoehdosta riippumatta.

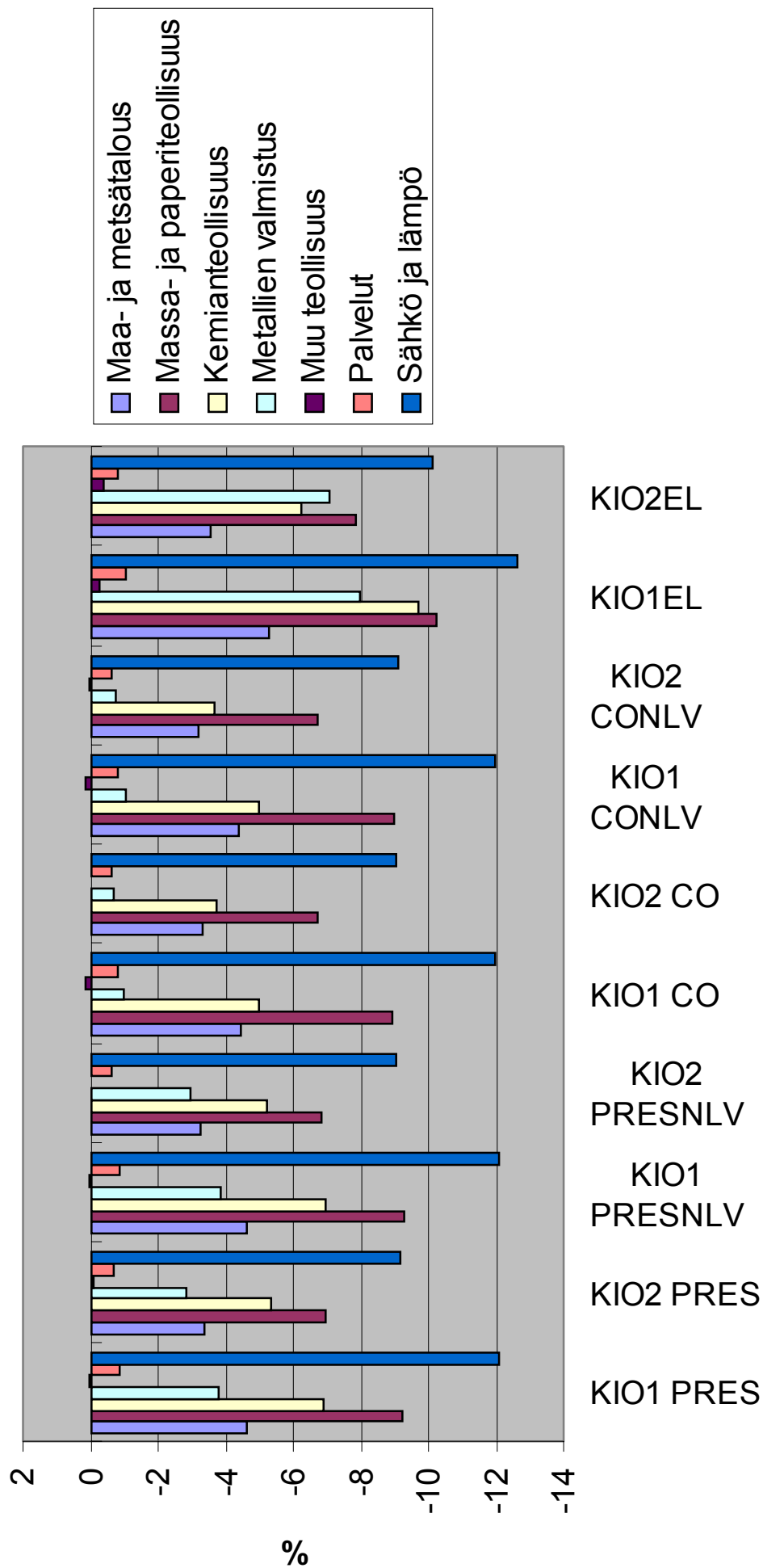
Toimialakohtaiset vaikutukset ovat energiantensiivisillä toimialoilla selvästi suurempia kuin työvoimaintensiivisillä, ja lisäksi se, käyttääkö toimiala ensisijaisesti ostosähköä vai polttoaineita omaan tuotantoonsa, vaikuttaa siihen, kuinka voimakas vaikutus eri verojen korotuksella sen tuotantoon on. Näistä syistä toimialojen välille muodostuu varsin suuria eroja. Kuvioon 5.2 on koottu arvioitujen vaihtoehtojen toimialakohtaiset vaikutukset, joista näkyy selvästi, että energian ja energiantensiivisten toimialojen tuotanto on herkinä verotuksen muutoksille. Myös perustuotantoon verojen korottamisella on selvä vaikutus, koska sen tuotanto on riippuvaista teollisuuden kysynnästä sen tuotteille. Palveluihin verojen korottamisella on prosentuaalisesti pienempi vaikutus, joskin esimerkiksi työllisten määrällä mitattuna vaikutus on samaa suuruusluokkaa teollisuuden työllisyydessä tapahtuvien muutosten kanssa.

Tutkimuksen johtopäätöksinä voidaan todeta, että nykyrakenteinen energiaverotus ei ole erityisen hyvin ohjaava. Huono ohjaavuus johtuu siitä, että se nykyisellään kohdistuu vain osaan CO<sub>2</sub>-päästöjä. Niinpä veroa on korotettava paljon, jotta tarvittava vaikutus syntyisi, ja silloinkin sen vaikutus kohdistuu vain osaan päästölähteistä. Tästä aiheutuu tehokkuustappioita. Nykyinenkin hiilidioksidivero on kuitenkin ohjaavampi kuin sähkövero, joten se osoittautui edullisimmaksi veromuodoksi päästötaitteen saavuttamiseksi.

**Kuvio 5.1 Kokonaistaloudelliset vaikutukset**



**Kuvio 5.2 Toimialakohtaiset vaikutukset**



## Lähteet

Blok W., Bode,J. ja Phylipsen G (1997): The Triptyque approach. Discussion paper for the workshop for the European Union EU Ad hoc Group on Climate. Zeist, Hollandi.

Energiatilastot 1999. Tilastokeskus Energia 2000:2.

Forsström, Juha ja Honkatukia, Juha (2002): EV-malli: Taloudellis-tekninen tasapainomalli Suomelle. ETLA C 78.

Kasvihuonekaasujen vähentämistarpeet ja –mahdollisuudet Suomessa. Kansallisen ilmastostrategian taustaraportti. KTM julkaisu 4/2001.

Kansallinen ilmastostrategia. KTM julkaisu 2/2001.

Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelma. KTM julkaisu 4/1999.

# **ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS (ETLA)**

THE RESEARCH INSTITUTE OF THE FINNISH ECONOMY

LÖNNROTINKATU 4 B, FIN-00120 HELSINKI

---

Puh./Tel. (09) 609 900

Int. 358-9-609 900

<http://www.etla.fi>

Telefax (09) 601753

Int. 358-9-601 753

## **KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847**

- No 766 PERTTI HAAPARANTA – HANNU PIEKKOLA, Taxation and Entrepreneurship. 26.09.2001. 39 p.
- No 767 REIJO MANKINEN – JYRKI ALI-YRKKÖ – PEKKA YLÄ-ANTTILA, Palveluiden vienti ja kansainvälistyminen. 25.09.2001. 42 s.
- No 768 ARI HYYTINEN – OTTO TOIVANEN, Asymmetric Information and the Market Structure of the Venture Capital Industry. 03.10.2001. 13 p.
- No 769 MINNA SEPPÄLÄ, Vihreä veroreformi: Laskelmia Suomen aineistolla. 05.10.2001. 28 s.
- No 770 PEKKA MANNONEN, Advancing Information Technology and Financial Intermediation. 10.10.2001. 20 p.
- No 771 MIKA WIDGRÉN – STEFAN NAPEL, The Power of a Spatially Inferior Player. 23.10.2001. 20 p.
- No 772 TEEMU HAUKIOJA – JARMO HAHN, The Emergence of the New Economy, and its Challenge to Financial Intermediation and Banking: A Survey. 01.11.2001. 30 p.
- No 773 MIKKO MÄKINEN – MIKA PAJARINEN – PEKKA YLÄ-ANTTILA, Hyvinvointiklusterin vientimenestys ja merkitys kansantaloudessa 1990-luvun jälkipuoliskolla. 06.11.2001. 31 s.
- No 774 ARI HYYTINEN – MIKA PAJARINEN, Financial Systems and Venture Capital in Nordic Countries: A Comparative Study. 14.11.2001. 57 p.
- No 775 ARI HYYTINEN – IIKKA KUOSA – TUOMAS TAKALO, Law or Finance: Evidence from Finland. 19.11.2001. 54 p.
- No 776 ARI HYYTINEN – TUOMAS TAKALO, Preventing Systemic Crises through Bank Transparency. 20.11.2001. 17 p.
- No 777 RITA ASPLUND, Koulutus, palkkaerot ja syrjäytyminen. 22.11.2001. 20 s.
- No 778 STEFAN LEE, Financial Analysts' Perception on Intangibles – An Interview Survey in Finland. 26.11.2001. 44 p.
- No 779 JYRKI ALI-YRKKÖ – PEKKA YLÄ-ANTTILA, Globalisation of Business in a Small Country – Does Ownership Matter? 10.12.2001. 20 p.
- No 780 PENNA URRILA, Suhdanneindikaattoreiden käyttö talouskehityksen seurannassa. 12.12.2001. 66 s.
- No 781 JYRKI ALI-YRKKÖ – ARI HYYTINEN – JOHANNA LIUKKONEN, Exiting Venture Capital Investments: Lessons from Finland. 17.12.2001. 54 p.

- No 782 JUHA FORSSTRÖM – JUHA HONKATUKIA – PEKKA SULAMAA, Suomen asema EU:n komission vihreän kirjan hahmottelemassa unionin laajuisessa päästökaupassa. 31.12.2001. 56 s.
- No 783 ARLINDO VILLASCHI, An Analytical Framework for Understanding the Finnish National System of Innovation. 10.01.2002. 24 p.
- No 784 AKI T. KOPONEN, Competition in Local Loan Markets, An Application of Linear City-Model with Price Discrimination. 15.01.2002. 15 p.
- No 785 MATHIAS CALONIUS, Findings about Design and the Economy. 30.01.2002. 46 p.
- No 786 PETRI ROUVINEN, Competitiveness in the New Economy. 01.02.2002. 17 p.
- No 787 PASI HUOVINEN – HANNU PIEKKOLA, Early Retirement and Use of Time by Older Finns. 25.02.2002. 19 p.
- No 788 PANU PELKONEN, Esitutkimus rekrytointiongelmien ja tuotannon yhteyksistä Suomen teollisuudessa 1987-2000. 18.02.2002. 24 s.
- No 789 ERKKI KOSKELA – MARKKU OLLIKAINEN – MIKKO PUHAKKA, Saddles, Indeterminacy and Bifurcations in an Overlapping Generations Economy with a Renewable Resource. 18.02.2002. 30 p.
- No 790 MINNA JUKOMAA – JUSSI KOIVISTO – MARJA TAHVANAINEN, Recruitment of Foreign IT Professionals in Finland. 22.02.2002. 23 p.
- No 791 KARI E.O. ALHO, EU Labour Markets and Immigration Connected to Enlargement. 28.02.2002. 18 p.
- No 792 JYRKI ALI-YRKKÖ, Mergers and Acquisitions – Reasons and Results. 05.03.2002. 32 p.
- No 793 ANTTI KAUKHANEN – HANNU PIEKKOLA, Rent Sharing as Part of Incentive Payments and Recruitment. 20.03.2002. 26 p.
- No 794 HANNU PIEKKOLA, Transferability of Human Capital and Job Switches. 20.03.2002. 22 p.
- No 795 MIKA MALIRANTA, From R&D to Productivity Through Micro Level Restructuring. 18.03.2002. 39 p.
- No 796 MIKA MALIRANTA, Factor Income Shares and Micro-Level Restructuring. An analysis of Finnish Manufacturing. 18.03.2002. 23 p.
- No 797 LAURA EHRLICH, The EU Single Market and Customs Policy: Impact on Estonian Foreign Trade. 19.03.2002. 24 p.
- No 798 PETRI BÖCKERMAN, Understanding Regional Productivity in a Nordic Welfare State: Does ICT Matter? 22.03.2002. 20 p.
- No 799 JYRKI ALI-YRKKÖ – RAINE HERMANS, Nokia Suomen innovaatiojärjestelmässä. 11.04.2002. 35 S.
- No 800 JUHA FORSSTRÖM – JUHA HONKATUKIA, Energiaverotuksen kehittämistarpeet Kioton pöytäkirjan toteuttamiseksi. 26.03.2002. 31 s.

Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksen julkaisemat "Keskusteluaiheet" ovat raportteja alustavista tutkimustuloksista ja väliraportteja tekeillä olevista tutkimuksista. Tässä sarjassa julkaistuja monisteita on mahdollista ostaa Taloustieto Oy:stä kopiointi- ja toimituskuluja vastaavaan hintaan.

Papers in this series are reports on preliminary research results and on studies in progress. They are sold by Taloustieto Oy for a nominal fee covering copying and postage costs.