

Hiilidioksidipäästöjen rajoittamisen kokonaistaloudelliset vaikutukset Suomessa

ILMO MÄENPÄÄ

Artikkeli perustuu Oulun yliopiston Pohjois-Suomen tutkimuslaitoksella toteutettuun tutkimukseen (*Mäenpää — Tervo 1992*), jossa Suomen talouden monitoimialaiseen tasapainokasvumalliin FMS (*the Finnish long term Model System*) liitettiin laaja energian kulutuksen ja tuotannon sekä ilmapäästöjen osalohko. Tutkimus on sisällynyt KTM:n Energiaosaston SIHTI-tutkimusohjelmaan.

Suomessa on aiemmin arvioitu hiilidioksidipäästöjen rajoittamisen talousvaikutuksia valtionvarainministeriön KESSU-mallilla (*Christensen 1991*). Analyysit perustuvat kuitenkin hyvin yksinkertaisiin kiinteisiin toimialoitaisiin energiapanoskertoimiin, joita tosin muunnetaan eksogeenisilla arvioilla hiilidioksidiveron oloissa. Suomen sähkö- ja lämpöhuollon sisäiset rakenneriippuvuudet, jotka ovat keskeisiä sähköntuotannon primäärienergiarakenteen ja hiilidioksidipäästöjen määräytymisessä puuttavat tarkastelusta.

FMS-mallisysteemissä energian loppukulutus perustuu toimialoitaisiin (30 toimialaa) energiapanoskertoimiin (9 energialajia). Energiapanoskertoimien muutos määräytyy energiansäästön rajakustannusten (porras)funktioista. Ne perustuvat KTM:n Energiansäästöprojektissa (*Lepistö 1991*) tuotettuihin insinööriarvioihin erilaisista energiansäästömahdollisuuksista ja niiden investointikustannuksista eri toimialoilla. Sähkön ja lämmön tuotanto on jaettu laityyppeihin, joiden tekniset ominaisuudet poikkeavat toisistaan. Lämpökuorma määrää teollisuuden ja yhdyskuntien korkean

hyötysuhteen yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon. Sähkön jäännöskulutus tuotetaan erillisellä sähkön hankinnalla. Erillisessä hankinnassa edelleen tuontisähkö, vesivoima ja ydinvoima ovat eksogeenisella päätöksellä muutettavia vakioita. Tässä sähkö- ja lämpöhuollon rakenteessa sähkön primäärienergiakoostumus reagoi voimakkaasti sähkön kulutuksen tasoon. Talouden toimialojen hiilidioksidipäästöt määräytyvät energialajeittaisista hiilidioksidin ominaispäästöistä. Hiilidioksidiveron toimialoitaiset kustannusvaikutukset voidaan johtaa täsmällisesti.

1. Viiteskenaario

Tarkastelujen lähtökohdaksi muodostetaan talouden kehityksen viiteskenaario. Siinä talouden kehitys kuvastuu suhteellisen realistisena, mutta analyysin kohteina olevia toimenpiteitä ei ole toteutettu.

Talouden nykytilassa on vaikeaa muodostaa tukevaa perustaa Suomen talouden pitkän ajan kehityksen arvioksi. Viiteskenaario on muodostettu FMS-mallilla käyttäen eksogeenisissa ja politiikkamuuttujissa oletuksia eri lähteistä: TASKU:n *Suomi 2005*, KTM:n *Energialouden kehityslinjoja vuoteen 2025* ja *Metsä 2000* seurantaryhmän arviot. *Taulukossa 1* on esitetty FMS-mallisysteemillä tuotetun viiteskenaariion keskeiset kokonaistaloudelliset tunnusluvut.

Taulukon 1 alaosassa on esitetty primääri-

Taulukko 1. Viiteskenaario. Suomen talouden tasot vuosina 1990 ja 2005 sekä vuosikasvunopeudet.

Mrd mk 1985 hin.	1990	2005	kasvu %/v
Yksityisen kulutus	220	320	2.5
Julkinen kulutus	81	110	2.1
Yksit. investoinnit	88	113	1.6
Julk. investoinnit	13	15	1.2
Vienti	109	197	4.0
- Tuonti	-128	-194	2.8
Tilastoero	13	4	
Bruttokansantuote	397	564	2.4
Työllisyys, milj. h	4025	3822	-0.3
Prim.energia Mtoe	31	37	1.3
Sähkö, TWh	63	86	2.1
CO ₂ , milj. t	53	76	2.3
Prim/BKT	100	86	-1.0
Sähkö/BKT	100	96	-0.2
CO ₂ /BKT	100	99	0.0
CO ₂ /BKT	100	116	1.0

energian ja sähkön kulutuksen sekä hiilidioksidipäästöjen kehitys. Alimmassa osiossa on esitetty keskeisten ominaislukujen kehitys indekseinä, joissa vuoden 1990 ominaisluvut on normitettu sadaksi. Sähkön ominaiskulutus supistuu vain vähän. Sähkön ominaiskulutus yksittäisissä käyttökohteissa supistuu jopa 12 prosenttia, mutta samalla eräät talouden rakennetekijät kuten mekaanisen massan valmistuksen osuuden kasvu metsäteollisuudessa ja rakennusten sähkölämmityksen lisääntyminen, nostavat sähkön osuutta energian loppukulutuksessa.

Energian ominaiskulutuksen supistumisesta huolimatta hiilidioksidin ominaispäästöt supistuvat vain hienokseltaan ja energian hiilidioksidin ominaispäästöt kasvavat. Tämä johtuu siitä, että päästöttömien energialähteiden, vesivoiman, ydinvoiman ja tuontisähkön käyttö on pidetty noin vuoden 1990 tasolla. Energian kulutuksen kasvu lisää tällöin pääasiassa fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Taulukossa 2 on esitetty viiteskenaarion mukainen primäärienergian kulutus energialähteittäin sekä verrattu lukuja KTM:n 'Energialouden linjat' raportin perusskenaarion lukuihin. Viiteskenaarios-

Taulukko 2. Primäärienergian kulutus energialähteittäin viiteskenaariossa, sekä vertailu KTM:n perusskenaarioon, miljoonaa ekvivalenttia öljytonnia.

Mtoe	1990	Fm 2005	KTM 2005
Öljy	9.2	10.1	7.7
Maakaasu	2.3	3.1	3.1
Hiili	3.6	6.2	7.9
Ydinvoima	4.5	4.4	4.4
Tuontisähkö	2.7	2.1	2.1
Tuonti yhteensä	22.3	25.9	25.2
Vesivoima	2.7	3.3	3.2
Turve	1.2	2.4	2.4
Muu kotim.	4.5	5.9	5
Kotimaiset yht.	8.4	11.6	10.6
Yhteensä	30.7	37.5	35.8

Taulukko 3. Primäärienergian kulutus ja hiilidioksidipäästöt loppuenergian käyttäjäryhmittäin viiteskenaariossa vuonna 2005. Sähkön ja lämmön primäärienergia- ja hiilidioksidisisältö kohdistettu sähkön ja lämmön kuluttajille.

2005	Energia		CO ₂	
	Mtoe	%	Mt	%
Teollisuus	19.2	51.3	32.8	42.9
Metsäteollisuus	10.5	28.1	12.7	16.6
Muu teollisuus	8.7	23.3	19.1	25.0
Palvelu ja alk.tuot.	5.7	15.2	13.1	17.1
Asuminen	7.7	20.6	16.8	22.0
Liikenne	4.8	12.8	13.8	18.0
Yhteensä	37.4	100.0	76.5	100.0

sa primäärienergiälähteistä voimakkaimmin kasvaa ominaispäästöiltään korkea hiilen ja turpeen kulutus.

Primäärienergian kulutus sekä primäärienergian hiilidioksidipäästöt loppuenergian käyttäjäryhmittäin on esitetty taulukossa 3. Laskelmasa sähkön ja lämmön kulutus on palautettu primäärienergiälähteisiin ja niiden hiilidioksidipäästöihin.

Metsäteollisuuden osuus primäärienergian kulutuksesta on yli neljännes, mutta hiilidioksidipäästöistä noin 17 %. Suuri osa metsäteollisuuden primäärienergiasta on puuperäisiä

polttoaineita, jätepuuta ja jäteliemiä, joiden nettohiilidioksidipäästöt on nollattu. Asumisen osuus, johon on sisällytetty asuntojen lämmitys ja kotitaloussähkö, on primäärienergiasta noin viidennes ja hiilidioksidipäästöistä hieman enemmän.

2. Energian säästäminen

Energian säästömekanismit ovat keskeisiä FMS:n energiakäyttäytymisessä: päätöksentekijälle kannattavat säästöhankkeet toteutetaan. Kannattavuus riippuu energian hinnan ja säästöinvestointien kustannusten lisäksi kannattavuusnormista, diskonttokorosta. Voidaan asettaa kolme tunnusomaista kannattavuuskynnystä:

- yksityisen sektorin säästö- ja tehostamisinvestointien kannattavuusnormi, 30 %
- yksityisen sektorin normaalien tuotannollisten investointien kannattavuusnormi, 10 %

— yhteiskuntataloudellisen kannattavuuden normi, 5 %.

Kolmenkymmenen prosentin diskonttokoroko on korkea investointikynnys. Useissa tehdyissä selvityksissä sekä Suomessa että ulkomailla sen on kuitenkin todettu vallitsevan yleensäkin yksityisen sektorin toiminnan tehostamishankkeissa (*Lepistö 1991, LTT 1990*). Viiteskenaariossa on oletettu, että energiansäästön mahdollisuudet toteutetaan 30 % kannattavuuskynnnykseen asti.

Taulukossa 4 on esitetty, miten energian säästöä sovellettavan investointikynnyksen alentaminen vaikuttaa talouden kasvuun, energian käyttöön ja hiilidioksidipäästöihin. Vertailuksi asetettussa »Ei säästöä» -vaihtoehdossa toimialoitteiset energiapanoskertoimet pysyvät vuoden 1988 mukaisina. Taulukossa on esitetty myös toteutuvien säästöinvestointien arvo päätövuonna ja ominaiskulutuksen keskimääräinen aleneminen energiaryhmissä. Lämmitysenergian säästöinvestoinnit saadaan aikaan raskailla

Taulukko 4. Energian säästön vaikutukset talouden tasoihin vuonna 2005. Energian säästö säästöinvestointien eri tuottovaatimuksilla.

Mrd mk 1985 hin.	Ei säästö	VIITE 30 %r	10 %r	5 %r	0 %r
Yksityinen kulutus	311	320	323	324	319
Julkinen kulutus	106	110	112	112	111
Yksit. investoinnit	109	113	114	115	115
Julk. investoinnit	14	15	16	16	26
Vienti	195	197	198	198	195
- Tuonti	-194	-194	-105	-195	-191
Tilastoero	4	4	4	4	4
Bruttokansantuote	545	564	571	575	570
Työllisyys, milj. h	3722	3822	3862	3882	3839
Energituonti Mrd m	30	27	27	26	24
Prim.energia Mtoe	41	37	36	35	32
Sähkö, TWh	95	86	80	78	72
CO ₂ , milj. t	87	76	70	67	57
Säästöinvestoinnit	0	0.5	1.2	2	6.8
Säästöprosentit					
Sähkö	0	11.6	18.4	20.3	22
Teollisuuden lämpö	0	0.5	0.8	1.9	11.3
Teoll. polttoaineet	0	10.1	11.3	14.8	19.2
Rakennusten lämm.	0	3.3	6.7	12.3	31.5
Prim/BKT	112	100	95	92	84
Sähkö/BKT	115	100	92	89	84
CO ₂ /BKT	119	100	91	87	75
CO ₂ /BKT	106	100	96	95	88

kertainvestoinneilla, joiden käyttöaika on pitkä. Siten korkeilla tuottovaatimuksilla lämmityksen säästö jää vaatimattomaksi. Taulukon alaosassa on esitetty energian käytön ja päästöjen ominaislukujen muutos viiteskenaarioon verrattuna. Energiaa säästettäessä hiilidioksidipäästöt vähenevät enemmän kuin energian kulutus. Tämä johtuu siitä, että energian tuotannossa kiinteinä pidettyjen päästöttömien energialähteiden vesivoiman, ydinvoiman ja tuotissähkön osuus kasvaa. Siten primäärienergian hiilidioksidin ominaispäästöt supistuvat. Bruttokansantuote kasvaa energian säästön edetessä aina 5 % kannattavuusrajaan asti. Tätä pienemmillä tuottovaatimuksilla energian säästämisen rajakustannukset ylittävät säästämisen kansantaloudelliset rajahyödyt. Siten 5 % tuottovaatimusta voidaan pitää energian säästön kansantaloudellisesti optimaalisena kanattavuusrajana. Kuitenkin myös nollakoron tuottovaatimuksella bruttokansantuotteen taso ylittää viiteskenaariota.

Energian säästön kansantaloudellinen kannattavuus perustuu keskeisesti kahteen tekijään. Energian säästö vähentää energiatuontia. Talouden tuontialttiuden laskiessa vaihtotaseen tasapaino voidaan saavuttaa korkeammalla bruttokansantuotteen tasolla. Toiseksi energian säästö vähentää investointitarvetta energiaa tuottavilla toimialoilla sähkö- ja lämpöhuollossa sekä öljynjalostuksessa, jotka ovat pääomavaltaisia toimialoja. Tämä luo rahoitusvara- talouden muulle kasvulle. Jatkoanalyysien tulkinnoissa energian säästön tuloksista on tärkeää se, että taloudessa on käyttämättömiä energiansäästämismahdollisuuksia. Niiden hyväksikäyttö on kansantaloudellisesti kannattavaa, mutta ilman lisätoimia toteudu ne jäävät toteutumatta.

3. Hiilidioksidivero: peruskysymyksiä

Hiilidioksidiveron kokonaistaloudellisia vaikutuksia arvioitaessa on ratkaistava neljä peruskysymystä:

1. Onko vero kotimainen vai kansainvälinen?
2. Miten verotulot käytetään?

3. Miten hahmotetaan ulkomaankauppavaikutukset pitkällä aikavälillä?
4. Oletetaanko veron vaikuttavan myös yleisiin asenteisiin?

Kotimainen ja kansainvälinen vero

Kotimaisessa verossa suomalaiset voivat päättää muista maista riippumatta, asetetaanko hiilidioksidivero ja minkä suuruisena. Kansainvälinen verossa Suomi harkitsee yhdessä muiden maiden kanssa yhdenmukaista veroa. Kysymyksenä on, minkälaista linjaa Suomen kannattaa edistää neuvotteluissa. Jatkossa analysoidaan kumpaakin veroa erikseen.

Verotulojen käyttö

Hiilidioksidiverojen tuotto voidaan käyttää muusta verotuksesta tinkimättä julkisten menojen kasvattamiseen tai se voidaan kompensoida muuta verotusta keventämällä. Ensimmäinen vaihtoehto nostaisi talouden kokonaisveroastetta kohtuuttomasti ja johtaisi julkisen sektorin tarpeettomaan laajenemiseen. Verojen kompensoinnissa on päätettävä, kompensoidaanko yritysten vai kotitalouksien veroja. Muutettuaan tekniikkaansa uusien hintasuhteiden pohjalta yritykset (toimialat) sopeuttavat myös kapasiteettinsa kysynnän muutosten mukaan. Tarjontakäyrä on vaakasuora ja siten yritykset voivat siirtää veron täysimääräisenä hintoihin. Yrityksille ei ole siten mitään kompensointitarvetta. Sen sijaan kotitalouksien kulutajahinnat kohoavat ja siten verotuoton kompensointi kotitalouksille on oikein. Tätä periaatetta sovelletaan analyysissa jatkossa. Kompensointi yrityksille on tarpeeton varsinkin seuraavassa kohdassa käsiteltävässä ostovoimaparieteettiperiaatteen olosuhteissa.

Ulkomaankauppavaikutukset pitkällä aikavälillä

Kotimaisen veron yhteydessä oleellinen kysymys on, miten kotimaiset hinta- ja kustannustekijät reagoivat, kun hiilidioksidivero asetetaan. Vaihtoehtojen kirjossa on kaksi ääripäätä:

Asetelma 1: kiinteä kustannuskehitys (KKK)
Oletetaan, että ulkomaankaupan hinnat pysyvät kotimaan rahassa mitattuna vakiona, eivätkä — tekniikkamuutosten lisäksi — muutkaan hinta- ja kustannustekijät sopeudu uuden kustannustekijän ilmaantuessa. Erityisesti: valuuttakurssi ja palkkataso eivät sopeudu.

Asetelma 2: ostovoimapariteetti (PPP) Oletetaan, että uuden kustannustekijän ilmaantuessa muut hinta- ja kustannustekijät sopeutuvat pitkällä aikavälillä siten, että kotimaan hintojen yleistaso lähenee ja saavuttaa kotimaan rahassa mitatun maailmanmarkkinoiden yleisen hintatason. Erityisesti: valuuttakurssi ja/tai palkkataso sopeutuu.

Pragmatikko sanoisi, että talouden käyttäntö on jossakin kahden ääripään välissä, ja käyttäytyminen riippuu työmarkkinoiden toimintatavasta sekä rahapolitiikan päättäjien asennelatauksesta.

Talouden käyttäytymistä on vaikea arvioida pitkällä aikavälillä, joten looginen ratkaisu on paikallaan. Asetelma 1. pysyvistä hintatasoeroista pitkällä aikavälillä on epärealistinen. Siten looginen ratkaisu on asetelma 2.

PPP:n vallitessa uuden kustannustekijän ilmaantuminen ei vaikuta oleellisella tavalla talouden yleiseen kilpailukykyyn ulkomaankaupassa, mutta muuttaa yksittäisten tuotantoalojen suhteellista kilpailukykyä ja siten ulkomaankaupan rakennetta. Klassista ulkomaankauppateoriaa mukailien: absoluuttiset edut ovat vakiot, mutta suhteelliset edut muuttuvat. Ostovoimasopeutuksen toteutuminen yleisen nimellispalkkatason kehityksessä ei ole epärealistinen varsinkaan oloissa, joissa uutta veroa ei aseteta äkillisenä hyppäyksenä vaan asteittain. Tällöin sopeutuksessa nimellispalkkatasoa ei tarvitse laskea vaan ainoastaan kasvattaa hitaammin. Poliittinen hyväksyntäkään asetelmalle ei ole vaikea, jos vero kompensoidaan kotitalouksille. Tällöin reaalin nettopalkka saattaa jopa nousta. FMS-mallisysteemin rakenteissa ei ole hintailluusiota. Siten tuloksiin ei vaikuta, käytetäänkö ostovoimasopeutukseen valuuttakurssia vai yleistä palkkatasoa. Sopeutus toteutuu teknisesti helpommin valuuttakurssimuuttujalla. Käytännön toteutuksessa osto-

voimapariteetin hyödykekorina ovat yritystoimialojen kokonaistuotokset ja hintoina tuottajahinnat. Viiteskenaarion päätevuoden tuottajahintaindeksi on pariteettiperusta. Vaihtoehtoskenaarion tasapainoratkaisun etsinnässä valuuttakurssi-indeksi (FIM/ECU) muuttuu jatkuvasti samassa suhteessa kuin skenaarion tuottajahintaindeksi poikkeaa viiteskenaarion indeksistä. Valuuttakurssin sijasta mallissa olisi voitu käyttää sopeutujana myös yleisen palkkatason muuttujaa. Tämä toteutus johtaisi kuitenkin huomattavasti raskaampiin laskentaruutiineihin ja tuottaisi mallianalyysseissa täsmälleen samat tulokset. Pitkän aikavälin ulkomaankauppavaikutusten tarkastelussa PPP on siten teoreettisesti perustellumpi kuin kiinteiden kustannusten periaate. Vertailun ja varovaisuuden vuoksi analyyseissa on kuitenkin myös kiinteän kustannuskehityksen mukaisia tuloksia kuljetettu mukana.

Verot ja asenteet

Verojen asennevaikutusten tarkastelussa on keskeistä, säilyykö energian säästoinvestoinneissa verraten korkeiden verojen jälkeenkin 30 prosentin tuottovaatimuskynnys, vai voidaanko olettaa, että verotus aiheuttaa myös investointikynnyksen madaltumisen normaaliin liikeloudelliseen 10 prosentin tuottoasteeseen? Nimetään edellinen vaihtoehto pessimistiseksi ja jälkimmäinen vaihtoehto optimistiseksi.

4. Kotimaisen hiilidioksidiveron kokonaistaloudelliset vaikutukset

Asetetaan 500 markan kotimainen hiilidioksidivero hiilidioksiditonnia kohti. Tasapainotarkasteluun sopii parhaiten oletus veron noususta nykytasolta asteittain täysimäärään päätevuonna. Veron määrä on valittu siten, että eräissä tarkasteluvaihtoehdoissa saavutetaan hiilidioksidipäästöjen jäädyttyminen vuoden 1990 tasolle. Veron vaikutuksesta energian keskihinta nousee energiavalikoiman sopeutumisen jälkeen noin 60 % kohdistuen kuitenkin eri tavoin eri energialajeihin niiden hiilidioksidin ominaispäästöjen mukaan.

Taulukko 5. Hiilidioksidiveron 500 mk/t CO₂ (vuoden 1990 hinnoin) kokonaistaloudelliset vaikutukset eri ulkomaankauppaoletuksin. Talouden tasot vuonna 2005. Pessimistinen.

30 %r Mrd mk 1985 hin.	Viite- skenaario	CO ₂ -vero 500 mk/t		% -muutokset	
		KKK	PPP	KKK	PPP
Yksityinen kulutus	320	293	320	-8.5	0.0
Julkinen kulutus	110	90	110	-18.0	-0.4
Yksit. investoinnit	113	86	106	-24.1	-5.6
Julk. investoinnit	15	10	15	-36.2	-0.7
Vienti	197	177	195	-9.9	-1.0
- Tuonti	-194	-172	-191	-11.3	-1.7
Tilastoero	4	3	4		
Bruttokansantuote	564	486	559	-13.8	-1.0
Työllisyys, milj. h	3288	3352	3847	-12.3	0.7
Energiatuonti	27	23	26	-16.2	-5.5
Prim.energia Mtoe	37	32	35	-15.5	-6.1
Sähkö, TWh	86	73	80	-15.4	-6.5
CO ₂ , milj. t	76	57	68	-24.0	-9.5
Prim/BKT	100	98	95	-2.0	-5.2
CO ₂ /BKT	100	88	91	-11.8	-8.7
CO ₂ /Prim	100	90	96	-10.0	-3.6

Taulukko 6. Hiilidioksidiveron 500 mk/t CO₂ (vuoden 1990 hinnoin) kokonaistaloudelliset vaikutukset eri ulkomaankauppaoletuksin. Talouden tasot vuonna 2005. Optimistinen.

30 %r Mrd mk 1985 hin.	Viite- skenaario	CO ₂ -vero 500 mk/t		% -muutokset	
		KKK	PPP	KKK	PPP
Yksityinen kulutus	320	303	322	-5.3	0.6
Julkinen kulutus	110	96	111	-12.7	0.5
Yksit. investoinnit	113	94	109	-16.9	-3.2
Julk. investoinnit	15	12	16	-24.3	3.3
Vienti	197	183	195	-7.2	-0.9
- Tuonti	-194	-177	-191	-8.6	-1.7
Tilastoero	4	3	4		
Bruttokansantuote	564	512	565	-9.2	0.2
Työllisyys, milj. h	3822	3452	3883	-9.7	1.6
Energiatuonti Mrd mk	27	22	24	-18.0	-10.3
Prim.energia Mtoe	37	31	33	-18.4	-12.3
Sähkö, TWh	86	69	74	-19.7	-14.2
CO ₂ , milj. t	76	52	59	-31.7	-22.1
Prim/BKT	100	90	88	-10.2	-12.5
CO ₂ /BKT	100	75	78	-24.7	-22.3
CO ₂ /Prim	100	84	89	-16.2	-11.2

Taulukossa 5 on esitetty tulokset pessimistisessä (30%) tapauksessa ulkomaankaupan kiinteän kustannuskehityksen oletuksella KKK ja ostovoimasopeutuksella PPP. Taulukossa 6 on esitetty optimistisen (10%) vaihtoehto. Kaikissa vaihtoehtoissa on oletettu, että hiilidiok-

sidiverot kompensoidaan kotitalouksille. Kiinteän kustannuskehityksen tapauksessa bruttokansantuotteen taso supistuu pessimistisessä vaihtoehdossa lähes 14 prosenttia viiteskenaariosta. Tärkein vaikuttava tekijä on hintakilpailuvyyn heikkenemisen aiheuttama viennin

supistuminen, jota investointien romahdus kiihdyttää. Ostovoimasopeutuksen oloissa vienti supistuu vain vähän. Supistuminen johtuu siitä, että vientihyödykekorin hiilidioksidipitoisuus on korkeampi kuin kotimaisen tuotannon keskimääräisen hyödykekorin. Siten vientihyödykkeiden suhteelliset hinnat kohoavat. Bruttokansantuote supistuu vain prosenttia. Sen sijaan yksityinen kulutus pysyy ennallaan, ja työllisyys kasvaa hieman, koska pääomavaltaisen raskaan prosessiteollisuuden toimialojen hiilidioksidin ominaispäästöt ovat yleensä myös korkeita, joten hiilidioksidiveron rasitus kohdistuu suhteellisesti enemmän niihin.

Veron vaikutuksesta kevyen työvaltaisen teollisuuden osuus sekä viennissä että kotimaisessa loppukäytössä kasvaa. Rakennevaiku-

tuksen vuoksi kulutuksen ja työllisyyden taso voidaan ylläpitää matalammalla bruttokansantuotteen tasolla. Pessimistisessä tapauksessa talouden energian ominaiskulutus supistuu vain 2 — 5 prosenttia. Hiilidioksidin ominaispäästöt supistuvat nelinkertaisesti, 8 — 12 prosenttia. Kovin tehokas hiilidioksidivero ei silti ole. Optimistisessä vaihtoehdossa kiinteän kustannuskehityksen vaihtoehdon bruttokansantuotetnotkahdus on runsaat 9 prosenttia. Ostovoimasopeutuksen vaihtoehdossa bruttokansantuote kohoaa hieman. Tärkein taustatekijä bruttokansantuotteen kohoamiselle on, että hiilidioksidivero saa aikaan asennemuutoksen vahvistamana energiansäästöinvestointien laajenemisen, joka on luvun 2 tulosten mukaan kansantaloudellisesti kannattavaa. Talouden primää-

Taulukko 7. Hiilidioksidiveron 500 mk/t CO₂ toimialavaikutukset viiteskenaarioon verrattuna ostovoimasopeutumisen oloissa vuonna 2005.

Toimialat	Hinnat		Määrät	
	Tuotanto	Vienti	Tuotanto	Vienti
1 Maatalous	1.10	1.03	1.01	1.00
2 Metsätalous	1.07	1.00	0.96	1.00
3 Kaivannaistiominta	1.08	1.01	0.94	1.00
4 Elintarvikkeiden valmistus	1.08	1.01	1.00	0.99
5 Juomat ja tupak.	1.07	1.00	1.01	1.00
6 Tekstiilien ja vaatteiden valmistus	1.06	0.99	1.03	1.03
7 Puutavaran valmistus	1.02	0.95	1.01	1.05
8 Massan ja paperituotteiden valm.	1.15	1.07	0.93	0.92
9 Graafinen tuotanto	1.05	0.98	1.01	1.01
10 Kemiallisten tuot. valm.	1.08	1.01	0.98	0.99
11 Öljyn jalostus	1.11	1.04	0.92	0.95
12 Savi-, lasi-, kivituet. valm.	1.14	1.07	0.96	0.89
13 Metallien valmistus	1.18	1.10	0.92	0.86
14 Met.tuot. ja koneiden valm.	1.06	0.99	1.02	1.03
15 Sähkötekn. tuot. valmistus	1.06	0.99	1.03	1.04
16 Kulkuneuvojen valmistus	1.05	0.98	1.04	1.04
17 Muu valmistus	1.06	0.99	1.03	1.02
18 Energiahuolto	1.10	1.03	0.84	1.00
19 Talonrakennus	1.04	0.97	0.98	1.03
20 Maa- ja vesirakennus	1.10	1.03	0.96	1.00
21 Kauppa	1.04	0.97	1.01	1.04
22 Ravitseminen ja maj.toiminta	1.04	0.97	1.03	1.03
23 Kuljetus	1.09	1.02	0.99	0.98
24 Tietoliikenne	1.05	0.98	1.01	1.02
25 Rahoitus ja vakuustoisiminta	1.03	0.96	1.00	1.04
27 Yht. ja henk. palvelut	1.05	0.98	1.00	1.02
1 Asuminen	1.15		0.96	
2 YV-toiminta	1.03		1.13	
3 Julkinen toiminta	1.02		1.01	
4 Kotilouspalv.	1.00		0.96	
Keskim.	1.06	1.00	0.99	0.99

rienergian ominaiskulutus supistuu runsaat 10 prosenttia ja hiilidioksidin ominaispäästöt vajaan neljänneksen.

Vuoden 1990 energiaan liittyvät hiilidioksidipäästöt olivat noin 53 miljoonaa tonnia. Vuonna 2005 optimistisessa kiinteän kustannuskehityksen skenaariossa hiilidioksidipäästöt ovat 52 miljoonaa tonnia ja ostovoimasopeutuksen skenaariossa 59 miljoonaa tonnia, kun ne viiteskenaariossa olisivat 76 miljoonaa tonnia. Siten kasvihuonekaasupäästöjen jäädyttämiseen vuoden 1990 tasolle päästäisiin KKK skenaariossa hieman alle 500 mk/t hiilidioksidiverolla ja PPP skenaariossa jonkin verran yli 500 mk/t verolla.

Taulukossa 7. on esitetty hiilidioksidiveron toimialavaikutukset ostovoimasopeutuksen oloissa suhteellisina muutoksina viiteskenaariosta. Tuottajahintaindeksi nousee keskimäärin 6 prosenttia viiteskenaarioon verrattuna. Eniten hinta nousee metallien valmistuksessa 18, asumisessa 15, massan ja paperin valmistuksessa samoin 15, savi-, lasi- ja kivituoiteiden valmistuksessa 14 ja öljyn jalostuksessa 11 prosenttia. Kiinteän kustannuskehityksen oloissa toimialojen hintakilpailukyky heikkeneisi samassa suhteessa. Ostovoimasopeutumisen oloissa viennin hintakilpailukyky ei keskimäärin muutu. Viennin sisällä toimialat, joille hiilidioksidiveron kustannusvaikutus on keskimääräistä suurempi, menettävät kuitenkin suhteellista kilpailukykyä ja muut toimialat voitavat. Hintakilpailukykyä lisäävät puutavaran valmistus, tekstiilien ja vaatteiden valmistus, graafinen tuotanto ja metallien jatkojalostuksen toimialat. Viennin rakennemuutos kotimaisen loppukysynnän vahvistamana muuttaa talouden tuotantorakennetta vähemmän energiaa käyttävään ja hiilidioksidia päästävään suuntaan.

5. Kansainvälinen hiilidioksidivero

Kansainvälisen hiilidioksidiveron vaikutusten analyysissä ongelmana on, mitä veron seurauksena arvioidaan maailmanmarkkinoilla tapahtuvan. Koska pitkällä aikavälillä yritykset voivat muutettuaan tuotantotekniikkansa optima-

liseksi uusilla hintasuhteilla mitoittaa kapasiteettinsa kysynnän mukaan, niin ne voivat siirtää veron hintoihin. Tämä voidaan operationalisoida olettamalla, että maailmanmarkkinoilla hyödykkeiden hinnat nousevat veron seurauksena samalla tavoin kuin Suomessa. Silloin verolla ei ole vaikutusta Suomen ulkomaankaupan hintakilpailukykyyn. Maailmanmarkkinoiden kysynnän määrän muutokset eri hyödykkeille jäävät kuitenkin avoimeksi. Esitetty hintakäyttäytyminen soveltuu teollisuustuotteille. Fosiilisten polttoaineiden kaltaisille rajallisten varantojen tuotteille tilanne on toinen. Niiden tuotantokapasiteetti on karkeasti ottaen vakio. Silloin hiilidioksidiveron aiheuttama kysynnän supistuminen johtaa niiden hintojen laskuun. Hintavaikutuksen suuruutta pitkällä aikavälillä on kuitenkin vaikea arvioida. Epävarmuuksien vuoksi tehdään seuraavassa vain herkkyystarkasteluja.

Ensiksi oletetaan, että maailmanmarkkinoiden hinnat muuttuvat samoin kuin Suomen hinnat. Maailmanmarkkinoiden kysynnän määrä ja tuontienergian hinnat pysyvät kuitenkin vakiona.

Oletusten talousvaikutukset Suomessa näkyvät taulukon 8 sarakkeessa I. Suomen bruttokansantuotteen taso nousee 1,3 prosenttia. Vienti pysyy oletusten mukaisesti viiteskenaariotason tasolla. Tulos johtuu kahdesta tekijästä. Hiilidioksidivero saa aikaan kansantalouden kasvua lisääviä energian säästöjä ilman haitallisia hintakilpailukykyvaikutuksia. Suomen vaihtosuhte kohoaa: Suomen vientihyödykkeiden hiilidioksidin ominaispäästöt ovat keskimäärin suuremmat kuin tuontihyödykkeiden. Siten veron seurauksena maailmanmarkkinoilla Suomen vientihyödykkeiden hinnat kohoavat enemmän kuin tuontihyödykkeiden. Seuraavaksi kysytään, kuinka paljon Suomen vientituotteiden kysynnän määrä maailmanmarkkinoilla voi supistua, jotta bruttokansantuotteen taso ei olisi alempi kuin viiteskenaariossa. Tulos on esitetty taulukon 8 toisessa sarakkeessa: 1,3 prosenttia. Kuinka todennäköistä on, että Suomen vientituotteiden kysyntä supistuisi näin vähän? Kysymys on keskeisesti massan ja paperin maailmanmarkkinoiden kysynnän hintajoustosta. Massa ja paperi ovat pääasiassa

Taulukko 8. Kansainvälisen hiilidioksidiveron 500 mk/t CO₂ talousvaikutukset. Sarake I: kun viennin volyyymi ei muutu. Sarake II: kuinka paljon viennin volyyymi voi laskea, että BKT päätevuonna säilyy viiteskenaarion tasolla.

10 %r Mrd mk 1985 hin.	Viite- skenaario	CO ₂ -vero 500 mk/t		% -muutokset	
		I	II	I	II
Yksityinen kulutus	320	325	322	1.5	0.6
Julkinen kulutus	110	113	111	2.4	0.5
Yksit. investoinnit	113	112	109	-0.8	-2.9
Julk. investoinnit	15	16	16	7.9	3.3
Vienti	197	197	194	0.0	-1.3
- Tuonti	-194	-194	-191	-0.2	-1.6
Tilastoero	4	3	4		
Bruttokansantuote	564	572	564	1.3	-0.1
Työllisyys, milj. h	3822	3921	3870	2.6	1.3
Energiatuonti	27	25	25	-7.7	-8.8
Prim.energia Mtoe	37	34	34	-9.4	-10.4
Sähkö, TWh	86	76	75	-11.3	-12.3
CO ₂ , milj. t	76	62	61	-18.1	-19.6
Prim/BKT	100	89	90	-10.5	-10.3
CO ₂ /BKT	100	81	80	-19.2	-19.5
CO ₂ /Prim	100	91	90	-9.7	-10.2

Taulukko 9. Kansainvälisen hiilidioksidiveron 500 mk/t CO₂ talousvaikutukset, kun öljyn ja hiilen maailmanmarkkinahinnat laskevat 20 %. Sarake I: kun viennin volyyymi ei muutu. Sarake II: kuinka paljon viennin volyyymi voi laskea, että BKT päätevuonna säilyy viiteskenaarion tasolla.

10 %r Mrd mk 1985 hin.	Viite- skenaario	CO ₂ -vero 500 mk/t		% -muutokset	
		I	II	I	II
Yksityinen kulutus	320	329	324	2.8	1.3
Julkinen kulutus	110	115	110	4.1	0.2
Yksit. investoinnit	113	114	110	1.2	-2.2
Julk. investoinnit	15	17	16	11.8	2.6
Vienti	197	197	193	0.0	-2.1
- Tuonti	-194	-196	-191	1.0	-1.3
Tilastoero	4	3	3		
Bruttokansantuote	564	578	564	2.5	-0.0
Työllisyys, milj. h	3822	3967	3807	3.8	-0.4
Energiatuonti	27	25	24	-7.0	-10.7
Prim.energia Mtoe	37	34	34	-8.3	-10.2
Sähkö, TWh	86	77	75	-10.6	-12.3
CO ₂ , milj. t	76	63	61	-16.6	-19.2
Prim/BKT	100	90	90	-10.5	-10.1
CO ₂ /BKT	100	81	81	-18.6	-19.2
CO ₂ /Prim	100	91	90	-9.0	-10.1

välituotteita graafiseen tuotantoon, ja siten pitemmällä aikavälillä massan ja paperin kysynnän hintajousto aiheutuu graafisen tuotannon hintajoudesta. Graafiset tuotteet ovat puolestaan pitkälle jalostettuja tuotteita, joissa pape-

rin kustannusosuus jää hyvin vähäiseksi. Siten hiilidioksidiveron välillinenkin hintavaikutus graafiseen tuotantoon jää vähäiseksi, kuten toimialatarkastelussa taulukossa 7 ilmeni. Siten kansainvälisen hiilidioksidiveron vaikutuksesta

graafisen tuotannon ja siitä johdetun paperin kysynnän supistuminen maailmanmarkkinoilla jäisi todennäköisesti vähäiseksi. Taulukossa 9 on vastaava tarkastelu, kun lisäksi oletetaan, että maailmanmarkkinoilla kivihiilen ja öljyn kysynnän supistuminen laskee niiden hintatasoa viiteskenaarioon verrattuna 20 prosenttia. Tällöin Suomen ulkomaankaupan vaihtosuhte paranee entisestään ja bruttokansantuotteen taso on 2,5 prosenttia korkkeampi kuin viiteskenaariossa. Viennin volyyymi voi supistua runsaat 2 prosenttia, jotta ylletään viiteskenaarion talouskasvun tasolle.

6. Investointituki

Hiilidioksidivero nostaa ostetun energian hintaa ja edistää siten energian säästämistä. Toinen yleinen ohjaukeino säästämisen lisäämiseksi on investointituki, joka laskee energian säästön kustannuksia ja siten säästetyn energian hintaa. Hiilidioksidivero 500 mk/t nostaa ostetun energian hintaa keskimäärin noin 60 prosenttia. Samaan hintasuhteen muutokseen ostetun ja säästetyn energian välillä päästään energian säästöinvestointien 40 prosenttia tuel-

la. Yhteiskunnan kannalta tuen ohjaukeikutukset ovat tehokkaimpia, jos tuki voidaan kohdistaa vain sellaisiin hankkeisiin, jotka ilman tukea eivät toteutuisi.

Oletetaan, että investointituki ei nosta verostetta. Jos tuki kohdistetaan vain sellaisiin säästöinvestointeihin, joiden tuotto ilman tukea on alle 30 prosenttia kannattavuusrajan, bruttokansantuote kasvaa myös kiinteän kustannuskehityksen oloissa viiteskenaarioon verrattuna. Investointituki lisää kansantaloudellisesti kannattavia energiansäästöinvestointeja heikentämättä ulkoista hintakilpailukykyä. Erityisesti kiinteän kustannuskehityksen oloissa tuki parantaa kilpailukykyä ja johtaa viennin kasvuun. Yleisen veropohjan vahvistuessa tukimenoista huolimatta julkinen kulutus voidaan ylläpitää viiteskenaarion tasolla tai jopa hieman kasvattaa sitä. Vaikka yksittäisissä energiansäästökohteissa 40 prosentin tuen vaikutus energian säästöön on keskimäärin yhtä suuri kuin 500 mk/t hiilidioksidiveron, niin kokonaistalouden tasolla tuki johtaa hiilidioksidiveroa vähäisempään energian ominaiskulutuksen ja hiilidioksidin ominaispäästön supistumiseen. Tämä johtuu siitä, että tuki ei ohjaa talouden toimialarakennetta pienemmän energiaintensii-

Taulukko 10. Yhdistetyn 500 mk/t hiilidioksidiveron ja 40 % investointituen kokonaistaloudelliset vaikutukset vuonna 2005 kiinteän kustannuskehityksen (KKK) ja ostovoimasopeutuksen (PPP) oloissa. Optimistinen.

10 %r Mrd mk 1985 hin.	Viite- skenaario	KKK	PPP	%muutokset	
				KKK	PPP
Yksityinen kulutus	320	031	322	-5.8	0.5
Julkinen kulutus	110	97	112	-11.9	1.8
Yksit. investoinnit	113	94	112	-16.2	-1.1
Julk. investoinnit	15	12	16	-21.7	7.9
Vienti	197	182	196	-7.5	-0.7
- Tuonti	-194	-177	-191	-9.0	-1.6
Tilastoero	4	3	4		
Bruttokansantuote	564	513	570	-9.0	1.0
Työllisyys, milj. h	3822	3514	3911	-8.1	2.3
Energituonti	27	22	24	-19.9	-11.8
Prim.energia Mtoe	37	29	32	-21.4	-14.7
Sähkö, TWh	86	67	72	-22.4	-16.1
CO ₂ , milj. t	76	48	56	-36.0	-25.8
Prim/BKT	100	86	84	-13.6	-15.6
CO ₂ /BKT	100	70	73	-29.7	-26.6
CO ₂ /Prim	100	81	87	-18.6	-13.0

visyyden suuntaan samalla tavoin kuin hiilidioksidivero. Usein energiavaltaisilla toimialoilla on samalla myös suurimmat energiansäästömahdollisuudet, ja ne hyötyvät enemmän tuesta kuin muut toimialat. Tuen optimaalista kohdistumista on vaikea valvoa. Jos oletetaan, että tuen piiristä ei voida rajata pois hankkeita, jotka olisivat yksityistaloudellisesti kannattavia ilman tukeakin, tuen suotuisat talousvaikutukset jäävät vähäisemmiksi. Veropohjan vahvistuminen ei riittäisi kompensoimaan tukimenoja julkisen sektorin käytettävissä olevissa tuloissa. On arvioitu, että tuki johtaa usein hukkainvestointeihin, tuen tarkoituksen kannalta tehottomiin hankkeisiin. Jos oletetaan, että tuen avulla käynnistetyissä hankkeissa keskimäärin puolet ovat hukkainvestointeja, tuen kokonaistaloudelliset vaikutukset kääntyvät negatiivisiksi myös optimistisessä tapauksessa.

Investointitukea voidaan käyttää paitsi sellaisenaan myös vahvistamaan hiilidioksidiveron vaikutuksia, jolloin investointituki on osittain hiilidioksidiveron kompensointia yrityksille. Taulukossa 10 on esitetty yhdistetyn 500 mk/t hiilidioksidiveron ja 40 prosentin investoitun kokonaistaloudelliset vaikutukset eri ulkomaankaupan oletuksilla. Hiilidioksidiveron ja investointituen erotus on kompensoitu kotitalouksille. Sekä kiinteän kustannuskehityksen (KKK) että ostovoimasopeutuksen (PPP) oloissa investointituki nostaa bruttokansantuotteen tasoa hieman ja edistää energian säästöä sekä hiilidioksidipäästöjen vähentämistä pelkkään hiilidioksidiveroon verrattuna (vrt. taulukko 6.).

7. Voimalaitosvaihtoehdot

Viiteskenaariossa ja muissa tähänastisissa tarkasteluissa lauhdesähkön tuotannossa muut primäärilähteet ovat olleet nykytasolla ja lauhdesähkön lisäys on tuotettu kivihieillä. Tarkastellaan seuraavaksi 1000 MW:n kokoon normitetun kolmen vaihtoehtoisen voimalaitoksen talous- ja päästövaikutuksia: kivihie-, ydin- ja kaasuvoimalaitos. Vaihtoehtojen investointikustannukset olisivat 4,5, 8,0 ja 2,8 miljardia markkaa ja hyötysuhteet vastaavasti 41, 35 ja

48 prosenttia. Arviot perustuvat Sähköntuottajien yhteistyövaltuuskunnan raporttiin (*STYV 1991*). Ydinvoiman lämpöarvo on laskennallinen. Ydinvoimalaitoksen hyötysuhde 35 prosenttia ei ole toisiinsa verrannollinen, vaan johtuu sopimuksesta, jonka mukaisena ydinvoiman lämpöarvo primäärienergiana lasketaan kansainvälisissä tilastoissa. Polttoaineiden tuontihinnat ovat KTM:n Energiaosaston arvioiden (*KTM 1990*) mukaiset. Voimalaitosvaihtoehtojen vaikutukset kokonaistalouteen, energiankäyttöön ja päästöihin viiteskenaarion oloissa on esitetty taulukossa 11.

Bruttokansantuotteen erot voimalaitosvaihtoehtoisissa ovat vähäiset. Toisaalta 1000 MW:n laitoksen tuottama sähkömäärä 7000 tunnin vuotuisella käyttöajalla, 7 TWh, on vain 8 prosenttia viiteskenaarion sähkön vuosikulutuksesta ja siten laitoksen kokonaistaloudellinen painoarvo ei voi ollakaan kovin merkittävä. Ydinvoimalaitos tuottaa korkeimman bruttokansantuotteen tason. Kaasuvoimala tuottaa aavistuksen verran alemman bruttokansantuotteen tason kuin hiilivoimalaitos.

Kokonaistaloudelliset vaikutukset johtuvat siitä, että vaikka ydinvoimalaitos on investointikustannuksiltaan kallein ja kaasuvoimalaitos halvin vaihtoehto, niin ydinsähköön sisältyvä tuontienergian arvo on huomattavasti vähäisempi kuin kaasusähköön sisältyvän tuonnin arvo. Erot bruttokansantuotteen tasoissa vaihtoehtojen välillä ovat kuitenkin vähäiset. Hiilivaihtoehtoon verrattuna ydinvaihtoehto tuottaa 8 prosenttia pienemmät hiilidioksidin ominaispäästöt koko talouden tasolla ja kaasuvaihtoehto 4 prosenttia alemmat ominaispäästöt.

Tarkastellaan seuraavaksi voimalaitosvaihtoehtojen vaikutuksia hiilidioksidiveron oloissa. Taulukossa 12 on esitetty vaihtoehtojen kokonaistaloudelliset vaikutukset, kun hiilidioksidivero on 500 mk hiilidioksiditonnilta ostovoimasopeutuksen oletuksella. Ydinvoimalaitoksen kokonaistaloudellinen kannattavuus korostuu, koska sähkön alhaisemman hiilidioksidipitoisuuden vuoksi yritysten verorasitus jää pienemmäksi. Tästä johtuen sähkön ja primäärienergian ominaiskulutus ydinvaihtoehtodossa on jonkin verran muita suurempi, mutta hiilidioksidipäästöt ovat alemmat. Hiilidioksidive-

Taulukko 11. Voimalaitosvaihtoehtojen kokonaistaloudelliset vaikutukset viitteenäarion oloissa.

Mrd mk 1985 hin.	Tasot vuonna 2005			% -muutokset	
	hiili	ydin	kaasu	ydin	kaasu
Yksityinen kulutus	320	321	320	0.2	0.0
Julkinen kulutus	110	111	110	0.3	0.0
Yksit. investoinnit	113	113	113	0.4	0.0
Julk. investoinnit	15	15	15	0.7	0.0
Vienti	197	197	197	0.1	0.1
- Tuonti	-194	-194	-194	-0.2	0.3
Tilastoero	4	3	4		
Bruttokansantuote	565	567	565	0.3	-0.1
Työllisyys, milj. h	3827	3833	3827	0.2	0.0
Energiatuonti	27	26	27	-2.6	1.9
Prim.energia Mtoe	37	37	37	0.3	0.0
Sähkö, TWh	86	86	86	0.2	0.0
CO ₂ , milj. t	76	70	73	-7.9	-3.9
Prim/BKT	100	100	100	0.0	0.1
CO ₂ /BKT	100	92	96	-8.1	-3.9
CO ₂ /Prim	100	92	96	-8.1	-3.9

Taulukko 12. Hiilidioksidiveron 500 mk/t CO₂ kokonaistaloudelliset vaikutukset eri voimalaitosvaihtoehtoisissa ostovoimasopeuteuksen oloissa. Optimistinen.

PPP, 10 %r Mrd mk 1985 hin.	Tasot vuonna 2005			% -muutokset	
	hiili	ydin	kaasu	ydin	kaasu
Yksityinen kulutus	323	323	323	0.2	0.0
Julkinen kulutus	110	111	111	0.6	0.2
Yksit. investoinnit	110	111	110	1.3	0.4
Julk. investoinnit	16	16	16	1.3	0.6
Vienti	196	196	196	0.3	0.1
- Tuonti	-191	-191	-192	-0.2	0.4
Tilastoero	4	3	4		
Bruttokansantuote	567	570	567	0.5	0.1
Työllisyys, milj. h	3822	3838	3827	0.2	0.1
Energiatuonti	24	23	25	-5.0	2.1
Prim.energia Mtoe	32	33	32	1.2	0.3
Sähkö, TWh	74	76	75	2.6	0.4
CO ₂ , milj. t	60	53	57	-11.7	-5.0
Prim/BKT	100	101	100	0.7	0.3
CO ₂ /BKT	100	88	95	-12.1	-5.1
CO ₂ /Prim	100	87	95	-12.8	-5.3

ron oloissa myös maakaasuvoimala muuttuu hiilivoimalaa kokonaistaloudellisesti hienoisesti kannattavammaksi. Hiilidioksidiverolla 500 mk/t ydinvaihtoehdossa vuoden 2005 hiilidioksidipäästöt 53 miljoonaa tonnia ovat samat kuin vuoden 1990 päästöt. Kaasuvoimalavaihtoeh-

don päästöt olisivat 54 miljoonaa hiilivoimalavaihtoehdon 56 miljoonaa tonnia.

Voimalaitosvaihtoehtojen kannattavuusarviointiin sisältyy useita epävarmuustekijöitä liittyen muun muassa polttoaineiden tuontihin-
toihin ja siihen, miten ydinjätteen varastointi-

kustannuksia ja käytettyjen ydinvoimaloiden purkukustannuksia tulisi käsitellä. Maakaasuvoimalan kannattavuuteen ja päästövaikutuksiin vaikuttaa oleellisesti se, jos suurvoimalaa tarkastellaankin edellytyksenä sille, että maakaasu saataisiin laajempaan käyttöön myös yhdistetyssä sähkö- ja lämmön tuotannossa.

8. Päätelmiä

Hiilidioksidipäästöjen rajoittamisen vaikutuksia Suomen talouskasvuun tarkasteltiin energian loppukulutuksen ohjauskeinojen, hiilidioksidiveron ja energiansäästön investointituen, sekä energian tuotantoon vaikuttavien voimalaitosvalintojen yhteydessä. Tuloksien mukaan hiilidioksidipäästöjen rajoittamiskeinojen käytöllä voi olla jopa positiivisia vaikutuksia talouskasvuun. Suomen energiatalous ei ole nykytilassaan optimaalista. Tulos on havaittu myös muiden maiden energiataloudellisissa analyyseissa. Energian käyttöä voidaan tehostaa keinoin, jotka ovat kokonaistaloudellisesti kannattavia ja samalla vähentävät energian kulutuksen ja tuotannon ympäristöpäästöjä.

Kirjallisuus

- Christensen, Arne (1991): *Stabilization of CO₂ emissions — Economic effects for Finland*, Ministry of Finance, Economic Department, Discussion paper no. 29, Helsinki.
- KTM (1990): *Energiatalouden kehityslinjoja vuoteen 2025*, Kauppa- ja teollisuusministeriö, Energiaosasto, Sarja B:70, Helsinki.
- Lepistö, Arto (1991): *Energiansäästöprojekti, Loppuraportti*, Kauppa- ja teollisuusministeriö, Energiaosasto, Katsauksia B:100, Helsinki.
- LTT (1990): *Pääoman tuotto vaatimus energian tuotanto- ja säästöinvestoinneissa*, Liiketaloustieteellinen tutkimuslaitos, sarja B 63, Helsinki.
- Mäenpää, Ilmo — Tervo, Hannu (1992): *Hiilidioksidipäästöjen rajoittaminen, Kokonaistaloudelliset vaikutukset Suomessa*. Kauppa ja teollisuusministeriö. Katsauksia B:114, Helsinki.
- STYV (1991): *Lauhdutusvoimalaitosten kustannustiedot 8/91*, Sähköntuottajien yhteistyövaltuuskunta, STYV-S raportti 3/91, Helsinki.
- TASKU (1990): *Suomi 1990 2005, Haasteiden ja varautumisen aikaa*, Taloudellinen suunnittelukeskus, Helsinki.