

Kasvihuonekaasujen vähentämistarpeet ja -mahdollisuudet Suomessa

Kansallisen ilmastostrategian taustaselvitys

Kauppa- ja
teollisuusministeriön
julkaisu 4/2001



KAUPPA- JA
TEOLLISUUSMINISTERIÖ

Aleksanterinkatu 4, PL 230, 00171 HELSINKI
Puhelin (09) 1601, Telekopio (09) 160 3666

Julkaisusarjan nimi ja tunnus
Julkaisuja 4/2001

Tekijät (toimielimestä: nimi, puh.johtaja, sihteeri)		Julkaisu aika	
Kauppa- ja teollisuusministeriö Energiaosasto		Huhtikuu 2001	
		Toimeksiantaja(t)	
		Kauppa- ja teollisuusministeriö	
		Toimielimen asettamis pvm	
Julkaisun nimi			
Kasvihuonekaasujen vähentämistarpeet ja -mahdollisuudet Suomessa.			
Kansallisen ilmastostrategian taustaselvitys			
Tiivistelmä			
Hallitusohjelman mukaisesti hallitus laatii ja toimeenpanee kansallisen suunnitelman, miten Suomi täyttää Kioton ilmastokokouksessa sovitut kasvihuonekaasujen vähentämistavoitteet. Tämä selvitys on tausta-aineistoa kansallisen ilmastostrategian laadintaa varten. Luvuissa 1–3 esitellään Kansallisen ilmastostrategian taustaa ja tavoitteita sekä kuvataan ns. perusura-skenaario, eli mitä tapahtuisi, jos nykyiset, jo päätetyt energian säästöön ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet pidetään voimassa, mutta lisätoimenpiteisiin ei ryhdyttäisi. Luvuissa 4-6 kuvataan vähennystoimenpiteet ja niiden vaikutukset päästöihin ja energian kulutukseen vaihtoehtoisten skenaarioiden avulla sekä niiden taloudelliset vaikutukset. Luvussa 7 on yhteenveto Ilmastostrategian valmistelun rinnalla tehdystä ympäristövaikutusarviosta (ohjelma-YVA). BAU-skenaarioksi kutsutun perusura-skenaarion mukaan energian- ja sähkönkulutukset jatkavat kasvua – tosin selvästi hitaammin kuin aiemmin. Myös kasvihuonekaasupäästöt kasvavat ja vuosien 2008–2012 tilanteessa päästöt ylittävät selvästi Suomelle Kioton pöytäkirjassa ja EU:n taakanjaossa tavoitteeksi asetetun vuoden 1990 päästötason 76,5 miljoonaa tonnia CO₂-ekvivalenteina ilmaistuina. BAU-skenaarion mukaan päästöylitys olisi noin 14 miljoonaa tonnia. Kasvihuonekaasujen vähentämiseen tarvittavat toimenpiteet on eri sektoritarkasteluista kerätty tässä taustaselvityksessä kahteen skenaarioon, joita kutsutaan KIO1- ja KIO2-skenaarioiksi. Molemmista toteutetaan saman suuruisena energiansäästön ja uusiutuvan energian edistämishjelmat sekä muihin kuin kasvihuonekaasupäästöihin kuin polton hiilidioksidiin puuttuvia toimenpiteitä. Skenaariot eroavat toisistaan sähkön ja lämmön hankinnan osalta siten, että KIO1-skenaariossa kivihiilen käyttö energian tuotannossa lopetetaan lähes kokonaan ja korvataan maakaasulla. KIO2-skenaariossa kivihiilen käyttöä ei rajoiteta, mutta uuden ydinvoimalayksikön oletetaan korvaavan suurimman osan kivihiilen käytöstä. Maakaasun käyttö lisääntyy myös KIO2-skenaariossa, muttei yhtä paljon kuin KIO1-skenaariossa. Energiankulutus- ja päästölaskelmien lisäksi tehtiin myös laajat taloudelliset vaikutuslaskelmat, joissa tarkasteltiin päästövähennystoimenpiteiden vaikutuksia energiankäyttäjien energiakustannuksiin, valtiontalouteen ja kansantalouden kokonaissuureisiin, kuten bruttokansantuotteeseen, kotitalouksien kulutusmenoihin, työllisyyteen ja eri tuotantotoimialojen tuotantoon. Kyseisten KIO1- ja KIO2-skenaarioiden toimeenpaneminen aiheuttaa kustannuksia niin yksittäisille energian kuluttajille kuin myös koko kansantaloudelle ja valtion taloudelle.			
Avainsanat (asiasanat)			
Ilmasto-ohjelma, Kioton pöytäkirja, kasvihuonekaasupäästöt, energiatalous, skenaariot			
ISSN		ISBN	
1236-1623		951-739-596-5	
Kok.sivumäärä	Kieli	Hinta	
169	Suomi	138 mk	
Julkaisija		Kustantaja	
Kauppa- ja teollisuusministeriö		OY EDITA AB	

Esipuhe

Paavo Lipposen II hallituksen ohjelmassa todetaan, että hallitus laatii ja toimeenpääntee kansallisen suunnitelman, miten Suomi täyttää Kioton ilmastokokouksessa sovitut kasvihuonekaasujen vähentämistavoitteet. Velvoitteet on määrää täyttää siten, että niistä aiheutuvat toimenpiteet eivät heikennä talouden ja työllisyyden kasvua ja että ne tukevat julkisen velan laskua.

Ohjelma on päätetty valmistella sektorikohtaisesti. Tämän mukaisesti kauppa- ja teollisuusministeriö, ympäristöministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö ja maa- ja metsätalousministeriö ovat valmistelleet osuutensa hallituksessa lopullisesti hyväksyttäväksi tulevaan kansalliseen ilmastostrategiaan.

Sektorikohtaisten ohjelmien yhteensovittamisesta ja kokoamisesta vastaa kauppa- ja teollisuusministeriö. Ilmastostrategian valmistelua ohjaa ja valvoo hallituksen nimeämä ministerityöryhmä, jonka puheenjohtajana toimii kauppa- ja teollisuusministeri Sinikka Mönkkäre.

Ministeriöt ovat tehneet tarkastelujensa ja koko kansallisen ilmastostrategian taustaksi ja tueksi useita selvityksiä ja järjestäneet seminaareja sekä niin sanottuja pienryhmätapaamisia eri sidosryhmien kanssa.

Tähän selvitykseen on koottu laskelmia ja tuloksia ministeriöiden sektorikohtaisista tarkasteluista. Ne perustuvat yhtenäisiin lähtökohtiin kansantalouden ja muiden kehitykseen vaikuttavien tekijöiden osalta. Ne on esitelty luvuissa 2 ja 4.

Liikenne- ja viestintäministeriön, maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön laatimat selvitykset on julkaistu erikseen. Kauppa- ja teollisuusministeriön tekemien ja teettämien selvitysten keskeinen sisältö sisältyy tähän raporttiin. Ministeriön tekemä ja teettämä tausta-aineisto sekä järjestämät seminaarit on lueteltu tämän julkaisun lopussa.

Julkaisu on tarkoitettu käytettäväksi tausta-aineistona kansallisen ilmastostrategian laatimisessa. Ministerityöryhmän on määrää saada ehdotuksensa valmiiksi siten, että ohjelma voitaisiin antaa valtioneuvoston selontekona eduskunnalle vuoden 2001 alkupuolella.

Maaliskuussa 2001

Kauppa- ja teollisuusministeriö
Energiaosasto

Sisällysluettelo

Esipuhe	5
Sisällysluettelo	7
Tiivistelmä	11
 Osa I	
Selvityksen tausta ja tavoitteet	13
1.1 Johdanto	13
1.2 Selvityksen lähtökohdat, rajaukset ja sisältö	15
 Osa II	
Kasvihuonekaasujen kehitys vuoteen 2020 ilman uusia kehitykseen vaikuttavia toimenpiteitä	17
2 Arvioiden perusteet ja keskeiset oletukset	17
2.1 Kasvihuonekaasupäästölaskennan perusta	17
2.2 Väestö ja yhdyskuntarakenne	19
2.3 Talouskasvu ja sen rakenne	20
2.4 Kansantalouden tasapaino	24
2.5 Polttoaineiden maailmanmarkkinahinnat ja verotus	26
2.6 Teknologian kehitys ja normit	27
2.7 Sähkön hankinnan rakenne	29
2.8 Maakaasu	30
2.9 Turve, puupolttoaineet ja muut uusiutuvat	30
2.10 Muut arvioiden lähtökohdat	31
2.11 Yhteenvedo keskeisistä oletuksista	33
3 Laskelmien tulokset	35
3.1 Energian kulutus	35
3.1.1 Teollisuus	35
3.1.2 Lämmitys	46

3.1.3	Kotitalouksien ja palvelusektorin sähkön kulutus	50
3.1.4	Liikenne	56
3.1.5	Muut	60
3.1.6	Eräitä polttoaineita koskevat erityiskysymykset	60
3.1.7	Sähkön kokonaiskulutus ja hankinta	66
3.1.8	Energian kokonaiskulutus	69
3.2	Kasvihuonekaasut	70
3.2.1	Polton hiilidioksidipäästöt	70
3.2.2	Muut hiilidioksidipäästöt	73
3.2.3	Metaani	74
3.2.4	Dityppioksidi	75
3.2.5	Uudet kaasut	77
3.2.6	Yhteenveto kokonaispäästöistä	77
3.3	BAU-skenaarion herkkyystarkasteluja	79
3.3.1	Herkkyystarkastelujen lähtökohdat ja tarkoitus	79
3.3.2	Muutokset energiavaltaiten toimialojen kasvussa	79
3.3.3	Muutokset sähkön tuonnissa	81
3.3.4	Yhteenveto herkkyystarkasteluista	82
3.4	Yhteenveto BAU-skenaariosta	83

OSA III

Kohti ilmastopoliittisen mukaisen kehityksen – tavoitteellinen kehitysura ja sen edellyttämät

toimenpiteitä	86
--------------------------------	-----------

4 Tarkasteltavat skenaariot ja niiden keskeiset oletukset ja lähtökohdat

4.1	Skenaarioiden KIO1 ja KIO2 yleiset lähtökohdat.	86
4.1.1	Skenaarioiden lähtökohdat, oletukset ja erot BAU-skenaarioon.	86
4.1.2	Vähentämistoimien lähtökohdat.	88
4.2	Käytettävissä olevat toimenpidekokonaisuudet	90
4.2.1	Energiansäästöohjelma	90
4.2.2	Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelma	94
4.2.3	Muita kasvihuonekaasuja koskevat toimenpiteet	98
4.2.4	Päästökauppa ja muut joustomekanismit	100
4.2.5	Nielut	101
4.2.6	Sähkön hankinnan ratkaisut	102

5 Tulokset	108
5.1 Energian kulutus ja tuotanto KIO-skenaarioissa	108
5.1.1 Energian hinta	108
5.1.2 Teollisuuden energian kulutus	111
5.1.3 Lämmitys	113
5.1.4 Kotitalouksien ja palvelusektorin sähkön kulutus	115
5.1.5 Liikenne	117
5.1.6 Muut	119
5.1.7 Sähkön kokonaiskulutus	121
5.1.8 Sähkön hankinta	122
5.1.9 Energian kokonaiskulutus	124
5.2 Kasvihuonekaasut eri KIO-skenaarioissa	126
5.2.1 Polton hiilidioksidipäästöt	126
5.2.2 Muut kasvihuonekaasut	127
5.2.3 Herkkyystarkastelut KIO-skenaarioille	128
5.2.4 Yhteenveto kokonaispäästöistä	129

Osa IV

Toimenpiteiden vaikutuksia	130
-----------------------------------	-----

6 Taloudellisia vaikutuksia	130
6.1 Arviointilaskennan perusteet	130
6.2 Valtiontalous	132
6.3 Kansantaloudellisia vaikutuksia	136
6.3.1 Energian käyttäjien energiakustannukset	137

7 Ympäristövaikutukset	142
-------------------------------	-----

Liitteet	145
I Energiamarkkinat	146
II Sähkönhankinnan kustannusvertailu	149
III Rakennukset ja rakentaminen	151
IV Yhdyskuntarakenne	154
V Jätehuolto	156
VI Liikenne	159
VII Maatalous	161
VIII Metsätalous ja nielut	163
IX Työkoneet	166

Tiivistelmä

Tämä selvitys on tausta-aineistoa kansallisen ilmastostrategian laadintaa varten. Se on koottu ilmastostrategian tueksi tehdyistä lukuisista selvityksistä, joista keskeisimmät ovat neljän sektoriministeriön, kauppaja- ja teollisuusministeriön, ympäristöministeriön, liikenne- ja viestintäministeriön ja maa- ja metsätalousministeriön valmistelemat sektoriselvitykset toimialoiltaan.

Raportissa tarkastellaan ns. perusuraa eli kehitysnäkymää, jossa hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen vähennystoimenpiteitä ei lisätä nykyisestä. Tämän BAU-skenaarioksi kutsutun kehitysuran mukaan energian- ja sähkönkulutukset jatkavat kasvua – tosin selvästi hitaammin kuin aiemmin. Myös kasvihuonekaasupäästöt kasvavat ja vuoden 2010 tilanteessa päästöt ylittävät selvästi Suomelle Kioton pöytäkirjassa ja EU:n taakanjaossa tavoitteeksi asetetun vuoden 1990 päästötason 76,5 miljoonaa tonnia CO₂-ekvivalentteina ilmaistuina. BAU-skenaarion mukaan päästöylitys olisi noin 14 miljoonaa tonnia.

Skenaariotarkastelut ovat riippuvaisia erityisesti muutamista keskeisistä oletuksista, joita ovat talouden kasvu ja sen rakenne sekä sähkönhankinnan rakenne. Näiden tai muiden muuttujien mahdollisista vaihteluista riippumatta kasvihuonekaasupäästöt ovat seurantajaksolla 2008–2012 selvästi yli päästötavoitteen, ellei päästöjen vähentämistoimenpiteisiin ryhdytä.

Kasvihuonekaasujen vähentämiseen tarvittavat toimenpiteet on eri sektoritarkasteluista kerätty tässä taustaselvityksessä kahteen skenaarioon, joita kutsutaan KIO1- ja KIO2-skenaarioiksi. Molemmissa toteutetaan saman suuruisena energiansäästön ja uusiutuvan energian edistämishjelmat sekä muihin kasvihuonekaasupäästöihin kuin polton hiilidioksidiin puuttuvia toimenpiteitä. Skenaariot eroavat toisistaan sähkön ja lämmön hankinnan osalta siten, että KIO1-skenaariossa kivihiilen käyttö lopetetaan lähes kokonaan ja korvataan maakaasulla. KIO2-skenaariossa kivihiilen käyttöä ei rajoiteta, mutta uuden ydinvoimalayksikön oletetaan korvaavan suurimman osan kivihiilen käytöstä. Maakaasun käyttö lisääntyy myös KIO2-skenaariossa, muttei yhtä paljon kuin KIO1-skenaariossa.

Energiankulutus- ja päästölaskelmien lisäksi tehtiin myös laajat taloudelliset vaikutuslaskelmat, joissa tarkasteltiin päästövähennystoimenpiteiden vaikutusta mm. kansantalouteen, valtiontalouteen, kuluttajien käytettävissä oleviin varoihin ja työllisyyteen. Kyseisten KIO1- ja KIO2-skenaarioiden toimeenpaneminen aiheut-

taa kustannuksia niin yksittäisille energian kuluttajille kuin myös koko kansantaloudelle ja valtion taloudelle.

Ilmastostrategian valmistelun rinnalla on tehty myös ympäristövaikutusarvio (ohjelma-YVA) ja sen keskeiset tulokset on sisällytetty tähän selvitykseen.

Taustaselvityksen ja sektoriselvitysten luonnoksia on ollut valmistelutahojen internet-sivuilla. Sektoriselvityksiä, taustaselvitystä ja ilmastostrategian prosessia on esitelty monissa seminaareissa ja pienryhmäkokouksissa intressiryhmien kanssa.

Osa I

Selvityksen tausta ja tavoitteet

1.1 Johdanto

YK:n ilmastopöytäkirjan osapuolet sopivat joulukuussa 1997 Kiotossa sitovalla pöytäkirjalla kasvihuonekaasujen vähentämisestä ilmaston uhkaavan lämpenemisen torjumiseksi. Ilmastopöytäkirjassa on mukana 167 valtiota.

Kiotoon ilmastopöytäkirja asettaa kasvihuonekaasujen vähentämisvelvoitteet teollisuus- ja siirtymätalousmaille eli nk. Annex I-maille. Kasvihuonekaasuista merkittävin on polttoaineiden poltosta peräisin oleva hiilidioksidi. Annex I-maiden osuus maailman hiilidioksidipäästöistä on runsaat 60 prosenttia, vaikkakin kehitysmaiden osuus on kasvamassa. Pöytäkirja ei aseta vähentämisvelvoitetta kehitysmailla, vaan se jää osapuolten välisten myöhempien kokousten asialistalle.

Vähentämissitoumus koskee kaikkiaan kuutta kaasua: hiilidioksidia (CO_2), metaania (CH_4), dityppioksidia eli typpioksiduulia (N_2O), fluorihilivetyä (HFC-yhdisteet), perfluorihilivetyä (PFC-yhdisteet) ja rikkiheksafluoridia (SF_6). Vähentämissitoumusten ja niiden edellyttämien toimenpiteiden pitäisi johtaa siihen, että vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt vähenevät teollisuus- ja siirtymätalousmaissa vähintään 5 prosentilla vuoden 1990 tasosta sitoumuskaudella 2008–2012.

Teollisuus- ja siirtymätalousmaille Kiotossa sovitut päästötavoitteet keskimäärin vuodessa sitoumuskaudella 2008–2012 verrattuna vuoteen 1990 ovat seuraavat (muutosprosentti):

Taulukko 1. Päästötavoitteet

Maa	Päästötavoite
Islanti	+ 10 %
Australia	+ 8 %
Norja	+ 1 %
Venäjä, Ukraina, Uusi-Seelanti	0 %
Kroatia	- 5 %
Japani, Kanada, Unkari, Puola	- 6 %
USA	- 7 %
EU, Bulgaria, Tšekki, Viro, Latvia, Liettua, Liechtenstein, Monaco, Romania, Slovakia, Slovenia, Sveitsi	-8 %

Euroopan Unionin vähentämistavoite 8 prosenttia on jaettu jäsenmaiden kesken. Tämän niin sanotun taakanjaon mukaan jäsenmaiden tulee vähentää kasvihuonekaasujansa tai rajoittaa niiden kasvua seuraavasti:

Taulukko 2. EU:n taakanjako Kioton pöytäkirjan mukaisen 8 prosentin vähentämistavoitteen saavuttamiseksi

Jäsenvaltio	Keskimääräiset päästöt 2008–2012 verrattuina vuoteen 1990, ero %
Portugali	+ 27 %
Kreikka	+ 25 %
Espanja	+ 15 %
Irlanti	+ 13 %
Ruotsi	+ 4 %
Ranska	0 %
Suomi	0 %
Alankomaat	- 6 %
Italia	- 6,5 %
Belgia	- 7,5 %
Yhdistynyt kuningaskunta	- 12,5 %
Itävalta	- 13 %
Saksa	- 21 %
Tanska	- 21 %
Luxemburg	- 28 %

Suomen kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 1990 noin 76 miljoonaa hiilidioksiditonnia. Pääosa päästöistä on poltossa syntyvää hiilidioksidia. Muiden kaasujen päästöt on em. lukua laskettaessa muutettu vastaamaan hiilidioksidia. Päästöt ovat 1990-luvulla kasvaneet, joskin vuonna 1999 ne olivat hieman pienemmät kuin vuonna 1990. Vuosittaiset vaihtelut ovat kuitenkin olleet melkoisia sen mukaan, mikä on ollut talouden ja ennen kaikkea energiavaltaisten teollisuustoimialojen kehitys, vesivoimatilanne ja muiden hiilidioksidipäästöttömien sähkön tuotantomuotojen määrä. Lisäksi kehitykseen ovat vaikuttaneet ne useat 1990-luvun toimenpiteet, joilla on jarrutettu energian kulutuksen kasvua ja vauhditettu mm. uusiutuvien energialähteiden ja biopolttoaineiden käyttöönottoa sekä vähennetty kaatopaikkojen metaanikaasupäästöjä.

Päästötaseisiin ei lasketa puun poltosta syntyviä hiilidioksideja, vaan mukana ovat polttoaineiden päästöistä vain fossiilisten polttoaineiden ja turpeen polton päästöt. Kasvihuonekaasujen lähteiden perusteella inventoidut päästötaseet ovat kehittyneet vuodesta 1990 vuoteen 1999 seuraavasti:

Taulukko 3. Suomen kasvihuonekaasupäästöt vuosina 1990 ja 1999, Mt CO₂-ekv. (Lähde: Suomen raportointi komissiolle 15.12.2000, ympäristöministeriö, Tilastokeskus)

Mt CO ₂ -ekv.	1990	1999	muutos Mt. CO ₂ -ekv.	muutos %
CO ₂				
– fossiilisten polttoaineiden käyttö	48,0	49,4	+ 1,4	+ 3
– turpeen poltto	5,9	7,4	+ 1,5	+ 25
– hävikit	3,5	3,5	0	0
– teollisuusprosessit	1,2	1,1	- 0,1	- 5
– maatalousmaat	2,6	2,0	- 0,6	- 23
– muut	0,6	0,8	+ 0,1	+ 17
CO ₂ yhteensä	61,8	64,1	+ 2,3	+ 4
Metaani	6,1	3,9	- 2,2	- 36
Dityppioksidi	8,4	7,7	- 0,7	- 8
Uudet kaasut	0,1	0,4	+ 0,3	+ 425
Yhteensä	76,5	76,2	- 0,2	- 0,3

Suomen vuoden 1990 fossiilisten polttoaineiden poltosta syntyneet hiilidioksidipäästöt ja siten myös kasvihuonekaasupäästöt kokonaisuutena olivat normaalia alhaisemmat. Vuosi 1990 oli pitkänajan keskiarvoa selvästi lämpöisempi vuosi. Lämmitystarveluku – aiemmin astepäivälukuna tunnettu – kyseiselle vuodelle oli 4050, eli noin 89 prosenttia normaalista. Vesivoimalla tuotettiin sähköä 10,8 TWh, eli hieman normaalia vähemmän, mutta sähkön nettotuonti 10,7 TWh oli poikkeuksellisen suuri. Jos lämpötilat olisivat olleet normaalit ja sähköä olisi tuotu vähemmän, olisivat päästöt olleet korkeammat.

Mitään laskennallisia korjauksia perusvuoden 1990 kasvihuonekaasupäästöihin ei kuitenkaan kansainvälisissä tarkasteluissa ole hyväksytty. Suomen kanta on, että perusvuoteen ei pidä hyväksyä laskennallisia poikkeuksia, tai jos niin tehdään, tulee silloin kaikille osapuolille sallia sama mahdollisuus. Tällöin lähtöpäästötaso nousisi ja sovitulla vähentämisprosentilla ei saataisi päästöjä alenemaan niin paljon, kun vähentämistavoitteita sovittaessa laskettiin, joten koko Kioton pöytäkirjan toimeenpano ja toteutuminen vaarantuisi.

1.2 Selvityksen lähtökohdat, rajaukset ja sisältö

Tässä selvityksessä arvioidaan Suomen kasvihuonekaasujen kehitystä ja niiden vähentämismahdollisuuksia EU:n taakanjaossa Suomelle asetetun tavoitteen saavuttamiseksi. Arvio perustuu eri ministeriöiden teettämiin ja laatimiin sektorikohtaisiin laskelmiin ja arvioihin.

Sektorikohtaisia arvioita ovat laatineet ja koonneet eri ministeriöt seuraavasti:

- kauppa- ja teollisuusministeriö: teollisuuden, rakennustoiminnan, kotitalouksien ja palvelujen energian käyttö ja energian tuotantosektorien polttoaineet ja hiilidioksidipäästöt kokonaisuudessaan.
- ympäristöministeriö: rakennusten lämmitys, alue- ja yhdyskuntarakenne ja jätteet ja jätehuolto sekä työkoneet (poislukien maa- ja metsätaloukoneet)
- liikenne- ja viestintäministeriö: liikenteen päästöt
- maa- ja metsätalousministeriö: maa- ja metsätalouden päästöt (ml. niiden työkoneet) ja nielut.

Sektorikohtaiset arviot perustuvat yhtenäisille lähtökohdille väestönkehityksen, talouden kasvun ja sen rakenteen, taloudellisten ohjauskeinojen ja teknologian sekä muiden kehitykseen vaikuttavien tekijöiden osalta. Niiden perusteella on ensin muodostettu näkemys siitä, miten hiilidioksidipäästöt sekä muut kasvihuonekaasut voisivat kehittyä ilman uusia kehitykseen vaikuttavia toimenpiteitä.

Tällaista tulevaisuudenkuvaa on tässä selvityksessä kutsuttu BAU-skenaarioksi (Business As Usual). BAU-skenaarion lähtökohdat ja tulokset on esitelty selvityksen osan II luvuissa 2 ja 3. Luvussa 3 on myös arvioitu BAU-skenaarion tuloksia tavoitteeseen nähden ja esitelty vertailun perusteella vedettäviä johtopäätöksiä.

Selvityksen osassa III luvussa 4 on esitelty 2 vaihtoehtoista skenaariota, joilla Suomelle EU:n taakanjaossa asetettuun tavoitteeseen voitaisiin päästä. Niitä ei ole tarkoitettu toteutettavaksi sellaisenaan, eivätkä ne ole toisiansa poissulkevia. Lopulliseen hallituksen ilmastopoliittiseen ohjelmaan, eli ilmastostrategiaan voi sisältyä toimenpiteitä kaikista tarkastelluista skenaarioista ja niiden toteutuksen voimakkuus ja vaikuttavuus voivat poiketa tässä taustaraportissa selvitetystä.

Skenaarioiden ja niiden sisältämien toimenpiteiden hyväksyttävyyden ja toteuttamiskelpoisuuden arvioimiseksi on selvityksen osan IV luvussa 6 esitetty arvioita tarkasteltujen skenaarioiden taloudellisista ja muista vaikutuksista.

Osa II

Kasvihuonekaasujen kehitys vuoteen 2020 ilman uusia kehitykseen vaikuttavia toimenpiteitä

2 Arvioiden perusteet ja keskeiset oletukset

2.1 Kasvihuonekaasupäästölaskennan perusta

YK:n ilmastopöimöksen edellyttämän kansallisen raportoinnin ohjeistus¹ määrittelee eri skenaariot, joita osapuolten tulee esittää kasvihuonekaasupäästöistä. EU:n omat määräykset raportoinnista² nojautuvat YK:n ohjeistukseen ja sisältävät EU:n erityisvaatimukset yhteisten päästötavoitteiden toteutumisen seurantaan.

Suomi on laatinut aiemmin vuosina 1995 ja 1997 YK:n ilmastopöimöksen edellyttämät kansalliset raportit. Kauppa- ja teollisuusministeriö on laatinut niihin fossiilisten polttoaineiden ja turpeen polton hiilidioksidipäästöjen skenaariot. Tässä esitettävät arviot on pyritty tekemään niin, että ne noudattaisivat edellä mainittuja YK:n ilmastopöimöksen ja EU:n määrittelemien skenaarioiden laadintamenetelmiä. Skenaariot sisältävät fossiilisten polttoaineiden ja turpeen hiilidioksidipäästöjen lisäksi muutkin kasvihuonekaasut.

Kasvihuonekaasuja syntyy ennen kaikkea polttoaineiden poltosta, bioperäisten jätteen palamisesta ja hajoamisesta kaatopaikoilla sekä hiilen ja öljyn käytöstä teollisuusprosesseissa kuten kalkin ja raudan valmistuksessa.

Eri polttoaineiden poltosta vapautuvat hiilidioksidimäärät riippuvat niiden hiilisisällöstä. Turpeen ja fossiilisten polttoaineiden polton hiilidioksidipäästöt polttoaineen energiasisältöä kohti ovat seuraavat:

-
- 1 UNFCCC Guidelines for the preparation of national communications by Parties included in Annex I to the Convention, marraskuu 1999
 - 2 Council Decision 1999/296/EC for a Monitoring Mechanism of Community CO₂ and other greenhouse gas emissions

*Taulukko 4. Polttoaineiden CO₂-päästöt energiasisältöä kohden, g CO₂/MJ
(Lähde: Tilastokeskus, 2000)*

Polttoaine	g CO ₂ /MJ
Turve	106
Kivihiili	94,6
Raskas polttoöljy	77,4
Kevyt polttoöljy	74,1
Bensiini	72,5
Maakaasu	56,1

Hiilidioksidipäästöjen määrä riippuu näin ollen siitä miten paljon erilaisia polttoaineita käytetään voimalaitoskattiloissa, talokohtaisissa lämmityskattiloissa, autoissa ja muissa liikennevälineissä sekä siitä millaiset eri polttoaineiden väliset käytösuhteet niissä ovat.

Polttoaineiden kulutuskehitys ja niiden hiilidioksidipäästöt riippuvat energian kokonaiskulutuksen ja sähkön hankinnan rakenteesta, jotka puolestaan riippuvat useista tekijöistä. Niistä keskeisimmät ovat talouskasvu ja sen rakenne, käyttö- ja tuotantoteknologian kehittyminen ja energian suhteelliset hinnat. Hinnat taas puolestaan riippuvat polttoaineiden maailmanmarkkinahinnoista ja verotuksesta sekä energiasektorin yritysten välisestä kilpailusta.

Muiden kasvihuonekaasujen kuin hiilidioksidin syntyyn ja kehitykseen vaikuttaa lukuisa joukko erilaisia tekijöitä, kuten jätehuoltoratkaisut ja maatalouden tuotantosuuntaukset. Niiden merkitystä näiden päästöjen lähteinä ja kehitykseen vaikuttavia tekijöitä on arvioitu ja eritelty tarkemmin luvussa 3.2.

Voidaan todeta, että kasvihuonekaasujen kokonaismäärään ja sen kehitykseen vaikuttavat sekä sellaiset tekijät, joihin voidaan kansallisin toimin enemmän tai vähemmän vaikuttaa, että sellaiset tekijät, jotka täytyy kansallisen politiikan näkökulmasta ottaa annettuina.

Yhdyskuntien perusrakenteisiin, kuten voimalaitoksiin, rakennuksiin ja kulkuneuvoihin voidaan vaikuttaa pääasiassa pääomakannan muutosten kautta. Tämän vuoksi viiveet toimenpiteiden ja vaikutusten välillä voivat olla hyvinkin pitkiä. - Jotta tällaiset ilmiöt voitaisiin kuvata kunnollisesti, pitää analyysien tarkasteluvä-

lin olla tarpeeksi pitkä. Siksi kehitystä tarkastellaan aina vuoteen 2020 saakka, vaikka YK:n ilmastopöytäkirjassa sovittu tavoite- ja tarkasteluperiodi on vuodet 2008–2012.

Jotta kansallisen politiikan toimenpiteet voitaisiin ajoittaa ja mitoittaa oikein, on muodostettu arvio siitä, miten kasvihuonekaasut kokonaisuudessaan ja hiilidioksidipäästöt erityisesti kehittyisivät, jos markkinoiden tai käyttäjän toimintaan ei vaikutettaisi uusilla toimenpiteillä. Tällaista vaihtoehtoa kutsutaan jatkossa ”business as usual” -skenaarioksi (BAU-skenaarioksi). Vertaamalla erilaisista toimenpiteistä muodostettuja politiikkaskenaarioita BAU-skenaarioon saadaan arviot toimenpiteiden vaikutuksista päästöihin sekä niiden kansantaloudelliset ja energiataloudelliset vaikutukset ja kustannukset. BAU-skenaariossa on pitkälle kyse varautumisesta tulevaisuuteen, johon liittyvä tieto on aina vaillinaista.

BAU-skenaarion muodostaminen ei kuitenkaan ole ongelmattonta. Voidaan esimerkiksi perustellusti kyseenalaistaa ne oletukset, joita on tehty polttoainevalinnoista sähkön tuotannossa BAU-skenaarion kuvaamassa maailmassa. Kioton tavoitteiden valossa ei ole välttämättä selvää, että sähköntuottajat olisivat enää kiinnostuneita rakentamaan uutta kivihiihlikapasiteettia, vaikka kivihiihilellä tuotetun sähkön hinta pysyisikin edullisena.

Myös muista BAU-skenaarion lähtökohdista kuten maakaasuverkoston laajentamisen aikataulusta tai tarpeesta investoida rakennusten lämmön kulutusta vähentäviin rakenteisiin on esitetty toisistaan merkittävästi poikkeavia näkemyksiä. BAU-skenaario ei pyrikään kuvaamaan tulevaisuutta sellaisena millaiseksi se todennäköisesti muodostuisi. Kyse ei ole ennusteesta vaan pikemminkin siitä kehitysurasta, jonka toteutumisen estämiseksi tulisi ajoissa ryhtyä toimenpiteisiin.

BAU-skenaarion lähtökohtaongelmia ja niiden vaikutuksia tuloksiin arvioidaan lähemmin luvussa 3.4 ”Yhteenveto BAU-skenaariosta”.

Seuraavassa esitetään BAU-skenaarion keskeisimpiä lähtökohtia ja oletuksia.

2.2 Väestö ja yhdyskuntarakenne

BAU-skenaarion väestöä koskevat oletukset perustuvat Tilastokeskuksen väestöennusteisiin tarkasteluajanjaksolle. Väestön määrässä ei odoteta tapahtuvan mer-

kittäviä muutoksia. Väestö kasvaa nykyisestä noin 5,2 miljoonasta henkilöstä hie-
man vajaaseen 5,3 miljoonaan henkilöön vuoteen 2020 mennessä ja kääntyy sen
jälkeen hienoiseen laskuun. Ikärakenne muuttuu melko voimakkaasti seuraavan
parin vuosikymmenen aikana. Nykyisin yli 65 vuotiaita on noin 15 prosenttia koko
väestöstä. Vuonna 2020 tähän ikäluokkaan kuuluvia henkilöitä arvioidaan olevan
noin 25 prosenttia väestöstä. Lasten ja nuorten (0–19 vuotiaat) osuus väestöstä on
nykyisin noin neljännes. Tämän osuuden arvioidaan laskevan noin 20 prosenttiin
vuoteen 2020 mennessä.

Väestön ikääntyminen vaikuttaa kansantalouden kokonaiskysyntään siten, että pal-
veluiden kysynnän ja julkisten palveluiden tarjonnan tarpeen arvioidaan kasvavan
tarkastelujakson loppupuolella.

Muuttoliikkeen muutamaan kasvukeskukseen arvioidaan edelleen jatkuvan, jolloin
yhä suurempi osa väestöstä ja rakennuskannasta keskittyy taajamiin. Niiden sisäi-
nen rakenne taasen hajaantuu, mikä lisää esimerkiksi taajamien sisäistä liikennettä
ja vaikuttaa myös asumismuotojen ja lämmitystapojen jakautumaan. Yhdyskunta-
rakenteen vaikutusta kasvihuonekaasupäästöihin on analysoitu tarkemmin liiken-
ne- ja viestintäministeriön ja ympäristöministeriön selvityksissä.

2.3 Talouskasvu ja sen rakenne

Talouskasvu ja sen rakenne ovat ratkaisevassa asemassa pidemmän aikavälin ener-
gia- ja kasvihuonekaasuarvioissa. Tässä selvityksessä on lähdetty siitä, että suoma-
laisen talouden ja viennin kilpailukyky säilyisi ja talous voisi kasvaa pidemmällä
aikavälillä työllisyyden kasvua tukien. Laskelmat perustuvat vajaaseen 2,5 prosen-
tin bruttokansantuotteen keskimääräiseen vuosittaiseen kasvuun koko tarkastelu-
jaksolla. Tämä olisi jonkin verran nopeampi kasvu kuin keskimäärin jaksolla
1990–1999, jonka alkuun sattui rauhanajan syvin lama.

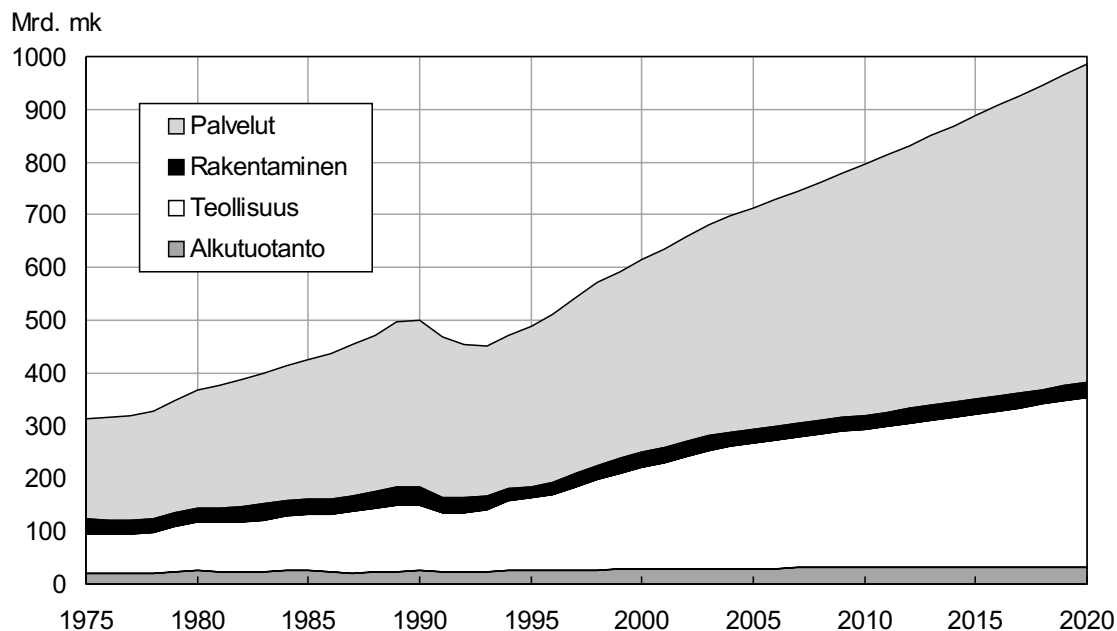
Talouden kasvu olisi tarkastelukauden lopulla jonkin verran hitaampaa kuin sen al-
kupuolella. Lähivuosien osalta arviot perustuvat suomalaisten taloustutkimuslai-
tosten ennusteisiin. Arvioissa on lisäksi otettu huomioon teollisuuden keskeisten
toimialojen osalta tiedossa olevat, päätetyt investoinnit.

Taulukossa 5 on esitetty laskelmissa käytetty arvio kansantalouden kehityksestä
toimialoittain vuosina 1990–2020.

Taulukko 5. Bruttokansantuotteen volyymin kehitys toimialoittain 1990–2020, %/v (Lähde: Tilastokeskus, Suomalaiset taloustutkimuslaitokset ja toimialajärjestöt)

Toimiala	1990→1998	1998→2005	2005→2010	2010→2020	1998→2020
Maa- ja metsätalous	0,5	1,3	0,7	0,6	0,8
Kaivannaistoiminta	1,1	2,7	0,5	0,1	0,8
Tehdasteollisuus	4,3	4,5	2,1	2,0	2,7
Metsäteollisuus	4,0	2,1	1,8	1,6	1,8
Kemianteollisuus	3,0	2,0	1,4	1,2	1,4
Metallien valmistus	5,9	3,0	2,0	1,5	2,0
Sähkötekniset tuotteet	18,1	11,7	3,0	2,8	5,1
Muu teollisuus	0,9	1,9	1,6	1,5	1,6
Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	2,5	1,4	1,0	0,7	0,9
Rakennustoiminta	-3,2	3,3	0,5	0,2	1,1
Palvelut	1,1	2,9	2,6	2,4	2,6
Bruttokansantuote	1,7	3,3	2,3	2,1	2,4

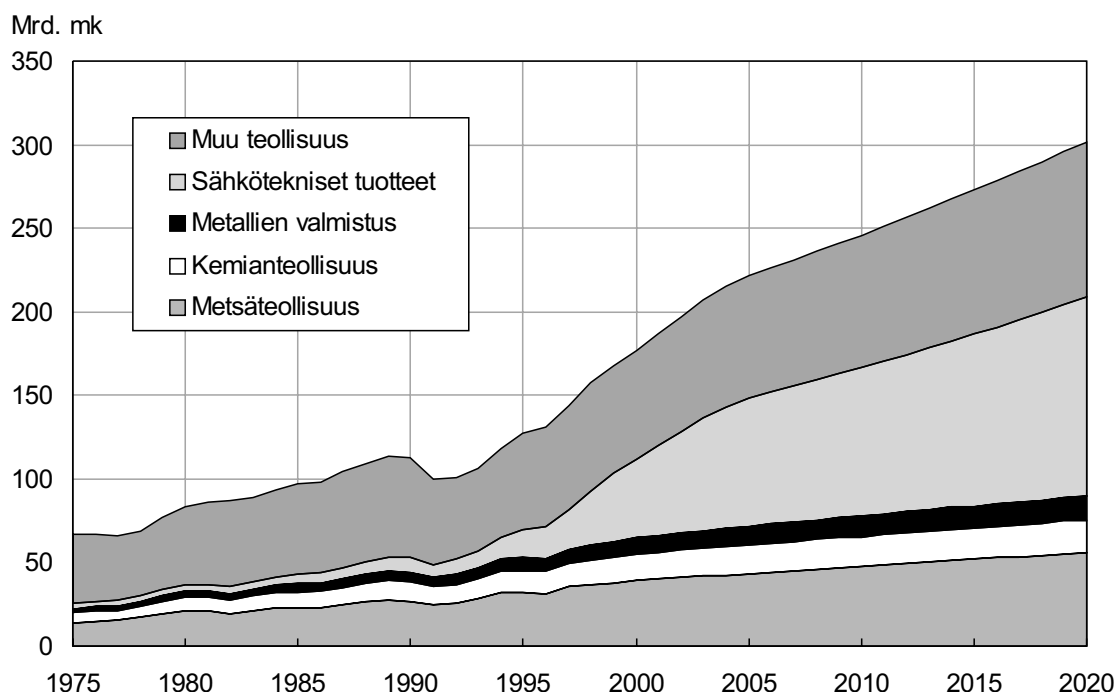
Palveluiden kasvun arvioidaan koko tarkastelujaksolla olevan jonkin verran nopeampaa kuin bruttokansantuotteen kasvu, jonka seurauksena palveluiden osuus kansantaloudessa nousee. Voimakkaimmin kasvava palveluala on tietoliikenne, jonka arvioidaan kasvavan noin 5 prosentin vuosivauhdilla 1998–2020. Julkisen toiminnan kasvun arvioidaan jäävän varsin vähäiseksi kuluvalle vuosikymmenellä. Tarkasteluperiodin loppupuolella julkisten palvelujen tarjonnan odotetaan kääntyvän selvemmin kasvuun väestörakenteen muutosten seurauksena. Yksityiset palvelut kasvavat selvästi nopeammin kuin palvelut keskimäärin.



Kuva 1. Bruttokansantuote sektoreittain, mrd. mk vuoden 1995 hintaan (Lähde: ks. taulukko 5)

Teollisuuden rakenteessa jatkuu muutos, joka on ollut käynnissä 1990-luvun alun lamavuosien jälkeen. Voimakkaimmin kasvava toimiala on sähkötekninen teollisuus, jonka keskimääräiseksi kasvuksi tarkastelujaksolla arvioidaan yli viisi prosenttia vuodessa, lähivuosina vielä korkeammaksi. Energiaintensiivisten toimialojen, metsäteollisuuden, kemianteollisuuden ja metallien valmistuksen tuotannon kasvun arvioidaan olevan maltillista 1–2 prosentin vuosivauhtia, mikä merkitsee sitä, että niiden osuus teollisuuden tuotannosta supistuu selvästi.

Tuotantorakenne kehittyy vähemmän energia- ja pääomaintensiiviseksi ja muuttuu työvoimavaltaisemmaksi. Arvioitu tuotantorakenteen muutos näkyy kuvassa 2.



Kuva 2. Teollisuuden tuotanto toimialoittain, mrd. mk vuoden 1995 hintaan (Lähde: ks. taulukko 5)

Energiankulutuksen ja päästöjen kannalta tärkeimmät teollisuuden alat ovat metsäteollisuus, kemianteollisuus ja metallien valmistus. Näiden toimialojen osuus teollisuuden sähkön ja polttoaineiden käytöstä on yli 80 prosenttia.

Metsäteollisuuden kasvun arvioidaan hidastuvan selvästi 1980- ja 1990-luvun kasvuvauhdista. Vuosina 1998–2020 keskimääräisen vuosikasvun odotetaan jäävän alle kahden prosentin. Kotimainen raakapuun käyttö kasvaa kansallisessa

metsäohjelmassa (KMO) esitetyllä tavalla. Tuontipuun osuus teollisuuden puunkäytöstä kasvaa nykyisestä 15 prosentista noin neljännekseen vuoteen 2020 mennessä. Paperin ja kartongin tuotannon kasvua pitävät yllä paino- ja kirjoituspaperien tuotanto. Puupitoisten ja hienopapereiden odotetaan kasvavan suurin piirtein samaan tahtiin. Sanomalehtipapereiden tuotannon odotetaan jäävän nykytasolle.

Kokonaisuudessa paperin ja kartongin tuotannon odotetaan kasvavan nykyisestä vuoteen 2010 mennessä hieman alle 16 miljoonaa tonniin. Suuri osa tuotannon lisäyksen edellyttämästä kapasiteetista on jo rakenteilla tai investointi on päätetty aloittaa.

Sellun viennin arvioidaan lähes loppuvan tarkasteluperiodin loppuun mennessä. Mekaanisten massojen käyttö papereiden ja kartonkien tuotannossa kasvaa hieman hitaammin kuin sellun käyttö. Mekaanisten massojen tuotanto kuitenkin kasvaa hieman sellua nopeammin, koska entistä suurempi osa aiemmin ulkomaille viedystä sellusta käytetään kotimaassa.

Metallien valmistus kasvaa ripeästi tämän vuosikymmenen alussa, kun uutta kapasiteettia tulee tuotantoon. Raakateräskapasiteetti kasvaa vuoteen 2010 mennessä noin miljoonalla tonnilla, mikä lisää tuotantoa neljänneksellä. Värimetallien, kuparin, sinkin, nikkelin ja ferrokromin tuotannon odotetaan kasvavan kokonaisuudessaan samaa vauhtia kuin terästeollisuuden. Meneillään olevien ja suunniteltujen laajennusten jälkeen metallien valmistuksen kasvu hidastuu selvästi ja jäänee vuoden 2010 jälkeen runsaan prosentin vuosikasvuksi.

Kemianteollisuuden kasvun odotetaan jäävän aikaisempaan kehitykseen nähden melko vaatimattomaksi. Peruskemikaalien tuotannossa merkittävin kasvu tulee metsäteollisuuden käyttämien kemikaalien kasvusta.

Rakennustoiminnan kasvu on lähivuosina nopeaa. Erityisesti olemassa olevan kannan korjaaminen kiihtyy. Aktiviteettia ylläpitää osaltaan arvioitu alueellinen kehitys.

Käytetyt talouden tavoitteelliset kasvuluvut merkitsevät sitä, että kotitalouksien käytettävissä olevat reaalitytulot lähes kaksinkertaistuisivat vuoteen 2020 mennessä. Tällä on merkittävä vaikutus liikenteen ja asumisen energiankäyttöön ja välillisesti myös teollisuuden ja palveluiden energiankulutukseen.

2.4 Kansantalouden tasapaino

Edellä esitettyjä kasvuolettamuksia erikseen ja yhdessä on syytä tarkastella myös kansantalouden tasapainon näkökulmasta. Kehitysarvioiden toteutumisen todennäköisyyttä arvioitaessa on otettava huomioon esim. nähtävissä oleva väestörakenteen muutoksen vaikutukset ja kysymys työvoiman riittävydestä.

Tilastokeskuksen väestöennusteen mukaan Suomen väestö vähenisi muutaman vuosikymmenen kuluessa. Eläkeikäisten 65-vuotta täyttäneiden lukumäärä lähes kaksinkertaistuisi 2030 mennessä Suomen nykyisen väestön suurimpien ikäluokkien saavuttaessa eläkeiän. Väestöennuste perustuu oletuksiin siitä, että syntyvyys jäisi nykyiselle tasolle, elinika pidentyisi yli vuodella jokaisen vuosikymmenen aikana ja nettomaahanmuutto olisi 4 000 henkeä vuodessa.

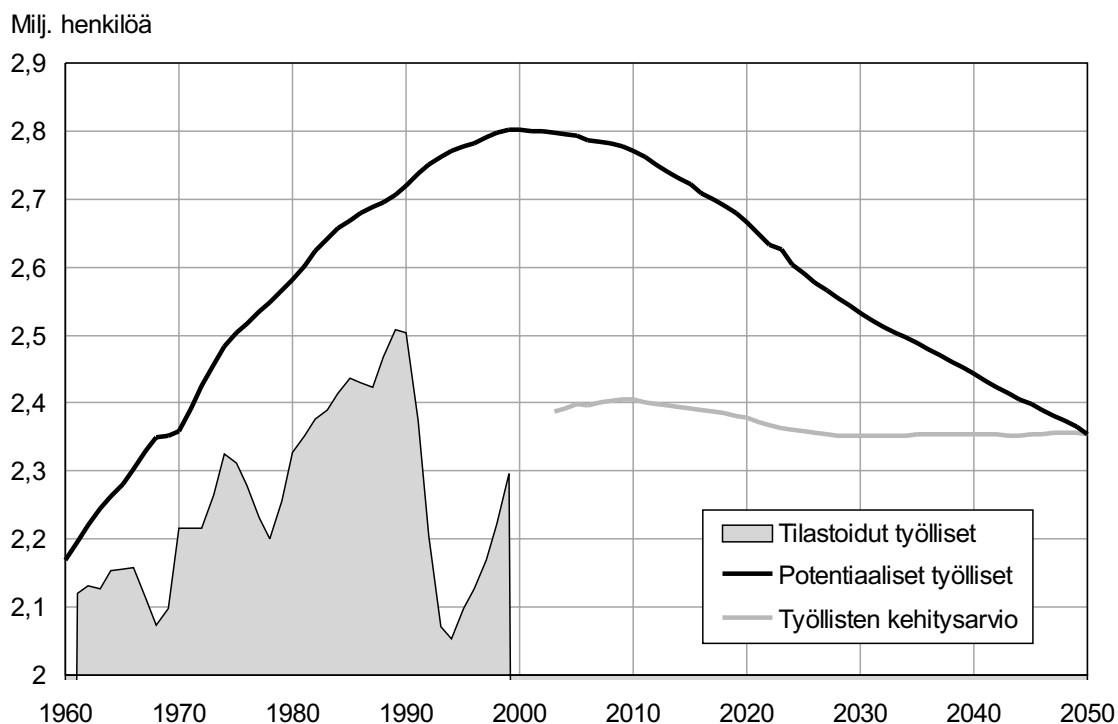
Väestön eläköityminen ja vanheneminen lisäävät julkisia menoja. Väestön eliniän piteneminen ei lisää ainoastaan eläkemenoja, vaan myös vanhusten terveydenhoidon menoja. Eläkkeiden ostovoiman koheneminen tarjoaa kuitenkin mahdollisuuksia myös palvelumaksujen kustannuspeittävyden lisäämiseen pitkällä aikavälillä.

Eläkemenojen osuus bruttokansantuotteesta on nykyisin hieman yli 11 prosenttia. Eläketurvakeskuksen laskelmien mukaan eläkemenojen osuus kansantuotteesta nousisi 2030 mennessä yli 16 prosenttiin, jos talouskasvu jäisi keskimäärin 1 ½ prosenttiin vuodessa. Kahden prosentin talouskasvun tapauksessa päädyttäisiin prosenttiyksikköä pienempään lukuun. Jos Suomessa onnistutaan pitämään yllä kohtuullista talouskasvua, ei eläkemenojen rahoittaminen muodostu ylivoimaiseksi. Talouskasvun jatkuminen BAU-skenaariossa kuvatulla tavalla loisi osaltaan julkiseen talouteen liikkumatilaa, jota tarvitaan väestön eläköitymisen synnyttämän verokiilan nousupaineen torjumiseksi.

Pitkällä aikavälillä talouskasvu määräytyy työvoiman määrän ja tuottavuuden kasvun perusteella. Väestöennusteen mukaan työikäisten määrä alkaisi supistua jo tällä vuosikymmenellä. Sen arvioidaan vähenevän vuoteen 2030 mennessä yli 400 000 hengellä. Laman jäljiltä työssäkäyvien osuus on yhä selvästi alle 1990-luvun alun tason.

Kuvassa 3 on esitetty potentiaalisen työvoiman kehitys. Se on saatu kertomalla työikäinen mies- ja naisväestö ikäryhmittäin potentiaalisilla työllisyysasteilla. Näiksi työllisyysasteiksi on valittu Tilastokeskuksen työvoimatutkimuksen ikäryhmittäin korkeimmat vuotuiset työllisyysasteet ajanjaksolta 1970–1999. Tämän kaavamai-

sen laskentatavan mukaan työllisten lukumäärä voisi nousta 2,4 miljoonaan tämän vuosikymmenen loppuun mennessä, mutta vakiintuisi myöhemmin hieman pienemmäksi.



Kuva 3. Potentiaaliset ja todelliset työlliset vuosina 1960–2050, miljoonaa henkilöä (Lähde: Työpoliittinen aikakauskirja 2/2000, Parkkinen)

Työn tuottavuus on kasvanut viimeisen 25 vuoden ajan keskimäärin yli 3 prosenttia vuodessa. Erityisen nopeaa tuottavuuden kasvu on ollut metalli- ja elektroniikkateollisuudessa. Nopean tuottavuuskehityksen seurauksena vientivetoisen kasvun välitön työllisyysvaikutus onkin ollut heikko verrattuna kotimarkkinavetoiseen kasvuun. Tuottavuuden kasvun arvioidaan hieman hidastuvan ja jäävän noin 2,5 prosenttiin vuodessa pitkällä aikavälillä.

Työn tuottavuutta on aikaisemmin etenkin pääomavaltaisilla teollisuuden toimialoilla kohotettu investoinneilla eli lisäämällä pääoman määrää (työntekijä kohden), jolloin työn tuottavuuden nopean kasvun vastapainona pääoman tuottavuuden kehitys on ollut heikohko. Tilanne on kuitenkin muuttunut, koska yritysten kansainvälistymisen vuoksi Suomessa pääoman tuottoastetta on täytynyt kohottaa. Seurauksena on pysyvä perinteisen teollisuuden investointiasteen laskeminen, jolloin tuottavuuden nopea kasvu perusteollisuudessakin perustuu pääasiassa kor-

vaus- yms. investointeihin ja työntekijöiden koulutukseen. Suurehko osa investoinneista on myös näillä toimialoilla tutkimus- ja tuotekehittelyinvestointeja.

Työn tuottavuutta voidaan kohentaa investoimalla osaamiseen eli inhimilliseen pääomaan. Uusien toimialojen kuten sähköteknisen teollisuuden nopea työn tuottavuuden kasvu on perustunut pääasiassa tuote- yms. innovaatioihin eikä perinteisiin laiteinvestointeihin. Kuitenkin näillä uusilla kasvutoimialoilla toimivien yritysten investointiaste voi olla korkeampi kuin perinteisillä hitaamman kasvun toimialojen yrityksillä.

Väestön ikärakenteen muutos ja työvoiman riittävyys eivät siis näyttäisi muodostuvan ongelmaksi BAU-skenaariossa kuvatulla talouskehityksellä, jos tuottavuuden kasvuvauhti ei hidastu olennaisesti tai jos työssäkäyvien osuutta työvoimasta saadaan nostetuksi lähemmäs aiemmin vallinnutta tasoa.

2.5 Polttoaineiden maailmanmarkkinahinnat ja verotus

Polttoaineiden maailmanmarkkinahintoina on kaikissa kansallista ilmastostrategiaa varten tehdyissä sektoriministeriöiden selvityksissä käytetty kansainvälisen energijärjestön IEA:n arvioita ja Euroopan komission teettämiä selvityksiä. IEA:n marraskuussa 2000 julkaisema arvio (World Energy Outlook 2000) lähtee siitä, että vuoden 2010 saakka hinta olisi runsaat 20 \$/bbl (bbl = barreli eli 159 litran tynnyri) ja vuonna 2020 vajaa 30 \$/bbl. Hinta-arvioissa on pyritty ottamaan huomioon ilmastopöytäkirjan vaikutukset eri polttoaineiden kysyntään ja tarjontaan.

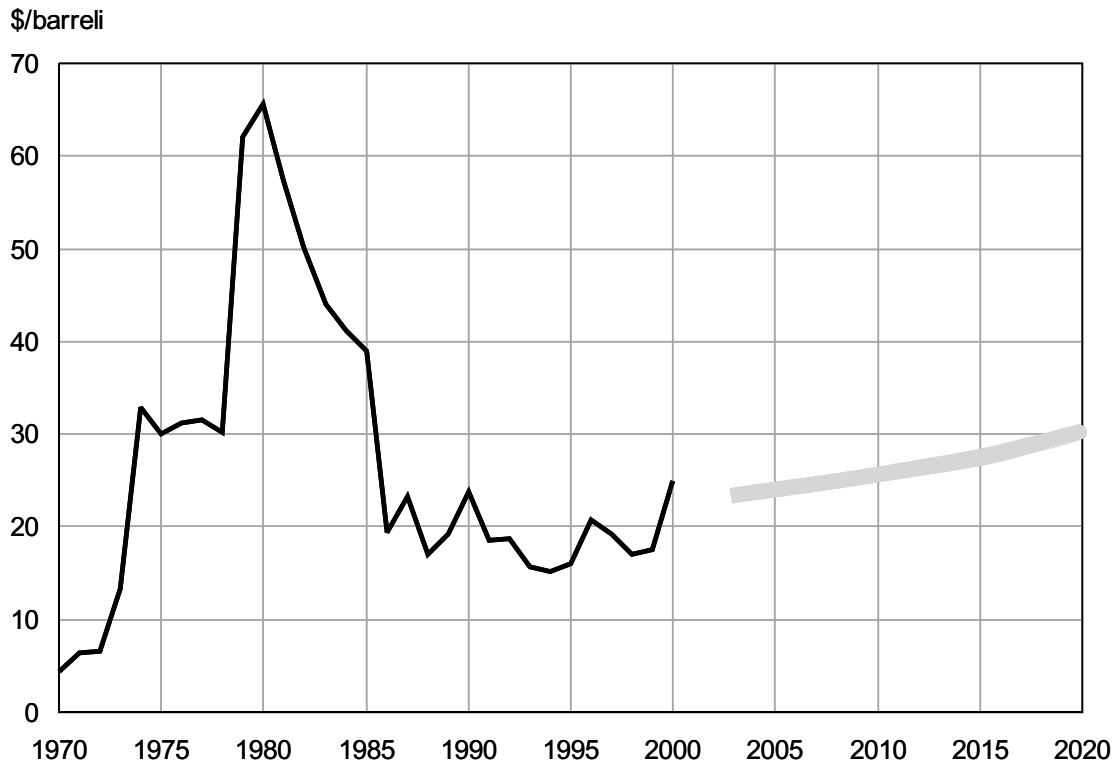
Tämän selvityksen skenaariotarkastuksissa raakaöljyn reaalihinnan oletetaan pysyvän satunnaisia hintaheilahteluja lukuun ottamatta alle 25 \$/barreli vuoteen 2010 saakka, jonka jälkeen se hitaasti kohoaisi noin 30 dollariin barrelilta vuoteen 2020 mennessä.

Myös maakaasun hinta Euroopassa nousee reaalisesti, kun kysyntä kasvaa. Kaasu pysynee kuitenkin erityisesti öljyyn nähden kilpailukykyisenä.

Sähkön tuontihinnan Suomeen arvioidaan pidemmällä aikavälillä nousevan selvästi viime aikojen alhaiselta tasolta.

Kivihiilen hinta nousisi runsaan tarjonnan vuoksi hieman hitaammin kuin öljyn ja maakaasun hinnat.

BAU-skenaariossa on energiaverojen oletettu pysyvän reaalisesti nykyisellään. Nimellisverot nousisivat siis vain inflaation myötä. Myös energiaverotuksen rakenne säilyisi nykyisenä. Sama oletus on tehty myös autojen verotuksen osalta. Liikenne- ja viestintäministeriön selvityksessä ”ei-toimenpiteitä” -kehitysvaihtoehdossa ei toteuteta uudistuksia auton hankintaverotuksessa.

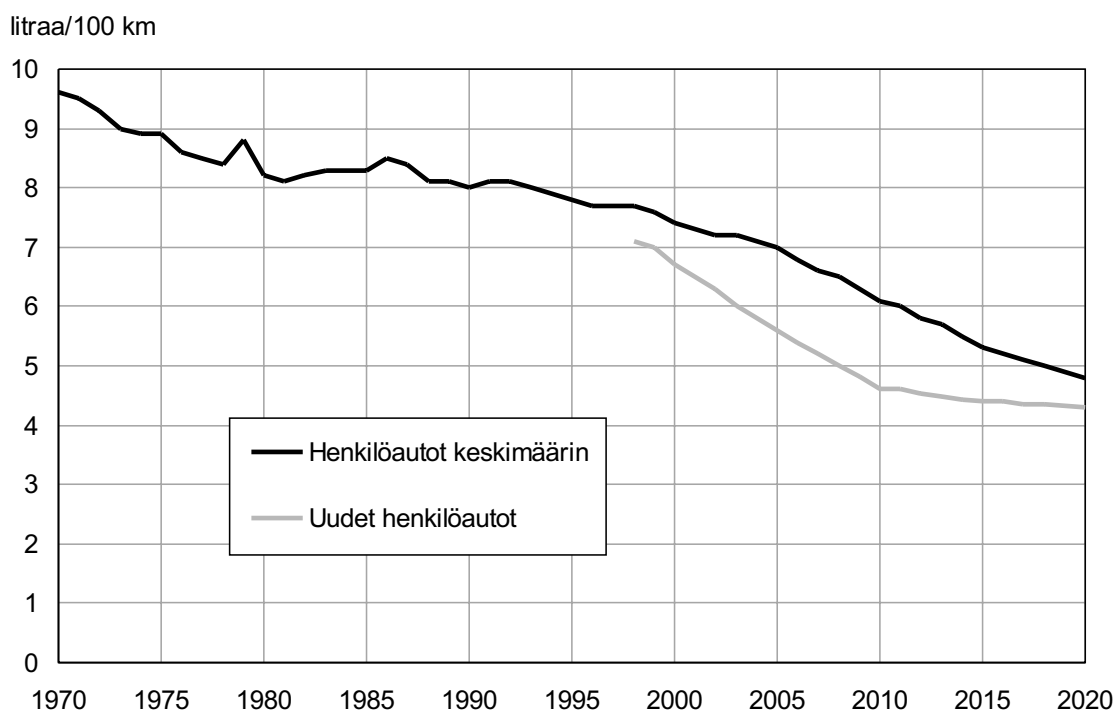


Kuva 4. Raakaöljyn (Brent-laatu) hintakehitys, \$/barreli (vuosikeskiarvo), vuoden 1999 rahassa (Lähde: IEA World Energy Outlook 2000 ja European Union Energy Outlook to 2020)

2.6 Teknologian kehitys ja normit

Teknologisen kehityksen oletetaan BAU-skenaariossa etenevän trendinomaisesti niin energia- kuin muillakin sektoreilla. Nopeita teknologisia hyppäyksiä tai siirtymiä ei odoteta tarkastelujaksolla tapahtuvan. Nykyinen paras kaupallinen teknologia tulee käyttöön vähitellen ja yhä tehokkaampi teknologia kaupallistuu tasaisesti. Käytännössä on havaittu, että esim. energiatehokkuudeltaan paras kaupallinen teknologia ei aina tule käyttöönotetuksi. Tällöin hyödykkeen muut ominaisuudet, hinta ja markkinoiden vajavuudet eivät välttämättä tue energiatehokkaiden tuotteiden valintaa. Tämän ns. tehokkuuskuilun oletetaan BAU-skenaariossa säilyvän saman suuruisena myös tulevaisuudessa.

Teknologian kehitystä BAU-skenaariossa kuvastaa kuvan 5 henkilöautojen bensiinin keskikulutuksen kehitys Suomessa vuosina 1975–2020, jossa on otettu huomioon Euroopan komission ja autoteollisuuden solmimat sopimukset uusien autojen hiilidioksidin ominaispäästöjen vähentämisestä. Komissio ja autoteollisuus ovat allekirjoittaneet ympäristösopimuksen, jonka mukaan Euroopan Auto-teollisuus -yhdistyksen jäsenten Euroopan unionin alueella myymien uusien henkilöautojen hiilidioksidipäästöjen keskimääräinen arvo laskee vuoteen 2008 mennessä tavoitearvoon 140g/km, mikä tarkoittaa bensiinikulutuksena 5 litraa/100 km, kun nykyisin uusien autojen keskikulutus on noin 8 litraa /100 km. Diesel-autoissa vastaava tavoitearvo merkitsee kulutuksena 4,5 litraa/100km. Myöhemmin vuoteen 2012 mennessä pyritään tavoitearvo laskemaan 120 g/km. Vastaava sopimus on myöhemmin allekirjoitettu myös Japanin ja Korean autoteollisuuden kanssa.



Kuva 5. Henkilöautojen bensiinin keskikulutuksen kehitys, litraa/100 km, BAU-skenaario (Lähde: LVM:n sektoriselvitys)

Muissa normeissa on otettu huomioon voimassa olevat ja jo päätetyt määräykset tai sopimukset. Tällaisia ovat mm. rakennusten lämpötaloudelliset määräykset, kaatopaikkoja koskevat valtioneuvoston päätökset ja EY:n kaatopaikkadirektiivi, direktiivi kotitalouskoneiden energiatehokkuudesta ja sopimukset teollisuuden ja kuntien kanssa energiatehokkuuden parantamisesta.

2.7 Sähkön hankinnan rakenne

Vesivoiman tuotantoarvion lähtökohtana on oletus, että koskiensuojelulakia ei muuteta. Tällöin vesivoiman tuotanto pysyisi likipitään nykytasolla. Keskimääräisenä vesivuonna tuotanto on noin 13 TWh.

BAU-skenaarion lähtökohtana on, että ydinvoiman kapasiteetti ei muutu nykyisestään. Ydinvoiman käytettävyyden kuitenkin alenisi hieman vuoden 2010 jälkeen kun laitokset ikääntyvät.

Sähkön tuontinäkemistä KTM on teettänyt konsulttiselvityksen. Se päättyi alan muiden asiantuntijoiden kanssa varsin yhdenmukaisesti siihen näkemykseen, että Ruotsin ja Norjan mahdollisuudet viedä sähköä naapurimaihinsa kapenevat jatkossa. Niinpä BAU-skenaariossa oletetaan, että sähkön tuonti Pohjoismaista Suomeen kääntyisi aikaa myöten laskuun ja että tuonti kokonaisuudessaan olisi tarkastelujakson lopulla noin 6 TWh. Vuonna 1999 sähköä tuotiin noin 11 TWh, josta noin 5 TWh tuli Venäjältä.

Teollisuuden vastapainevoiman, eli yhteistuotannon sähkön tuotanto on sidoksissa lähinnä massa- ja paperiteollisuuden lämmön kulutuksen kehitykseen. BAU-skenaariossa on lisäksi oletettu, että teollisuuden uusien yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotantolaitosten rakennusaste nousisi jonkin verran lähinnä sen vuoksi, että maakaasun osuus näissä laitoksissa lisääntyy.

Yhdyskuntien yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto kehittyy kaukolämpökuormien myötä. Myös tällä sektorilla maakaasun oletetaan olevan uusien laitosten hallitseva polttoaine Etelä-Suomessa. Tällöin myös sähkön tuotanto suhteessa tuotettuun lämpöön kasvaa.

Voimakkaimmin kasvava sähköntuotantomuoto BAU-skenaariossa on tuulivoima. Uutta tuulivoimakapasiteettia arvioidaan syntyvän vuosittain noin 15 MW koko tarkasteluvälillä. Tuulivoiman tuotanto kasvaisi näillä oletuksilla yli 10 prosentin vuosivauhtia vuosina 2000–2020.

Normaalitilanteissa se osa sähköstä, jota ei edellä kuvatuilla tuotantotavoilla saada katettua, tuotetaan tavallisella lauhdutusvoimalla. Valtaosa siitä on kivihiiilisähköä. BAU-skenaariossa oletetuilla käyttösuhteilla ja arvioidulla sähkön kulutuksen kasvulla päädytään siihen, että olemassa oleva kivihiihlikapasiteetti tulee aikaa myöten käyttöön ja hiilen käyttö kasvaa tämän vuoksi voimakkaasti. Uusi lauhdutusvoima BAU-skenaariossa perustuu sekä kivihiileen että maakaasuun.

2.8 Maakaasu

Suomen maakaasuverkoston oletetaan BAU-skenaariossa kehittyvän siten, että maakaasuverkko ulottuisi Turun seudulle. Yhteyttä keskieuropalaiseen verkkoon ei olisi.

Teollisuuden ja yhdyskuntien energiantuotannossa maakaasu on tarjonta-alueellaan kilpailukykyinen polttoaine. Maakaasun käyttö näissä kohteissa kasvaa tasaisesti kun voimalaitoksia tulee uusimisikään. Samoin suurin osa kysynnän kasvusta johtuvasta uudistarpeesta on maakaasuperusteista. Lauhdutusvoiman tuotannossa maakaasun käytön oletetaan saavan jonkin verran jalansijaa myös uudessa kapasiteetissa.

2.9 Turve, puupolttoaineet ja muut uusiutuvat

Puupolttoaineiden kilpailukyky on parantunut viime vuosina melkoisesti teknologian kehityksen ja tehtyjen veroratkaisujen myötä. Kilpailukyvyn oletetaan edelleen kohenevan, vaikkakaan BAU-skenaarioon ei sisälly oletuksia uusista puun kilpailukykyä tukevista veroratkaisuista.

Metsäteollisuuden jäteliemien ja jätepuun talteenottoasteen oletetaan olevan nykyinen, jolloin niiden tuotanto ja käyttö kehittyvät samassa tahdissa kuin metsäteollisuuden tuotanto kasvaa.

Turve kilpailee luontaisilla markkina-alueillaan sähkön ja lämmön yhteistuotannossa lähinnä puun kanssa. BAU-skenaariossa hintaoletusten perusteella teollisuuden jätepuu sekä edullisin osa metsähakkeesta on kilpailukykyistä turpeen kanssa. Kuitenkin kun tarvitaan suuria määriä polttoainetta on turve käytetyillä hintasuhteilla useimmissa laitoksissa pääpolttoaine ja puu täydentävä polttoaine. Turpeen kulutus kasvaa yhdyskuntien sähkön ja lämmön tuotannossa. Teollisuudessa turpeen käyttö pysyy vakaana, mutta lauhdutusvoiman tuotannossa turve ei ole BAU-oletuksilla kilpailukykyinen.

Tuulivoimaa on käsitelty aiemmin kappaleessa 2.7 sähkönhankinnan rakenteen yhteydessä. Maalämmön ja aurinkolämmön osuus uudisrakennuksien lämmityksessä kasvaa vain hieman nykyisestä. BAU-oletuksien mukaan polttoaineiden ja siten myös lämmityksen hintasuhteet säilyvät nykyisellään, jolloin lämmitysvalinnoissa

ei ole odotettavissa suuria muutoksia. Jätteiden hyödyntäminen kaukolämmön-tuotannossa säilyy nykyisellään. Kaatopaikkojen, jätevesipuhdistamojen ym. me-taanipäästöjen talteenotto kasvaa selvästi, mutta kokonaisuuden kannalta sen mer-kitys ei ole suuri.

2.10 Muut arvioiden lähtökohdat

Maatalouspolitiikka

EU:n nykyinen maatalouspolitiikka ja nykyiset rahoitusjärjestelmät ovat todennä-koisesti voimassa vuoden 2006 loppuun, minkä jälkeen maatalouspolitiikassa ta-pahtunee uudistuksia. On tosin mahdollista, että uudistuksia joudutaan tekemään jo aikaisemminkin EU:n laajenemisen ja maailmankaupan vapauttamisneuvottelujen takia.

Tässä raportissa maatalouden BAU-skenaario perustuu oletukseen, että nykyinen maatalouspolitiikka jatkuu koko tarkasteluajan vuoteen 2020. Maatalouspolitiikka kuitenkin todennäköisesti uudistuu niin kutsutun Agenda 2007 -skenaarion mukai-sesti, mutta näiden uudistusten vaikutuksia käsitellään politiikkaskenaarioissa.

Maatalouspolitiikan kehityslinjoja tarkastellaan lähemmin maa- ja metsätalousmi-nisteriön taustaselvityksessä.

Yhdyskuntarakenne

Suomessa, kuten muissakin teollisuusmaissa, väestön muuttoliikkeelle on ollut ominaista toisaalta alueellinen keskittyminen kasvukeskuksiin ja toisaalta saman-aikainen hajautuminen keskusten reunoilla ja ympärillä. Suomessa taajamien yh-dyskuntarakenne on kuitenkin jo lähtökohdiltaan huomattavasti väljempi kuin muualla: läntisissä naapurimaissamme taajamien asukastiheys on Suomeen verrat-tuna jopa kaksin- tai kolminkertainen. Muuttoliikkeen myötä kasvuseutujen raken-ne on edelleen hajautumassa. Yhdyskuntarakenteen muutos vaikuttaa varsinkin asumisen ja liikenteen energiankäyttöön.

BAU-skenaariossa Suomen sisäinen muuttoliike jatkuu, ja väestö keskittyy muuta-mille kaupunkiseuduille ja yleisestikin taajamaseuduille. Väestön keskittyminen kasvukeskuksiin lisää asuntojen ja julkisissa palveluissa tarvittavien rakennusten

tarvetta ja sitä kautta lisää alueen rakennustoimintaa ja sen edellyttämiä kuljetuksia. Aluerakenteen kehittymisellä ja talouden kasvulla on merkittävä vaikutus kaupan logistiikan ja kuljetusjärjestelmien kehitykseen. Talouden kasvu lisää kansalaisten ostovoimaa ja sitä kautta koti- ja ulkomaisten tavaroiden ja palveluiden kysyntää. Kaupan kysynnän muutokset – kulutuksen kasvu ja sen alueellinen uudelleen sijoittuminen sekä tulevaisuudessa myös sähköinen kaupankäynti – osaltaan edellyttävät muutoksia jakelukanaviin.

Talouden kasvu lisää myös asumisväljyyttä, mikä yhdessä muiden elämäntapaan liittyvien tekijöiden, kuten kotitalouksien keskikoon ennustetun pienenemisen kanssa lisää painetta yhdyskuntarakenteen hajautumiseen. Työn muuttuminen epä säännölliseksi ajallisesti ja paikallisesti vähentää asuin- ja työpaikan keskinäisen sijainnin merkitystä. Myös tietoteknologia vähentää ajan ja paikan merkitystä ja voi tehostaa liikennejärjestelmän toimintaa. Muutokset tulevat näkymään niin työnteossa, asioinnissa, kaupankäynnissä, koulutuksessa kuin kommunikoinnissa muiden kanssa. Tietoliikenne voi lisäksi etäläsnäoloa mahdollistamalla vähentää matkustamista, mutta se voi myös toisaalta johtaa matkojen pidentymiseen ja epä säännöllistymiseen.

Kaupallisten palvelujen suuryksiköiden rakentaminen keskusta-alueiden ulkopuolelle on osaltaan edistänyt yhdyskuntarakenteen hajautumista, ja samalla etenkin päivittäistavarakauppa keskustoissa sekä haja-asutusalueiden kauppapalvelut ovat vähentyneet. Toisaalta väestön ikääntyminen ja mahdollisesti myös muiden pienten ruokakuntien muutto erityisesti taajamiin edellyttää kaupalta myös keskustaan suunnattujen ja nykyistä enemmän kohderyhmät huomioon ottavien jakelupalveluiden kehittämistä.

Hajautuneessa yhdyskunnassa ei ole mahdollista kansantaloudellisesti järkevästi tuottaa myöskään julkisia palveluja (koulut, päiväkodit, terveystalvelut, posti) lähellä asutusta, vaan etäisyydet niihin kasvavat. Joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen toimintamahdollisuudet vähenevät, vaikka aluerakenteen keskittyminen periaatteessa luo myös mahdollisuuksia taajamien välisen joukkoliikenteen kehittämiseksi. Ikääntyvän väestön määrä, palveluiden hajaantuminen, elämäntapamuutokset, kulutuksen lisääntyminen ja vapaa-ajan matkojen lisääntyminen asettavat haasteita liikennejärjestelmien suunnittelulle.

Uusien asuinalueiden ja teiden rakentaminen merkitsee Suomessa huomattavaa maankäytön muutosta, lähinnä metsien hävittämistä, mutta myös peltojen vähenemistä. Nämä merkitsevät sitä, että puustoon sekä metsämaahan ja maatalous-

maahan sitoutunut hiilivarasto vähenee. Puuston ja metsämaaperän yhteinen hiilivähenemä voi olla jopa joitakin miljoonia hiilidioksiditonnejä vuodessa.

Alue- ja yhdyskuntarakennetta ohjataan pääasiassa kaavoituksella maakunta-, kunta- ja kunnanosasatasolla. Lisäksi valtakunnan tason aluerakenteeseen vaikuttavat mm. teollisuuden rakennemuutokset, elinkeinoelämän prioriteetit, liikennejärjestelmien kehittäminen ja aluepoliittisen toimenpiteet. BAU-skenaariossa alue- ja yhdyskuntarakenteeseen vaikuttavan politiikan ei oleteta muuttuvan nykyisestä.

Alue- ja yhdyskuntarakenteen kehittymistä tarkastellaan yksityiskohtaisemmin liikenne- ja viestintäministeriön sekä ympäristöministeriön taustaraporteissa.

Liikennepolitiikka

Liikennepolitiikan keskeiset tavoitteet ovat

- turvallinen, sujuva, toimintavarma ja mahdollisimman vähän ympäristöä haittaava liikenne
- alue- ja yhdyskuntarakenteen ja kansainvälisen liikenteen edellyttämät yhteydet ja liikennepalvelut turvattu koko maassa
- erilaiset tarpeet kasvavan ja vähenevän väestömäärän alueilla huomioon otto
- pitkien etäisyyksien huomioon otto
- mahdollisimman vähäinen liikenne ja tehokas logistiikka

Liikenteen BAU-skenaariossa noudatetaan nykyisiä liikennepolitiikan linjauksia. Ilmastopolitiikan tavoitteisiin ei tässä skenaariossa pyritä uusilla kotimaisilla toimenpiteillä.

2.11 Yhteenveto keskeisistä oletuksista

Taulukossa 6 on esitetty yhteenveto BAU-skenaarion keskeisistä oletuksista.

Taulukko 6. BAU-skenaarion lähtökohdat ja oletukset

	2000-2005	2006-2010	2010-2020
Kansainvälinen toimintaympäristö	Vakaa	Vakaa	Vakaa
Väestö	Kasvaa hitaasti	Kasvaa hitaasti	Kasvaa hitaasti
Aluekuntarakenne	Nykypolitiikka, muutto- liike kasvukeskuksiin jatkuu	Nykypolitiikka, muutto- liike kasvukeskuksiin jatkuu	Nykypolitiikka, muutto- liike kasvukeskuksiin jatkuu
Yhdyskuntarakenne*	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen
Liikennepolitiikka	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen
Maatalouspolitiikka	Agenda 2000 mukainen	Agenda 2000 mukainen	Agenda 2000 mukainen
Talouskasvu	Yli 3 % / vuosi	Yli 2 % / vuosi	2 % / vuosi
Polttoaineiden mm.hinnat	Vakaat	Vakaat	Nousevat hitaasti
Energiaverotus	Nykytaso	Nykytaso	Nykytaso
Teknologian kehitys	Nykyinen vuhti	Nykyinen vauhti	Nykyinen vauhti
Normiohjaus	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen
Vesivoiman tuotanto	Ei merkittävää lisäystä	Ei lisäystä	Ei lisäystä
Puuenegian kilpailukyky	Paranee hieman	Paranee hieman	Paranee hieman
Muiden uusiutuvien käyttö	Nykyinen kasvu	Nykyinen kasvu	Nykyinen kasvu
Maakaasuverkko	Nykyinen	Laajenee Etelä-Suomessa	Ei uusia laajennuksia
Ydinenergian tuotanto	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen
Tuontisähkön määrä	8–7 TWh / vuosi	6 TWh vuonna 2010	6 TWh / vuosi

* Yhdyskuntarakenteen muutoksia (hajautumiskehitys) ei ole otettu huomioon laskelmissa

3 Laskelmien tulokset

3.1 Energian kulutus

3.1.1 Teollisuus

Teollisuudessa kuluu puolet Suomen kokonaisenergiasta. Sähkön kokonaiskulutuksesta teollisuuden osuus on noin 54 prosenttia. Merkittävimmät energian käyttäjät teollisuudessa ovat massa- ja paperiteollisuus, metallien valmistus ja kemian perusteollisuus. Näiden toimialojen osuus niin teollisuuden energian kokonaiskäytöstä kuin sähkön käytöstäkin on yli 80 prosenttia. Myös elintarvikkeiden ja puutavaran valmistus ovat keskimääräistä energiasäästävempiä toimialoja.

Teollisuuden sähkön ja kokonaisenergian kysyntä on arvioitu teollisuustuotannon volyymien, tuoterakenteen ja suurimpien toimialojen osalta tuotekohtaisten energiankäyttötietojen perusteella.

3.1.1.1 Metsäteollisuus

Massan ja paperin valmistus

Massa- ja paperiteollisuus, joka on suurin teollisuuden energiankäyttäjä, käyttää nykyisin noin 60 prosenttia koko teollisuuden tarvitsemasta sähköstä ja polttoaineista. Massan ja paperin valmistuksen energian käytön määrä ja rakenne ja siten myös hiilidioksidipäästöt riippuvat ratkaisevasti tuotannon tasosta ja sen rakenteesta. Sen vuoksi toimialan energiankäyttöarviot on laadittu fyysisten tuotemäärien avulla.

BAU-skenaariossa olevat tuotantoarviot eri paperilaatujen ja massojen tuotannon kehityksestä eivät ole ennusteita, vaan mahdolliseksi nähtyjä kehitysarvioita. Eri paperi- ja massalaatujen tuotannon tulevaa kehitystä arvioitaessa on käytetty hyväksi tietoja jo päätetyistä ja julkistetuista investointihankkeista, Suomen metsävarojen käyttömahdollisuuksista kansallisen metsäohjelman valossa, raakapuun tuontimahdollisuuksista sekä näkemyksiä maailmanmarkkinoiden kysynnän ja tuotantorakenteen kehityksestä. Papereiden ja kartonkien sekä massojen tuotantoarviot näkyvät taulukoissa 7 ja 8.

Taulukko 7. Paperi- ja kartonkituotteiden tuotanto 1999–2020, 1 000 tonnia (Laskelman lähtökohdat: Teknologia ja kasvihuonekaasujen päästöjen rajoittaminen, KTM:n julkaisuja 1/2001, kansallinen metsäohjelma, 1999, toimialajärjestöt, haastattelut, 2000)

Paperilaji	1999	2010	2020
Sanomalehtipaperi	1490	1490	1490
Puupitoinen p&k-paperi	4902	6400	7900
Päällystetty	2952	4200	5600
Päällystämätön	1950	2200	2300
Puuvapaa p&k-paperi	2929	3800	4700
Päällystetty	1200	1800	2400
Päällystämätön	1729	2000	2300
Muu paperi ja kartonki	3626	4300	4500
Paperi ja kartonki yhteensä	12703	15990	18590

Taulukko 8. Massojen tuotanto 1999–2020, 1000 tonnia (Laskelman lähtökohdat: Teknologia ja kasvihuonekaasujen päästöjen rajoittaminen, KTM:n julkaisuja 1/2001, Jaakko Pöyry Consulting, 1999, toimialajärjestöt, haastattelut, 2000)

Massalaji	1999	2010	2020
Mekaaniset massat	4133	4900	5500
Sellu, josta	7015	7700	8300
sellun tuotanto vientiin	1584	900	400
Muut massat	1141	1300	1300
Massat yhteensä	12289	13900	15100

Massojen tuotanto kasvaa selvästi hitaammin kuin papereiden ja kartonkien tuotanto, koska massojen kotimaisen kysynnän kasvaessa sellun viennin arvioidaan vähenevän huomattavasti tarkastelukaudella ja papereiden tuotannon kasvun painopiste on päällystetyissä papereissa.

Massa- ja periteollisuudessa sähkön tarve tuotettua paperi- ja massatonna kohden on VTT:n (Teknologia ja kasvihuonekaasujen rajoittaminen, Espoo 2000) tekemien arvioiden mukaan viimeisen kymmenen vuoden aikana noussut hiokkeen ja hierteen valmistuksessa ja muiden massojen sekä papereiden ja kartonkien valmistuksessa pysynyt lähes ennallaan. Mekaanisten massojen sähkön tarpeen lisääntymisen odotetaan hidastuvan vuoteen 2005 mennessä ja jatkuvan sen jälkeen hitaana kasvuna. VTT:n arvioiden mukaan päällystettyjen paino- ja kirjoituspapereiden sähkön ominaiskulutukset ovat nousussa vuoteen 2005 saakka, jonka jälkeen kasvu taittuisi ja kääntyisi laskuun. Ominaiskulutusten kasvu johtuu papereiden ja massojen laatuvaatimusten kasvusta. Teknologian kehitys parantaa tuotantokoneiston tehokkuutta, mutta laatuvaatimusten nousu lisää sähkön kulutusta tuotettua massatonna kohden. Prosessilämmön ominaiskulutukset sen sijaan laskevat selvästi niin papereiden ja kartonkien kuin massojenkin valmistuksessa.

Tuotanto- ja ominaiskulutusarvioiden perusteella arvioitu massa- ja paperiteollisuuden sähkön kulutus näkyy taulukosta 9.

*Taulukko 9. Massa- ja paperiteollisuuden sähkönkulutus 1999–2020, TWh
(Laskelman lähtökohdat: Teknologia ja kasvihuonekaasujen päästöjen rajoittaminen, KTM:n julkaisuja 1/2001, Jaakko Pöyry Consulting Oy, 1995, 1999)*

Massa- tai paperilaji	1999	2010	2020
Sanomalehtipaperi	0,9	0,9	0,9
Puupitoinen p&k-paperi	3,8	5,2	6,5
Puuvapaa p&k-paperi	2,3	3,1	3,9
Muu paperi ja kartonki	2,6	3,2	3,4
Mekaaniset massat	8,4	10,3	11,7
Sellu	5,8	6,0	6,1
Muut massat	0,4	0,5	0,5
Yhteensä	24,2	29,3	33,0

Sähkön tarve kasvaa massa- ja paperiteollisuudessa vuosina 1999–2020 noin 8,8 TWh, josta noin 3,3 TWh aiheutuu mekaanisten massojen lisääkäytöstä, 2,7 TWh puupitoisten papereiden tuotannon kasvusta ja 1,6 TWh hienopapereiden tuotannon kasvusta sekä 0,8 TWh muiden papereiden ja kartonkien tuotannon lisäyksestä.

Puupitoisten papereiden tuotanto perustuu mekaanisten massojen käyttöön, mikä johtaa selluun perustuvia hienopapereita suurempaan sähkön kulutukseen. Puupitoisten papereiden tuotanto vaatii enemmän sähköä kuin hienopapereiden tuotanto, mutta noin puolta vähemmän raakapuuta. Tuotantoarviossa näille kahdelle paperikategorialle on oletettu yhtä suuri suhteellinen kasvu.

Massa- ja paperiteollisuuden arvioitu prosessilämmön tarve ja sen hankkimiseen käytetyt polttoaineet sekä vastapainesähkön tuotanto näkyvät taulukossa 10. Polttoaineisiin sisältyvät myös sähkön ja lämmön yhteistuotannon polttoaineet.

Taulukko 10. Massa- ja paperiteollisuuden lämmön tarve (TWh) ja käytetyt polttoaineet (1000 toe) ja yhteistuotannon sähköntuotanto (TWh)

Energialähde	1998	2010	2020
Prosessilämpö, TWh	44	52	58
Polttoaineet (1000 toe), josta	6100	7100	7900
Öljy	320	230	130
Maakaasu	930	1330	1620
Kivihili	40	0	0
Turve	550	540	630
Puuperäiset	4260	5000	5520
Sähkön ja lämmön yhteistuotannon sähköntuotanto, TWh	11,5	14,0	16,8

Massa- ja paperiteollisuuden käyttämistä polttoaineista noin 70 prosenttia on puuperäisiä polttoaineita, jättepuuta, jäteliemiä ja metsähaketta. Ostopolttoaineista maakaasun ja teollisuuden ulkopuolelta tulevaan metsähakkeeseen odotetaan selvää kasvua. Myös turpeen käyttöön oletetaan hieman kasvua, vaikka suurin osa kasvupotentiaalista korvautuu metsähakkeen käytöllä.

Muu metsäteollisuus ja raakapuun tarve

Puutavaran valmistuksessa tuotannon arvonlisäyksen odotetaan kasvavan tarkastelukaudella keskimäärin vain alle prosentin vuosivauhdilla. Tuotannon fyysisen määrän arvioidaan kasvavan tätäkin hitaammin, sillä tuotannon painopiste siirtyy korkeamman jalostusasteen tuotteisiin. Sahatavaran valmistuksen arvioidaan pysyvän keskimääräisesti nykyisellä tasolla. Vanerien tuotannon odotetaan kasvavan. Puutaloteollisuuden ja muun pidemmälle jalostetun puutavaratuotannon arvioidaan kehittyvän suotuisasti.

Massa- ja paperiteollisuuden ja puutavarateollisuuden tuotannon kasvusta seuraa, että teollisuuden raakapuun tarve lisääntyy nykyisestä noin 70 milj. m³:sta vuoteen 2010 mennessä noin 6 milj. m³:lla ja vuoteen 2020 mennessä noin 11 milj. m³:lla. Raakapuun käytön lisäys katetaan kotimaisista hakkuista ja tuonnista. Arvio sopii hyvin kansallisen metsäohjelman asettamiin tavoitteisiin.

3.1.1.2 Metallien valmistus

Metallien valmistuksen toimialaan luetaan rauta- ja terästeollisuus, muiden metallien valmistus (ns. värimetallit) ja valimot. Energian käytön kannalta tärkeimmät ”muiden metallien valmistukseen” kuuluvat tuotteet Suomessa ovat ferrokromi, kupari, sinkki ja nikkeli.

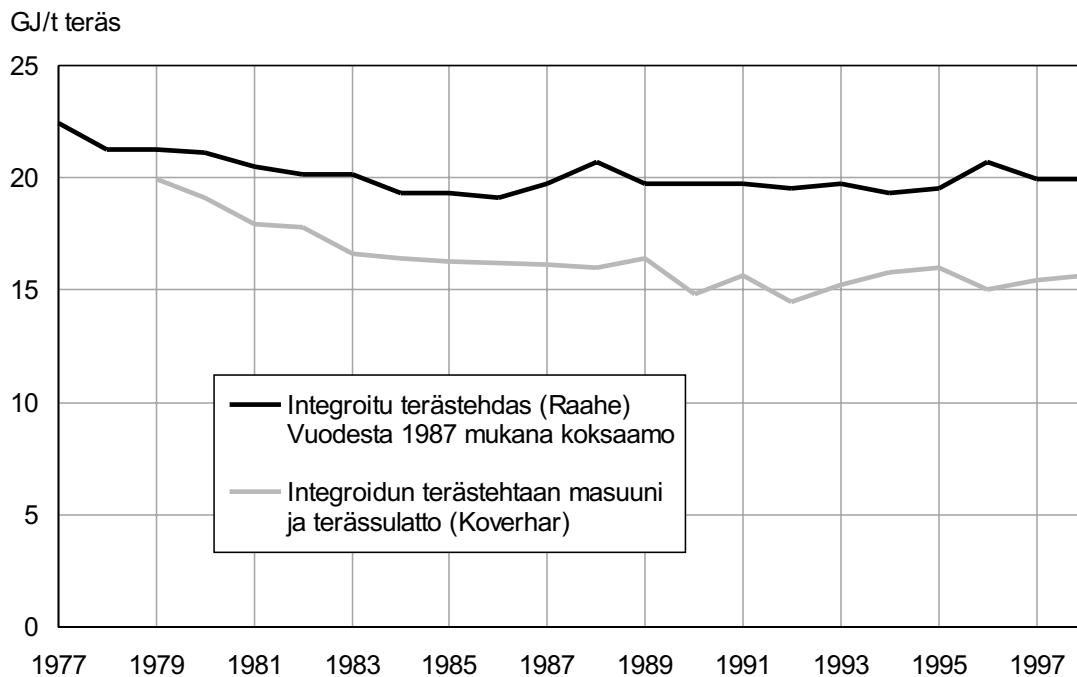
Valtaosa metallien valmistukseen käytetyistä polttoaineista kuluu malmipohjaisen teräksen tuotannossa. Sähköstä sen sijaan lähes 60 prosenttia käytettiin vuonna 1998 värimetallien valmistuksessa.

Rauta- ja terästeollisuus

Suomen terästeollisuuden vuotuinen tuotantokapasiteetti on nykyisin raakateräksellä mitattuna noin 4 milj. tonnia. Siitä runsas kolme neljäsosaa tuotetaan massuuniteknologialla integroiduissa terästehtaissa, jotka käyttävät sekä malmia että romua raaka-aineenaan. Noin neljännes tuotannosta puolestaan syntyy sähköuuni-

prosesseissa, jossa tärkeimmät raaka-aineet ovat romu, ferrokromi ja seosmetallit. Raakateräksen tuotantokapasiteetin arvioidaan nousevan vuoteen 2010 mennessä noin neljänneksellä eli miljoonalla tonnilla rakenteilla olevien laajennusten ja julkistettujen investointisuunnitelmien perusteella. Tämän jälkeen tuotannon arvellaan kasvavan aikaisempaa selvästi hitaammin, lähinnä tuotannon tehostamisinvestointien seurauksena. Tuotantokapasiteetti kasvaa sekä malmipohjaisessa että romupohjaisessa tuotannossa. Merkittävin lisäys on odotettavissa ruostumattomien terästen tuotannossa.

Malmipohjaisessa teräksen tuotannossa käytetään masuunissa kivihiilestä valmistettua koksia malmissa olevan raudan pelkistämiseen. Osa koksista voidaan korvata myös erikoisraskaalla öljyllä yms. Edellä mainittujen aineiden käytölle pelkistäjinä ei ole nykyisin taloudellista vaihtoehtoa. Alla olevassa kuvassa on esitetty Rautaruukki Oy:n terästehtaiden pelkistysaineiden ja energiankäytön kehitys vuosina 1977–1998.



Kuva 6. Integroidun terästehtaan pelkistysaineiden ja energian kulutus tuotettua terästonnia kohden (Lähde: Rautaruukki Oy, www.rautaruukki.fi)

Pelkistysaineiden ja energian käyttö tuotettua terästonnia kohden ovat laskeneet 1980-luvun loppuvuosiin (koksaamon luvut vuodesta 1987 huomioitava) saakka, jonka jälkeen tehostumisvauhti on hidastunut. Tehostuminen on saavuttanut tason, jonka alentaminen on erittäin vaikeaa. Kansainvälisesti vertailtuna Suomen terästehtaiden pelkistysaineiden ja energian käyttö on erittäin tehokasta. BAU-skenaa-

riossa pelkistysaineiden käyttö lisääntyisi näin ollen lähes samassa suhteessa kuin malmipohjainen terästuotanto Suomessa.

Ruostumattoman teräksen nykyinen vuosituotanto Suomessa on noin 600 000 tonnia aihioina. Tuotannon pääraaka-aineet ovat rauta- ja teräsromu sekä ferrokromi. Kromia on normaalisti hiukan alle 20 prosenttia ja nikkeliä noin 10 prosenttia. Haponkestävässä teräksessä on vielä noin pari prosenttia molybdeeniä. Ruostumattoman teräksen tuotanto perustuu kotimaiseen kromimalmiin ja osittain myös kotimaiseen nikkeliin.

Ruostumattoman teräksen tuotantokapasiteetti Suomessa kasvaa lähivuosina noin kaksinkertaiseksi, mikä aiheuttaa samalla merkittävän sähkönkulutuksen liäskyksen tällä toimialalla.

Muiden metallien valmistus

Merkittävimpien värimetallien tuotantoluvut vuonna 1999 olivat:

- Ferrokromi: 256 300 tonnia
- Sinkki: 225 200 tonnia
- Katodikupari: 114 700 tonnia
- Nikkeli: 52 800 tonnia

Värimetallien tuotanto on kasvanut Suomessa 1990-luvulla voimakkaasti. Vuonna 1999 nikkelin tuotanto oli kolminkertainen vuoden 1990 tuotantoon verrattuna. Kuparin tuotannon keskimääräinen vuosikasvuvauhti samana ajanjaksona oli 6,5 prosenttia, ferrokromin 4,3 prosenttia ja sinkin 2,8 prosenttia. Kasvuvauhdin odotetaan kuluvalle vuosikymmenellä hidastuvan, mutta pysyvän 2–3 prosentin vauhdissa. Kasvun taustalla ovat suotuisat kysyntänäkymät niin kotimaassa kuin vientimarkkinoillakin.

Tärkein energialähde värimetallien tuotannossa on sähkö, jota vuonna 1998 käytettiin noin 2,5 TWh. Tästä noin 2/3 kului ferrokromin ja sinkin tuotannossa. Sinkin, nikkelin ja kuparin valmistuksessa suurin osa tarvittavasta sähköstä kuluu elektrolyysissä. Sähkö on erittäin merkittävä kustannustekijä värimetallien tuotannossa, joten on selvää, että siltä osin tuotantokustannukset pyritään minimoimaan pitämällä tuotantokoneisto energiatehokkaana. Sähkön käyttö kuitenkin lisääntyy tuotannon kasvun seurauksena, vaikka lopputuoteyksikköä kohden lasketun sähkönkäytön arvioidaan alenevan.

Metallien valmistuksen energian käyttö

Tuotanto- ja ominaiskulutusarvioiden perusteella on päädytty taulukossa 11 esitettyyn sähkön ja polttoaineiden kulutuslukuihin.

Taulukko 11. Metallien valmistuksen sähkön (TWh) ja polttoaineiden (1000 toe) kulutus BAU-skenaariossa 1998–2020 (Arvio perustuu: Tilastokeskus 1996 ja 2001)

Energialähde	1998	2010	2020
Sähkö, TWh	4,38	5,6	6,4
Polttoaineet (1000 toe)	1660	2300	2680
Öljy	360	540	630
Kivihiili ja koksi ¹⁾	1200	1600	1850
Maakaasu	100	160	200

1) Sisältää myös masuuni- ja koksamokaasun

3.1.1.3 Kemianteollisuus

Kemianteollisuus on tarkasteluissa jaettu seuraaviin kolmeen pääryhmään:

- kemikaalien valmistus
- öljynjalostus
- kumi- ja muovituotteiden valmistus

Kemikaalien valmistus sisältää öljynjalostuksen ohella kemianteollisuuden energiantensiivisen tuotannon. Siihen kuuluvat lannoitteiden ja niiden raaka-aineiden valmistus, metsäteollisuuden käyttämien kemikaalien sekä täyte- ja päällysteaineiden valmistus, teollisuuskemikaalien ja -kaasujen valmistus sekä petrokemianteollisuuden tuotteet. Kumi- ja muovituotetoimialan tuotanto käsittää korkeamman jalostusasteen tuotteita, joista merkittävä osa menee suoraan loppukulutukseen.

Lannoitteiden kysynnän odotetaan niin Suomessa kuin muuallakin EU-alueella kasvavan tarkastelukaudella hyvin hitaasti EU:n yhteisen maatalouspolitiikan linjausten seurauksena. Lannoitteiden tuotannon arvioidaan noudattavan kysynnän kehityslinjoja. Suomessa kemikaalien tuotannon kasvun arvioidaan syntyvän lähinnä metsäteollisuuden käyttämien kemikaalien valmistuksesta. Kokonaisuudessaan kemikaalien valmistuksen arvellaan kasvavan vuosina 1999-2010 keskimäärin prosentin vuosivauhdilla ja hidastuvan vuosien 2010-2020 välillä noin puoleen aiemmasta kasvuvauhdista.

Kemianteollisuuden tuotannon kasvua ylläpitää suhteellisesti vähän energiaa kuluttava kumi- ja muovituoteteollisuuden toimiala. Sen vuosikasvuksi arvioidaan 2,5 prosenttia vuosina 1999–2010 ja hieman vajaat 2 prosenttia vuosina 2010–2020.

Kemianteollisuuden energiantensiivisillä aloilla energiakustannukset ovat merkittävä kustannustekijä ja Suomen tuotantokoneisto on suhteellisen uutta, jonka vuoksi energiatehokkuuden on todettu olevan Suomessa kansainvälisesti vertaillen hyvä. Energiankäytön tehostamismahdollisuudet eivät siten ole kovin suuret. EU-alueella BAU-skenaariion oletuksilla energiankäytön odotetaan tehostuvan kemianteollisuudessa 0,1–0,5 prosenttia vuodessa (European Union Energy Outlook to 2020).

Kemianteollisuuden sähkön ja polttoaineiden kulutusarvio vuosille 1998–2020 on koottu taulukkoon 12.

Taulukko 12. Kemianteollisuuden sähkön (TWh) ja polttoaineiden (1000 toe) käyttö BAU-skenaariossa 1998–2020 (Arvio perustuu: Tilastokeskus 1996 ja 2001)

Energialähde	1998	2010	2020
Sähkö, TWh	5,1	5,6	5,6
Polttoaineet, (1000 toe)	1030	1170	1130
Öljy	390	410	380
Kivihiili	50	0	0
Maakaasu	430	580	570
Muut	160	180	180

Kemianteollisuuden tuotantorakenteen muutoksen seurauksena energiankulutuksen kasvu on vähäistä. Sähkön kulutus kasvaa vuosina 1998–2020 vajaan 0,5 prosentin vuosivauhdilla ja polttoainekäyttö sitäkin vähemmän.

3.1.1.4 Muu teollisuus

Muun teollisuuden yhteenlaskettu energian käyttö on vajaa 20 prosenttia koko teollisuuden energian käytöstä. Tuotannon arvonlisäyksellä mitattuna muun teollisuuden osuus oli kuitenkin yli 60 prosenttia teollisuuden tuotannon arvonlisäyksestä vuonna 1998. Tähän ryhmään kuuluvat seuraavat toimialat: elintarvikkeiden valmistus, tekstiilien, vaatteiden, nahkatuotteiden ja kenkien valmistus, graafinen tuotanto, rakennusmateriaalien tuotanto, metallituotteiden, koneiden, sähköteknisten tuotteiden ja kulkuneuvojen valmistus, muu valmistus ja kaivannaistoiminta. Suurimmat energian käyttäjät tässä ryhmässä ovat elintarvikkeiden valmistus, rakennusteollisuus ja kaivannaistoiminta.

Tuotannon kehitysarviot ja energaintensiteetti vaihtelee muun teollisuuden toimialojen välillä voimakkaasti. Nopeimmin kasvava toimiala on sähkötekniinen teollisuus, joka samalla on myös vähiten energiaa tarvitseva toimiala koko teollisuudessa. Tuotannon kehitysarviot tarkastelukaudella toimialoittain on esitetty taulukossa 13. Taulukossa esitetään myös toimialan sähkön tarve arvonlisäyksen reaalista markkaa kohden, josta käy ilmi tuotannon sähköintensiivisyys.

*Taulukko 13. Muun teollisuuden tuotannon kasvu 1998–2020, %/v
(Lähteet: Tilastokeskus 2000, ks. taulukko 5)*

Toimiala	Sähkö/arvonlisäys 1998 (kWh/1000mk)	1998→2010	2010→2020
Kaivannaistoiminta	283	2,1	0,1
Elintarvike	117	1,1	0,8
Tevanake	77	0,7	0,5
Graafinen	44	2,2	2,0
Rakennusaine	180	2,0	1,0
Metallituotteet	85	2,0	2,0
Koneet	42	2,3	2,0
Sähkötekniset	19	8,8	3,0
Kulkuneuvot	65	1,0	1,0
Muu valmistus	20	2,4	1,5

Tuotannon kasvu kohdistuu toimialoille, jotka eivät vaadi tuotantoonsa kovin runsaasti sähköä. Polttoainekäyttö on elintarviketeollisuutta, rakennusaineteollisuutta ja kaivannaistoimintaa lukuun ottamatta lähinnä rakennusten lämmitykseen käytettyä energiaa, joka ei kasva samassa suhteessa tuotannon kanssa.

Energian käytön tuoteyksikköä kohden arvioidaan muussa teollisuudessa alenevan vuosina 1998–2010 noin 0,4 prosentin vuosivauhdilla BAU-skenaariossa. Polttoainneiden ominaiskulutus alenee nopeammin kuin sähkön, sillä sähkö korvaa polttoaineita tuotantoprosesseissa. Erityisen selvästi tämä kehitys on näkynyt elintarviketeollisuudessa ja sen odotetaan edelleen jatkuvan.

BAU-skenaarion mukainen sähkön kulutus kasvaa muussa teollisuudessa 1,9 TWh vuosina 1998–2020. Noin puolet kasvusta tulee metallituotteiden, koneiden, sähkötekniisten tuotteiden ja kulkuneuvojen valmistuksen tarvitsemasta lisäsähköstä. Loppuosa kasvusta menee elintarviketeollisuuden ja rakennusaineteollisuuden tarpeisiin.

Muun teollisuuden sähkönkäyttö on esitetty taulukossa 14.

Taulukko 14. Muun teollisuuden sähkönkäyttö BAU-skenaariossa 1998–2020, TWh (Lähde: Tilastokeskus 2000, ks. taulukko 5)

Toimiala	1998	2010	2020
Kaivannaistoiminta	0,5	0,5	0,5
Elintarvike	1,5	1,8	1,9
Tevanake	0,3	0,3	0,3
Graafinen	0,4	0,5	0,6
Rakennusaine	0,8	1,0	1,1
Metallituotteet ¹	2,4	2,9	3,1
Muu tuotanto ²	0,8	0,9	1,1
Yhteensä	6,7	7,9	8,6

1 Sisältää metallituotteiden, koneiden, sähkötekniisten tuotteiden ja kulkuneuvojen valmistuksen.

2 Sisältää toimialoille jakamattoman kulutuksen

3.1.1.5 Yhteenveto teollisuuden energiankäytöstä

Teollisuuden polttoainekäyttö kasvaa BAU-skenaariossa runsaan prosentin vuosivauhdilla 1998–2020. Polttoaineittainen kehitys käy ilmi taulukosta 15.

Taulukko 15. Teollisuuden polttoainekäyttö BAU-skenaariossa 1998–2020, 1000 toe (Lähde: ks. toimialoittaiset polttoainekäytöt)

Energialähde	1998	2010	2020
Öljy	1430	1540	1530
Kivihiili	310	180	190
Koksi	555	740	850
Maakaasu	1690	2400	2800
Turpe	580	590	690
Masuuni- ja koksamokaasut, jätelämpö	740	930	1050
Jäteliemet	3230	3650	3950
Jätepuu, kuori ja metsähake	1260	1620	1900
Yhteensä	9800	11650	12960

Teollisuuden käyttämistä öljytuotteista polttoöljyjen kulutus alenee jonkin verran tarkastelukaudella, mutta nestekaasun käyttö kasvaa metsäteollisuudessa ja metallien valmistuksessa. Höyrykivihiiltä arvioidaan käytettävän teollisuudessa tulevana vuosina vain sementin tuotannossa ja vähäisiä määriä metallien valmistuksessa ja kemianteollisuudessa. Koksen käyttö samoin kuin masuuni- ja koksamokaasujenkin käyttö lisääntyy teräksen tuotannon kasvun seurauksena. Maakaasun käyttö kasvaa nopeasti, noin 2,3 prosenttia vuodessa tarkastelukauden aikana. Merkittävimmin maakaasun käyttö lisääntyy metsäteollisuudessa. Turpeen käyttö teollisuudessa pysyy nykytasolla.

Puuperäisten polttoaineiden käyttö teollisuudessa kasvaa vuoteen 2010 mennessä lähes 1 milj. öljykvivalenttitonnia vastaavalla määrällä.

Teollisuuden sähkön kulutus toimialoittain käy ilmi taulukosta 16.

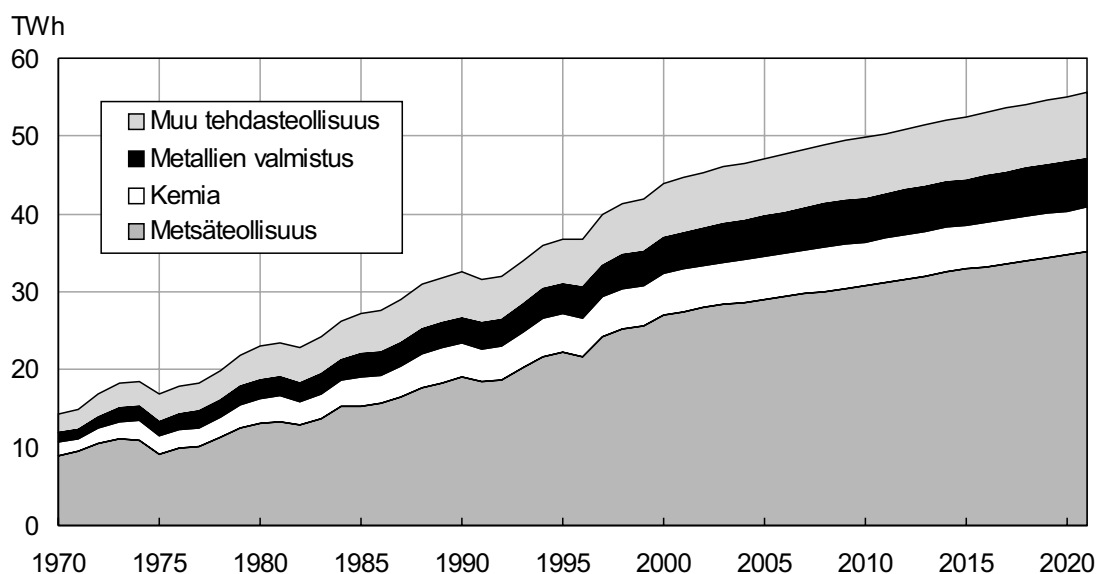
Taulukko 16. Teollisuuden sähkön kulutus toimialoittain BAU-skenaariossa 1998–2020, TWh (Lähde: ks. toimialoittaiset sähkönkulutukset)

Toimiala	1998	2010	2020
Kaivannaistoiminta	0,5	0,5	0,5
Elintarvike	1,5	1,8	1,9
Tevanake	0,3	0,3	0,3
Puutavateollisuus	1,2	1,6	1,8
Massa- ja paperiteollisuus	24,0	29,3	33,0
Graafinen	0,4	0,5	0,6
Kemianteollisuus	5,1	5,6	5,6
Rakennusaine	0,8	1,0	1,0
Metallien valmistus	4,4	5,6	6,2
Metallituotteet ¹	2,4	2,9	3,1
Muu tuotanto ²	0,8	0,8	0,9
Yhteensä	41,4	49,9	54,9

1 Sisältää metallituotteiden, koneiden, sähkötekniisten tuotteiden ja kulkuneuvojen valmistuksen.

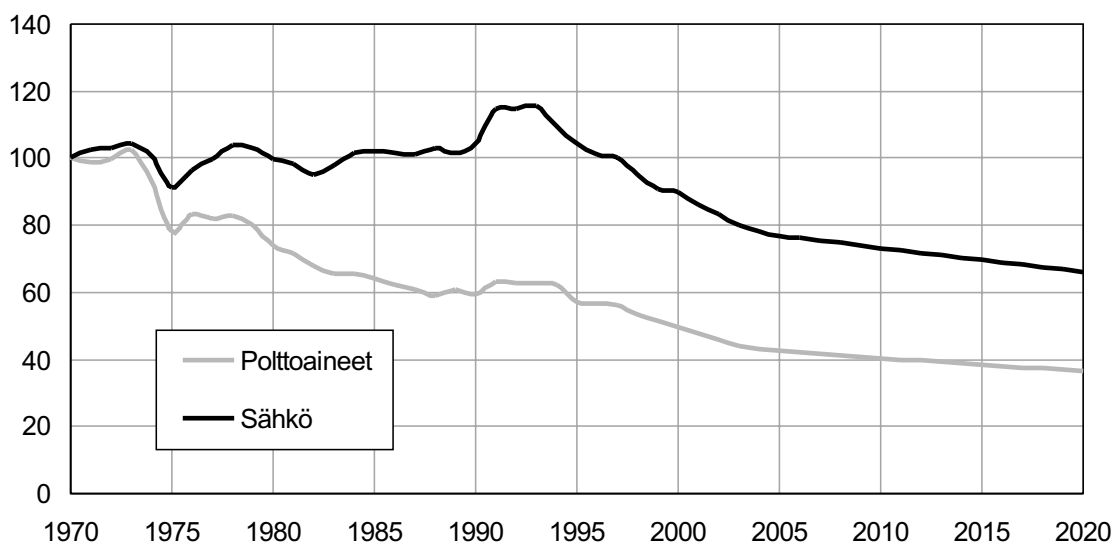
2 Sisältää toimialoille jakamattoman kulutuksen.

Teollisuuden sähkön kulutus kasvaa BAU-skenaariossa vuoteen 2010 mennessä 8,4 TWh eli noin 1,6 prosenttia vuodessa. Vuosien 2010 ja 2020 välillä kasvu on 5,5 TWh, jolloin keskimääräinen kasvu on noin prosentin vuodessa. Noin 2/3 osaa teollisuuden sähkön tarpeen kasvusta johtuu massa- ja paperiteollisuuden tuotannon kasvusta. Metallien valmistuksen osuus teollisuuden kulutuksen kasvusta on noin 15 prosenttia eli 1,8 TWh vuosien 1998 ja 2020 välillä.



Kuva 7. Teollisuuden sähkönkulutus toimialoittain BAU-skenaariossa 1970–2020, TWh (Lähde: ks. toimialoittaiset sähkönkulutukset)

Kuvasta 7 näkyy selvästi miten teollisuuden sähkön kulutuksen kasvu hidastuu vuoden 2000 tietämällä kolmen aiemman vuosikymmenen kasvuvauhdista.



Kuva 8. Teollisuuden sähkön ja polttoaineiden käyttö arvonlisäystä kohden BAU-skenaariossa 1970–2020, 1970=100

Teollisuuden sähkön käytössä on 1990-luvulla tapahtunut selvä muutos aikaisempaan verrattuna. Lähinnä tuotannon rakennemuutosten seurauksena sähkön kulutus teollisuuden tuotannon määrään nähden on kääntynyt voimakkaaseen laskuun kun se vielä 1970- ja 1980-luvuilla oli lievästi nouseva. BAU-skenaariossa 1990-luvulla alkanut kehitys jatkuu koko tarkastelukauden. Polttoaineiden käytön ominaiskulutus kääntyi laskuun jo 1970-luvulla, jonka vuoksi polttoainekäytön ominaiskulutus laskee tarkastelukaudella suhteellisesti hitaammin kuin sähkön. Lamavuodet 1990-luvun alussa poikkeavat yleisestä kehityslinjasta.

3.1.2 Lämmitys

Rakennusten lämmitysenergian kulutus on arvioitu ympäristöministeriön sektoriselvityksessä (Kansallinen ilmasto-ohjelma – ympäristöministeriön sektoriselvitys, 29.12.2000). Seuraavassa esitetään keskeiset tulokset rakennusten lämmityksen energiankäytöstä. Tarkempi kuvaus analyysistä löytyy kyseisestä raportista.

Rakennuskannan kehitys

Koko talonrakennuskannan tilavuusarvio vuonna 1998 oli noin 1 700–1 800 miljoonaa kuutiota. Tässä raportissa käsitellään pääasiallisesti asuin- ja palvelurakennuksia eli noin 1 100 miljoonan kuution rakennuskantatilavuutta, joka edustaa 60–65 prosenttia koko rakennuskannasta. Tästä runsas 700 miljoonaa kuutiota on asuinrakennuksia ja noin 400 miljoonaa kuutiota palvelurakennuksia.

Talonrakennuskantaa muuttavat:

- uudistuotanto
- poistuma ja
- rakennusten korjaaminen.

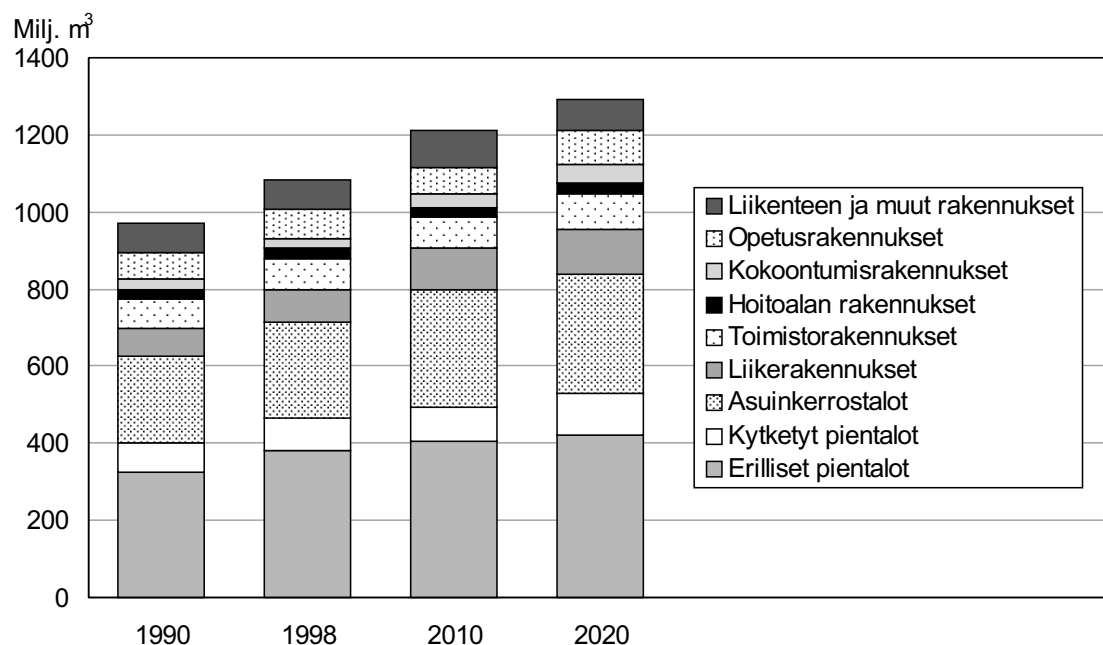
Rakentamisen arvo Suomessa vuonna 1999 oli arviolta 95 mrd. markkaa. Markkinat koostuvat 45 mrd. markan uudistalonrakentamisesta, 30 mrd. markan talojen korjausmarkkinoista sekä arviolta 20 mrd. markan maa- ja vesirakentamisen markkinoista. Korjaustoimenpiteitä tehdään vuosittain joka toiseen – joka kolmanteen rakennukseen. Korjaustoimien suuruus vaihtelee erittäin paljon. Vuosittain perusparannetaan arviolta 30 000–50 000 asuntoa.

Rakennusten poistumasta Suomessa on vain arviotietoa, sillä purkamistiedot eivät aina rekisteröidy rakennusrekisteriin. VTT rakennustekniikan poistuma-arvio asuinrakennuksille on talotyyppistä ja ikäluokasta riippuen 0,2–1 prosenttia rakennuskannasta ja palvelurakennuksilla 0,6–1,4 prosenttia rakennuskannasta vuosittain. Nuoremman rakennuskannan poistuma on luonnollisesti pienempi kuin vanhemman. Asuinrakennusten poistuma on suuruusluokaltaan 10 000 asuntoa vuosittain.

Asuinrakennusten uudistuotannon määrä perustuu siihen, että

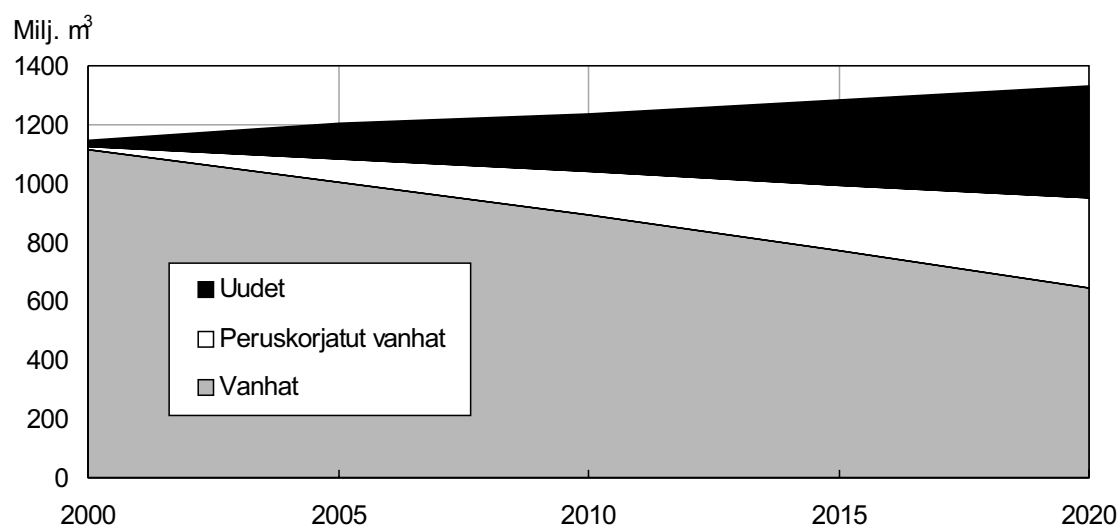
- väkiluku vuonna 2020 on noin 5,3 miljoonaa asukasta (Tilastokeskuksen väkiluvun ennakointitieto),
- uudistalonrakentamisen asuinrakennusten talotyypeittäinen asuntokoko kasvaa noin 72 m²:stä noin 80 m²:iin,
- asuntokuntien lukumäärä kasvaa (liittyy väkilukuun ja asuntokunnan keskikokoon),
- asuntovarauma kasvaa noin 8 prosentista noin 10 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä,
- asuntokunnan keskikoko pienenee vuoden 2000 noin 2,3 hlö/asuntokunta vuoden 2020 noin 2,0 hlö/asuntokunta,
- asumisväljyys kasvaa vuoden 2000 noin 35 huoneisto-m²/hlö noin 40 m²/hlö vuonna 2020,
- vuotuinen asuntojen poistuma kasvaa nykyisestä noin 11 000 asunnosta noin 13 000 asuntoon vuoteen 2020 mennessä.

Asuin- ja palvelurakennusten tilavuuden kehitys näkyy kuvassa 9.



Kuva 9. Asuin- ja palvelurakennusten (ei sisällä teollisuusrakennuksia) tilavuus (milj. m³) talotyypeittäin 1990–2020 (Lähde: YM:n sektoriselvitys)

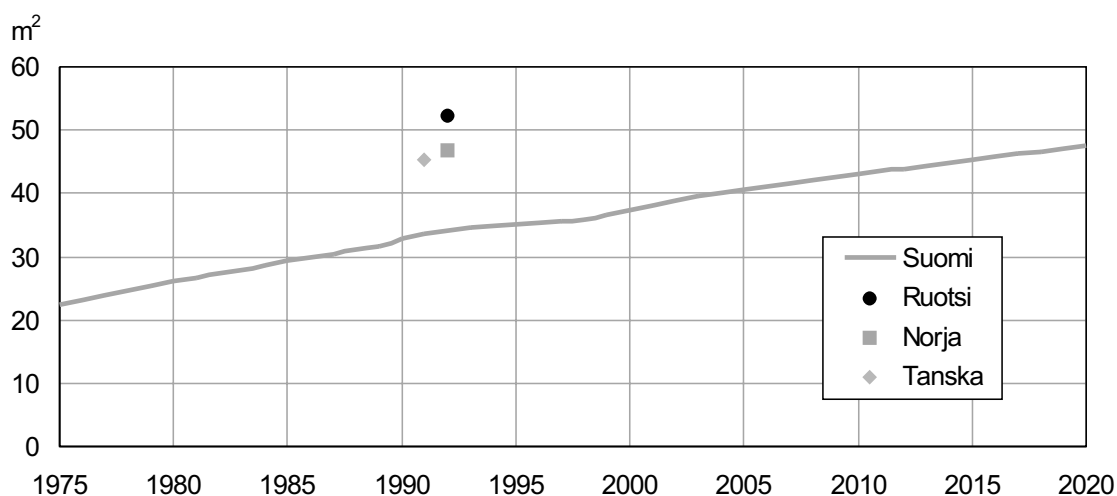
Muiden kuin asuinrakennusten uudistuotannon määrän arviointi perustuu trendiin, joka on johdettu uudistuotannon aikasarjasta vuosilta 1950–1999. Rakennuskannan kehitys tarkastelukaudella näkyy kuvassa 10.



1 Uudet rakennukset: vuoden 2000 jälkeen rakennetut
Vanhat rakennukset: ennen vuotta 2000 rakennetut

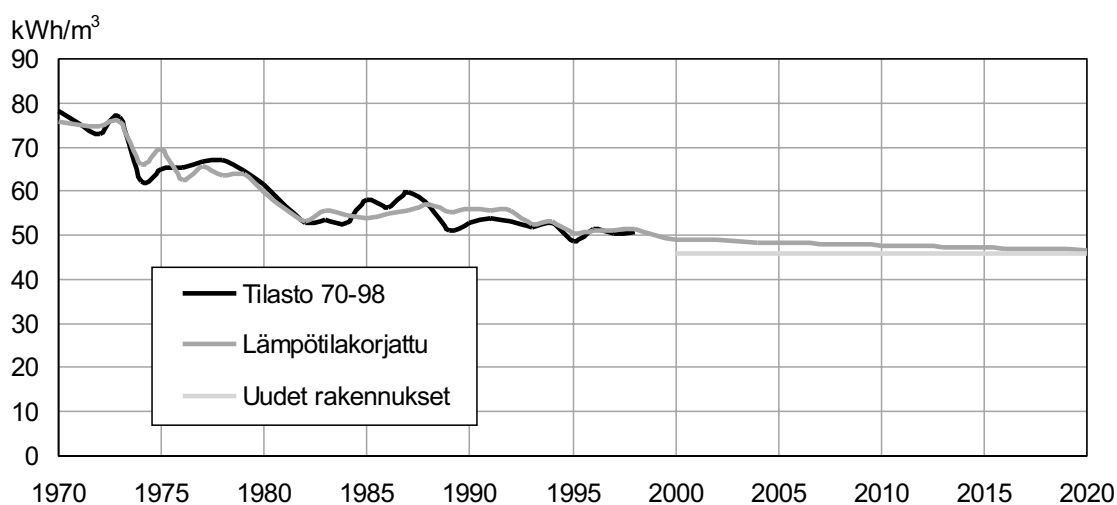
Kuva 10. Rakennuskannan¹ määrä vuosina 2000–2020, milj. m³ (Lähde: YM:n sektoriselvitys)

Asuntojen koko kotitaloutta kohden kasvaa elintason kasvaessa, mutta muiden Pohjoismaiden nykyistä asumisväljyyttä ei Suomessa saavuteta koko tarkastelukautena.



Kuva 11. Asuinpinta-ala henkilöä kohden Suomessa vuosina 1975–2020 ja vertailu muihin Pohjoismaihin 1990-luvun alussa, m². (Lähde YM:n sektoriselvitys, IEA)

BAU-skenaariossa rakennusten lämmitykseen ei oleteta tulevan uusia normeja tai rakentamismääräyksiä. Energian hintaa ja verotusta koskevat oletukset eivät johda kuluttajien käyttäytymisessä suuriin muutoksiin nykyisestä. Rakennusten energiatehokkuus paranee trendinomaisesti, rakennuskannan uusiutuessa. Arvio rakennusten lämmityksen ominaiskulutuksen kehityksestä BAU-skenaariossa on esitetty kuvassa 12.



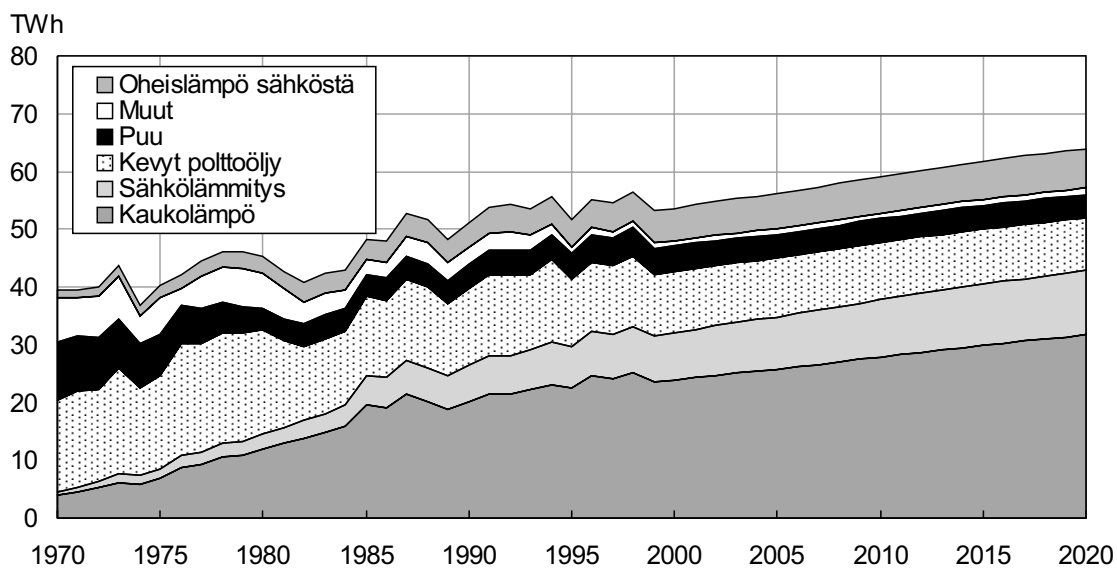
Kuva 12. Rakennusten lämmityksen ominaiskulutus BAU-skenaariossa 1970–2020, kWh/m³ (Lähde: Tilastokeskus 2000, YM:n sektoriselvitys)

Rakennusten lämmön kulutus kasvaa rakennuskannan kasvun seurauksena noin 0,5 prosentin vuosivauhdilla 2000–2020. Ominaiskulutuksen aleneminen ja rakennuskannan uusiutuminen hidastavat lämmitystarpeen kasvua.

Energian maailmanmarkkinahintojen muutosten seurauksena öljylämmityksen kilpailuasema heikkenee jonkin verran tarkastelukauden aikana. Tästä hyötyvät kaukolämmitys ja sähkölämmitys, koska niiden tuotantokustannuksissa polttoaineen osuus on öljylämmitykseen verrattuna vähäisempi. Kotitaloussähköstä saatavan oheislämmön merkitys myös lisääntyy.

Kaukolämmön markkinaosuuden arvioidaan BAU-skenaariossa kasvavan vuosina 2000–2020 runsaalla neljällä prosenttiyksiköllä ja puulämmityksen kahdella prosenttiyksiköllä. Sähkölämmityksen osuus laskisi noin neljällä ja öljylämmityksen noin kahdella prosenttiyksiköllä. Maalämmityksen osuus kasvaa, mutta pysyy kokonaisuuteen nähden vaatimattomana.

Lämmityksen hyötyenergian kehitys lämmitysmuodoittain näkyy kuvassa 13.



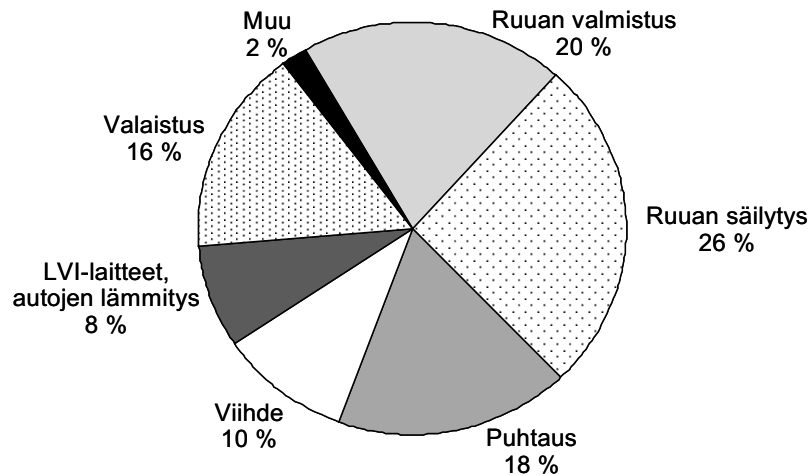
Kuva 13. Asuin- ja palvelurakennusten hyötylämmön lähteet BAU-skenaariossa, TWh (Lähde: YM:n ja KTM:n sektoriselvitykset)

3.1.3 Kotitalouksien ja palvelusektorin sähkön kulutus

Tässä luvussa tarkastellaan kotitalouksien ja palvelutoimialojen sähkön käyttöä. Asuntojen ja palvelurakennusten lämmitysenergian (ml. sähkölämmitys) kulutusta käsitellään luvussa 3.1.2. Kotitalouksien ja tuotantotoiminnan liikennepolttoaineiden kulutusta tarkastellaan luvussa 3.1.4.

Kotitaloudet ja asuminen

Kotitalouksien sähkönkulutukseen luetaan kotitalouskoneiden ja -laitteiden sähkönkulutus, kotitalouskiinteistöjen sähkö ja kesämökkien sähkön kulutus. Kotitaloussähkön kulutus on kuitenkin pitkälle sidottu kotitalouskoneiden määrään, niiden käyttöön ja ikään. Vuonna 1998 kotitalouksissa käytetyn sähkön määrä oli 8,8 TWh ja se jakautui eri käyttökohteisiin kuvan 14 osoittamalla tavalla.

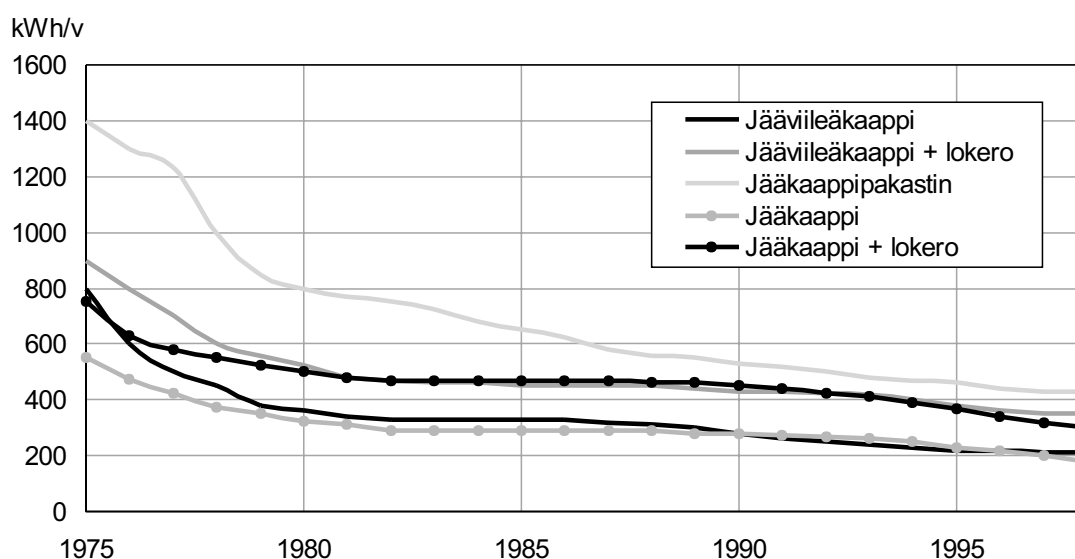


Kuva 14. Kotitaloussähkön käyttö käyttökohteittain vuonna 1998, %
(Lähde: KTM, Adato, Suomen sähkölaitosyhdistys 1995)

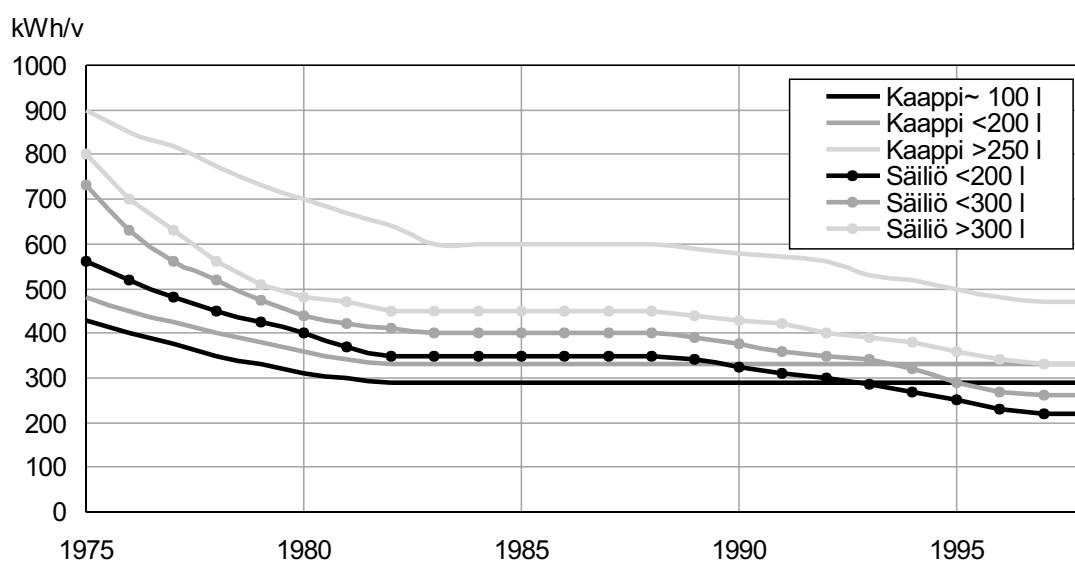
Ruuan säilytykseen (jääkaapit, pakastimet, kylmiöt) menee nykyisin noin neljännes kotitalouksien sähkön käytöstä. Ruuan valmistus (liedet, mikrot, astianpesukoneet), puhtaus (mm. pesukoneet, kuivausrummut ja -kaapit, pölynimurit ja sähkösaunat) sekä valaistus ovat merkittäviä kulutuseriä.

Kotitalouksien tulojen kasvaessa myös kotitalouskoneiden varanto lisääntyy ja uudistuu. Useissa kotitalouksissa on jo nykyisin peruslaitteisto, joten kotitalouskoneiden määrä kotitaloutta kohden ei kasva samassa tahdissa kuin tulot. Useiden laitteiden kysynnän kasvu hidastuu tarkastelujaksolla. Toisaalta kotitalouksien varallisuuden ja asutuspinta-alan kasvaessa myös laitemäärät kotitaloutta kohden kasvavat. Tulevaisuuden laitekantaa arvioitaessa on huomioitu laitetyyppittäin niiden nykyinen yleisyys kotitalouksissa ja arvioitu kotitaloustyyppien perusteella niiden saturaatiopiste. Kotitalouksien määrän perusteella on sen jälkeen johdettu laitekanta tarkastelukaudelle. Perinteisten kotitalouskoneiden ohelle tulee luonnollisesti aina uusia laitteita, jotka lisäävät sähkönkulutusta. Tällaisten, vielä tuntemattomien laitteiden, markkinoilletulo on laskelmissa huomioitu, mutta niiden merkityksen kotitaloussähkön kulutukselle odotetaan olevan suhteellisen vähäinen.

Kotitalouskoneiden ja -laitteiden energiatehokkuus on parantunut merkittävästi 1970-luvun puolivälin tasosta. Alla olevista kuvista näkyy kotitalouksien kylmälaitteiden ja pakastimien ominaiskulutusten kehitys (VTT, 2000). Näissä laitteissa ominaiskulutukset laskivat erittäin nopeasti 1980-luvun alkupuoliskolle, mutta sen jälkeen tehokkuuden parantuminen on ollut hitaampaa. Tulevaisuudessa uusien laitteiden kulutuksen pienentäminen tuotekehityksen keinoin on yhä vaikeampaa ja on mahdollista, että näiden supertehokkaiden kylmälaitteiden hinta markkinoilla olisi liian suuri suhteessa niillä saavutettavaan energiansäästöön. (VTT, 2000)



Kuva 15. Kotitalouksien kylmälaitteiden vuosikulutuksia, kWh/v (Lähde: Teknologia ja kasvihuonekaasujen päästöjen rajoittaminen, KTM:n julkaisuja 1/2001))



Kuva 16. Kotitalouksien pakastimien vuosikulutuksia, kWh/v (Lähde: Teknologia ja kasvihuonekaasujen päästöjen rajoittaminen, KTM:n julkaisuja 1/2001))

Uusilla EU-direktiiveillä energiatehokkuudeltaan heikoimpia laitteita poistetaan markkinoilta, jolloin uusien myynissä olevien laitteiden keskimääräinen energiatehokkuus paranee.

BAU-skenaariossa kotitalouskoneiden ja -laitteiden energiatehokkuuden lisäys tulee lähinnä EU-tason normien ja standardien vaikutuksen kautta, sillä tehtyjen vero-oletusten vuoksi taloudellisia kannustimia ei juuri ole. Kotitalouslaitteiden energiatehokkuuden arvioidaan paranevan tarkastelukaudella laiteryhmästä riippuen 0,2–0,6 prosentin vuosivauhdilla.

Kysynnän saturaatiotekijät näkyvät selvästi kotitaloussähkön kysynnässä, sillä vuosina 2000–2020 kysynnän odotetaan kasvavan vajaat 0,5 prosenttia vuodessa kun vuosikasvu ajanjaksolla 1980–2000 oli yli 3 prosenttia vuodessa.

Vapaa-ajanasuntojen sähkön käyttö oli vuonna 1998 0,44 TWh. Loma-asuntojen lukumäärän ja varustetason kasvun myötä sähkön käyttö näissä kohteissa arvioidaan lisääntyvän vuosina 2000–2020 noin prosentin vuosivauhdilla.

Asumiseen liittyvän kiinteistösähkön käyttö oli vuonna 1998 1,79 TWh. Asutuskannan kasvun mukana sähkönkäytön odotetaan lisääntyvän runsaan prosentin vuosivauhdilla vuosina 2000–2020.

Asumiseen liittyvä sähkön käyttö, jossa ei ole mukana lämmityssähköä, kehittyisi tarkastelukaudella taulukon 17 osoittamalla tavalla.

Taulukko 17. Asumisen sähkön kulutus 1998–2020, TWh

Kulutussektori	1998	2010	2020
Kotitaloussähkö	8,82	9,4	9,5
Kiinteistösähkö	1,79	2,1	2,4
Loma-asunnot	0,44	0,49	0,54
Yhteensä	11,05	12,0	12,4

Palvelut

Tuotannolla mitattuna palvelusektori kattaa yli 60 prosenttia kansantalouden tuotannosta, mutta tuotannon luonteen vuoksi sen osuus sähkön kokonaiskulutuksesta on vain vajaa kuudesosa. Julkisten palveluiden osuus palvelusektorin tuotannosta (arvonlisäyksestä) oli 28 prosenttia vuonna 1998. Suurin osa palveluiden tuotannosta tuotetaan siten yksityisellä sektorilla ja sen osuuden odotetaan vain kasvavan tarkastelukaudella. Yksityisten palveluiden keskimääräiseksi tuotannon kasvuksi

vuosille 2000–2020 on talousskenaarioissa oletettu lähes 3 prosenttia vuodessa, kun julkisten palveluiden tuotannon arvioidaan kasvavan lähes puolta hitaammin.

Palveluiden sähkönkäyttö oli vuonna 1998 11,7 TWh, josta yksityisten palveluiden osuus oli noin 8 TWh ja julkisten palveluiden noin 4 TWh (Tilastokeskus, 2000). Toimialoittain palveluiden sähkönkäyttö jakautui seuraavasti.

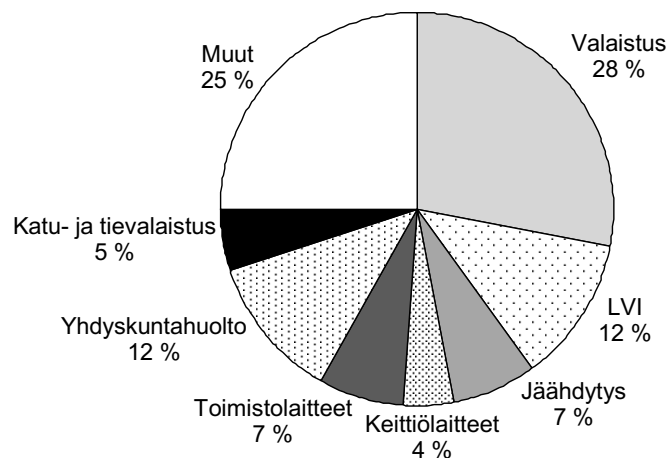
Taulukko 18. Palveluiden sähkönkäyttö¹ toimialoittain vuonna 1998, TWh (Lähde: Tilastokeskus, 2000)

Toimiala	TWh	Osuus, %
Kauppa	3	24
Majoitus- ja ravitsemustoiminta	1	8
Kuljetus, varastointi ja tietoliikenne	1,5	12
Rahoitustoiminta	0,4	3
Kiinteistö- ja liike-elämää palveöeva toiminta	1,5	12
Muut yksityiset palvelut	0,8	7
Julkiset palvelut	4	34
Yhteensä	12	100

1 Tiedot eivät täsmälleen summaudu Energiatilaston lukuihin

Tukku- ja vähittäiskauppa on yksityisen palvelusektorin suurin sähkönkuluttaja. Sen osuus yksityisten palveluiden sähkönkulutuksesta oli vuonna 1998 37 prosenttia ja koko palvelusektorista neljännes. Julkisten palveluiden osuus käytetystä sähköstä oli noin kolmannes, mikä on hieman enemmän kuin julkisen sektorin tuotanto-osuus.

Samoin kuin kotitalouksissa palveluiden sähkönkäyttö on pitkälle sidoksissa käytössä olevien koneiden ja laitteiden määrään ja niiden teknisiin ominaisuuksiin. Vuonna 1998 palveluiden sähkön (11,7 TWh) arvioidaan jakautuneen käyttökoh-teittain seuraavasti.



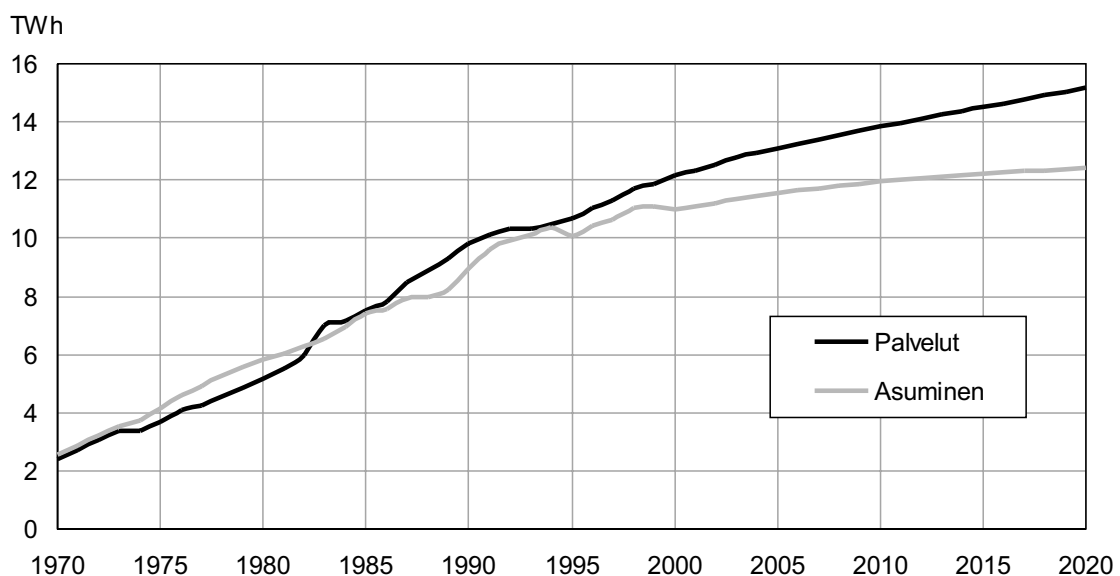
Kuva 17. Arvio palveluiden sähkönkäytön jakautumisesta käyttökoh-teittain vuonna 1998, %, (Lähde: KTM, Motiva)

Valaistukseen (ml. katu- ja tievalaistus) kului vuonna 1998 noin kolmannes palveluiden sähköstä. Muita suuria kohteita olivat ilmanvaihto, jäähdytys (elintarvikkeet yms.) ja yhdyskuntahuolto.

Palvelutoimitilojen valaistukseen ja ilmanvaihtoon kuluu noin 40 prosenttia sähkön tarpeesta. Nämä toiminnot erityisesti ovat sidoksissa palveluiden toimitilojen pinta-alaan. Myös muiden käyttökohteiden sähkönkulutus on sidoksissa toimitilojen määrän kanssa. Palvelutoimialojen rakennustilavuuden on arvioitu kasvavan noin prosentin vuosivauhdilla vuosina 1998–2020. EU:ssa tehdyissä arvioissa (European Union Energy Outlook to 2020, 1999) palveluiden rakennuspinta-alan odotetaan kasvavan runsaalla prosentilla vuodessa vuoteen 2020 mennessä koko EU-alueella. Koheesiomaissa kasvu on kuitenkin keskimääräistä nopeampaa.

BAU-skenaariossa energiateknologian kehityksen odotetaan laskevan sähkön ominaiskulutuksia palvelualojen laitekannassa pääpiirteissään samalla tavalla kuin kotitalouksien sähkölaitteissa. Palveluiden sähkönkulutuksen kasvun odotetaan jäävän noin prosentin vuosivauhtiin vuosina 2000–2020, vaikka palvelualojen tuotannon odotetaan kasvavan yli 2,5 prosentin vuosivauhdilla tällä ajanjaksolla. Arvio sähkönkulutuksen kasvusta on selvästi alhaisempi kuin EU:ssa, sillä EU-alueella vuosikasvun odotetaan olevan lähes 3 prosenttia (European Union Energy Outlook to 2020, 1999).

Asumisen ja palveluiden sähkönkäytön kehitys tarkastelujaksolla näkyy kuvassa 18.



Kuva 18. Asumisen ja palveluiden sähkönkulutus BAU-skenaariossa 1970–2020, TWh

3.1.4 Liikenne

Liikenteen BAU-skenaario perustuu liikenne- ja viestintäministeriössä tehtyyn sektoriselvitykseen ”Kohden kansallista ilmasto-ohjelmaa – liikenteen kasvihuonekaasujen päästöt, vähentäminen ja vaikutukset” (luonnos 19.9.2000).

BAU-skenaarion taustalla olevien oletusten (ks. taulukko 6, luku 2.11) arvioidaan vaikuttavan liikenteen kysyntään seuraavasti:

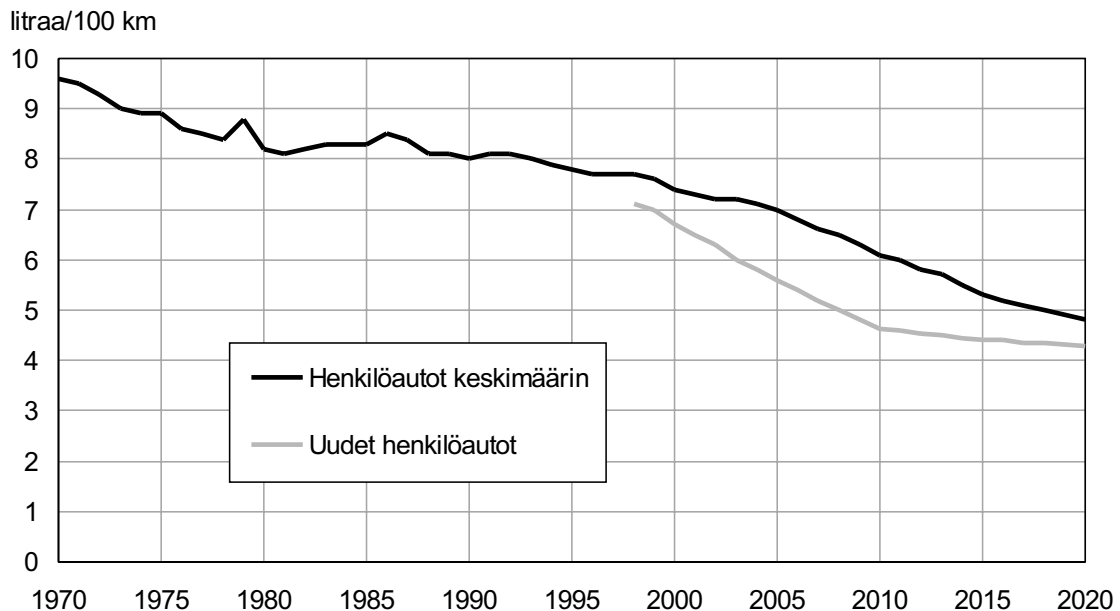
- Työmatkat lisääntyvät, etätö vie osan liikenteen kasvusta, pitkien työmatkojen osuus kasvaa.
- Työasiamatkat lisääntyvät, telekonferenssit kuitenkin korvaavat osan matkoista.
- Ostos- ja asiointimatkoja korvataan osittain sähköisellä kaupankäynnillä ja asioinnilla.
- Talouden kasvu mahdollistaa vapaa-ajan matkojen pitenemisen, globaalien verkkoyhteisöjen kehittyminen kasvattaa jonkin verran ulkomaanmatkoja.
- Työasiamatkojen kasvu hillitsee vapaa-ajan matkojen lisääntymistä³.
- Henkilöauton käyttötarve vähenee kaupunkiseutujen vahvistuessa, hajanainen yhdyskuntarakenne ei kuitenkaan täysin salli potentiaalin vähenemistä.
- Henkilöautohankinnat lisääntyvät yksityisen kulutuksen kasvaessa ja myös käyttö lisääntyy. Kasvu Helsingin, Oulun, Tampereen ja Turun seuduilla voimakkainta lähinnä väestön kasvusta johtuen.
- Etätö, urbaani elämäntapa, lähipalvelujen käyttö hillitsevät kasvua.
- Ruuhkautumista suurimmilla kaupunkiseuduilla hillitsee etätöön lisääntyminen sekä liikennetelematiikan entistä laajempi hyödyntäminen.
- Kaupungistumisen ja taajamoitumisen seurauksena kevyen liikenteen käyttöpotentiaali kasvaa.
- Kevyen liikenteen väylien kehittäminen lisää pyöräilyn ja muun kevyen liikenteen kysyntää.
- Ympäristöarvojen ja lähiyhteisöjen arvostus lisäävät kevyttä liikennettä.

3 Oletus perustuu ajatukseen aikabudjetin säilymisestä vakiona eli ihmiset käyttävät keskimäärin liikenteessä yhtä paljon aikaa kuin aikaisemmin. Näinhän on tilanne ollut jo 1970-luvulta.

Edellä esitetyistä lähtökohdista seuraa, että liikenteen kokonaissuorite kasvaa, mutta lievemmin kuin talous. Henkilöliikenne kasvaa vuoteen 2010 mennessä 15 prosenttia ja vuoteen 2025 mennessä 25 prosenttia vuoteen 2000 verrattuna. Paketti- ja kuorma-autoliikenne kasvavat 27 prosenttia vuoteen 2010 ja 35 prosenttia vuoteen 2025 mennessä.

Liikenteen kasvu johtaisi kasvihuonekaasujen päästöjen kasvuun, mikäli ajoneuvotekniikassa eikä ajotavoissa tapahtuisi olennaista kehitystä. Tällöin päästöt kasvaisivat suorassa suhteessa liikenteen kasvuun. Näin ei kuitenkaan käyne, koska Euroopan komissio ja autoteollisuus ovat allekirjoittaneet ympäristösopimuksen, jonka mukaan Euroopan Autoteollisuus -yhdistyksen jäsenten Euroopan unionin alueella myymien uusien henkilöautojen hiilidioksidipäästöjen keskimääräinen arvo laskee vuoteen 2008 mennessä 140 g/km tavoitearvoon, mikä tarkoittaa bensiinikulutuksena 5 litraa/100 km, kun nykyisin uusien autojen keskimuutokseksi on noin 8 litraa/100 km. Dieselautoissa vastaava tavoitearvo merkitsee kulutuksena 4,5 litraa/100km. Myöhemmin vuoteen 2012 mennessä pyritään tavoitearvo laskemaan 120 g/km. Vastaava sopimus on myöhemmin allekirjoitettu myös Japanin ja Korean autoteollisuuden kanssa.

Uusien henkilöautojen ja henkilöautokannan keskimääräinen bensiinin kulutus kehittyisi tällöin kuvan 19 osoittamalla tavalla.



Kuva 19. Henkilöautojen bensiinin keskimuutokseksi BAU-skenaariossa 1970–2020, litraa/100 km (perustuu LVM:n sektoriraporttiin)

Linja-autoliikenne

- Muuttoliike luo erityispotentiaalia, yhdyskuntarakenteen hajautuminen estää täyden kasvupotentiaalin.
- Täsmäpalvelut ja muu palvelutason kohoaminen lisäävät linja-autoliikenteen kysyntää.

Linja-autoliikenteen kasvu olisi koko maassa noin 1–2 prosenttia vuodessa, pääkaupunkiseudulla kasvu olisi kuitenkin aluksi jopa 3 prosenttia vuodessa. Myöhemmin kasvu jäisi pääkaupunkiseudulla noin yhteen prosenttiin sillä kiskoliikenne korvaisi bussiliikennettä. Linja-autoliikenteen arvioidaan kasvavan noin 8 prosenttia vuoteen 2010 ja 15 prosenttia vuoteen 2025 mennessä.

Lentoliikenne

- Lentoliikenteen kysyntä kasvaa pitkien työasiamatkojen lisääntyessä, telekonferenssit hillitsevät kasvua.
- Yksityisen kulutuksen kasvu lisää pitkien vapaa-ajan matkojen kysyntää.

Lentoliikenteen kasvuksi arvioidaan tarkastelukaudella noin 3 prosenttia vuodessa.

Liikenteen polttoaineiden kulutus

Liikenteen energiankulutuksesta yli 90 prosenttia on tieliikenteen bensiinin ja dieselöljyn kulutusta. Bensiinin kulutus kasvaa vielä hieman jakson alkupuoliskolla, mutta kääntyy laskuun jakson loppupuolella. Kulutusta vähentää uusien henkilöautojen selvästi parantuva polttoainetalous (kuva 5). Diesel-polttoaineesta valtaosa käytetään tavarankuljetuksessa ja kulutus riippuukin pitkälti teollisuuden ja palveluiden kuljetusvaltaisten toimialojen kehityksestä. Diesel-polttoaineen kulutus kasvaa voimakkaammin kuin bensiinin ja ylittää bensiinin kulutuksen vuoden 2010 tienoilla.

Lentopetrolin kulutus kasvaa selvästi nopeimmin, eli keskimäärin lähes neljä prosenttia vuodessa. Polttoaineiden kulutus raide- ja vesiliikenteessä pysyy likimain nykytasolla.

Sähkön kulutus raideliikenteessä on nykyisin noin 0,5 TWh ja sen odotetaan kasvavan jonkin verran.

Koko liikenteen energiankulutus kasvaa varsin maltillisesti eli keskimäärin alle yhden prosentin vuodessa.

Liikenteen CO₂-päästöt

Liikenteen hiilidioksidipäästöistä suurin osa syntyy tieliikenteessä. Lentoliikenteen päästöt kasvavat liikenteen päästöistä nopeimmin, mutta jäävät tarkastelukauden lopullakin noin 5 prosenttiin koko liikenteen CO₂-päästöistä. BAU-skenaariolla liikenteen hiilidioksidipäästöt kasvaisivat vuoteen 2010 mennessä vajaa milj. tonnilla ja säilyisivät tällä tasolla myös vuoteen 2020 mennessä.

Tieliikenteen päästöt säilyvät koko tarkastelujaksolla 11–11,5 milj. tonnin tasolla, kun otetaan huomioon ajoneuvojen ominaiskulutuksessa arvioidut parannukset. Henkilöautojen ominaiskulutuksen parantumisen arvioidaan vähentävän päästöjä vuonna 2010 noin 1 milj. tonnia ja vuonna 2020 noin 2 milj. tonnia. Vastaavasti liikenteen hiilidioksidipäästöjen kehitystä arvioineiden asiantuntijatyöryhmien mukaan raskaassa liikenteessä saavutetaan teknisin keinoin ja ajotapojen muutoksella runsaan puolen milj. tonnin vähennys. Vähennys saavutetaan yritysten omaa toimintaa ja hankintoja kehittämällä. Jos raskaan liikenteen moottoritehot ja henkilöautojen koko kasvavat, todennäköisen kehityksen toteutumismahdollisuudet vähenevät. Pahimmillaan tieliikenteen päästöt kasvaisivat tällöin 1,5 milj. tonnia vuoteen 2010 mennessä. Myös yhdyskuntarakenteen hajautuminen ja elämäntavalliset tekijät saattavat lisätä liikennesuoritetta ennakoitua enemmän.

Yhdyskuntarakenteen vaikutuksia on tarkasteltu lähemmin ympäristöministeriön teettämässä selvityksissä. Alue- ja yhdyskuntarakenteen muutoksilla on huomattava merkitys liikenteen CO₂-päästöihin. BAU-skenaariossa seutujen sisäisestä henkilöliikenteestä aiheutuvien CO₂-päästöjen arvioidaan lisääntyvään vuoteen 2010 mennessä noin 31 prosenttia vuoden 1998 tilanteeseen verrattuna ja 65 prosenttia vuoteen 1990 verrattuna.

Taulukko 19. Liikenteen CO₂-päästöt BAU-skenaariossa, milj. tonnia (Lähde: LVM:n sektoriselvitys)

Liikennesektori	1990	1998	2010	2020
Liikenne yhteensä	11,9	12,1	12,7	12,7
Tieliikenne	11,1	11,0	11,5	11,4
Henkilöautot		6,3	6,1	5,7
Kuorma-autot		2,8	3,2	3,3
Pakettiautot		1,1	1,5	1,8
Linja-autot		0,8	0,7	0,6
Rautatiet		0,3	0,3	0,3
Lentoliikenne		0,5	0,6	0,7
Vesiliikenne		0,3	0,3	0,3

3.1.5 Muut

Maatalouden tuotanto ei kasva BAU-skenaariossa. Maatalouden kehitysarviot perustuvat maa- ja metsätalousministeriön selvitykseen: Maatalouden kehitysarvio kansallisen ilmasto-ohjelman valmistelua varten (työryhmän alustava esitys, 16.5.2000 + lisäys 15.8.2000). Sähkön käyttö pysyy likimain nykyisellä 0,8 TWh:n tasolla. Polttoaineiden kokonaiskäyttö vähenee maataloudessa nykyisestä 0,58 Mtoe:sta 0,54 Mtoe:een vuoteen 2010 mennessä ja edelleen 0,47 Mtoe:een vuoteen 2020 mennessä. Puun sekä muiden biopolttoaineiden käyttö kasvaa, kun taas kevyen polttoöljyn käyttö vähenee.

Rakennustoiminnan polttoainekäyttö on nykyisin noin 0,1 Mtoe ja sen ennakoidaan säilyvän likimain nykytasolla. Sähkön käyttö, joka on nykyisin noin 0,2 TWh, kasvaa.

3.1.6 Eräitä polttoaineita koskevat erityiskysymykset

Turve

Turve on Suomessa yleisesti luokiteltu biopolttoaineeksi, mutta kansainvälisesti sitä ei ole tilastoitu tai luokiteltu uusiutuvaksi energialähteeksi. Suomen suopinta-alasta vajaa puolet on nykyisin luonnontilassa. Turvesoista on aktiivissa polttoturvetuotannossa noin 50 000 hehtaaria eli vajaa yksi prosentti maan koko suolaasta.

Turpeen asemaa Suomen kasvihuonetaseessa on selvittänyt kolmen hengen kansainvälinen asiantuntijaryhmä, joka sai keväällä 2000 raporttinsa (The role of peat in Finnish greenhouse gas balances, 5/2000) valmiiksi. Asiantuntijaryhmä toteaa, että turve tulisi luokitella termillä biomassapolttoaine ”biomass fuel”, erotuksena muista biopolttoaineista (”biofuel”), esim. puusta, koska turve on heidän mukaansa hitaasti uusiutuva biomassapolttoaine. Raportissa todetaan, että turpeen asema Suomen kasvihuonekaasutaseissa on vaikeasti tutkittavissa ja vaatii lisää mittauksia ja -selvityksiä.

Turpeen määrittelyllä uusiutuvaksi tai ei-uusiutuvaksi energialähteeksi ei kuitenkaan ole vaikutusta suhtautumiseen turpeen käytön kasvihuonekaasupäästöihin kaudella 2008–2012. Kasvihuonekaasupäästöjä koskevista laskentamenetelmistä ja raportoinnin peruslinjoista on jo päätetty kansainvälisesti sisällöllisesti 1996 (vahvistettu Kioton pöytäkirjassa Art 5) ja toukokuussa 2000 IPCC:ssä, prosessis-

sa, jossa turvetta ei ole luokiteltu uusiutuvaksi polttoaineeksi. Tässä prosessissa turpeen päästökertoimet ovat hiiltä korkeammat.

Tässä vaiheessa ei siten ole käytännössä mahdollista enää avata keskustelua tai muuttaa turpeen kohtelua energiatuotannon polttoaineena, ainakaan ensimmäiselle velvoitekaudelle. Muodollisesti päätökset tosin hyväksytään lopullisesti vasta Kioton pöytäkirjan tultua voimaan, pöytäkirjan ensimmäisessä kokouksessa.

Turpeen tuotannosta aiheutuvaa päästöjen määrää raportoitaessa sen sijaan voidaan tukeutua osittain myös kansainvälisiin selvityksiin, joiden tulee kuitenkin olla tieteellisesti päteviä ja dokumentoituja, sekä perustua Kioton pöytäkirjaan – ts. muukaan voidaan ottaa vain vuoden 1990 jälkeinen ihmistoiminnan vaikutus – mikä rajoittaa kansallista laskentavapautta suuresti.

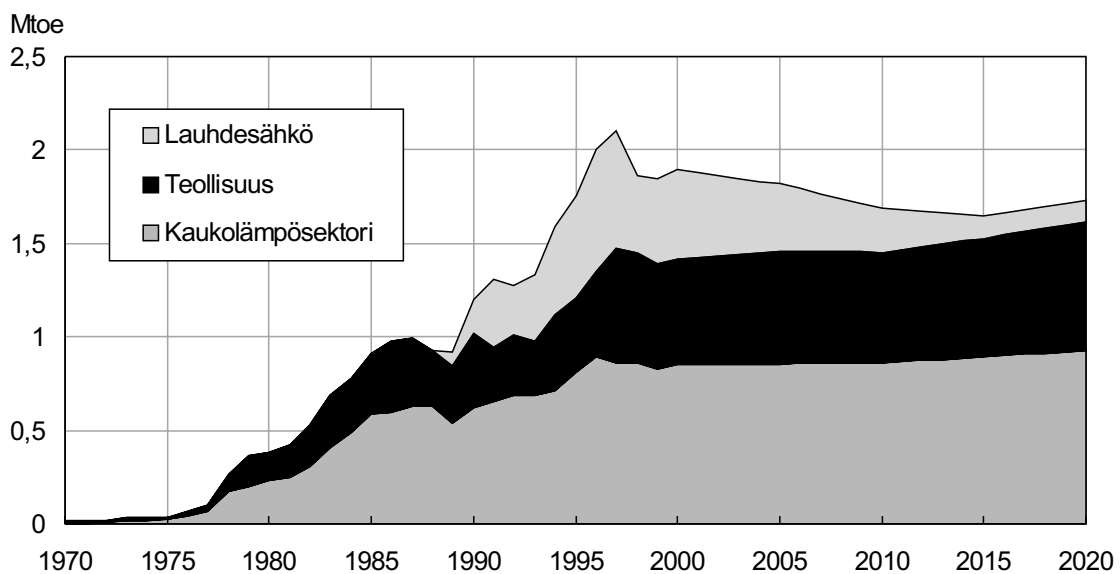
Turpeen energiakäytöllä on merkitystä Suomen lisäksi vain muutamassa maassa kuten Ruotsissa, Irlannissa ja Venäjällä. Turpeen osuus Suomen energian kokonaiskulutuksesta oli vuonna 1999 runsaat viisi prosenttia. Suomen energiasstrategiassa on otettu kanta, että turpeen tuotantoon ja käyttöön investoitua laitekantaa on tarkoituksenmukaista käyttää edelleen myös tulevaisuudessa. Täten turpeen käyttö voisi kasvaa sen luontaisissa, kilpailukykyisissä käyttökohteissa. Suomen tavoitteena on ollut, että turvetta koskevat asiat EU:ssa jätetään päätettäväksi kansallisella tasolla.

Valtio on edistänyt turpeen energiakäyttöä järjestelmällisesti 1970-luvun alusta lähtien. Selkeä perusta turpeen energiakäytölle oli sen kotimaisuus ja sitä kautta energian saannin varmuus. Polttoturpeen kulutus kasvoi koko 1990-luvun vuoteen 1997 asti, jonka jälkeen kulutus on laskenut. Avautuneilla sähkömarkkinoilla etenkin turpeella tuotettu lauhdesähkö ei ole pysynyt kilpailukykyisenä. Tilanne voi kuitenkin muuttua, jos tuontisähkön hinta nousee. Lämmityspuolella on puu mm. energiaveroratkaisujen seurauksena tullut osittain edullisemmaksi polttoaineeksi ja vallannut osuutta turpeelta. Toisaalta turve on luontainen lisäpolttoaine puulle keskisuurissa ja suurissa laitoksissa, joissa pelkälle puulle tulisi saantivaikeuksia. Myös polttotekniset seikat tukevat puun ja turpeen yhteiskäyttöä.

Huolimatta turpeen verotuksen tiukentumisesta viimeisimmissä veroratkaisuissa sen edullinen kilpailuasema fossiilisiin polttoaineisiin nähden on säilynyt lämmitysmarkkinoilla. Energiapolitiikan vaikutuksista turpeen energiakäyttöön 1990-luvulla on valmistunut selvitys (Valtion energiapolitiikka ja sen vaikutukset turveteollisuuteen 1990-luvulla, 4/2000).

Turpeen energiakäyttöön liittyy sekä aluepoliittisia että työllisyyspoliittisia näkökohtia.

Turvevoimalaitoksissa voidaan helposti vähentää CO₂-päästöjä korvaamalla osa turpeesta puulla. Näin on tehty jo monessa turvevoimalaitoksessa. Pölypoltossa puun osuutta ei voi nostaa kovin korkeaksi, mutta leijukerros-poltossa osuus voi olla suurikin. Polttamisen ja sen kaikkien päästöjen kannalta on eduksi, jos poltetaan turpeen ja puun seosta, jolloin turpeen rikkiä sitoutuu tuhkaan ja kattilan pinnat eivät likaannu yhtä paljon kuin pelkässä puunpoltossa.



Kuva 20. Energiaturpeen käyttö sektoreittain BAU-skenaariossa, Mtoe (Lähde: KTM:n sektoriselvitys)

Maakaasu

Maakaasuun liittyvät varmuuskysymykset

Suomen energiapolitiikassa on pidetty maakaasun lisäkäytön ongelmana sitä, että Suomesta on putkiyhteys vain yhteen kaasuntoimittajaan eli Venäjään. Yhteyttä toiseen toimittajaan on pidetty tarpeellisenä kaasuhuollon varmuuden lisäämiseksi, kaasun hinnan kilpailukykyisyyden varmistamiseksi ja energiamarkkinoiden toimivuuden lisäämiseksi. Yhteys Keski-Euroopan kaasumarkkinoihin palvelisi edellä mainittuja kansallisia tarpeitamme.



Kuva 21. Suomen maakaasuputkisto (Lähde: Maakaasuyhdistys ry)

Energiahuollon varmuuden kannalta selkeää tarvetta toiseen putkiyhteyteen ei kuitenkaan näyttäisi olevan. Koska vaihtoehtoiset polttoaineet ja energialähteet ja niiden aikaisempaa joustavammasta tuontimahdollisuuksista sekä energiahuollon varmuusjärjestelyt riittävät turvaamaan energian saannin, putkihanketta puoltaisivat muut kuin energiahuollon varmuuteen liittyvät syyt. Hankkeen taloudellinen hyöty perustuisi kaasun transit-siirron tuottoihin, putki-investoinnin taloudellisiin vaikutuksiin sekä mahdollisuuteen pitää kaasun hinta kilpailukykyisenä kilpailuttamalla kaasuntoimittajia. Kysymystä toisesta siirtoputkiyhteydestä olisikin arvioitava toisaalta liiketaloudellisesta näkökulmasta, toisaalta lähtien sen merkityksestä Suomen kasvihuonekaasupäästötavoitteiden saavuttamiselle. Ilmastopolitiikan kannalta on kysymys toisen maakaasuputkiyhteyden saamisen mahdollisista ylimääräisistä kustannuksista verrattuna samojen ilmastopoliittisten hyötyjen saavuttamiseen muilla keinoin.

Transit-yhteyden toteutumismahdollisuudet

Suomen kaasunkäyttö on niin vähäistä, että uuden kaasuputkiyhteyden rakentaminen vain Suomen markkinoita varten ei näytä kannattavalta. Tämän vuoksi on sel-

vitetty mahdollisuuksia, voisivatko suurempia kuluttajamaita varten rakennettavat uudet putket kulkea Suomen kautta tai niin läheltä, että Suomeen voitaisiin saada uusi putkiyhteys. Selvityksillä on saatu lisätietoa asiaan.

Selvitysten valossa näyttäisi ilmeiseltä, että kaasun kulutus kasvaa EU:ssa lähimmän 20 vuoden aikana runsaat 100 mrd. m³ nykyisestä runsaasta 380 mrd. m³:sta. Samoin on ilmeistä, että Euroopan oma tuotanto pysyy lähimmän kymmenen vuotta jokseenkin nykyisellä tasolla ja saattaa kääntyä tämän jälkeen jopa laskuun. Tällöin tuonti koko Eurooppaan alueen, mukaan lukien Itä-Eurooppa, ulkopuolelta lisääntyisi 20 vuoden aikana noin 160 mrd. m³:sta 350–400 mrd. m³ tasolle. Edellytyksenä on, että odotettavissa oleva maakaasun vähittäinen hinnannousu vuoden 2010 jälkeen uusien ja perusinvestoinneiltaan kalliimpien kenttien tullessa käyttöön ei ratkaisevasti heikennä maakaasun kilpailuasemaa.

Syynä Suomen uuden Keski-Euroopan ja Venäjän välisen putkiyhteyden valmistuksen epätodennäköisyyteen tällä vuosikymmenellä on useita. Vientiyhteyksien välityskyky Venäjältä Länsi-Euroopan markkinoille on kasvamassa yli 30 mrd. m³, kun ns. Yamal-putki on juuri valmistunut välillä Valko-Venäjä–Puola ja ulottuu Saksaan. Muita rakenteilla olevia tai pitkälle suunniteltuja hankkeita ovat Norjan Europipe II, Yamal II, Maghreb ja Transmed II. Venäjältä on seuraavaksi arvioitu olevan rakentamisvuorossa Yamal II -yhteys. Se voidaan rakentaa ja ottaa käyttöön Yamal I -yhteyden rinnalla askel kerrallaan siirtotarpeen mukaan ja näin laskea kustannuksia verrattuna kokonaan uuteen yhteyteen.

Kilpailtujen maakaasumarkkinoiden syntyminen Suomeen on mahdollista myös aikaisemmin kuin edellä on esitetty. Tämä edellyttää kuitenkin sellaisen kehityskuvan toteutumista, joka näyttää epätodennäköiseltä. Tekijöitä, jotka voivat jouduttaa toisen maakaasuyhteyden rakentamisprojektia, ovat

- Suotuisten investointiolosuhteiden syntyminen, erityisesti Barentsin meren alueelle ja läntisten investoijien aktivoituminen alueella
- Maakaasun kulutuksen ennakoitua nopeampi kasvu Keski-Euroopassa ja lisäksi Ruotsin kiinnostuksen herääminen maakaasun käytön lisäämiseen
- Norjassa toimivien kaasuyhtiöiden kiinnostuksen herääminen asemien varmistamiseen Suomen ja Ruotsin markkinoilla ja yhteyden rakentaminen Haltenbankenin esiintymän ja Suomen välille

- Niin suuren epävarmuuden jatkuminen olemassa olevien kaasuputkien käytettävyydestä kaasun siirtoon Venäjältä Keski-Eurooppaan että Keski-Euroopan toimijat katsoisivat tarvitsevansa uuden siirtoyhteyden hankintalähteiden monipuolistamiseksi ja olisivat valmiit osallistumaan vaihtoehtoisten siirtoreittien aiheuttamiin kustannuksiin

Siten toisen maakaasun siirtoyhteyden saanti ennen vuotta 2010 edellyttää merkittäviä poliittisia muutoksia. Venäjän ja EU:n kehityksen tulisi olla nopeaa ja vakaa, eräiden naapurimaiden puolestaan tulisi muuttua entistä epävakammiksi. Vaikka tällainen kehitys on mahdollista, se ei näytä todennäköiseltä.

Toinen mahdollisuus kilpailun syntymiselle on maakaasun tuonti Suomeen nesteytettynä laivakuljetuksin. Nesteytetyn maakaasun kilpailukykyisyys Suomen markkinoilla saavutetaan hintojen noustua merkittävästi nykytasosta.

BAU-skenaariossa lähdetään siitä, että Suomen nykyistä maakaasuverkostoa jatketaan lähivuosina länsirannikolle eli Turun seudulle. Kilpailun puuttuminen heikentää myös jatkossa maakaasun kilpailuasemaa erityisesti erillisen sähköntuotannon polttoaineena.

Kivihiili ja koksi

Kivihiilen saatavuusnäkömät

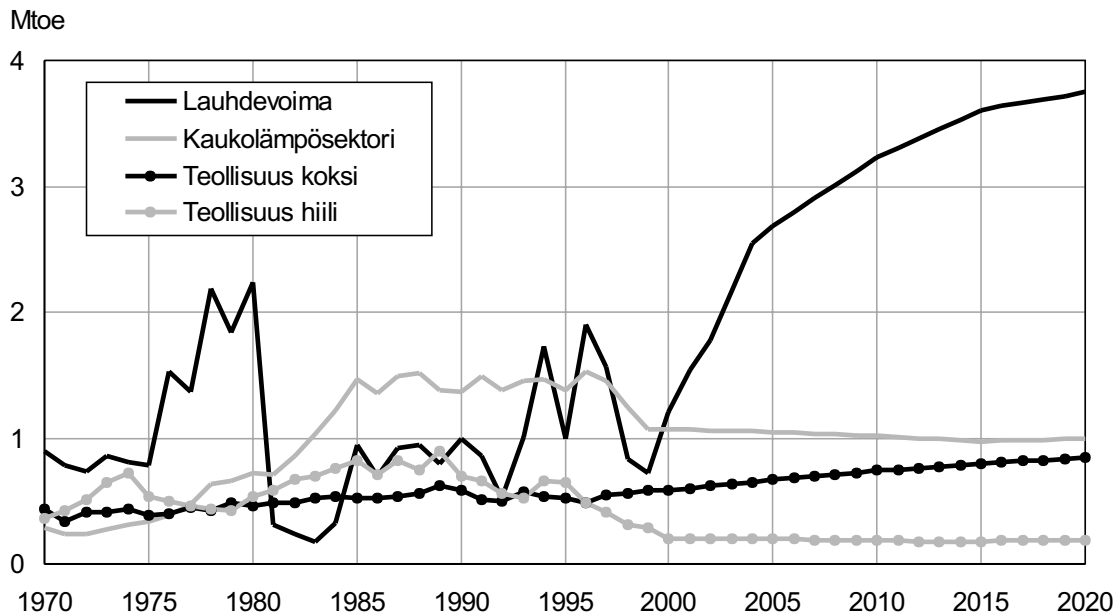
Kivihiili on halvin fossiilinen polttoaine ja sen maailmanlaajuinen saatavuus on hyvä. Kivihiili on yleisin polttoaineisiin perustuvan sähköntuotannon polttoaine. Kivihiilen tarjonta maailmanmarkkinoilla on runsasta ja monipuolista. Kivihiiltä vievät suuret hiilentuottajamaat kuten Kiina, USA ja Venäjä. Eräät tuottajat kuten Etelä-Afrikka, Australia, Kolumbia, Venezuela ja Indonesia tuottavat hiiltä nimenomaan vientiä varten. Asiantuntija-arvioiden mukaan kivihiilen reaalihintaa saattaa jopa laskea lähivuosina, koska eräät tuottajamaat kykenevät lisäämään tuotantoa varsin alhaisilla lisäkustannuksilla.

Vaikka hiili näyttää edulliselta, uusien hiilivoimalaitosten rakentaminen ei vaikuttaisi todennäköiseltä. Investoinnit kivihiilen lisäkäyttöön edellyttäisivät varmuutta siitä, ettei ilmastopolitiikalla estetä kivihiilen käyttöä. BAU-skenaariossa kivihiilen käyttö energiantuotannossa perustuu sille oletukselle, että uuden sähköntuotantokapasiteetin valinnat perustuvat taloudelliselle pohjalle, jolloin osa uudesta lauhdekapasiteetista olisi kivihiilelle, osa maakaasulle perustuvaa.

Koksi

Rautaruukki tuo noin 1,3 miljoonaa tonnia koksavaa kivihiiltä vuodessa. Tästä koksavasta kivihiilestä valmistetaan noin 800 000 tonnia koksia Raahen koksamossa. Valmista koksia tuodaan Suomeen noin 400 000 tonnia vuodessa. Koksia käytetään raudan ja teräksen valmistamiseen. Koksen käyttö tuottaa CO₂-päästöjä. Koksia ei voida korvata muilla tuotteilla.

Kuvasta 22 nähdään, että teollisuuden ja kaukolämpösektorin hiilen kulutus on ollut tasaisempaa, mutta lauhdevoiman tuotannossa hiilen kulutus vaihtelee reilusti. Jos kasvava sähkön tarve katetaan pääosin lauhdetuotannolla ja jos nykyinen hiili-lauhde olisi täysimittaisessa käytössä ja uusi lauhdevoimakapasiteetti perustuisi sekä hiileen että maakaasuun, kasvaisi hiilen käyttö kuvan mukaisesti.



Kuva 22. Kivihiilen ja koksen käyttö BAU-skenaariossa, Mtoe (Lähde: KTM:n sektoriselvitys)

3.1.7 Sähkön kokonaiskulutus ja hankinta

Sähkön kokonaiskulutus, sisältäen sähkön siirron ja jakelun häviöt, kasvaa vuoden 1999 77,9 TWh:sta 90 TWh:iin vuoteen 2010 mennessä ja noin 100 TWh:iin vuoteen 2020 mennessä. Keskimääräinen vuotuinen kasvu on noin 1,1 prosenttia, eli hieman enemmän kuin primäärienergian kulutuksen kasvu.

Taulukko 20. Sähkön kulutus sektoreittain BAU-skenaariossa, TWh (Lähde: yhteenveto sektoriselvityksestä)

Kulutussektori	1990	1998	2010	2020
Metsäteollisuus	19,1	26,1	30,8	34,8
Muu teollisuus	13,5	16,1	18,4	19,8
Lämmitys	6,3	7,9	10,1	11,6
Kotitalous	8,9	11,0	12,0	12,4
Palvelut	9,8	11,7	13,8	15,2
Muut sektorit ¹	2,4	2,0	2,2	2,3
Kulutus yhteensä	59,4	74,5	87,4	96,0
Häviöt	2,9	3,0	2,9	3,0
Kokonaiskulutus	62,3	76,6	90,3	99,0

1 Sisältää maatalouden, kaivannaistoiminnan ja talonrakennuksen

Vuosien 2000–2010 välillä sähkön kokonaiskulutus kasvaa BAU-skenaarion oletuksilla noin 10 TWh ja vuosina 2010–2020 noin 9 TWh. Koko tarkasteluperiodin aikana sähkönkulutus kasvaisi siten noin neljänneksellä nykytasosta. Kulutuksen kasvu eri kulutussektoreilla näkyy taulukossa 21.

Taulukko 21. Sähkön kulutuksen muutos sektoreittain BAU-skenaariossa, TWh

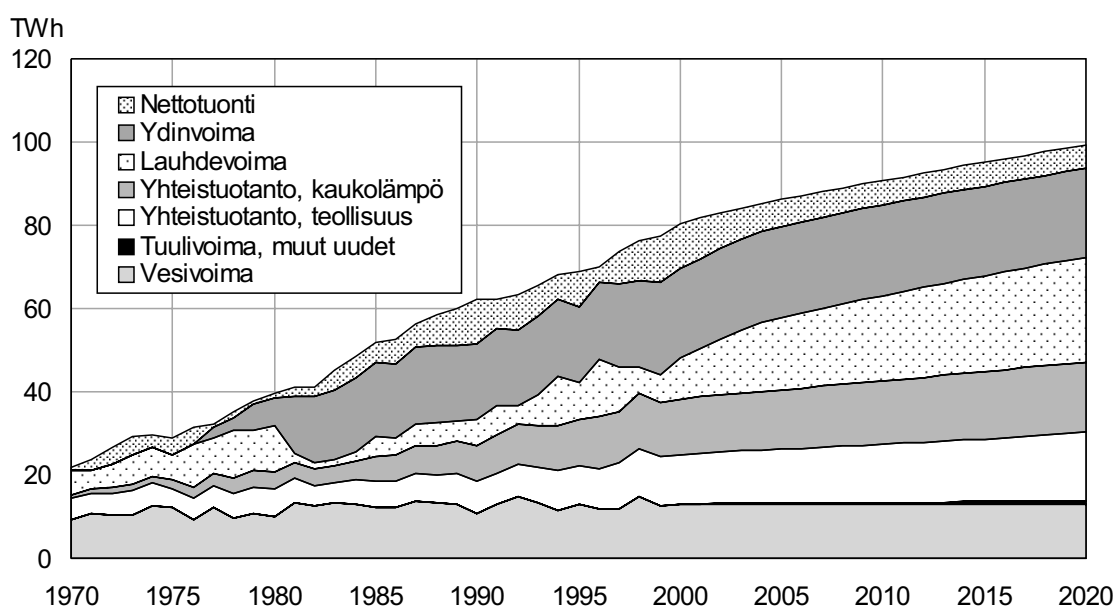
Kulutussektori	2000→2010	2010→2020	2000→2020
Alkutuotanto	0,0	0,0	0,0
Metsäteollisuus	3,7	3,9	7,7
Metallien valmistus	1,1	0,7	1,7
Kemianteollisuus	0,3	0,1	0,3
Muu teollisuus	0,9	0,6	1,5
Palvelutoimialat	1,6	1,3	3,0
Kotitaloudet	1,0	0,5	1,4
Sähkölämmitys	1,3	1,4	2,7
Muut	0,2	0,2	0,5
Yhteensä	10,1	8,7	18,8

Teollisuuden osuus sähkön kokonaiskulutuksen kasvusta on runsas puolet, mikä vastaa teollisuuden nykyistä osuutta sähkönkulutuksesta. Metsäteollisuuden sähkönkulutus kasvaisi lähes 4 TWh vuoteen 2010 mennessä ja saman verran vuosina 2010–2020. Metallien valmistuksessa sähkönkulutuksen kasvu olisi nopeaa vuosina 2000–2010 tuotantokapasiteetin kasvun vuoksi, mutta kasvu hidastuisi selvästi tarkastelujakson toisella osuudella. Vähän energiaa käyttävillä teollisuuden toimialoilla sähkön käyttö lisääntyisi myös selvästi, koska tuotannon kasvu on keskimääräistä nopeampaa.

Palvelutoimialojen tuotanto kasvaa suhteellisen voimakkaasti, mikä näkyy myös sähkönkulutuksen huomattavana kasvuna BAU-skenaariossa.

Lämmityssektorilla sähkölämmityksen kilpailutilanne paranee, jonka vuoksi sen suosio kasvaa uusien omakotitalojen lämmöntuotantojärjestelmänä. Lämmitykseen käytetyn sähkön määrä kasvaakin koko tarkastelukaudella lähes 3 TWh.

Kuvassa 23 on esitetty sähkön hankinnan rakenne. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto lisääntyy sekä yhdyskunnissa että teollisuudessa. Lauhdutussähkön tuotanto kasvaa voimakkaasti ollen vuonna 2020 jo noin 26 TWh, kun se 1990-luvulla on keskimäärin ollut alle 5 TWh. Sähkön nettotuonti laskee 6 TWh:iin. Ydin- ja vesivoiman tuotanto säilyy likimain nykytasolla. Tuulivoiman ja muiden uusien sähköntuotantomuotojen määrä lisääntyy ja saavuttaa 0,7 TWh vuonna 2020.



Kuva 23. Sähkön hankinta tuotantotavoittain BAU-skenaariossa, TWh
(Lähde: skenaarioiden lähtöoletukset, sektoriselvitykset)

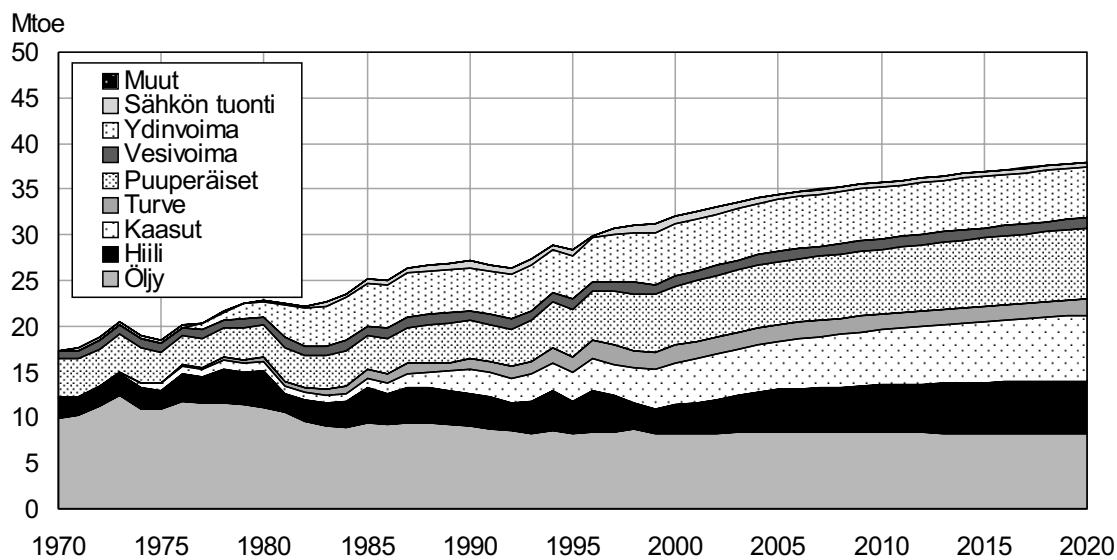
Taulukko 22. Sähkön hankinta tuotantotavoittain BAU-skenaariossa, TWh
(Lähde: skenaarioiden lähtöoletukset, sektoriselvitykset)

Tuotantotapa	1990	1998	2010	2020
Vesivoima	10,8	14,8	13,0	13,0
Tuulivoima, muut uudet	0,001	0,02	0,4	0,7
Ydinvoima	18,1	21,0	21,8	21,3
Yhteistuotanto, teollisuus	7,7	11,5	14,0	16,8
Yhteistuotanto, kaukolämpö	8,5	13,2	15,2	16,7
Lauhdutusvoima ⁽¹⁾	6,6	6,3	20,2	24,8
Nettotuonti	10,7	9,3	5,7	5,7
Yhteensä	62,3	76,6	90,3	99,0

1 Sisältää kaasuturpiinit

3.1.8 Energian kokonaiskulutus

Primäärienergian kokonaiskulutus kasvaa nykyisestä vajaasta 32 Mtoe:sta noin 36 Mtoe:een vuoteen 2010 mennessä ja edelleen noin 38 Mtoe:een vuoteen 2020 mennessä. Kulutuksen kasvuvauhti aikaisempiin vuosiin nähden hidastuu selvästi. Keskimääräinen vuosikasvu välillä 2000–2020 on yksi prosentti vuodessa kun se vuosina 1970–1999 oli runsaat kaksi prosenttia vuodessa.



Kuva 24. Energian kulutus primäärienergianlähteittäin BAU-skenaariossa, Mtoe (Lähde: skenaarioiden lähtöoletukset, sektoriselvitykset)

Öljyn, vesivoiman ja ydinvoiman käyttö energialähteenä pysyy määrältään lähes nykyisen suuruisena. Merkittävimmin kasvavat BAU-skenaariossa kivihiilen, maakaasun ja puuperäisten polttoaineiden käyttö. Kivihiilen käyttö kasvaa erityisesti lauhdevoiman tuotannossa ja terästeollisuudessa. Turpeen kulutus ja sähkön tuonti määrällisesti alenevat.

Taulukko 23. Energian kulutus primäärienergianlähteittäin BAU-skenaariossa, Mtoe

Energialähde	1990	1999	2010	2020
Öljy yhteensä	9,0	8,7	8,3	8,2
Hiili, koksi, masuuni- ja koksaaamokaasut	4,0	3,6	5,9	6,7
Maakaasu	2,2	3,3	5,2	6,4
Ydinvoima	4,7	5,7	5,7	5,5
Sähkön nettotuonti	0,9	1,0	0,5	0,5
Vesi- ja tuulivoima	0,9	1,1	1,2	1,2
Turve	1,3	1,7	1,7	1,7
Puunjalostusteollisuuden jäteliemet	2,1	3,4	3,6	3,9
Teollisuuden puujätteet ja jätelämpö	0,9	1,6	1,7	1,8
Muu puunkäyttö ja muut energialähteet	1,3	1,3	1,9	2,0
Yhteensä	27,2	31,4	35,7	38,0

Eri energialähteiden suhteelliset osuudet energiataseessa näkyvät taulukossa 24.

Taulukko 24. Eri energialähteiden osuudet primäärienergiasta BAU-skenaariossa, % (Lähde: taulukko 23)

Energialähde	1998	2010	2020
Öljy	27,9	23	21
Hiili, koksi, masuuni- ja koksamokaasut	11,4	17	17
Maakaasu	10,5	15	17
Ydinvoima	17,6	16	15
Sähkön nettotuonti	2,6	1	1
Vesivoima	4,1	3	3
Turve	6,0	5	5
Puuperäiset polttoaineet	19,9	20	21
Muut	0,0	0,1	0,2
Yhteensä	100	100	100

Fossiilisista polttoaineista öljyn osuus kokonaisenergiasta laskee BAU-skenaariossa voimakkaasti. Sen sijaan kivihiilen, maakaasun ja jätekaasujen osuus kasvaa yli 15 prosenttiyksikköä.

Ei-fossiilisista energialähteistä vain puun osuus kasvaa, jonka seurauksena fossiilisten polttoaineiden ja turpeen osuus energiataseessa kasvaa nykyisestä noin 55 prosentista yli 60 prosenttiin vuonna 2020. Rakenteen muutos näkyy luonnollisesti päästötaseessa hiilidioksidipäästöjen kasvuna.

3.2 Kasvihuonekaasut

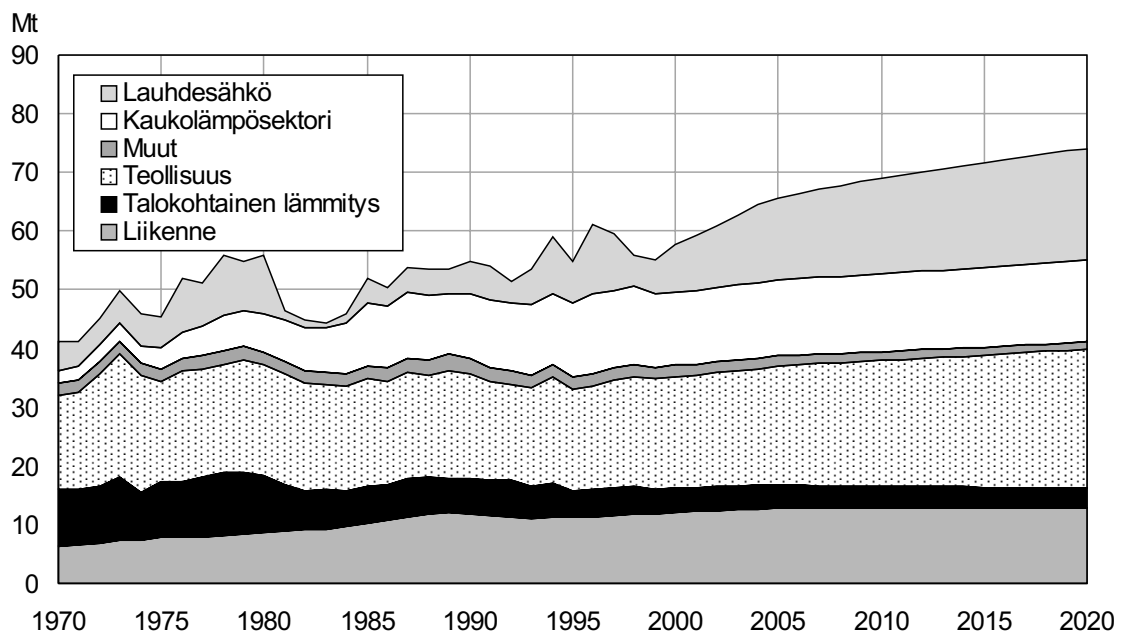
3.2.1 Polton hiilidioksidipäästöt

BAU-skenaarion oletukset johtavat siihen tulokseen, että fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta peräisin olevat hiilidioksidipäästöt lisääntyvät primäärienergian ja sähkön kulutuksen kasvun myötä hyvin voimakkaasti. Päästöt nousevat vuoteen 2010 mennessä noin 69 miljoonaan tonniin ja edelleen vuoteen 2020 mennessä noin 74 miljoonaan tonniin. Tällöin CO₂-päästöt ylittäisivät vuonna 2010 vuoden 1990 tason noin 15 miljoonalla tonnilla.

Kuvassa 25 on esitetty BAU-skenaarion laskelmien mukaiset päästöt sektoreittain. Kuvassa on omiksi sektoreiksi otettu lauhdesähkön tuotanto ja kaukolämpösektori, johon kuuluvat sekä erilliset lämpökeskukset että yhdistetyn lämmön ja

sähkön tuotantolaitokset. Samoin teollisuus sisältää teollisuuden vastapainevoiman ja muun prosessisähkön tuotannon päästöt, mutta ei ostosähkön tuotannon päästöjä.

Energiasektorin päästöjen jyvittäminen loppukulutussektoreille olisi sektoritarkastuksen kannalta oikeampi menettely. Näin on pyritty tekemään mm. ympäristöministeriön omissa sektorilaskelmissa lämmityksen osalta. Ympäristöministeriön selvityksessä päästöjen jyvittäminen on tehty vain eri päästövähennystoimien merkityksen arvioimiseksi ympäristöministeriön hallinnon alalla. Jako- tai jyvitysmenetelmät eivät kuitenkaan ole yksikäsitteisiä eivätkä asiantuntijoiden riidattomasti hyväksymiä eikä niille ole kansainvälisessä vertailussakaan löydetty riittävän hyvää ratkaisua. Niinpä tässä selvityksessä on selvyiden vuoksi tyydytty soveltaamaan perinteisempää sektorijakoa.



Kuva 25. Energian tuotannon ja käytön CO₂-päästöt sektoreittain BAU-skenaariossa, Mt (Lähde: skenaarioiden lähtöoletukset, sektoriselvitykset)

Tonnimääräisesti eniten kasvavat lauhdutusvoiman tuotannon päästöt lähinnä kivihiilen kulutuksen kasvun vuoksi.

Kaukolämmön ja kaukolämpövoiman päästöt kasvavat myös, mutta vastaavasti talokohtaisen lämmityksen päästöt pienenevät. Tämä johtuu siitä, että vaikka lämmitysenergian kulutus kasvaa edelleenkin, siirtyy lämpö tuotettavaksi aluelämpökeskuksissa ja kaukolämpövoimalaitoksissa. Myös sähkölämmityksen keskimääräistä

nopeampi kasvu vähentää talokohtaisen lämmityksen päästöjä, mutta lisää niitä sähköntuotannossa.

Teollisuuden hiilidioksidipäästöt kasvavat BAU-skenaariossa vuodesta 1990 vuoteen 2010 runsaalla 2 Mt:lla ja liikenteen lähes 1 Mt:lla. Rakennustoiminnan ja maatalouden CO₂-päästöt sen sijaan vähenevät.

Fossiilisten polttoaineiden käytössä on mukana teollisuusprosessiin liittyviä, vaikeasti korvattavia polttoaineita. Tällaista on mm. koksen käyttö, sillä teräksen valmistuksessa se on polttoaineena toimimisen lisäksi lopputuotteeseen sitoutuva raaka-aine. Toinen esimerkki on öljynjalostuksen sivutuotteet, kuten jalostamokaasut. Jalostamoissa raakaöljystä saadaan öljytuotteiden lisäksi esim. jalostamokaasuja, joita sitten käytetään hyödyksi energiantuotannossa.

Erinäisten työkoneneiden kasvihuonekaasupäästöjä on tarkasteltu sekä ympäristöministeriön että maa- ja metsätalousministeriön selvityksissä. Työkoneet jakautuvat usealle sektorille: maatalouden koneet, teollisuuden trukit ja kuormaajat, maanrakennustoiminnan koneet, diesel- ja bensiinikäyttöiset siirrettävät työkoneet sähkögeneraattoreista moottorisahoihin ja ruohonleikkureihin. Yhteensä niiden kasvihuonekaasupäästöt ovat noin 3,4 Mt CO₂-ekv. ja niiden arvioidaan säilyvän samalla tasolla.

Taulukko 25. Hiilidioksidipäästöjen kasvu eri sektoreilla BAU-skenaariossa vuosina 1990–2010, Mt (Lähde: sektoriselvitykset)

Sektori	1990–2010, Mt
Lauhdutusvoima	+10,4
Kaukolämpösektori	+ 2,4
Muut	- 1,1
Teollisuus	+ 3,4
Talokohtainen lämmitys	- 2,1
Liikenne	+ 0,9
Yhteensä	+13,8

Hiilidioksidin lisäksi muita Kioton pöytäkirjan käsittelemiä kasvihuonekaasuja ovat metaani ja dityppioksidi sekä ns. uudet kaasut, joita ovat HFC- ja PFC-yhdisteet sekä rikkiheksafluoridi (SF₆). Hiilidioksidipäästöjä syntyy fossiilisten polttoaineiden käytön lisäksi mm. suopelloilta ja kalkkikivenkäytöstä. Muita Kioton pöytäkirjan ulkopuolella olevia kasvihuonekaasuja ovat mm. vesihöyry, erilaiset edellä mainittujen uusien kaasujen lisäksi olevat halogeenoidut hiilivedyt (mm. HCFC)

ja otsoni (O_3). Monet muut kaasut (NO_x , CO, VOC ja SO_2) ovat lisäksi ns. epäsuoria kasvihuonekaasupäästöjä. Näitä pöytäkirjan ulkopuolella olevia kaasuja säännellään jo joko toisten sopimusten avulla tai niillä ei ole merkittävää vaikutusta.

3.2.2 Muut hiilidioksidipäästöt

Hiilidioksidipäästöistä valtaosa syntyy fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta, mutta myös muita CO_2 -lähteitä on, kuten taulukosta 3 nähdään. Kasvihuonekaasutaseissa ja -ilmoituksissa nämä on jaoteltu kolmeen pääluokkaan: teollisuusprosessien päästöt, maatalousmaat ja hävikit.

Teollisuusprosessien päästöt syntyvät, kun kalkkikivenkäytössä ($CaCO_3$) poltosta tai kuumentamisesta vapautuu kalkkia (CaO) ja hiilidioksidia. Nämä päästöt ovat noin 1 Mt vuodessa ja ovat pääosin peräisin sementin valmistuksesta (50 %). Kalkkikiven käytöstä syntyy pienempiä päästöeriä raakaraudan valmistuksessa (25 %), voimalaitosten rikinpoistosta (5 %) ja muusta kalkkikiven käytöstä teollisuudessa (20 %). Näistä kalkkikiven käytöstä aiheutuvia päästöjä ei nykyteknologialla pystytä helposti vähentämään.

Maatalousmaiden ilmoitetut CO_2 -päästöt ovat noin 2,0 Mt (1999). Maatalousmaiden kalkituksessa käytetyt karbonaattiyhdisteet, kuten kalkkikivi ja dolomiittikalkki aiheuttavat reagoidessaan maaperässä noin 0,4 Mt CO_2 -päästöt. Turvepohjaisten peltojen viljelystä aiheutuvat CO_2 -päästöt arvioidaan noin yhdeksi Mt:ksi vuodessa, mutta tässä luvussa on suuria pinta-alan ja päästökertoimiin liittyviä epävarmuuksia. Lisäksi IPCC-ohjeiden mukaan tulisi maatalouden päästöiksi arvioida maan käytössä ja käsittelyssä tapahtuvat muutokset, jotka vaikuttavat kivennäismaiden orgaanisen hiilen varastoihin. Alustavien selvitysten mukaan ne asettuvat välille 1–7 Mt hiilidioksidia vuodessa.

Suomen ilmoittamat haihtumishävikit polttoaineista ovat noin 3,5 Mt CO_2 :ta. Periaatteessa tämä päästölähde on kiinteiden polttoaineiden tuotannon ja elinkaareen siitä osasta, joka ei sisälly itse polttoprosessiin. Hiilen, öljyn ja maakaasun CO_2 -haihtumispäästöt Suomen inventaariossa ovat vain vähäiset 0,04 Mt, koska niiden tuotantoketjun alku- tai loppupää ei ole Suomessa. Kiinteissä polttoaineissa Suomen inventaariossa on turpeen käytön elinkaarenaikaiset päästöt, jotka muodostuvat turvetuotantoon käytössä olevien tai varattujen tuotantoalueiden CO_2 -päästöistä ja muista polton ulkopuolisista turpeen koko elinkaaren osien päästöistä.

Taulukossa 3 on hiilidioksidipäästöissä ilmoitettu vielä kohta muut, joka oli 0,8 Mt vuonna 1999. Se tarkoittaa IPCC-ohjeiden mukaan öljytuotteiden ja maakaasun ei-energiakäyttöä, eli päästöjä ”varastoituneista energialähteistä”, kuten muovien tai asfaltin öljystä, joka kuitenkin hapettuu jossain vaiheessa.

Ilman vähentämistoimenpiteitä, eli BAU-skenaariossa, näiden muiden kuin fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta syntyvien hiilidioksidipäästöjen arvioidaan säilyvän kutakuinkin muuttumattomina.

3.2.3 Metaani

Suomen metaanipäästöt ovat nykyisin noin 4 Mt CO₂-ekv., kun ne vuonna 1990 olivat vielä 6,1 Mt CO₂-ekv. (taulukko 26). Vähennemä on seurausta lähinnä siitä, että kaatopaikoilta peräisin olevan metaania otetaan talteen ja poltetaan yhä enemmän. Jätteistä peräisin olevat päästöt vastaavat noin puolesta kokonaispäästöistä ja reilu kolmannes on peräisin kotieläimistä, niissä lähinnä nautakarjasta.

*Taulukko 26. Suomen metaanipäästöt Mt CO₂-ekv. vuosina 1990–1999
(Lähde: Suomen raportointi komissiolle 15.12.2000, ympäristöministeriö;
Tilastokeskus)*

Sektori	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Energia	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Teollisuusprosessit	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Maatalous	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Kotieläimet	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Lannankäsittely	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Jätteet	3,7	3,4	3,0	2,6	2,4	2,4	2,2	1,9	1,8	1,7
Yhteensä	6,1	5,7	5,2	4,8	4,6	4,7	4,5	4,3	4,1	3,9

Runsas 10 prosenttia metaanipäästöistä eli noin 0,5 Mt CO₂-ekv. on peräisin polttoaineen epätäydellisestä palamisesta, joka on ongelma lähinnä tulisijoissa ja hyvin pienissä lämpökattiloissa. Voimalaitoksissa ja lämpökeskuksissa palaminen tapahtuu lähes täydellisesti, jolloin metaanipäästöt ovat hyvin pieniä. Noin puolet palamisen metaanipäästöistä aiheutuu puun polttamisesta tulisijoissa. Tulisijojen metaanipäästöjä voidaan vähentää uusilla tulisijaratkaisulla, joissa on kiinnitetty huomiota lähinnä palamisilman syöttöön ja palamiskaasujen sekoittumiseen.

Maakaasu on lähes puhdasta metaania. Suomessa maakaasun siirto- ja jakeluverkon vuodot ovat hyvin vähäiset, vain noin 0,02 prosenttia siirrettävästä maakaasumäärästä. Tämä vastaa noin 0,012 Mt CO₂-ekv., joten nämä päästöt eivät ole merkittäviä.

Maakaasun siirrossa tarvittavat kompressoriasemat, joita on Suomessa nykyään yhteensä kolme kappaletta, käyttävät maakaasua kompressoreita pyörittävissä kaasuturpiineissa. Näiden vuosipäästöt ovat noin 0,043 Mt CO₂. Päästövähennysmahdollisuuksia on saatavissa verkon optimoinnin kautta saavutettavalla pumppaustarpeen vähenemisellä ja siirtymällä sähkökäyttöisiin kompressoreihin, jos sähkö tehdään vähemmillä päästöillä. Toistaiseksi vähennyspotentiaali ei ole vielä merkittävä, mutta maakaasun käytön kasvaessa sen siirrosta aiheutuvat päästöt myös kasvavat.

BAU-skenaariossa metaanipäästöjen arvioidaan edelleen alenevan jätteistä peräisin olevien metaanipäästöjen vähetessä jo tehdyillä jätehuoltopäätöksillä. Ympäristöministeriön selvityksen mukaisesti nykykehityksellä jätehuollon metaanipäästöt olisivat vuonna 2010 noin 1,5 Mt CO₂-ekv., kun vuonna 1999 ne olivat noin 1,7 ja vuonna 1990 noin 3,6 Mt CO₂-ekv. Maatalouden metaanipäästöjen oletetaan maa- ja metsätalousministeriön selvityksen perusurassa, eli Agenda 2000 -skenaariossa säilyvän nykyisellä tasolla, joka on siis hieman vuoden 1990 tasoa alempi. Myös energiantuotannon metaanipäästöjen arvioidaan säilyvän nykyisellään. Energiaan sisältyvien liikenteen metaanipäästöjen arvioidaan liikenne- ja viestintäministeriön selvityksen mukaan puolittuvan vuoden 1990 arvoista, mutta kokonaismetaanipäästöistä ne edustavat vain runsasta yhtä prosenttia.

3.2.4 Dityppioksidi

Suomen dityppioksidi- eli N₂O-päästöt ovat nykyisin noin 8 Mt CO₂-ekv., josta noin puolet on peräisin maataloudesta, polttoprosesseista noin 20 prosenttia ja liikenteestä 10 prosenttia ja siinä erityisesti katalysaattoreista. Teollisuuden päästöt ovat vajaat 20 prosenttia kokonaispäästöistä. Ne ovat peräisin tyyppihapon valmistuksesta. Liuottimet ja jätteet tuottavat muutaman prosentin N₂O-päästöistä.

*Taulukko 27. Suomen dityppioksidipäästöt Mt CO₂-ekv. vuosina 1990–1999
(Lähde: Suomen raportointi komissiolle 15.12.2000, ympäristöministeriö;
Tilastokeskus)*

Sektori	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Energia	1,7	1,8	1,7	1,7	1,8	2,0	2,1	2,4	2,5	2,5
Liikenne	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7
Teollisuusprosessit	1,6	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3
Maatalous	4,9	4,6	4,2	4,3	4,3	4,3	4,2	4,1	4,0	3,8
Lannankäsittely	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
Maatalousmaat	4,4	4,1	3,7	3,7	3,7	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4
Jätteet	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Yhteensä	8,4	7,9	7,3	7,5	7,6	7,8	7,8	8,1	7,9	7,7

Kasvihuonekaasuinventoinnissa N_2O -päästöihin lasketaan mukaan prosesseista, esim. polttamisesta suoraan syntyneet N_2O -päästöt ja ilmakehässä typen oksideista (NO_x) syntyneet N_2O -päästöt. Kotimaisessa päästölaskennassa saadaan esille usein vain prosessista suoraan syntyneet N_2O -päästöt, joten tämä aiheuttaa eroja lukuarvoissa. Esimerkiksi liikenteen suorat N_2O -päästöt lähes kaksinkertaistuivat 1990-luvulla, mutta katalysaattoreiden yleistyminen vähensi NO_x -päästöjä selvästi ja kokonais- N_2O -päästöt kasvoivat vain noin viidenneksen.

Energiatuotannossa N_2O -päästöt ovat pääosin peräisin leijukerrospoltoista ja jätevesilietteiden poltosta – eli alhaisessa lämpötilassa tapahtuvasta poltosta. Leijukerrospolto mahdollistaa korkean hyötysuhteen ja suhteellisen alhaiset päästöt käytettäessä heikkolaatuista polttoainetta. Näiden kattiloiden yleistyminen toisaalta edesauttaa biopolttoaineiden lisäämistä, mutta toisaalta lisää dityppioksidipäästöjä. Kuplivan leijukerrospolton ja puun polton päästökertoimet ovat suhteellisen suuria. Teknologia leijukerrospolton päästöjen vähentämiseksi on olemassa, mutta toistaiseksi sitä ei ole otettu käyttöön N_2O -normien puuttuessa.

Energiantuotannon N_2O -päästöt saattavat muuttua laskennallisesti lähiaikoina, sillä kuplivan leijukerrospolton ja puun polton päästökertoimia on pidetty liian suurina. Suomessa on käynnissä mittauksia, joissa asiaa selvitetään.

BAU-skenaariossa N_2O -kokonaispäästöjen arvioidaan kasvavan nykyisestä hie-
man, eli noin 8–9 Mt CO_2 -ekv:iin, mutta paineita päästöjen suuremmallekin kasvulle on. Maatalouden N_2O -päästöt eivät juurikaan muutu maa- ja metsätalousministeriön Agenda 2000 -skenaariossa. Liikenteen suorien N_2O -päästöjen oletetaan liikenne- ja viestintäministeriön selvityksen mukaan noin puolitoistakertaistuvan vuoteen 2010 mennessä vuoden 1998 määrästä ja olevan lähes kaksi ja puoli kertaa 1990 arvoon verrattuna. Liikenteen suorien päästöjen kasvu johtuu katalysaattorien yleistymisestä ja oletuksesta, etteivät uusien katalysaattorien N_2O -päästöt juurikaan vähene. Liikenteen NO_x -päästöjen väheneminen edelleen kompensoi suorien N_2O -päästöjen kasvua edellä kuvatun mukaisesti ja liikenteen N_2O -päästöt kasvanevat maltillisesti.

Biopolttoaineiden käytön lisääntyminen BAU-skenaariossakin ja sitä kautta kasvava leijukerroskattiloiden määrä aiheuttaa myös paineita päästöjen kasvulle, sillä nykyiset määräykset eivät aseta rajoja kattiloiden N_2O -päästöille. Toisaalta leijukerrospolton kertoimien korjautuminen vähentäisi tätä uhkaa merkittävästi. Myös

kattilakannan uusiutuminen ja NO_x-päästöjen vähentämiseen kohdistuvat mahdolliset lisätoimenpiteet vähentävät NO_x-päästöjä ja siten ilmakehässä muodostuvia N₂O-päästöjä.

3.2.5 Uudet kaasut

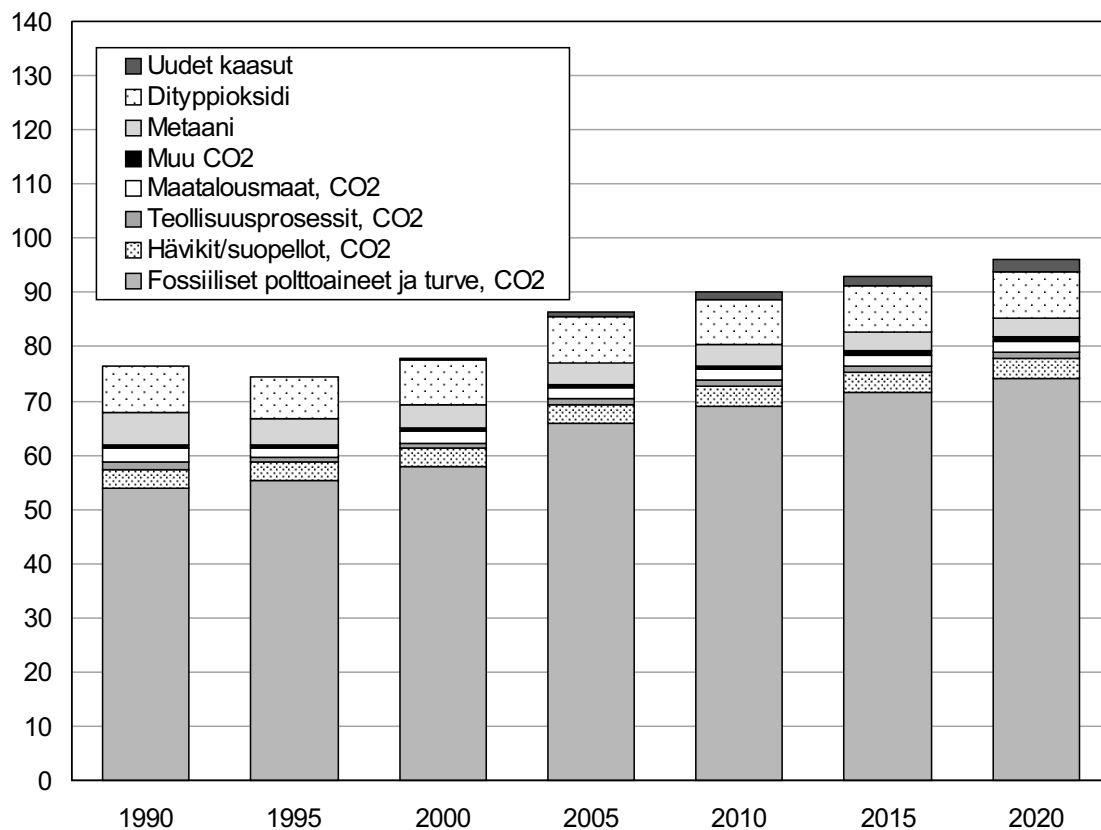
Kioton pöytäkirjassa on kolme ns. uutta kaasua, jotka ovat HFC- ja PFC-yhdisteet sekä rikkiheksafluoridi (SF₆). Uusien kaasujen päästöt ovat kasvaneet viime vuosina voimakkaasti, kun yläilmakehän otsonikerrosta tuhoavia CFC- ja HCFC-yhdisteitä on korvattu HFC-yhdisteillä. SYKEN arvioiden mukaan uusien kaasujen päästöt ovat nykyisin noin 0,4 Mt CO₂-ekvivalenttia. Uusien kaasujen päästöt olisivat vuonna 2010 ilman vähentämistoimenpiteitä eli BAU-tapauksessa noin 1,4 Mt CO₂-ekv. Kiinteiden sekä ajoneuvoihin asennettujen ilmastointi- ja kylmälaitteiden yleistymisen aiheuttaa pääosan päästöistä. Niiden osuus nykyisistä uusien kaasujen päästöistä on 65 prosenttia.

3.2.6 Yhteenveto kokonaispäästöistä

BAU-skenaarion mukaan kasvihuonekaasun kokonaispäästöt kasvavat vuoteen 2010 mennessä ja sen jälkeenkin. Ainoastaan metaanin päästöjen oletetaan merkittävästi alenevan vuoden 1990 arvoista, mutta tästäkin vähenemästä suuri osa on jo saavutettu.

BAU-skenaarion kokonaispäästöärvioon sisältyy epävarmuustekijöitä, jotka voivat heittää laskennallisia päästöjä suuntaan tai toiseen. Maatalousmaiden ja polttoaineiden haihtumisesta aiheutuvat CO₂-päästöjen arvioinnit voivat tarkentua. Leijukerrospolton N₂O-kertoimien korjaus voi muuttaa laskennallisia päästöjä. Ajoneuvojen katalysaattoreiden BAU-kehitys ei ole Suomesta riippuvainen. Uusien kaasujen arviointi on toistaiseksi ollut vähäistä ja historiatiedotkin ovat muuttuneet suuresti.

Kuvassa 26 on esitetty alustava arvio kaikkien kasvihuonekaasujen päästöistä BAU-skenaariossa. Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta syntyvät CO₂-päästöt ovat olleet noin 75 prosenttia kaikista kasvihuonekaasupäästöistä. Tulevaisuudessa niiden osuus kasvaa, kun muut kasvihuonekaasupäästöt kokonaisuudessaan pysyvät suurin piirtein ennallaan.

Mt CO₂-ekv.

Kuva 26. Kokonaispäästöt BAU-skenaariossa, Mt CO₂-ekv.
(Lähde: sektoriselvitykset)

Taulukko 28. Kokonaispäästöt BAU-skenaariossa, Mt CO₂-ekv.
(Lähde: sektoriselvitykset)

Kasvihuonekaasut	1990	1999	2010	2020
CO ₂				
– Fossiilisten polttoaineiden käyttö	48,0	49,4	61,5	66,4
– Turpeen poltto	5,9	7,4	7,6	7,7
– Hävikit	3,5	3,5	3,5	3,5
– Teollisuusprosessit	1,2	1,1	1,2	1,4
– Maatalousmaat	2,6	2,0	2,0 ¹	2,0 ¹
– Muut	0,6	0,8	0,7	0,7
CO ₂ yhteensä	61,8	64,1	76,5	81,8
Metaani	6,1	3,9	3,9	3,5
Dityppioksidi	8,4	7,7	8,0	8,2
Uudet kaasut	0,1	0,4	1,4 ¹	2,4 ¹
Yhteensä	76,5	76,2	90¹	96¹

1 Alustava arvio

3.3 BAU-skenaarion herkkyystarkasteluja

3.3.1 Herkkyystarkastelujen lähtökohdat ja tarkoitus

Hiilidioksidipäästöjen kehityksen tarkastelu osoittaa, että niiden arvioitu kehitys riippuu ratkaisevasti muutamasta tekijästä. Avainasemassa ovat oletukset energiavaltaisten toimialojen (massa- ja paperiteollisuuden, metallien valmistuksen ja kemianteollisuuden) tuotannon kasvunopeudesta sekä oletukset siitä, millä tuotantomuodoilla sähkön kulutuksen kasvu katetaan.

Seuraavissa luvuissa arvioidaan herkkyystarkastelujen avulla sitä, miten energian kulutus ja niiden myötä polton hiilidioksidipäästöt kehittyisivät, jos avainasemassa olevien tekijöiden tuleva kehitys poikkeaisi BAU-skenaarion oletuksista.

Ensinnä tarkastellaan, mitä vaikuttaisi lopputuloksiin, jos energiavaltaisten toimialojen kasvunopeus poikkeaisi yhdellä prosenttiyksiköllä per vuosi BAU-skenaariosta (BAU+1% ja BAU-1%). Toisena tapauksena katsotaan, miten kävisi, jos sähkön tuonti olisikin suurempi tai pienempi kuin BAU:ssa (BAU 15 TWh ja BAU 0 TWh).

Herkkyystarkasteluilla pyritään kuvaamaan sitä epävarmuusaluetta, johon muutokset energian kysynnän ja sitä kautta hiilidioksidipäästöjen kehitystä määrittävissä tekijöissä johtaisivat. Sekä teollisuuden tuotannon kasvu että sähkön tuonti ovat kansallisen ilmastostrategian näkökulmasta suurelta osin annettuja tekijöitä. Toisaalta voidaan kuitenkin todeta, että kansallisella energia- tai ilmastopolitiikalla voidaan vaikuttaa niihin kilpailukykytekijöihin, joilla on vaikutusta sekä teollisuuden kehitysedellytyksiin että oman sähkön tuotannon ja tuontisähkön väliseen suhteeseen.

3.3.2 Muutokset energiavaltaisten toimialojen kasvussa

BAU-skenaariossa oletettiin, että energiavaltaisten teollisuustoimialojen – massa- ja paperiteollisuus, metallien valmistus ja peruskemian teollisuus öljynjalostus poislukien – tuotannot kehittyisivät seuraavasti.

Taulukko 29. Energiavaltaisten toimialojen kasvu (Lähde: ks. taulukko 5)

Toimiala	Kasvu, %/vuosi 1998–2020
Massa- ja paperiteollisuus	1,8
Metallien valmistus	2,0
Kemianteollisuus (pl. öljynjalostus)	1,4

Jos tuotannon vuotuinen kasvu vuodesta 2002 eteenpäin olisikin näillä toimialoilla yhden prosenttiyksikön suurempi tai pienempi kuin BAU-skenaariossa, päädyttäisiin tuotannon tasoissa ja toimialojen sähkön kulutuksissa seuraavan asetelman mukaiseen tilanteeseen.

Taulukko 30. Energiavaltaisten toimialojen tuotanto ja sähkön kulutus vuonna 2020 (Lähde: ks. taulukko 5)

Toimiala	Tuotanto 2020 kun 1998 = 1,00			Sähkön kulutus 2020, TWh		
	BAU	BAU +1%/v	BAU -1%/v	BAU	BAU +1%/v	BAU -1%/v
Massa- ja paperiteollisuus	1,53	1,84	1,27	33,0	40,0	27,1
Metallien valmistus	1,58	1,90	1,31	6,4	7,4	5,2
Kemianteollisuus	1,19	1,28	1,12	4,9	5,2	4,4

Hiilidioksidipäästöjen osalta vertailu esitetään seuraavissa taulukoissa.

Taulukko 31. Hiilidioksidipäästöt energiavaltaisten toimialojen kasvaessa 1%/v enemmän

	1999	2010	2020
Polton päästöt, Mt CO ₂	56,8	73,1	83,0
Muutos vuodesta 1999, Mt	-	16,3	26,2
Muutos vuodesta 1999, %	-	29	46

Taulukko 32. Hiilidioksidipäästöt energiavaltaisten toimialojen kasvaessa 1%/v vähemmän

	1999	2010	2020
Polton päästöt, Mt CO ₂	56,8	65,4	66,8
Muutos vuodesta 1999, Mt	-	8,6	10,0
Muutos vuodesta 1999, %	-	15	18

Laskelmissa on oletettu, että muiden toimialojen tuotannot (arvonlisäykset) olisivat samat kuin BAU-skenaariossa. Tällöin BKT:kin muuttuisi vain sillä määrällä millä nämä kolme toimialaa muuttuisivat. Koska näiden toimialojen osuus BKT:sta on vain 8 prosenttia, hidastuisi BKT:n vuotuinen kasvutahti BAU:n 2,4 prosentista vain 0,1 prosenttiyksiköllä BAU-1%-tarkastelussa. Todellisuudessa BKT kuitenkin supistuisi enemmän toimialojen keskinäisten riippuvuuksien ja niiden synnyttämien taloudellisten kerrannaisvaikutusten vuoksi.

3.3.3 Muutokset sähkön tuonnissa

BAU-skenaariossa oletettiin, että sähkön tuonti Suomeen kääntyisi laskuun, kun pohjoismainen tarjonta-kysyntä -tilanne kiristyy.

Tuonti voi kuitenkin nousta oletettua suuremmaksi, jos esim. sähkön kulutus Pohjoismaissa ei kasvaisikaan ennustetulla tavalla, Saksa ei luopuisi ydinvoimastaan tai tuontijohtoja Venäjältä käytettäisiin aiemmasta poikkeavalla tavalla. Nykyisten rajajohtojen kapasiteetti on noin 15 TWh, mikä on otettu tässä herkkyystarkastelun ylärajaksi.

Tuonti voi yhtä hyvin jäädä selvästi arvioitua pienemmäksi useista syistä. Pohjoismaiden – pois lukien Islanti – sähköntuotannosta yli puolet, vuonna 1999 54 prosenttia tulee vesivoimasta. Norjan sähköntuotanto on lähes kokonaan vesivoimaa ja Ruotsin karkeasti puoliksi vesivoimaa. Vaihteluväli Norjan, Ruotsin ja Suomen yhteisessä vuosittaisessa vesivoimatuotannossa on suuri, jopa 74 TWh eli lähes Suomen vuosittaisen sähkönkulutuksen verran. Viime vuosina Pohjoismaissa on ollut sateista ja vesivoimaa on saatu normaalia enemmän. Venäjän tuonti voi myös vähetä Venäjän oman kulutuksen arvioitua suuremman kasvun myötä tai jos nykyistä runsasta ylikapasiteettia poistuu käytöstä ympäristönäkökohtien vuoksi tai Pohjoismaisilla markkinoilla toimivien tuontiyritysten omien ratkaisujen seurauksena.

Jos tuonti on suurempi kuin mitä BAU:ssa oletetaan, jäisi suomalaisten konventionaalisten hiilivoimalaitosten käyttö vähäisemmäksi ja fossiilisten polttoaineiden poltto pienemmäksi kuin oletettiin. Tämä näkyisi alhaisempina päästöinä. Tarkastelussa on oletettu, että “BAU/tuonti 0 TWh” -tapauksessa maakaasun osuus lisäsähköstä olisi suurempi kuin BAU:ssa. Kaasun kulutus nousisi tällöin lähes 9 mrd. m³:iin vuodessa, kun nykyinen kulutus on noin 4 mrd. m³/vuosi.

Sähkön tuontimuutosten merkitystä BAU-skenaarioon verrattuna selventää seuraava asetelma.

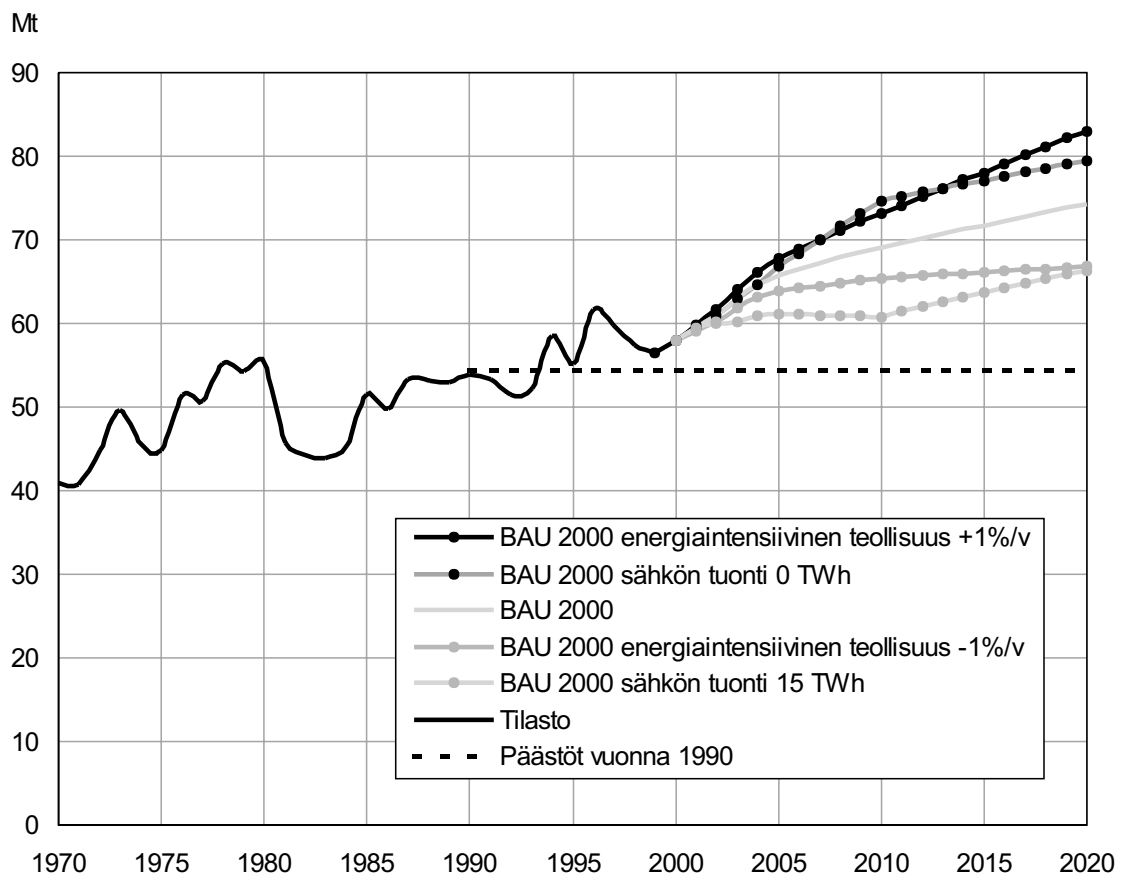
Taulukko 33. Sähkön tuontimäärän vaikutukset hiilidioksidipäästöihin

Herkkyystarkastelu	Sähkön tuonti, TWh			Polton hiilidioksidipäästöt, Mt		
	1998	2010	2020	1998	2010	2020
BAU	9,6	6	6	56,8	69,1	74,2
BAU/tuonti 15 TWh	9,6	15	15	56,8	60,8	66,3
BAU/tuonti 0 TWh	9,6	0	0	56,8	74,6	79,4

3.3.4 Yhteenveto herkkyystarkasteluista

Herkkyystarkastelut osoittavat, että hiilidioksidipäästöt voivat vaihdella varsin laajoissa rajoissa tulevina parina vuosikymmenenä. Siinä tapauksessa, että energiavaltaisten toimialojen kasvu jää vaatimattomaksi ja oman sähkön tuotannon kilpailukyky riittämättömäksi tuonnin suhteen, jäisivät hiilidioksidipäästöt selvästi pienemmiksi kuin BAU-skenaariossa. Jos muut kasvihuonekaasut kehittyisivät BAU:ssa lasketulla tavalla, ylittäisivät kasvihuonekaasut kokonaisuudessaan kuitenkin vuonna 2010 tavoitetason ja näyttäisivät kasvavan edelleen vuoteen 2020 saakka.

Erityisen selvästi hiilidioksidipäästöt ja kasvihuonekaasut kokonaisuudessaan ylittävät vuosien 2008–2012 tavoitetason, jos energiavaltaisten toimialojen tuotanto kasvaisi oletettua nopeammin ja sähkön tuotanto perustuisi oletettua enemmän fossiilisten polttoaineiden käyttöön.



Kuva 27. Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta peräisin olevat hiilidioksidipäästöt perusurassa ja eri herkkyystarkasteluilla, miljoonaa tonnia (Lähde: Tilastokeskus, 1999, skenaarioiden lähtökohdat, sektoriselvitykset)

Taulukko 34. Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta peräisin olevat hiilidioksidipäästöt perusurassa ja eri herkkyystarkasteluilla, miljoonaa tonnia

Herkkyystarkastelu	2010	2020
BAU	69,1	74,2
BAU energiantensiivinen teollisuus +1%/v	73,1	83,0
BAU energiantensiivinen teollisuus -1%/v	65,4	66,8
BAU sähkön tuonti 15 TWh	60,8	66,3
BAU sähkön tuonti 0 TWh	74,6	79,4

3.4 Yhteenveto BAU-skenaariosta

Suomen mahdollisuuksia täyttää sille EU:n taakanjaossa sovittu velvoite palauttaa kasvihuonekaasut vuoden 1990 tasolle sitoumuskauden 2008–2012 aikana, on edellä tarkasteltu niin sanotun BAU- (Business As Usual) skenaarion avulla. Se perustuu talouskasvun osalta tavoitteellisiin kasvuarvioihin, joiden on katsottu voivan tukea hallitusohjelmassa edellytettyä vakaan talouskasvun ja työllisyyden parantamisen linjaa. Energian kulutukseen ja hankintaan vaikuttavien toimenpiteiden, kuten taloudellisen ohjauksen ja teknologisen kehityksen osalta se perustuu siihen lähtökohtaan, että tulevaan kehitykseen vaikutetaan likimain nykyisellä intensiteetillä eikä esimerkiksi energiaverotuksen reaalista tasoa tai sen rakennetta muutettaisi. Normiohjauksesta on niin ikään tehty laskennalliset oletukset: uusien rakennusten lämmönkulutukseen vaikuttavien määräysten on oletettu jatkuvan muuttumattomina, EU-direktiivien kotitalouslaitteiden energiatehokkuudesta on ajateltu pysyvän nykyisinä ja esim. normien uusien henkilöautojen polttoainete-hokkuudesta tulevan voimaan ja vaikuttavan tehtyjen sopimusten mukaisesti. Maa-talouden osalta laskelmat perustuvat Agenda 2000:een ja valmisteilla olevaan Agenda 2007:ään. Yhdyskuntarakenteen kehitykseen vaikuttavia uusia normeja ei ole ajateltu otettavan käyttöön.

BAU-skenaariossa oletetaan, että nykyisiä toimenpiteitä energian säästämiseksi ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi jatkettaisiin likimain nykyisellä intensiteetillä. Lisäksi oletetaan että näissä toimenpiteissä onnistutaan. BAU-skenaario pitää sisällään myös oletuksia, jotka jäädessään toteutumatta voivat edelleen kas-vattaa päästöjä. Tällainen on esim. oletus, että autoverotuksella pystytään tuke-maan kehitystä niin, että Suomessa käytettävä autokanta muuttuu vähemmän ku-luttavaksi. Komission autoteollisuuden kanssa tekemä sopimus koskee vain yh-teisön alueella myytäviä autoja keskimäärin.

Energian hankinnan osalta merkittävimmät oletukset ja lähtökohdat ovat seuraavat:

- vesivoiman tuotanto ei kasvaisi
- ydinvoimaa tuotetaan vain nykyisissä laitoksissa
- sähkön tuonti vähenisi nykyisestä
- maakaasuputki laajenee kymmenen vuoden sisällä Turun seudulle
- puun kilpailukyky paranee hiljaksen ilman erityisiä lisätoimiakin
- sähkön ja lämmön yhteistuotanto kasvaa hiljaksen kaukolämpökuorman ja teollisuuden lämmöntarpeen kasvun mukana ja laitospölyn uusiutuksessa
- yhteistuotannossa kaasu on luonnollinen polttoaine uusissa laitoksissa maakaasun jakelualueella, muualla puu voittaa alaa turpeelta. Uusissa lauhdutusvoimalaitoksissa polttoaineena on sekä kaasua että hiiltä
- lämmitysvalinnoissa energialähteiden osuudet pysyvät suurin piirtein nykyisinä

Polttoaineiden maailmanmarkkinahintojen on oletettu pikkuhiljaa nousevan reaalisesti, öljyn ja kaasun hinnan eniten, hiilen hinnan hitaammin.

Näillä BAU-skenaarion laskentalähtökohdilla on päädytty siihen, että sekä primäärienergian kokonaiskulutus että sähkön kulutus kasvaisivat edelleen. Sähkön käyttö kasvaisi muuta energiaa jonkin verran nopeammin. Kulutuksen kasvuvauhti laantuisi kuitenkin edelleen siten, että primäärienergian kulutuskasvu olisi vuodesta 1998 vuoteen 2020 enää 1,0 prosenttia vuodessa, kun se oli vielä esimerkiksi jaksolla 1980–1998 1,8 prosenttia vuodessa. Myös sähkön kulutuksen kasvu olisi selvästi hitaampaa kuin menneisyydessä, vuodesta 1998 vuoteen 2020 noin 1,2 prosenttia vuodessa. Energian kulutuksen kasvun laantuminen merkitsisi samalla sitä, että energiankulutus kasvaisi tulevana parina vuosikymmenenä koko kansantaloutta hitaammin. Näin kehitys jatkuisi samansuuntaisena mitä se on ollut primäärienergian osalta jo yli kaksi vuosikymmentä ja sähkönkin osalta 1990-luvun puolivälin paikkeilta alkaen.

Koska energiahankinnan osalta BAU-skenaario perustuu oletukseen, etteivät hiilidioksidivapaat sähköntuotantomuodot kasva, puulla tehtyä sähköä ja tuulivoimaa lukuun ottamatta, päädytään skenaariossa energian tuotannon ja käytön hiilidioksi-

dipäästöjen osalta lopputulemaan, jonka mukaan CO₂-päästöt kasvaisivat selvästi nykyisestä samoin kuin vuoden 1990 tasosta vuoteen 2010 mennessä. Päästöt kasvaisivat tämän jälkeenkin.

Muiden kasvihuonekaasujen kuin CO₂:n päästöjen kasvu olisi sen sijaan vähäistä. Erityisesti kaatopaikoilta peräisin olevan metaanin määrä vähenee. Kaikkien kasvihuonekaasujen osalta laskelmat päätyvät siihen tulokseen, ettei Suomi pysty BAU-skenaarion oletuksilla saavuttamaan tavoitettaan sitoumuskaudella 2008–2012.

BAU-skenaario ja siihen liittyvät herkkyystarkastelut osoittavat, että sähkön tuotannon polttoaineet ovat avainasemassa pyrittäessä Kioton tavoitteisiin Suomessa. Kasvihuonekaasutavoitteita ei kuitenkaan voida ratkaista sitoumuskauteen mennessä pelkästään sähkön hankintaan kohdistuvilla toimenpiteillä. Lisäksi tarvitaan toimenpiteitä sekä energian kulutuksen kasvun leikkaamiseksi että lämmön tuotannon polttoainejakauman muuttamiseksi vähemmän hiilipitoiseen suuntaan.

Seuraavissa luvuissa tarkastellaan toimenpidealueittain vaihtoehtoisia skenaarioita, jotka toteuttaisivat tavoitteen. Tarkastelu on tehty eri ministeriöissä tehtyjen sektorikohtaisten selvitysten pohjalta. Energian käytön tehokkuuden ja uusiutuvien energialähteiden osalta laskelmissa on lähdetty tuoreimmista edistämishjelmista tai niiden päivitystyön tähänhetkistä näkemyksistä.

Lähtökohtana on lisäksi pidetty, että toimenpiteet pyritään toteuttamaan kuten hallitusohjelma edellyttää siten, että ne tukevat talouden ja työllisyyden kasvua. Talouskasvun osalta tämä tarkoittaa sitä, että toimenpiteet oletetaan toteutettavan siten, että BAU-skenaarion talouskasvu pätsisi myös Kioto-tavoitteen toteuttavissa vaihtoehtoisissa skenaarioissa.

*Taulukko 35. Yhteenveto BAU -skenaarion keskeisistä tuloksista
(Lähde: sektoriselvitykset)*

	1990	1999	2010	2020	Kasvu, %/vuosi 1990–2020
Primäärienergia, Mtoe	27,2	31,4	35,7	38,0	1,1
Sähkönkulutus, TWh	62,3	77,8	90,3	99,0	1,6
Polton CO ₂ -päästöt, Mt	53,9	56,8	69,1	74,2	1,1
Kasvihuonekaasupäästöt, Mt CO ₂ -ekv.	76,5	76,2	90	96	0,8

Osa III Kohti ilmastositimukseen mukaista kehitystä – tavoitteellinen kehitysura ja sen edellyttämiä toimenpiteitä

Tässä osassa tarkastellaan BAU-skenaarioille vaihtoehtoisia tulevaisuudenkuvia. Luvussa 4 esitetään skenaarioita koskevat oletukset ja luvussa 5 laskelmien tulokset.

4 Tarkasteltavat skenaariot ja niiden keskeiset oletukset ja lähtökohdat

4.1 Skenaarioiden KIO1 ja KIO2 yleiset lähtökohdat

BAU-skenaariion keskeisenä tuloksena voidaan pitää sitä, että nykyiset politiikka-toimenpiteet ovat riittämättömiä Suomen ilmastotavoitteen saavuttamiseksi. Eri-laisia mahdollisuuksia ja kehitysuria tavoitteiden saavuttamiseksi kuvataan tässä luvussa.

Tässä yhteydessä ei vielä oteta kantaa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi tarvittavan politiikan sisältöön. Poliittikkatoimet valitaan ja kuvataan erillisessä hallituksen selonteossa eduskunnalle. Tässä esitettävä analyysi tarjoaa vain taustatietoa em. valinnoille ja selonteolle.

4.1.1 Skenaarioiden lähtökohdat, oletukset ja erot BAU-skenaarioon

Tarkastelussa käytetään apuna kahta skenaariota. Molempiin skenaarioihin on sisällytetty toimenpiteitä siten, että niiden tuloksena Kioton ilmastositimukseen mukaisten kasvihuonekaasujen päästöt vuosina 2008–2012 alenevat vuoden 1990 päästöjen tasolle tai hieman alle. Skenaarioita kutsutaan KIO1- ja KIO2-skenaarioiksi ja taulukossa 36 on esitetty niiden keskeiset piirteet. Lisäksi esitetään skenaarioita koskevat herkkyytstarkastelut. Luvuissa 4 ja 5 esitetyt skenaariot on laskettu yhdellä, taulukossa 37 esitettävällä energiaverotusvaihtoehdolla. Luvussa 6 esitetään skenaarioiden taloudellisia vaikutusarvioita ja näissä käytetään kolmea eri energiaverovaihtoehtoa.

Taulukko 36. KIO-skenaarioiden vertailu BAU-skenaarioon

	2000–2005	2006–2010	2010–2020
Kansainvälinen toimintaympäristö	Sama kuin BAU:ssa	Sama kuin BAU:ssa	Sama kuin BAU:ssa
Väestö	Sama kuin BAU:ssa	Sama kuin BAU:ssa	Sama kuin BAU:ssa
Taloukasvu	Sama kuin BAU:ssa	Sama kuin BAU:ssa	Sama kuin BAU:ssa
Polttoaineiden maailmanmarkkina-hinnat	Sama kuin BAU:ssa	Sama kuin BAU:ssa	Sama kuin BAU:ssa
Energiaverotus verrattuna vuoteen 2000	Kiristyy huomattavasti, rakenne sama	1,5-kertainen, rakenne sama, oletetaan EU:ssa sama kehitys	2-kertainen, rakenne sama, oletetaan EU:ssa sama kehitys
Teknologian kehitys	Nopeutuu BAU:sta	Nopeutuu BAU:sta	Nopeutuu BAU:sta
Normiohjaus	Lisääntyy	Lisääntyy voimakkaasti	Lisääntyy hieman
Uusiutuvat	Voimakasta kasvua, vuoden 1999 ohjelman mukaisesti	Voimakasta kasvua, vuoden 1999 ohjelman mukaisesti	Voimakasta kasvua, vuoden 1999 ohjelman mukaisesti
Puuenergian kilpailukyky	Paranee BAU:sta	Paranee BAU:sta	Paranee BAU:sta
Maakaasuverkko	Nykyinen	Laajenee Etelä-Suomessa	Ei uusia laajennuksia
Ydinenergian tuotanto			
– KIO1	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen
– KIO2	Nykyinen	1300 MW lisää vuonna 2010	Ei kasvua
Kivihiilen käyttö			
– KIO1	Vähenee selvästi	Poistuu energian tuotannosta maakaasu-alueella ja lauhdetuotannossa kokonaan vuoteen 2010	Ei enegiankäyttöä maakaasu-alueella eikä lauhde-tuotannossa
– KIO2	Alenee hieman	Ydinvoima korvaa kivihiiltä	Ydinvoima korvaa kivihiiltä
Tuontisähkön määrä	8 TWh vuonna 2005	6 TWh vuonna 2010	6 TWh vuosittain

Skenaarioanalyysin alkuvaiheessa luvuissa 4 ja 5 kansantalouden tuotannon määrän ja rakenteen oletetaan pysyvän KIO-skenaarioissa samoina kuin BAU-skenaariossa. Myöhemmin kansantalouden tason vaikutuksia tarkasteltaessa energiataloudessa tapahtuvien muutosten annetaan vaikuttaa myös muuhun kansantalouteen. Näitä vaikutuksia tarkastellaan luvussa 6. Myös väestön määrän ja rakenteen samoin kuin kansainvälisen toimintaympäristön ja energian maailmanmarkkinahintojen oletetaan pysyvän KIO-skenaarioissa samoina kuin BAU:ssa.

Molemmissa skenaarioissa energian kysyntä on BAU-skenaariota pienempi tehostettujen energiansäästötoimenpiteiden johdosta. Tärkeimmät ohjauskeinot ovat energiaverotus, investointituet ja normiohjaus. Energiaverotuksessa oletetaan saavutettavan vähintään EU-laajuinen harmonisoitu verotus ennen vuotta 2008, jolloin Kioton pöytäkirjan mukaisten tavoitteiden on suunniteltu alkavan. Normiohjaus kohdistuisi voimakkaimmin uusien rakennusten energianormeihin.

Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelman oletetaan toteutuvan molemmissa skenaarioissa lähes kokonaisuudessaan vuoteen 2010 mennessä. Tärkeimmät ohjauskeinot ovat energiaverotus, joka parantaa erityisesti puuenergian kilpailukykyä. Tuulivoiman ja muiden uusiutuvien energialähteiden käyttöä edistetään lisäämällä investointi- ja käyttötukia. Myös teknologian kehittämiseen ja käyttöönottoon tarkoitettujen tukien lisääminen on tärkeää hallituksen ohjelman tavoitteiden saavuttamiseksi.

KIO-skenaariot poikkeavat toisistaan sähkönhankinnan rakenteen osalta. KIO1-skenaariossa kivihiiltä korvattaisiin sähköntuotannossa maakaasulla ja KIO2-skenaariossa ydinvoimalla uusiutuvien energialähteiden lisäksi.

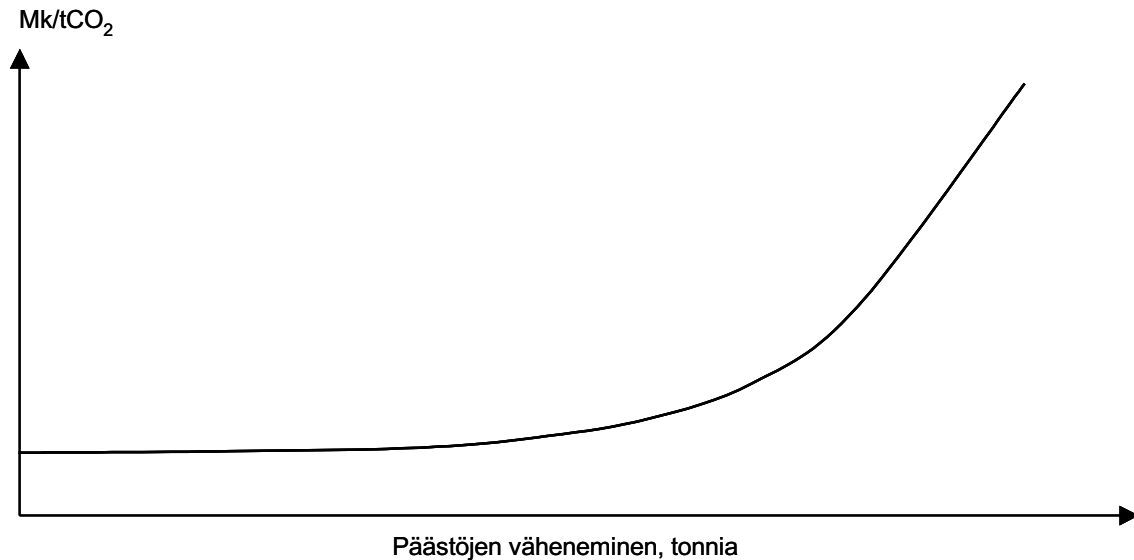
4.1.2 Vähentämistoimien lähtökohdat

Molemmat KIO-skenaariot sisältävät suuren joukon toimenpiteitä, joilla BAU-skenaariossa hahmoteltu kehitys saataisiin muutettua sellaiseksi, että Suomen tavoite vähentää päästöjä saavutettaisiin. Kullakin toimenpiteellä ja siihen sovelletulla ohjauskeinolla on erilaiset vaikutukset kuluttajien, tuotantotoiminnan ja valtiontalouden toimintaan. Toimenpiteillä ja ohjauskeinoilla voi myös olla merkittäviä tulonjakovaikutuksia alueellisesti, eri tuloryhmien välillä ja myös yritysten kesken. Tämän vuoksi ei ole yhdentekevää millä vaihtoehdoilla päästötavoitteisiin pyritään.

Toimenpidevaihtoehtojen harkinnassa yleinen valintakriteeri on toimenpiteiden kustannustehokkuus. Tällä tarkoitetaan sellaisten toimenpiteiden valitsemista, joilla vähentämistoimista aiheutuneiden kustannusten määrä on mahdollisimman pieni. Kustannuksiin perustuva lähestymistapa on luonnollinen, mutta se ei ole yksikäsitteinen. Kustannusten kohtaantuminen on arvosidonnainen asia, jonka vuoksi tarvitaan myös muuta harkintaa kustannusten minimoinnin lisäksi.

Kuvassa 28 on periaatteellinen esitys päästöjen vähentämistoimien kustannusvaiikutuksista. Toimenpiteet on asetettu kustannusjärjestykseen siten, että kuvan va-

semmassa reunassa olevat toimenpiteet ovat halvimpia ja oikeassa reunassa kalleimpia. Kuvassa kustannukset nousevat melko jyrkästi siirryttäessä kalliimpiin vaihtoehtoihin.



Kuva 28. Vähentämistoimenpiteiden yksikkökustannuksia, markkaa vähennettyä CO₂-tonnia kohden

Eri toimenpiteet eroavat paitsi kustannuksiltaan myös kasvihuonekaasujen vähentämispotentialiltaan. Kun suuressa lauhdutusvoimalaitoksessa valitaan maakaasu energialähteeksi kivihiilen sijasta, vähenevät päästöt merkittävästi. Saman suuruisen päästöjen alentaminen esimerkiksi energiansäästöllä vaatii lukuisia erillisiä toimenpiteitä.

KIO-skenaarioiden toimenpiteiden valinnassa ei kuitenkaan lähdetä liikkeelle yksittäisten toimenpiteiden kustannustehokkuusjärjestyksestä vaan laajemmista toimenpidealueista. Toimenpidealueet ovat ministeriöiden taustaselvitysten perusteella:

- energiatehokkuuden parantaminen, lähtökohtana on vuoden 2000 energiansäästötyöryhmän esitysten toimeenpano
- uusiutuvien energialähteiden edistäminen, lähtökohtana uusiutuvien energialähteiden edistämishjelma (vuodelta 1999)
- jätehuollon kehittäminen mukaan lukien EU-lainsäädännön kehittäminen
- erillisen sähköntuotannon rakenteen muuttaminen vähemmän hiilipitoiseksi.

4.2 Käytettävissä olevat toimenpidekokonaisuudet

4.2.1 Energiansäästöohjelma

Kauppa- ja teollisuusministeriön asettama energiansäästötyöryhmä on äskettäin selvittänyt aikaisemman, vuonna 1995 hyväksytyn energiansäästöohjelman toteutumista ja vaikutuksia. Lisäksi on teetetty katsaus eri EU-maiden ja eräiden muiden maiden energiansäästöpolitiikkaan. Näiden ja eräiden muiden selvitysten pohjalta työryhmä on laatinut ehdotuksen energiansäästöohjelmaksi. Ohjelmassa on otettu huomioon eri ministeriöiden sektorikohtaisissa selvityksissä esitetyt toimenpidekokonaisuudet. Säästöohjelma sisällytetään KIO-skenaarioihin seuraavassa kuvattavalla tavalla.

Ohjelman rajauksia

Ohjelmaehdotus on rajattu pääosin energian loppukäyttöön kohdistuviksi toimenpiteiksi. Energian tuotannon hyötysuhteiden parantaminen sekä energian siirron ja jakelun tehostaminen sisältyvät kuitenkin joiltakin osin toimenpidealueisiin. Esi-merkiksi uuden teknologian kehittämisellä ja kaupallistamisella sekä säästösopimuksilla pyritään tehostamaan myös energian tuotanto-, siirto- ja jakelujärjestelmiä. Energian tuotantolaitosten polttoainevalinnat on rajattu säästöohjelman ulkopuolelle. Passiivisen aurinkoenergian ja maalämmön hyödyntäminen sisältyy uusiutuvien energialähteiden käytön edistämishjelmaan. Myös sähkön ja lämmön yhteistuotannon mahdolliset edistämiskeinot on rajattu käsiteltäväksi erillään varsinaisesta säästöohjelmasta.

Säästöohjelman vaikutuksia arvioitaessa on otettu huomioon se, että jo perusskenaarioon (BAU-skenaario) sisältyy suuri joukko aikaisemmin käynnistettyjä toimia ja niiden vaikutuksia.

Ohjelman tavoitteet

Ehdotetun energiansäästöohjelman tavoitteena on vuoteen 2010 mennessä alentaa energian kulutusta noin 1,5 Mtoe, eli 4–5 prosenttia siitä, mitä se olisi ilman uusia toimenpiteitä. Ilmastostrategian valmistelun yhteydessä energiansäästötoimien ensisijaisena tavoitteena on kasvihuonekaasupäästöjen kustannustehokas vähentäminen. Energiansäästön edistämistoimilla tulisi saavuttaa 4–5 Mt CO₂-ekv. eli vähintään neljännes vuodelle 2010 arvioidusta kokonaisvähennystarpeesta.

Kuvaus toimenpiteistä

Säästöohjelmassa ehdotettuja toimenpiteitä ovat energiatehokkaan teknologian kehittäminen ja kaupallistaminen, taloudelliset ohjauskeinot, normiohjauksen käytön tehostaminen, energiansäästösopimusten toimeenpano sekä energiakatselmus- ja analyysitoiminnan edelleen kehittäminen. Näiden kaikkien tehokas toimeenpano edellyttäisi niitä tukevaa tiedotusta, koulutusta ja motivointia. Myös EU:n ja muiden kansainvälisten organisaatioiden energiansäästötoimintaa tulisi tukea ja toisaalta hyödyntää niitä kansallisten toimien toteutuksessa. Kuvaus toimenpiteistä rakentamisen ja yhdyskuntarakenteen sekä liikenteen osalta on esitetty liitteissä III, IV ja VI yksityiskohtaisesti.

Energian säästöä edistävää valtion rahoitusta tulisi suunnata ensisijaisesti uuden teknologian kehittämiseen ja kaupallistamiseen, säästösopimuksiin liittyvään tukeen, rakennusten energiakorjauksiin sekä säästötoimia tukevaan informaatiotoimintaan. Oletus energiaverojen kiristymisestä KIO-skenaarioissa edistää säästötoimenpiteiden toimeenpanoa. KIO-skenaarioissa käytetyt energiaverot on esitetty oheisessa taulukossa. Energiansäästöyritysten ns. ESCO-toiminnan toimintaedellytyksiä parannettaisiin säästöinvestointien vauhdittamiseksi.

Taulukko 37. Energiaverotus vuosina 2000 ja 2010 KIO-skenaarioissa, vuoden 2000 rahassa

Energialähde	2000	2010	suhde 2010/2000
Bensiini, p/l	328	411	1,3
Diesel, p/l	179	236	1,3
Kevyt polttoöljy, p/l	38	60	1,6
Raskas polttoöljy, p/kg	32	55	1,7
Kivihiili, mk/MWh	35	60	1,7
Maakaasu, mk/MWh	10	18	1,7
Turve, mk/MWh	9	15	1,7
CO ₂ -vero, mk/tCO ₂	102	175	1,7
Sähkövero I, p/kWh	4,1	8,2	2,0
Sähkövero II, p/kWh	2,5	5,0	2,0

Energiatehokkuutta edistävän normiohjauksen tärkeä osa on rakentamismääräysten uudistaminen siten, että uusien rakennusten energiankulutus laskee selvästi ny-

kytasosta. Energiaa käyttävien laitteiden energiamerkintöjä ja energiatehokkuusvaatimuksia otettaisiin käyttöön EU:ssa sovittavien periaatteiden mukaisesti. Energiansäästön yleislailla voitaisiin hankkia valtuuksia toimenpiteille, jotka saattaisivat entisestään tehostaa säästötoimintaa.

Olemassa olevien energiansäästösopimusten kattavuutta tulisi lisätä ja sopimusten toimeenpanoa tehostaa. Säästösopimusjärjestelmää laajennettaisiin myös asuin-kiinteistöihin. Myös energiakatselmukset ja -analyysit ovat olennainen osa sopimusten toimeenpanoa. Sopimuksilla edistettäisiin energiatehokkaita hankintoja ja uuden tekniikan käyttöönottoa.

Energiansäästötoimenpiteet tarvitsevat tuekseen monipuolista viestintää. Tiedotukseen, koulutukseen ja motivointiin tulisi panostaa entistä enemmän. Resurssien ja toimijoiden vahvistamista tarvitaan erityisesti opetussektorilla. Eri sektoreiden hyviä energiansäästötuloksia ja parhaita käytäntöjä koskevien tietojen keräystä tehostetaan ja motivoidaan muita levittämällä näitä tietoja valtakunnallisten, alueellisten ja paikallisten toimijoiden yhteistyöllä.

Energiaverojen korotuksilla, energiansäästösopimusjärjestelmän kattavuuden lisäämisellä ja toimeenpanon tehostamisella, rakentamismääräysten kiristämällä, energiatuilla ja rakennusten korjausavustuksilla sekä yhdyskuntarakenteen eheyttämällä saavutettaisiin suurimmat energiavaikutukset. Näillä toimenpiteillä voitaisiin saavuttaa arvioiden mukaan saavuttaa noin 80 prosenttia säästöohjelman kokonaistavoitteesta, eli 1,2 Mtoe säästö vuoteen 2010 mennessä.

Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen



Elinkeinorakenteen ja muiden yhteiskunnallisten muutosten seurauksena Suomen aluerakenne on keskittymässä, mutta kasvavien seutujen yhdyskuntarakenne hajautumassa. Kehitystä on pidetty merkittävänä mm. liikenne- ja viestintäministeriön selvityksissä, mutta lukuarvoja ei ole aiemmin esitetty. Ympäristöministeriö teetti kansallista ilmastostrategiaa varten VTT Yhdyskuntatekniikalla selvityksen yhdyskuntarakenteen muutosten vaikutuksista kasvihuonekaasupäästöihin. Siinä on arvioitu kaupunkiseutujen sisäisen liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen lisääntyvän vuosina 1990–2010 jopa 2,0 Mt CO₂-ekv, jos yhdyskuntarakenteen hajautuminen jatkuu yhtä voimakkaana kuin 1990-luvulla. Jos ajoneuvojen polttoaineen ominaiskulutus vähenee oletetulla tavalla, päästöjen kasvuksi on laskettu 1,2 Mt CO₂-ekv., mikä on lähellä liikenne- ja viestintäministeriön arvioita.

Monitahoisilla yhdyskuntarakennetta eheyttävillä toimilla voidaan ehkäistä yhdyskuntarakenteen epäedullista hajautumiskehitystä ja siitä johtuvaa kasvihuonekaasujen lisääntymistä. Energiansäästöohjelmassa ehdotetaan toimia mm. maankäytön suunnitteluun, tontti- ja asuntopolitiikkaan, kuntien yhteistyöhön, vuorovaikutukseen ja tiedotukseen sekä liikennepolitiikkaan.

Yhdyskuntarakenteen eheyttämistä on selvitetty erityisesti kasvuseuduilla monissa tutkimuksissa eri lähtökohdista, kuten elämäntapojen muutosten kannalta. Kansallisen ilmastostrategian yhteydessä arvioitiin vaikutusten suuruusluokkaa. Yhdyskuntarakennetta eheyttämällä on mahdollista vähentää kaupunkiseutujen liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä nykykehitysskenaarioon verrattuna 1,3–1,5 Mt CO₂-ekv. vaihdellen sen mukaan, otetaanko laskelmassa huomioon ominaiskulutuksen väheneminen vai ei. Yhdyskuntarakenteen eheytyessä paranevat myös mahdollisuudet hyödyntää kaukolämpöä, minkä on arvioitu ympäristöministeriön sektoriselvityksessä vähentävän kasvihuonekaasupäästöjä 1,1 Mt CO₂-ekv. Samalla kunnallisteknisen verkoston tarve vähenee, mikä vähentäisi päästöjä 0,1 Mt CO₂-ekv. Yhteensä yhdyskuntarakenteen eheyttämisellä olisi siis saavutettavissa lähes kolmen miljoonan tonnin päästövähennys pitkällä aikavälillä.

Eheyttäminen on todettu tärkeäksi tavoitteeksi myös ilmastostrategiassa, mutta ohjelman muihin osa-alueisiin verrattuna yhdyskuntarakenteen kehityksen suunnanmuutos edellyttää johdonmukaisia toimenpiteitä ja vastuunottoa hyvin laajasti eri tahoilla yhteiskunnassa. Tavoite sisältää sen vuoksi myös lukuisia epävarmuustekijöitä, joten sen vaikutuksia ei ole voitu ottaa huomioon varsinaisessa skenaariolaskennassa. Koska yhdyskuntarakenne muuttuu yksittäisratkaisujen pohjalta vähitellen, ei eheyttämisellä saada aikaan radikaalia muutosta nopeasti, mutta sen vaikutukset ulottuvat pitkälle.

EU-näkökulma

Suomen jäsenyys Euroopan Unionissa tuo tietyt rajoitteet, mutta myös mahdollisuudet energiansäästötoimintaan. Komissiosta valmistui keväällä 2000 yhteisön energiatehokkuutta koskeva toimintasuunnitelma, jonka tärkeyttä Suomi on korostanut. Komission toimintasuunnitelman linjaukset ja toimet sisältyvät jo suurelta osin Suomen energiapoliittisiin linjauksiin.

Osa energiatehokkuustoimista olisi luontevaa toteuttaa vähintään EU-laajuisina. Tällaisia ovat mm. laajalla alueella markkinoitavien laitteiden tehokkuus- ja merkitsemisvaatimukset. Myös energiatehokkuutta lisäävät energiaveroratkaisut tulisi tietyn tason

jälkeen toteuttaa yhteisesti EU:ssa, jotta eri maiden energiaintensiiviset teollisuustuotteet eivät joutuisi liian eriarvoiseen kilpailuasemaan. Toisaalta EU rajoittaa yksittäisiä jäsenmaita säättämistä normeja ja tukia, joiden katsotaan vääristävän sisämarkkinoita.

Kustannusvaikutukset

Valtiontaloudellisen rahoituksen tarve kasvaisi KIO-skenaarioissa jonkin verran nykytasosta. Keskimäärin valtion rahoitusta tarvittaisiin noin 350 milj. mk vuosittain eli 80 milj. mk vuoden 1999 tasoa enemmän.

Säästöohjelman toteuttaminen lisää energiansäästöinvestointeja sekä muuta rahoitusta energiaa säästävään toimintaan. Rakentamismääräysten kiristämiseen, rakennusten energiakorjauksiin, uuden teknologian kaupallistamiseen, energia-katselmuksiin, säästösopimuksiin liittyviin investointeihin ja muihin toimenpiteisiin käytettävän vuotuisen kokonaisrahoituksen on arvioitu kasvavan useita miljardeja markkoja. Vertailukohtana on tällöin BAU-skenaario ja tarkasteluvuotena 2010.

Energiansäästöohjelmassa oletetut energiaverojen korotukset lisäävät ja energian säästö puolestaan vähentää kuluttajien energialaskua. Energiansäästötoimenpiteiden ja muiden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistoimien kustannusvaikutuksia tarkastellaan tarkemmin luvussa 6.

4.2.2 Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelma

Uusiutuvan energian edistämisen mahdollisuuksia ja kustannuksia on arvioitu syksyllä 1999 valmistuneen uusiutuvien energialähteiden edistämishjelman kokoaamisen yhteydessä. Edistämishjelma korvaa osaltaan valtioneuvoston bioenergian edistämishjelman vuodelta 1994 sekä KTM:n tuulivoiman edistämishjelman vuodelta 1993. Ohjelma kattaa tärkeimmät uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämiseen tähtäävät edistämistoimenpiteet. Lisäksi se toimii EU:n uusiutuvien energialähteiden valkoisen kirjan kansallisena toteutusohjelmana. Valtaosaa ohjelman toteuttamiseen tarvittavista lisätoimista ei ole vielä käynnistetty eikä toteutettu.

Uusiutuvan energian edistämishjelma sisällytetään KIO-skenaarioihin seuraavassa kuvatussa tavalla.

Ohjelman rajauksia

Uusiutuvat energialähteet voidaan jakaa uusiutuviin polttoaineisiin, joista kansainvälisesti käytetään termiä bioenergia ja ei-poltettaviin uusiutuviin energialähteisiin. Bioenergiaa ovat puuperäiset polttoaineet, peltobiomassat ja biokaasut. Myös jätteistä tehdyt kierrätyspolttoaineet ovat bioenergiaa. Uusiutuvat ei-poltettavat energialähteet ovat Suomessa vesivoima, tuulivoima, aurinkosähkö ja aurinkolämpö sekä lämpöpumppujen avulla hyödynnettävä maalämpö, vesistön lämpö tai ulkoilman lämpö. Myös ns. passiivisen aurinkoenergian hyödyntäminen sisältyy edistämishjelmaan. Ohjelmassa edistämistoimenpiteitä ei kohdistettaisi yli 10 MWe suurvesivoimaan eikä tiedemiesten hitaasti uusiutuvaksi biomassapolttoaineeksi luokittelemaan energiaturpeeseen.

Uusiutuvien energialähteiden käytön lisääminen vaikuttaa lähinnä hiilidioksidi- ja metaanipäästöihin. Hiilidioksidipäästöt vähenevät, kun uusiutuvat energialähteet korvaavat fossiilisia polttoaineita. Vältettyjen päästöjen määrä riippuu siitä, mitä polttoaineita uusiutuvilla energialähteillä kulloinkin korvataan. Kierrätyspolttoaineiden ja kaatopaikkakaasun energiakäytöllä on lisäksi kaatopaikkajättemääriä ja niiden metaanipäästöjä vähentävä vaikutus. Metaanipäästöjen väheneminen otetaan huomioon ympäristöministeriön sektoriselvityksen mukaisesti kohdassa 4.2.3.

Ohjelman tavoitteet

Ohjelman tavoitteena on lisätä uusiutuvien energialähteiden kokonaiskäyttöä 50 prosenttia eli noin 3 Mtoe/v vuodesta 1995 vuoteen 2010 mennessä. Tämä kokonaistavoite on noin 1 Mtoe/v suurempi kuin Suomen energiastrategian peruslinjausten mukainen kehitysarvio.

Lyhyellä ja keskipitkällä aikajaksolla puuperäiset polttoaineet ovat Suomen kannalta tärkein ja laajin uusiutuva energialähde, jonka käytön kautta hiilidioksidipäästöjä voidaan energiantuotannossa vähentää. Puupohjainen bioenergia ja suurvesivoima tulevat olemaan lähitulevaisuudessa edelleen omaa kokoluokkaansa uusiutuvan energian tuotantotapojen joukossa. Muista uusituvista energian hyödyntämistavoista lämpöpumput ovat saavuttaneet kypsän teknologisen tason ja niiden käyttö lisääntyykin voimakkaasti uudisrakentamisessa. Tuulivoimankin voidaan katsoa kehittyneen jo kaupalliselle asteelle. Aurinkosähkön ja -lämmön hyödyntäminen on vasta kehityskaaren alkupäässä.

Taulukko 38. Uusiutuvien energialähteiden edistämistavoitteet energialähteittäin vuoteen 2010 (Lähde: Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelma, KTM julkaisuja 4/1999)

Energiälähteet	Toteutunut			Primäärienergia, uusiutuvien lisäystavoite 1995-2010		Sähkön tuotanto, uusiutuvien lisäystavoite 1995-2010	
	1990	1995	1997				
	Mtoe			Mtoe	%	MW (huippu)	TWh
Bioenergia ¹ yhteensä	4,0	5,0	5,7	2,8		1050	6,2
Teollisuus ²	2,87	3,72	4,31	1,5	40 %	500	3,5
Kaukolämmitys	0,08	0,19	0,28	0,8	4-kert.	550	2,7
Pienkäyttö	1,07	1,07	1,12	0,5	45 %		
Vesivoima ³	0,92	1,10	1,03	0,09	8 %	420	1,0
Tuulivoima	0	0,0009	0,0014	0,09	100-kert.	500	1,1
Aurinkoenergia							
Aurinkosähkö	0	0,0001	0,0001	0,004	40-kert.	40	0,05
Aurinkolämpö	0	0,0002	0,0002	0,004	20-kert.		
Lämpöpumput	0	0,01	0,03	0,1	10-kert.		
Yhteensä	4,9	6,1	6,8	3,1	50 %	2010	8,35
Osuus energian kokonaiskulutuksesta, %	18,1%	21,3%	22,1%		27% ⁴		
Osuus sähkön kokonaiskulutuksesta, %	30%	27%	27%				31% ⁴

1 Luvut eivät sisällä turvetta

2 Teollisuuden bioenergiasta kaksi kolmasosaa tulee puunjalostusteollisuuden jäteliemistä

3 Vesivoiman osuus on keskimäärin 1990-luvulla = 1,08 Mtoe/a. Taulukon lisäys alle 10 MW:n laitoksista, jota suuremmista aiheutuu vielä 0,5 TWh:n lisäys

4 KTM:n syksy 1998 energian kokonaiskulutuksen skenaariosta laskettuna

Uusiutuvien energialähteiden lisäämistavoitteet energialähteittäin on esitetty edellä taulukossa 38. Lisäystavoitteesta pääosa eli 90 prosenttia koostuisi bioenergiasta. Myös vuosina 2010–2025 uusiutuvien edistäminen perustuisi edelleen pääosin bioenergiaan. Biopolttoaineiden lisäkäyttö, 2,8 Mtoe, jakaantuu teollisuuden puuperäisiin polttoaineisiin (50 %), metsäpolttoaineisiin (30 %) ja lajitelluista jätteistä valmistettaviin kierrätyspolttoaineisiin (20 %).

Teollisuuden bioenergian käyttöön vaikuttavista tekijöistä merkittävin on metsäteollisuuden tuotannon määrä, koska tuotantoprosesseissa syntyvien puuperäisten polttoaineiden määrä ja myös energian tarve riippuvat suoraan tehdastuotannon määristä.

Metsäpolttoaineiden eli lähinnä pääte- ja harvennushakkuista saatavien metsähakkeiden käyttötavoitteen saavuttamisessa suuri merkitys on hakkeen hintakilpailukyvyllä suhteessa muihin polttoaineisiin. Hintakilpailukykyyn vaikuttaa keskeisesti hakkeen hankintakustannus, joka on viime vuosina alentunut mm. uuden teknologian ja uusien työmenetelmien käyttöönoton johdosta. Toinen tärkeä puupohjaisten polttoaineiden energiakäytön kasvumahdollisuuksiin vaikuttava seikka on niiden saatavuus eri puolilla maata ja etenkin suurempien käyttökohteiden hankinta-alueilla.

Ohjelman toimenpiteet

Uusiutuvan energian edistämisen keskeisimmät toimenpidealueet olisivat uusiutuvien energialähteiden teknologian kehittäminen ja käyttöönotto sekä taloudelliset ohjauskeinot, etenkin energiaverotus ja investointituet. Muita tärkeitä toimenpidealueita olisivat hallinnollisten ja nykynormeihin sisältyvien esteiden poistaminen, vapaaehtoisten menetelmien ja sopimusjärjestelmien kehittäminen, tiedotus ja koulutus sekä tiedonvaihto, vaikuttaminen ja yhteistyö EU:n piirissä.

Edistämistoimet painottuisivat erilailla uusiutuvan energian eri tuotantomuotojen osalta. Keskeisin tavoite olisi kuitenkin lähes kaikkien tuotantomuotojen osalta niiden saaminen kilpailukykyiseksi avoimilla energiamarkkinoilla. Ainoastaan keski- ja suurvesivoima, teollisuuden jäteliemet ja jätepuuaines ja joissain sovelluksissa maalämpö ovat tällä hetkellä kilpailukykyisiä. Muiden kohdalla tarvittaisiin vielä voimakasta teknologista kehittämistä, taloudellista tukea verotuksen tai tukien kautta sekä hallinnollisten esteiden poistamista, jotta niiden asema vahvistuisi Suomen energiataloudessa.

Uusiutuvat energialähteet kilpailevat energiamarkkinoilla paitsi fossiilisten polttoaineiden ja muiden energialähteiden kanssa niin myös keskenään. Tarkastelujakson aikana tulee vastaan tilanne, jossa yhden uusiutuvan energialähteen edistymisen vähentää toisen osuutta ja siten niiden kokonaismäärän lisääminen vaikeutuu.

Toimenpiteet edellyttävät, että energiaverotusta pitkällä aikavälillä kehitettäisiin skenaariotarkastelussa kuvatulla tavalla. Uusiutuvia energialähteitä edistävää valtion rahoitusta tulisi suunnata ensisijaisesti uuden teknologian kehittämiseen ja kaupallistamiseen, mutta toistaiseksi myös tavanomaiseen teknologiaan perustuviin investointeihin sekä uusiutuvien käyttöä tukevaan informaatiotoimintaan. Uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämiseen tähtäävää vapaaehtoisten sopimusten järjestelmää tulisi myös kehittää.

EU-näkökulma

Suomen jäsenyys Euroopan Unionissa tuo tietyt rajoitteet, mutta myös lisämahdollisuuksia uusiutuvien energialähteiden edistämistoimintaan. Osa edistämiseen liittyvistä toimista olisi luontevaa toteuttaa vähintään EU-laajuisina. Tällaisia voivat olla mm. laajalla alueella markkinoitavien ja käytettävien laitteistokomponenttien, kuten tuulivoimageneraattoreiden EN-standardisointi sekä bio- ja kierrätyspolttoaineiden EN-standardisointi kaupankäynnin selkiyttämiseksi. Myös uusiutuvien energialähteiden käyttöä edistävät energiaveroratkaisut tulisi saada yhteisesti EU:ssa aikaan ja sellaisina, että niiden ohjausvaikutus olisi riittävä.

On huomattava, että EU rajoittaa yksittäisiä jäsenmaita säättämistä normeja ja tukia, joiden katsotaan vääristävän sisämarkkinoita. Eräät EU-tason uusiutuvien edistämiskeinot, kuten vireillä oleva uusiutuvista energialähteistä tuotetun sähkön verkkoonpääsydirektiiviehdotus, saattavat aiheuttaa ongelmia avautuvien markkinoiden suhteen.

Ohjelman kustannusvaikutukset

Edistämishjelman toteuttamiseen tarvittavat investoinnit vuoteen 2010 mennessä olisivat noin 18 miljardia mk. Seuraavan kymmenen vuoden aikana tarvittaisiin kaikkiaan noin 2 miljardia mk investointitukena ja noin 3 miljardia mk verotukena sähköntuotannolle. Lisäys verrattuna vuoden 1998 tukitasoihin olisi kymmenvuotiskaudella kaikkiaan noin 0,9 miljardia investointitukiin ja noin yksi miljardi mk sähkön verotukiin. Lisäksi tarvitaan suoraa tukea nuoren metsän hoidon yhteydessä tapahtuvaan energiapuun tuotantoon.

Energiantuotantoteknologian tutkimus- ja kehitystyöhön käytetään nykyisin valtion rahaa (lähinnä Tekes) vuosittain noin 200 milj. mk, josta noin 60 milj. mk käytetään suoraan uusiutuviin energialähteisiin. Em. kokonaisvolyymi on arvioitu riittäväksi, mutta tutkimuspanostusta olisi tulevana vuosina tarpeen suunnata enenevästi uusiutuvien energialähteiden kehittämiseen.

4.2.3 Muita kasvihuonekaasuja koskevat toimenpiteet

Muita kasvihuonekaasuja koskevista toimenpiteistä merkittävin on jätehuollon metaanipäästöjen vähentäminen edelleen siitä, mihin BAU-skenaariossa jätelain-säädännön velvoittamien toimenpiteiden avulla päästään. Ympäristöministeriön

sektoriselvityksen mukaisesti eri vähennystoimenpiteillä oletetaan saavutettavan välilliset vaikutukset huomioon ottaen 0,4–1,1 Mt CO₂-ekv. vähennys vuonna 2010 BAU-skenaarioon verrattuna. Suurimman vähennyksen saa aikaa vaihtoehto, missä siirrytään jätteiden rinnakkaispolttoon ja kaasutukseen. Tämä on myös skenaariolaskentaan valittu vaihtoehto. Sen välitön vaikutus metaanipäästöjen vähentymiseen olisi noin 0,5 Mt CO₂-ekv. vuodesta 2010 eteenpäin ja välillinen vaikutus noin 0,3–0,4 Mt CO₂-ekv. Metalliteollisuuden kuonien lisähyödyntäminen sementin valmistuksessa vähentäisi päästöjä noin 0,2 Mt CO₂-ekv.

Maa- ja metsätalousministeriön sektoriselvityksessä toimenpideskenaariona on Agenda 2007 (*vaihtoehtoinen politiikkaskenaario*), joka aikaisempaa enemmän muuttaisi maatalouspolitiikkaa julkishyödykkeiden tuottamisen suuntaan. Toimenpiteiden oletetaan vähentävän nautakarjan ruuansulatuksesta peräisin olevaa metaania sekä lannankäsittelyn ja lannoituksen N₂O-päästöjä vuonna 2010 yhteensä 0,1 Mt CO₂-ekv. perusuraan verrattuna. Vuoden 2010 jälkeen toimenpiteiden vaikutus kasvaa suuremmaksi.

Polton metaanipäästöt ovat peräisin pääosin pienpoltosta. Poltosta peräisin olevaa dityppioksidia syntyy pääosin leijukerrospoltoista ja erityisesti biopolttoaineita poltettaessa. Nykyiset ominaispäästökertoimet saattavat osoittautua liian suuriksi ja tarve vähennystoimenpiteisiin olisi siten vähäisempää. Vähennystoimenpiteisiin on kuitenkin varauduttava. Muut metaani- ja N₂O-päästöt ovat hajapäästöjä, joihin on vaikea vaikuttaa. Energianhankinnan, erityisesti sähkönhankinnan valinnat vaikuttavat myös polttoaineen siirrosta ja varastoinnista karkaaviin hiilidioksidi- ja metaanipäästöihin, mutta kokonaisuuden kannalta niillä ei ole merkitystä.

Uusien kaasujen eli ”teollisuuskaasujen” päästöjen oletetaan kasvavan BAU-skenaariossa nykyisestä noin 0,3 Mt:sta CO₂-ekv. vuoteen 2010 mennessä arvoon 1,4 Mt CO₂-ekv. KIO-skenaariossa päästöjen oletetaan jäävän vuonna 2010 noin 0,8 Mt:iin CO₂-ekv. Kasvu johtuu pääasiassa kylmä- ja ilmastointilaitteiden yleistymisestä ja niissä käytettävien HFC-yhdisteiden vuodoista.

Uusien kaasujen vähentämisessä on useita mahdollisuuksia ja niiden käyttökelpoisuus, tehokkuus ja kustannukset vaihtelevat sovellutuksesta toiseen. Seuraavassa esitetään mahdollisia toimenpiteitä, joista käyttöön valikoituvat kustannustehokkaimmat vaihtoehdot. Selvitystyö uusien kaasujen päästöjen vähentämiskeinoista ja -kustannuksista on tekeillä (VTT Energia/SYKE: Sami Tuhkanen, Riitta Pipatti & Teemu Oinonen). Lisäksi valmisteilla on EU:n uusien kaasujen vähentämismahdollisuuksia selvittävä ohjelmatyö, osana EU:n ilmastostrategiaa.

- Uudet kaasut voidaan useissa käyttötarkoituksissa korvata vaihtoehtoisilla aineilla. Esimerkiksi hiilivetyjä kylmäaineena käyttäviä kodin kylälaitteita on ollut saatavina jo muutamia vuosia. Myös valmistusprosesseja voidaan muuttaa siten, ettei ko. kaasuja enää tarvita. Esimerkiksi lämmöneristeenä käytettäviä XPS-levyjä voidaan valmistaa käyttäen joko HFC-yhdisteiden seoksia tai hiilidioksidia. Vaihtoehto on kustannustehokkain uutta prosessia suunniteltaessa tai käyttöön otettaessa. Joissakin tapauksissa vaihtoehtoisten aineiden käyttö tai uusi prosessi voi energian- tai materiaalinkulutukseltaan olla alkuperäistä epäedullisempi, mikä voi pienentää saavutettavaa hyötyä. Pahimmassa tapauksessa kokonaisvaikutus voi olla kasvihuonevaikutusta kasvattava.
- Päästöjä voidaan vähentää parantamalla laitteiden tiivyyttä, huoltokäytäntöjä ja talteenottoa. Laitteiden suunnittelua ja komponenttien valintaa voidaan myös parantaa. Esimerkiksi kylmä- ja ilmastointilaitteiden kylmäainetäytöstä voidaan pienentää valitsemalla tilavuudeltaan pienempiä komponentteja kuten lämmönvaihtimia.
- Prosessipäästöjä voidaan vähentää prosessien suunnittelua, valvontaa ja säätöä parantamalla. Tällaisia PFC- ja SF₆-päästöjä vähentäviä toimia on jo toteutettu mm. alumiinin ja magnesiumin valmistuksessa.

4.2.4 Päästökauppa ja muut joustomekanismit

Kansallista päästökauppaa harkittaessa on otettava huomioon, että lähtökohtaisesti päästökauppa ja vero ovat toisensa poissulkevat ohjauskeinot kohteena olevilla aloilla, kuten esim. teollisuus. Tässä vaiheessa päästökauppaa ei ole sisällytetty skenaario-ohjelmiin, sillä energiaverojen oletetaan ulottuvan kaikille aloille ja nousevan voimakkaasti. Myöskään muita mekanismeja ei ole oletettu käytettävän skenaariolaskelmissa, sillä joustomekanismien käytön laajuus ja ajankohta ovat epäselviä kansainvälisten sääntöjen puuttuessa. Mekanismit ovat kuitenkin käytettävissä, kun niistä on päästy riittävään yhteisymmärrykseen eri maiden kesken.

Päästökauppatoimikunta on välimietinnössään todennut, että yritysten välistä päästökauppaa ei ole syytä aloittaa pelkästään Suomea koskevana. Jos EU:n jäsenmaat ja yhteisö ratifioivat Kioton pöytäkirjan ja EU:n sisäinen yritysten välinen päästökauppa alkaa, Suomen on harkittava kauppajärjestelmään liittymistä. Jos EU:n

päästökaupasta ei tehdä päätöksiä vuoteen 2005 mennessä tai toteutustapa on epäedullinen Suomelle, Suomi voi tutkia päästökauppajärjestelmään liittymistä esim. Pohjoismaat ja Itämeren maat käsittävän alueen tasolla. Ennen päästökauppajärjestelmiin liittymistä tulee arvioida päästökaupan hyödyt ja haitat eri osapuolille Suomessa sekä sen käyttökelpoisuus verrattuna muihin ohjauskeinoihin.

Kioton pöytäkirjan sisältämät joustomekanismit (päästökauppa, yhteistoteutus (JI) ja puhtaan kehityksen mekanismi (CDM)) voivat kuitenkin tarjota kotimaisia toimia edullisemman vähennystavan. Suomen lähialueella olisi lisäksi joustomekanismeille sopivia kohteita. Joustomekanismeilla voidaan saavuttaa kustannustehokkaita vähennystoimia Suomen alueen ulkopuolella, joista voidaan laskea hyvytys Suomen vähennysvelvoitteiden kattamiseen. On kuitenkin syytä huomata, että joustomekanismien käyttö hidastaisi Suomessa energiatalouden rakenteiden muutosta.

Kotimaisten vähentämistoimien kustannukset päästöyksikköä kohden nousevat päästöjen vähentämisen edetessä. Kotimaisista päästöjen vähentämisen kustannuksista voidaan määrittää korkein kustannustaso, joka on samalla korkein hinta, mitä valtion kannattaa maksaa Kioton sopimuksen mukaisen päästökaupan mukaista tai JI- tai CDM-projekteilla Suomen hyväksi laskettavista päästövähennyksistä päästöyksikköä kohden. Tämän lisäksi Suomen kannattaa kuitenkin harkita tilannetta myös tulevien sopimuskausien päästövähennyksiin valmistautumisen kannalta. Kotimaisten toimien raja voisi muodostua esimerkiksi EU:n joustomekanismeille ajaman 50 prosentin katon mukaan. Teknisesti päästöjen vähentäminen on halvempaa siirtymätalousmaissa ja kehitysmaissa kuin Suomessa. Talousneuvoston työryhmä teki johtopäätöksen, että Suomen edun mukaista on pyrkiä edistämään kansainvälisten joustomekanismien käytön mahdollisimman laajaa sallimista. (Talousneuvosto 2000).

4.2.5 Nielut

Kioton pöytäkirjan artiklojen 3.3 (Metsittäminen ja metsien hävittäminen, sisältää toimenpiteiden "afforestation", "reforestation", "deforestation") ja 3.4 (valtioiden sopimat lisätoimenpiteet) mukaiset laskentatavat ja määritelmät ovat edelleen kansainvälisesti sopimatta, eikä asiassa edistytty myöskään Haagin osapuolikokouksessa marraskuussa 2000. Tästä avoinna olevasta kysymyksestä aiheutuu kuitenkin epävarmuustekijä, miten maa- ja metsätalouden osuus olisi otettava huomioon kansallisessa ilmastostrategiassa.

Kansallisen metsäohjelman mukaan arvioidun puuston kokonaishiilivaraston odotetaan kasvavan 3–10 milj. CO₂ tonnia vastaavan määrän vuoteen 2010. Kuitenkin artiklan 3.3 tulkinnan mukaan Suomelle voi laskentasäännöistä riippuen muodostua lisärasite.

Artiklan 3.4 osalta kansainvälisessä neuvotteluprosessissa on keskitytty kahteen vaihtoehtoiseen tarkastelutapaan:

- 1 metsän, maatalousmaan ja karjatalousmaan kokonaishiilivaraston ja muiden kasvihuonekaasuja huomioonottava sekä,
- 2 yksittäisten metsätalouden toimien päästö- ja nieluvaikutuksen huomioonottava lähestymistapa.

Riippuen artiklojen 3.3. ja 3.4 peruslähestymistapojen sekä niihin sopivien laskentasääntöjen muotoutumisesta Suomelle voi nieluista muodostua laskennallinen lisärasite, arviot ovat epävarmoja ja vaihtelevat 0–6 Mt CO₂ tai erittäin lievä helpotus päästövähennystavoitteeseen pääsemiseksi.

Kansallisen ilmastostrategian kannalta tämä on hankalaa, koska kansainvälisesti nielulaskennan perussäännöistä ensimmäisen sitoumuskauden osalta ei saada selvyyttä riittävän ajoissa (mahdollisesti COP6 bis Bonn, heinäkuu 2001). Nielukysymystä on tarkasteltu tarkemmin liitteessä VII.

4.2.6 Sähkön hankinnan ratkaisut

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto KIO-skenaarioissa

Taloudellisesti hyödynnettävissä olevat lämpökuormat on kaukolämmityksessä ja teollisuudessa, toisin kuin useimmissa muissa maissa, pääosin kytketty sähkön ja lämmön yhteistuotantoon. Kaukolämmöstä tuotetaan lähes 80 prosenttia yhteistuotannossa, eikä tätä pystytä paljoakaan taloudellisesti järkevin toimin korottamaan. Siten KIO-skenaarioihin ei ole lisätty merkittäviä uusia yhteistuotantokohteita tai paikkakuntia siihen, mihin BAU-skenaariossa päädyttiin.

Yhteistuotanto kasvaa kuitenkin samalla kun lämmöntarve kasvaa. Siirtyminen kaasumaiseen polttoaineeseen lisää lämmöntuotannon ohessa tuotetun sähkön määrää. Samalla hiililauhdutusvoiman tuotanto ja sähköntuotannon päästöt vähenyvät. Oletettu maakaasuverkon laajeneminen KIO-skenaarioissa Turun seudul-

le tarjoaa tähän mahdollisuuden. Tulevaisuudessa myös biopolttoaineiden kaasutus on käytettävissä. Toistaiseksi kaasutus on pilot-asteella ja vaikutukset päästöihin alkavat näkyä vasta tarkastelujakson 2008–2012 jälkeen. Myös kivihiilen kaasuttaminen voi nousta vaihtoehdoksi, mikäli energian hinta nousee huomattavasti nykyisestä.

Uusiutuville polttoaineille yhteistuotanto tarjoaa kuitenkin KIO-skenaarioissa kasvavat ja muihin uudistuvan energian käyttökohteisiin verrattuna taloudellisesti edulliset markkinat.

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto on aiemmin ollut taloudellisesti kannattavaa verrattuna erilliseen sähköntuotantoon eli lähinnä lauhdutusvoimaan. Markkinoilla tarjolla oleva halpa sähkö on kuitenkin vähentänyt myös yhteistuotannon kannattavuutta. Tähän myös raportin valmistelun yhteydessä järjestetyissä asiantuntijakuulemisissa kiinnitettiin huomiota. Pääomasijoitukselle saatava vähäinen tuotto ei nyt eikä lähiaikoina rohkaise uusiin investointeihin. Tuontisähkön hinta nousee kuitenkin vähitellen ja samalla myös yhteistuotannon asema paranee. Muutos voi viedä kuitenkin useita vuosia. KIO-skenaarion mukainen kehitys edellyttääkin että jos yhteistuotannon kilpailukyky ei muuten parane, niin taloudellisia ohjauskeinoja mitoitettaessa huolehditaan, että houkute investoida lähivuosina yhteistuotantoon paranee.

Sähkön tuonti KIO-skenaarioissa

Sähkön tuontia BAU-skenaariossa on kuvattu luvussa 2.7. Sähköntuontimääräksi vuosille 2010–2020 arvioitiin 6 TWh. Arvio perustui selvityksiin, joiden mukaan koko Pohjola olisi normaalisateisena ja -lämpöisenä vuonna 2010 sähkön nettotuotaja, jolloin sähkönkäyttäjät ja myyjät toisivat sähköä Suomeen lähinnä vain Venäjältä.

KIO-skenaarion olosuhteissa täytynee olettaa että naapurimaat käynnistävät omia kansallisia ilmasto-ohjelmiaan, joilla voi olla vaikutusta myös sähkön tuonti/vientinäkömiin.

KIO1-skenaariossa tuotannon rajahinta nousee, koska hiilivoimaa, joka on nykyisin kalleinta sähköä tuottavaa kapasiteettia, korvataan vieläkin kalliimmalla kapasiteetilla. Pörssihinta nousee rajahinnan noustessa. Rajahinnan nousu lisää niiden tuottajien katteita, joilla on käytettävissään hiilivoimaa halvempaa kapasiteettia. Tilanne ei kuitenkaan oleellisesti vaikuta voimalaitosten ajojärjestykseen tai tuonti- ja vientinäkömiin.

Ruotsin ja Norjan tuottajilta ei jatkossa liikene normaalivuoden olosuhteissa vesivoimaa vientiin. KIO-skenaarion olosuhteissa myöskään tanskalaisilla tuottajilla on tuskin nykyistä hiilivoimaa tarjolla vientiä varten. Saksalaisten ja keskieurooppalaisten tuottajien mahdollisuuksia viedä sähköä Pohjoismaihin heikentävät sekä johtokapasiteetin rajoitteet että Saksan linjaukset luopua ydinvoimasta. Lisäksi kaapelihankkeita Pohjolan ja Keski-Euroopan välillä on viime aikoina laitettu jäihin.

Sähkön hinnan nousu ei muuta tuontinäkymiä myöskään Venäjän osalta, josta sähköä on näillä näkymin saatavissa. Venäjältä tuotavan sähkön hinta noudattanee Nordpoolin pörssisähkön hintaa. Venäjän tuontimäärän ratkaisee rajajohtojen käytettävissä oleva kapasiteetti. Lisäjohtojen rakentaminen edellyttää johtolupaa kauppa- ja teollisuusministeriöltä ja siten myös poliittista harkintaa. KIO-skenaarioissa ei kuitenkaan oleteta uusia lupia tarvitsevia johtoja rakennettavan. Suunnitelmat sähkön tuonnista Viron alueelta ovat olleet suhteellisen vähäisiä. Merkittävin hanke yhteistuotantolaitoksen rakentamisesta Tallinnaan osittain suomalaisin voimin on toistaiseksi pantu jäihin. Sähkön tuonti Viron alueelta edellyttää myös johtolupia eikä KIO-skenaarioissa oleteta merkittävää tuontia jaksolla 2008–2012.

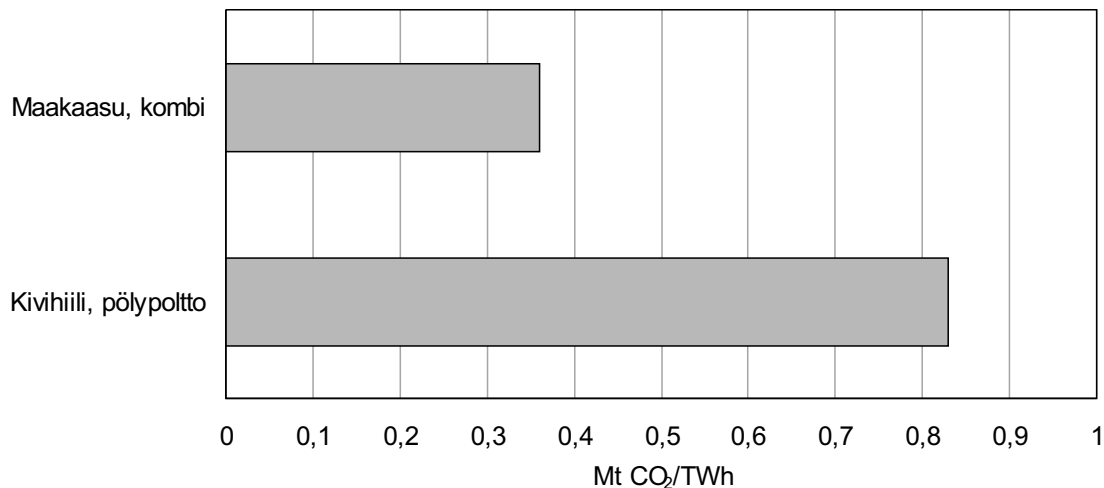
Veroilla ei ole vaikutusta tuotannon ajojärjestykseen tai kustannuksiin, sillä verorakennetta ei ole muutettu. Sähkön kulutusta verotetaan, mutta ei sähkön tuotantoa, eli veroero BAU- ja KIO-skenaarioiden välillä vaikuttaa vain kuluttajahintaan.

Edellä olevan perusteella BAU- ja KIO-skenaarioiden taustaoletusten eroilla ei voi olla merkittävää vaikutusta tuontimääriin ja tuontimäärät ovat siten BAU- ja KIO-skenaarioissa yhtä suuret.

Luopuminen hiilisähkön tuotannosta KIO1-skenaariossa

KIO1-skenaariossa hiilivoimaa oletetaan korvattavan vähitellen ennen vuotta 2010 kaasuenergialla tuotetulla sähköllä, sillä kaasuvoiman päästöt ovat vain puolet hiilivoiman päästöistä (kuva 29) ja tarvittava maakaasumäärä olisi tuotavissa Suomeen ilman merkittäviä lisäinvestointeja putkistoihin. Käytöstä poistuvia voimalaitoksia olisivat kaikki hiiltä polttavat laitokset Etelä-Suomen kaasualueella Imatralta Naantaliin ja Tampereelle lukuun ottamatta teollisuuden prosesseihin liittyvää hiilenkäyttöä.

Kuvassa 29 on vertailtu uuden kivihiiltä tai maakaasua käyttävän lauhdevoimalan CO₂-päästöjä.



Kuva 29. Hiilidioksidipäästöt lauhdetuotannossa, Mt CO₂/TWh

KIO2-skenaariossa kivihiilivoiman käyttö kasvaisi olemassa olevissa voimalaitoksissa voimakkaasti, kunnes uusi laitos otettaisiin käyttöön. Suurimmillaan kivihiilen käyttö (ilman metallurgista kivihiiltä) voisi olla juuri ennen uuden ydinvoimalaitoksen käyttöönottoa yhteensä noin 7 milj. tonnia, josta lauhdevoimalat käyttäisivät noin 5 milj. tonnia. Olemassa olevien hiilivoimalaitosten laajamittainen käyttö jäisi kuitenkin siirtymäkauden vaiheeksi.

KIO1-skenaarioista tehdyt oletukset merkitsevät, että hiilivoimaa korvaavaa kaasuvoimaa tarvittaisiin yhteensä runsaat 2000 MW. Se koostuisi useista laitospaikoista ja -yksiköistä ja sijoittuisi todennäköisesti Suomeen itärajan tuntumaan. Pohjoismaisilla sähkösisämarkkinoilla kapasiteetti voisi kuitenkin sijoittua riippuen kaasuenergian hinnasta myös Ruotsin etelä- tai länsirannikolle tai Norjan länsirannikolle. Lopullisen ratkaisun sijainnista tekevät sähkön tuottajat sen perusteella, mikä tuottaja pystyy rakentamaan kapasiteetin halvimalla, missä kapasiteetin rakentamisedellytykset ovat suotuisimmat ja ennen kaikkea sen perusteella missä kaasu on halvinta. Sijoittumisella on tietysti vaikutusta sähkön tuontimääriin ja kasvihuonekaasupäästöihin.

Hallinnolliset keinot siirtyä hiilestä kaasun käyttöön

Hallinnollisesti KIO1-skenaarion mukainen hiilivoiman käytön vähentäminen voitaisiin toteuttaa usealla eri tavalla. Näitä ovat verotukselliset keinot, erilaiset normisäännöt, lupaprosessien käyttö jne. Skenaariolaskelmissa on lähdetty siitä, että hiilivoiman käyttöä rajoitetaan säädöksin. EU:n sähkösisämarkkinadirektiivi tarjoaa tähän mahdollisuuden. Asiaa on tarkasteltu tarkemmin liitteessä I.

Valittava toimintalinja tulisi toteuttaa yhdessä muiden maiden kanssa. Muuten on täysin mahdollista, että hiilellä tuotettua sähköä tuodaan Suomeen muista maista. Toisaalta päästöjen vähentämistavoitteen kannalta tämä ei olisi ongelma, koska päästöt lasketaan viejämään kiintiöön. Lisäksi on huomattava, että kaasukäytön kasvaessa öljyn varmuusvarastomääriä joudutaan lisäämään. Tästä seuraa tarve nostaa varmuusvarastomaksuja vastaavasti.

Tuottajien halukkuus investoida uuteen kaasuvoimakapasiteettiin

Sähkömarkkinoilla vallitsee suuri epävarmuus tuotantokustannuksiltaan edullisen kapasiteetin riittävydestä Suomessa tai Pohjoismaissa vuoden 2005 jälkeen. Uuden kapasiteetin tuotantokustannukset KIO1-skenaariossa olisivat suuremmat kuin markkinahinta hetkellä, jolloin pitäisi tehdä päätös investoinnista.

Nykyisin käytössä olevat menettelyt antavat signaalin uuden ja oikea-aikaisen kapasiteetin lisäykseen kaasuvoiman osalta, sillä kaasuvoiman rakennusajat ovat riittävän lyhyitä. Tämä edellyttää, että kaasunsiirtokapasiteettia on tarjolla.

Vaikka sähkömarkkinoilla investoijat saanevatkin markkinoilta riittävän signaalin kaasuvoimainvestointeihin, sähköntuottajien motivoituminen kaasuvoiman rakentamiseen voi silti olla vaikeaa. Ensinnäkin samaan ajankohtaan, johon hiilivoimasta luopuminen ajoittuisi, ajoittuu Euroopassa kaasun ylitarjontatilanteen purkautuminen. Riski kaasun hinnan noususta olisi siten ilmeinen. Koska toista kaasulähdettä ei olisi käytettävissä, maakaasun käytön lisäämiseen erillisessä sähköntuotannossa liittynee investoijien näkökulmasta myös maariskejä ja monopoliriskejä. Maakaasun käytön lisäämistä saattaa rajoittaa myös se, että kaasu on joka tapauksessa fossiilinen polttoaine, jolloin investoijat voivat uusien Kioto-sopimusten pelossa epäroidä ryhtymistä kaasuinvestointeihin.

Ydinvoima KIO2-skenaariossa

Ydinvoiman tuotanto ei aiheuta välittömiä kasvihuonekaasupäästöjä. Siten ydinvoiman lisärakentaminen voisi olla yksi keino saavuttaa Suomelle asetetut päästötavoitteet. Nykyaikaisen ydinvoimalaitoksen kokoluokka on 1 000–1 600 MW. Yhden tällaisen ydinvoimalaitosyksikön tuottamalla sähköllä voidaan korvata vähintään 7–12 TWh hiilivoimaa. Tämä tarkoittaa hiilidioksidipäästöinä 6–10 Mt.

KIO2-skenaariossa on oletettu, kuten luvussa 4.1 on esitetty, sähkön tuottajien ot-tavan käyttöön 1300 MW:n kokoisen ydinvoimalaitosyksikön vuonna 2010.

Uuden yksikön valmistuessa nousisi ydinvoiman osuus sähkön kokonaiskulutuksesta Suomessa nykyisestä 27 prosentista 32 prosenttiin.

Ydinvoiman lisärakentaminen edellyttää mahdollisilta voimalaitoksen rakentajilta periaatepääteslupahakemusta. Tällaisen lupahakemuksen Teollisuuden Voima Oy (TVO) on jättänyt 15.11.2000. Sen pohjalta valtioneuvosto tekee arvion siitä, onko hanke valtakunnan kokonaisedun mukainen. Jos hanke saa valtioneuvoston hyväksynnän, eduskunta tekee lopullisen päätöksen. Jos myös eduskunta puoltaa hanketta, voi rakentaja jatkaa suunnitteluprosessia ja hakea myöhemmin varsinaista rakentamislupaa

Siitä kun mahdollinen rakentaja saattaa hankkeen lupaprosessin vireille tarvitaan 0,5–1 vuosi hankkeen arviointiin valtioneuvostossa ja lisäksi eduskunnan käsittelyn vaatima aika. Itse rakentamisen arvioidaan vaativan noin 4–5 vuotta. Koko projektin kestoksi on arvioitu enintään 8 vuotta siitä, kun lupahakemus on toimitettu valtioneuvostolle.

5 Tulokset

Tässä luvussa esitetään luvussa 4 kuvattujen KIO-skenaarioita koskevien laskemien tulokset. Tuloksia tarkastellaan energian kulutuksen, energian tuotannon, päästökehityksen sekä suorien että valtiontaloudellisten kustannusten suhteen.

5.1 Energian kulutus ja tuotanto KIO-skenaarioissa

Tehdyt oletukset sähköntuotannon rakenteen erilaisesta kehityksestä johtavat erilaiseen sähkön hintakehitykseen.

5.1.1 Energian hinta

Sähkön tukkuhinnan kehitys KIO-skenaarioissa

KIO1-skenaariossa uusi sähkökapasiteetti on pääasiassa maakaasuun perustuvaa tuotantoa ja KIO2-skenaariossa tarvittavan uuden kapasiteetin on oletettu olevan suurimmalta osaltaan ydinvoimaa. BAU-skenaariossa puolestaan sähkön kysynnän kasvu oletettiin katettavan nykyisen hiilivoimakapasiteetin tehokkaammalla käytöllä ja lisäämällä jonkin verran maakaasuun perustuvaa erillistä tuotantoa. Tuotantorakenteen erot johtavat erilaiseen kustannusrakenteeseen niin kotimaisilla kuin pohjoismaisillakin sähkömarkkinoilla. Tämä puolestaan johtaa hyvinkin erilaiseen sähkön hinnan kehitykseen, varsinkin jos oletetaan, että hinta määräytyy tuotannon kalleimman tuotantotavan eli tuotannon rajakustannusten perusteella. Tällä tavalla sähkön pörssihinta pääsääntöisesti määräytyy.

Electrowatt-Ekono Oy on selvittänyt sähkön tuotantorakenteen muutosten vaikutuksia sähkön tukkuhinnan kehityssuuntiin (Sähkön hankinnan rakenteen muutoksen vaikutus sähkön hintaan sekä julkisen vallan toimenpiteiden vaikutus kariutuneiden kustannusten määrään, 2000). Taulukossa 39 näkyvät KIO1- ja KIO2-skenaarioiden tuotantorakenteen erojen vaikutus sähkön hintaan edellä mainitun selvityksen pohjalta.

Taulukko 39. Sähkön hankinnan markkinahinta (rajahinta) BAU- ja KIO-skenaarioissa, p/kWh (Lähde: Electrowatt-Ekono, 2001)

Skenaario	2000	2005	2010	2020
BAU	8	11	13	19
KIO1	8	14	15	20
KIO2	8	11	12	19
Ero KIO1–BAU	0	3	2	1
Ero KIO2–BAU	0	0	-1	0

Sähkön kuluttajahinnat

Taulukossa 39 esitetty laskelma myös osoittaa, että KIO1-skenaariion mukaisten toimenpiteiden toteuttaminen lisäisi sähkönkäyttäjien kustannuksia. Olettaen, että kaikki sähkö hinnoiteltaisiin markkinahintaan, sähkön hankintakustannusten nousu (ilman veroja) olisi vuosina 2005–2010 1,5–3 mrd.mk/v. Sähkön tuottajat hyötyisivät tilanteesta. KIO2-skenaariossa ei vastaavia lisäkustannuksia syntyisi BAU-skenaarioon verrattuna, vaan sähkön markkinahinta jopa laskisi hieman.

Sähköverojen taso on esitetty luvun 4.2.1 taulussa 37. Sähköveron oletetaan nousevan vuoden 2010 tilanteessa kotitaloussähkölle ja sähkölämmitykselle noin 4 p/kWh, josta maksetaan lisäksi arvonlisävero, jolloin verojen aiheuttama hinnan nousu olisi kokonaisuudessaan 5 p/kWh. Vuonna 2020 veron aiheuttama hinnan nousu BAU-skenaarioon nähden olisi noin 6 p/kWh. Teollisuuden sähkövero nousisi nykyisestä 2,5 p/kWh:sta 5 p/kWh:iin vuoteen 2010 mennessä ja 5,5 p/kWh:iin vuonna 2020.

Kotitalous- ja lämmityssähkön hinta olisi siten KIO1-skenaariossa vuosina 2010–2020 noin 7 p/kWh korkeampi kuin BAU-skenaariossa. Teollisuudessa vastaava hinnan nousu olisi noin 4,5 p/kWh.

Prosessiteollisuuden sähkön hinta ei nousisi yhtä paljon kuin muussa teollisuudessa. Merkittävä osa prosessiteollisuuden käyttämästä sähköstä saadaan omasta tuotannosta, jonka kustannuksiin sähkömarkkinarakenteen muutos ei vaikuta. Lisäksi merkittävä osa prosessiteollisuuden ostosähköstä perustuu pitkäaikaisiin sopimuksiin.

Taulukossa 40 on esitetty verojen ja tuotantorakenteen prosentuaaliset vaikutukset eri kuluttajaryhmien sähkön hintaan.

Taulukko 40. Sähkön hinnan muutos BAU-skenaarioon nähden KIO1- ja KIO2-skenaarioissa, % (Lähde Elektrowatt-Ekono, 2001 ja KTM:n sektoriselvitys)

Toimiala	KIO1-skenaario		KIO2-skenaario	
	2010	2020	2010	2020
Kotitaloussähkö	15	14	9	9
Sähkölämmitys	19	18	13	14
Palvelut ja maatalous	11	10	4	5
P&K-teollisuus	15	13	5	7

KIO2-skenaariossa sähkön kuluttajahintojen suhteellinen nousu jäisi huomattavasti alhaisemmaksi kuin KIO1-skenaariossa. Ero johtuu KIO2-skenaarion kustannuksiltaan edullisemmasta tuotantorakenteesta. Prosessiteollisuuden käyttämän sähkön hinta jäänee KIO2-skenaariossa alhaisemmaksi kuin BAU-skenaariossa.

Polttoaineiden ja lämmön kuluttajahinnat

Oletukset polttoaineiden kuluttajahinnoista eivät KIO1- ja KIO2-skenaarioissa poikkea oleellisesti toisistaan. Energiaverojen oletetaan olevan molemmissa skenaarioissa samanlaiset. Fossiilisten polttoaineiden hinnat määräytyvät maailmanmarkkinoilla ja kotimaisten energialähteiden, lähinnä turpeen ja puun, hinnat sopeutuvat kotimaisten polttoainemarkkinoiden ja energiaverotuksen kehitykseen.

Taulukko 41. Polttonesteiden kuluttajahinnat tarkasteltavissa skenaarioissa (Lähde: Skenaarioiden lähtökohdat ja energiavero-oletukset)

Polttoaine	2010		2020	
	BAU	KIO1 & KIO2	BAU	KIO1 & KIO2
Bensiini, p/l	650	750	670	805
Diesel, p/l	470	540	490	580
Lämmitysöljy, p/l	220	250	240	280

Bensiinin kuluttajahinta nousee taulukon 36 oletusten mukaisesti vuoden 2010 tilanteessa KIO-skenaarioissa noin markalla litralta ja dieselöljyn hinta noin 70 penniä litralta. Vuoden 2020 kohdalla vastaavat hinnan nousut ovat 135 p/l ja 90 p/l. Lämmitysöljyn hinnan oletetaan olevan vuonna 2010 noin 14 prosenttia ja vuonna 2020 noin 17 prosenttia korkeampi kuin BAU-skenaariossa. Hintojen nousut johtuvat suurimmaksi osaksi oletetuista verojen korotuksista.

Kaukolämmön ja teollisuuden polttoaineiden hinnat nousevat pääasiassa oletettujen verojen kiristysten johdosta. Lämmön tuotantokustannukset KIO-skenaarioissa nousevat varsin maltillisesti BAU-skenaarioon nähden. Tämän seurauksena kaukolämmön kilpailuasema sähkö- ja öljylämmitykseen paranee jonkin verran.

5.1.2 Teollisuuden energian kulutus

Sähkön kulutus

Teollisuuden sähkönkulutus tarkasteltavissa skenaarioissa näkyy taulukossa 42.

Taulukko 42. Teollisuuden sähkönkulutus BAU- ja KIO-skenaarioissa, TWh (Lähteet: Tilastokeskus, 2000; Energiansäästöohjelma, 2000, KTM:n sektoriselvitys)

Skenaario	Kulutus 1999	2010	2020
BAU	42,9	49,9	54,9
KIO1	42,9	49,2	54,5
KIO2	42,9	50,5	56,4

KIO1-skenaariossa kulutuksen oletetaan olevan vuonna 2010 noin 1,5 TWh ja 2020 noin 2 TWh pienempi kuin BAU-skenaariossa. Kulutuksen aleneminen johtuu sähkön hinnan noususta sekä teollisuuden säästöohjelmien tehostamisesta. KIO2-skenaariossa sähkön kulutus sen sijaan olisi vuonna 2010 0,7 TWh ja vuonna 2020 1,3 TWh korkeampi kuin BAU-skenaariossa. Tämä on seurausta sähkön tuotantorakenteen muuttumisesta. KIO2-skenaariossa oletetaan rakennettavan lisää ydinvoimaa, mikä alentaisi sähkön kuluttajahintaa sähköintensiivisillä teollisuuden aloilla.

Teollisuuden toimialoittainen sähkön kulutus on tarkastelluissa skenaarioissa seuraava.

Taulukko 43. Sähkön kulutus teollisuudessa eri skenaarioissa, TWh (Lähde: Energiansäästöohjelma, 2000, KTM:n sektoriselvitys)

Toimiala	2010			2020		
	BAU	KIO1	KIO2	BAU	KIO1	KIO2
Metsäteollisuus	30,8	30,6	31,7	34,8	34,5	36,3
Kemianteollisuus	5,6	5,5	5,5	5,6	5,5	5,6
Perusmetalli	5,6	5,4	5,5	6,3	6,1	6,2
Muu teollisuus	7,8	7,7	7,8	8,4	8,4	8,3
Yhteensä	49,8	49,2	50,5	55,1	54,5	56,4

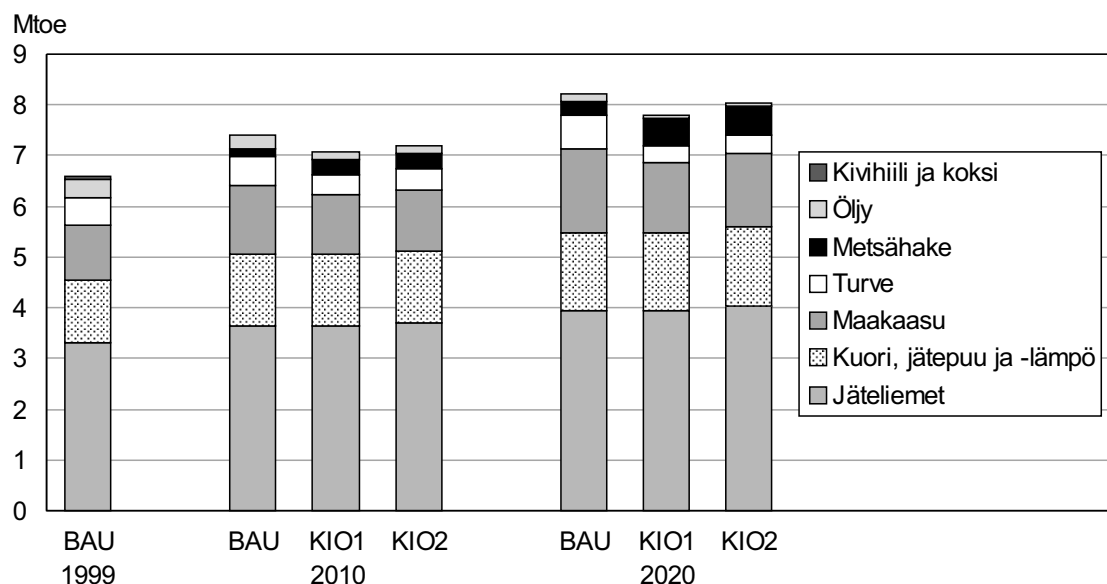
Energiaintensiivisten toimialojen, metsäteollisuuden, kemianteollisuuden ja metallien valmistuksen osuus teollisuuden sähkönkulutuksesta on jatkossakin yli 80 prosenttia, vaikka teollisuuden tuotannon rakenne muuttuu voimakkaasti.

KIO2-skenaariossa metsäteollisuuden sähkönkulutus on suurempi kuin BAU-skenaariossa. Taustalla on näkemys metsäteollisuuden käyttämän sähkön alhaisemmasta hinnasta KIO2-skenaariossa, jonka on oletettu johtavan hieman sähköintensiivisempään massan ja paperin tuotannon rakenteeseen.

Teollisuuden polttoaineet

Teollisuuden tarvitsemista polttoaineista yli 90 prosenttia käytetään metsäteollisuudessa, kemianteollisuudessa ja metallien valmistuksessa. Metsäteollisuuden osuus koko teollisuuden polttoainetarpeesta on noin 2/3, joten tällä sektorilla tapahtuvat muutokset hallitsevat suurelta osin koko teollisuuden polttoainekäytön määrän ja rakenteen kehitystä.

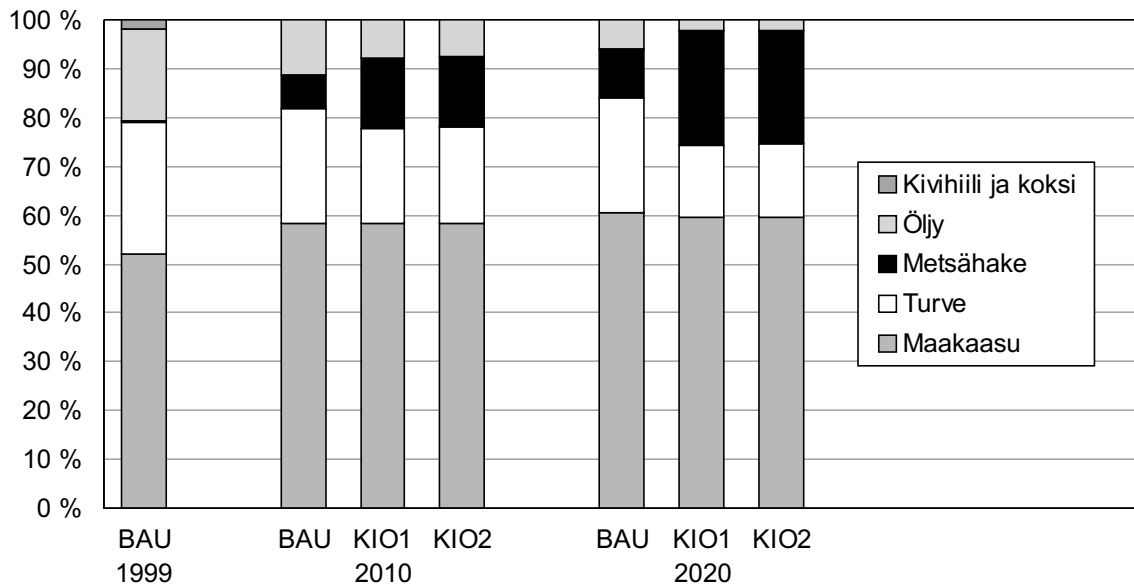
Metsäteollisuuden polttoainekäytön kehitys BAU- ja KIO-skenaarioissa näkyy kuvassa 30.



Kuva 30. Metsäteollisuuden polttoaineet BAU- ja KIO-skenaarioissa, Mtoe (Lähde: Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelma, 1999, KTM:n sektoriselvitys)

Metsäteollisuuden käyttämistä polttoaineista noin kaksi kolmasosaa on tuotannon prosesseissa syntyvää puuperäistä jätettä, joka voidaan käyttää polttoaineena omassa sähkön ja lämmön tuotannossa. Loppuosa polttoainetarpeesta katetaan ostopolttoaineilla.

Metsäteollisuuden ostopolttoaineiden osuudet kehittyisivät tarkastelluissa skenaarioissa kuvassa 31 esitetyllä tavalla.



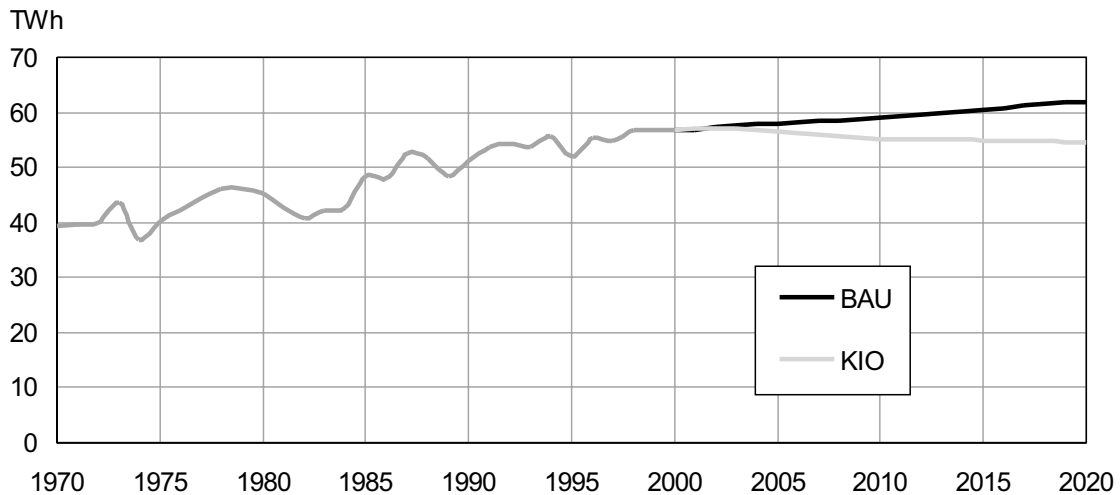
Kuva 31. Metsäteollisuuden ostopolttoaineiden jakauma BAU- ja KIO-skenaarioissa, %

Kivihiilen käyttö loppuisi metsäteollisuudessa kokonaan tällä vuosikymmenellä. Öljyä käytettäisiin kaikissa skenaarioissa vain tukipolttoaineena. Metsähakkeen käyttö lisääntyy metsäteollisuudessa jo nykyisillään energiapolitiikan toimilla, joka näkyy metsähakkeen käytön selvänä lisäyksenä jo BAU-skenaariossa. Metsähakkeen käyttö syrjäyttäisi turvetta ja myös maakaasun käyttö jää KIO-skenaarioissa vähäisemmäksi metsähakkeen käytön voimakkaan kasvun vuoksi.

5.1.3 Lämmitys

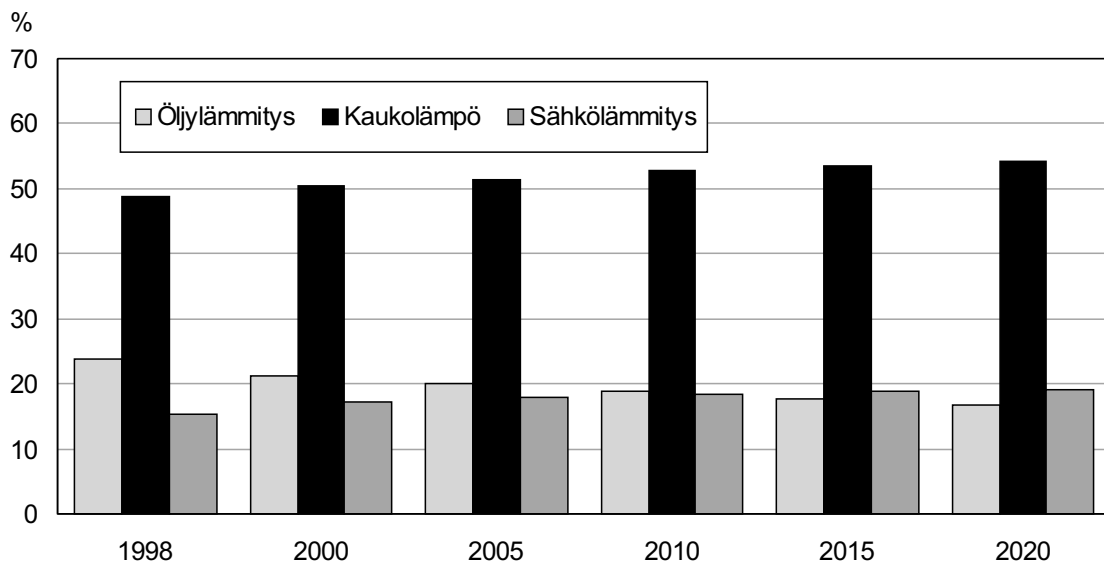
Lämmityksen hyötyenergian oletetaan kehittyvän KIO1- ja KIO2-skenaarioissa samalla tavalla. Tuloksien samankaltaisuuden vuoksi skenaarioita tarkastellaan tässä luvussa yhtenä kokonaisuutena nimellä KIO-skenaario.

Ympäristöministeriön sektoriselvityksen mukaan uusien asuntojen energiankäyttöä koskevia rakennusnormeja oletetaan kiristettävän nykytasosta 30 prosenttia vuoden 2004 alusta lähtien. Energiankulutusta toimenpide alentaisi uusissa rakennuksissa hieman vajaat 20 prosenttia. Energiaverojen vuoksi nouseva lämmön hinta ja korjausrakentamiseen suunnatut investointiavustukset kiihdyttävät energiansäästöinvestointeja myös jo olemassa olevassa rakennuskannassa. Näiden toimenpiteiden seurauksena lämmitysenergian kysynnässä tähän saakka jatkunut nouseva kehitys kääntyisi laskuun. Kehityssuunnan kääntyminen näkyy kuvassa 32.



Kuva 32. Lämmityksen hyötyenergia BAU- ja KIO-skenaarioissa, TWh
(Lähde: YM:n sektoriselvitys ja Energiansäästöohjelma, 2000)

Tärkeimmistä lämmitysmuodoista kaukolämmön markkinaosuus kasvaa KIO-skenaarioissa koko tarkastelukauden. Sähkölämmityksen markkinaosuuden kasvu taittuu ja sen osuus pysyy alle 20 prosentissa. Öljylämmityksen markkinaosuus laskee hitaasti.

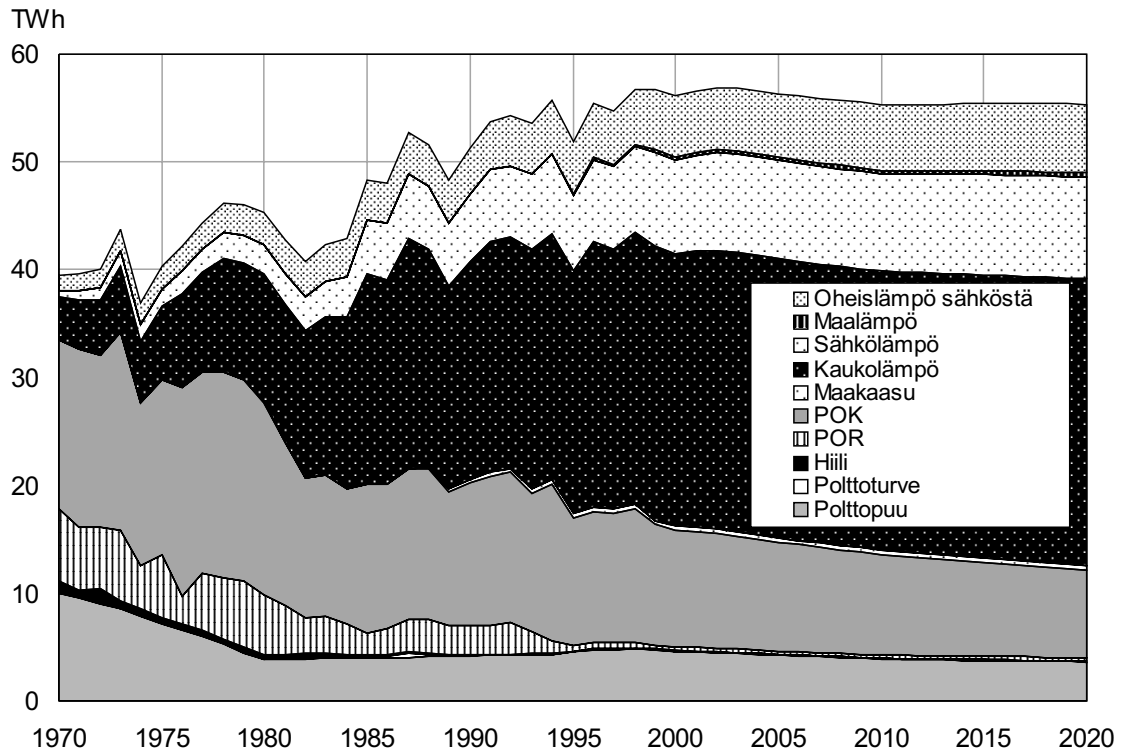


Kuva 33. Suurimpien lämmitysmuotojen osuudet KIO-skenaarioissa, %
(Lähde: YM:n sektoriselvitys ja skenaarioiden lähtöoletukset)

BAU-skenaarioon verrattuna polttopuun käyttö lisääntyy huomattavasti KIO-skenaarioissa, koska puun kilpailuasema paranee energiaverotuksen seurauksena. Myös maalämmön hyödyntäminen kasvaa voimakkaasti, vaikka se jääkin määrältään vielä vaatimattomaksi.

KIO-skenaarioissa kaukolämmön markkinaosuus kasvaisi. Saman aikaisesti tehostuvat energiansäästötoimet hidastavat kuitenkin kaukolämmön kasvua. Samalla hidastuisi myös kaukolämmön yhteydessä tuotettavan sähkön tuotannon kasvu.

Lämmityksen hyötyenergian jakauma näkyy kuvassa 34.



Kuva 34. Asuin- ja palvelurakennusten hyötylämmön lähteet KIO1-skenaariossa, TWh. Kaukolämpö sisältää sen tuotantoon käytetyt eri polttoaineet (puu, turve, öljyt, maakaasu, hiili) (Lähde: YM:n sektoriselvitys, Energiansäästöohjelma, 2000 ja skenaarioiden lähtökohdat)

5.1.4 Kotitalouksien ja palvelusektorin sähkön kulutus

Asumisen sähkönkulutus

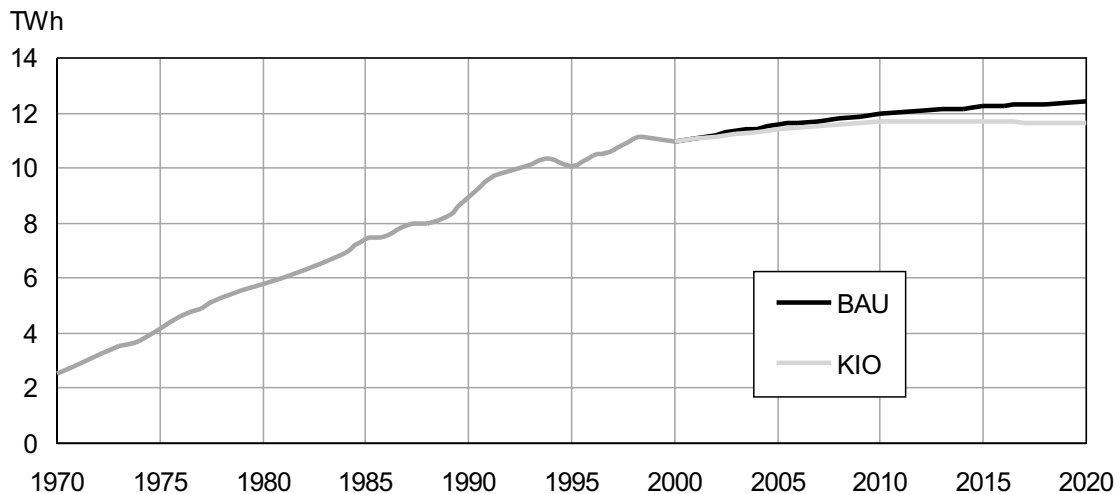
Kotitalouksien sähkönkulutuksen (pl. sähkölämmitys) kasvun oletetaan hidastuvan KIO1-skenaariossa BAU-skenaarioon verrattuna ja kulutus kääntyy hitaaseen laskuun vuoden 2010 jälkeen. KIO2-skenaariossa kulutuksen taso on vain marginaalisesti suurempi kuin KIO1-skenaariossa, jonka vuoksi KIO1- ja KIO2-skenaarioita voidaan tarkastella yhdessä.

Tärkeimmät kotitaloussähkön kulutuksen kasvua hidastavat tekijät BAU-skenaarioon verrattuna ovat uusilta laitteilta vaadittava parempi energiatehokkuus sekä

energiaverotus, jonka nousu parantaa energiatehokkaampien laitteiden ja koneiden hankinnan kannattavuutta. Laitekannan kasvun odotetaan hidastuvan jo BAU-skenaariossa.

Loma-asuntojen sähkönkäytön ja kiinteistösähkön kulutuksen arvioidaan alentuvan BAU-skenaarioon nähden samalla tavalla kuin kotitaloussähkön.

Asumisen sähkön käyttö olisi KIO-skenaarioissa kokonaisuudessaan tarkasteluajanjakson lopussa 6–7 prosenttia alempi kuin BAU-skenaariossa. Kehitys näkyy kuvassa 35.



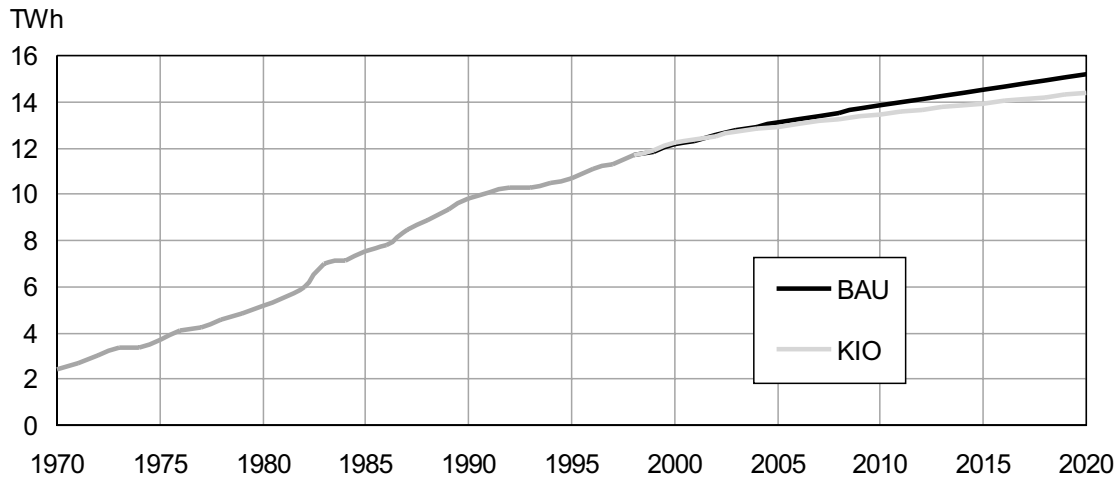
Kuva 35. Asumisen sähkönkulutus, TWh (Lähde: Tilastokeskus, 2000 ja Energiansäästöohjelma, 2000)

Palveluiden sähkönkulutus

BAU-skenaariossa palveluiden sähkönkulutus kasvaisi vuosina 2000–2020 noin 3 TWh:lla eli neljänneksellä. KIO-skenaarioissa energiansäästöohjelman mukaiset tehostetut toimet leikkaavat kulutuksen kasvusta kolmanneksen. Tärkeimmät toimenpidealueet energiankäytön tehostamiseksi ovat energiansäästösopimusten kattavuuden laajentaminen sekä julkisten hankintojen energiatehokkuutta koskevat suositukset. Energiaverotuksen kiristymisen ja energianpäästöinvestointeja koskevan julkisen tuen kasvun energiansäästöinvestointeihin tukevat näitä toimenpiteitä.

Palveluiden sähkönkulutus on KIO2-skenaariossa hieman korkeampi kuin KIO1-skenaariossa. Tämä johtuu sähkön hintaeroista näiden skenaarioiden välillä.

Palveluiden sähkönkulutuksen kehitys käy ilmi kuvasta 36.



Kuva 36. Palveluiden sähkönkulutus, TWh (Lähde: Tilastokeskus, 2000 ja Energiansäästöohjelma, 2000)

Taulukko 44. Asumisen ja palveluiden sähkönkulutus KIO1- ja BAU-skenaarioissa, TWh

Skenaario	1998	2010	2020
Asumisen sähkönkulutus, KIO1	11,0	11,7	11,6
Palveluiden sähkönkulutus, KIO1	11,7	13,4	14,4
Yhteensä, KIO1	22,7	25,2	26,0
Yhteensä BAU	22,7	25,6	27,6

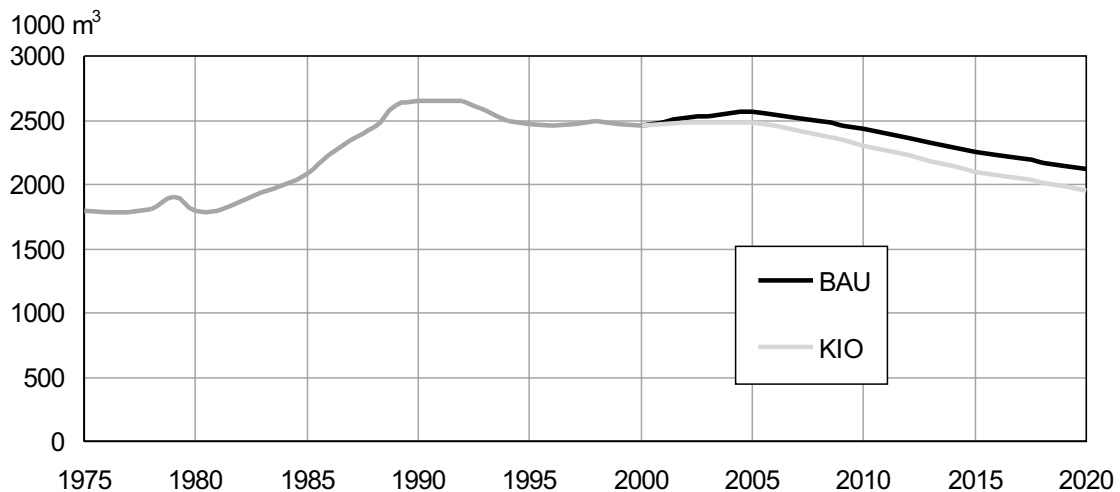
5.1.5 Liikenne

Liikenteessä merkittävin yksittäinen energiankulutukseen vaikuttava tekijä on Euroopan komission eurooppalaisten, korealaisten sekä japanilaisten autonvalmistajien kanssa tekemä sopimus autojen keskimääräisen polttoainekulutuksen voimakkaasta alentamisesta vuoteen 2008 mennessä. Tämä sopimus on huomioitu jo BAU-skenaariossa. Sopimuksen tavoitteiden toteutumiseksi tarvitaan Suomessa muutoksia autoverotukseen.

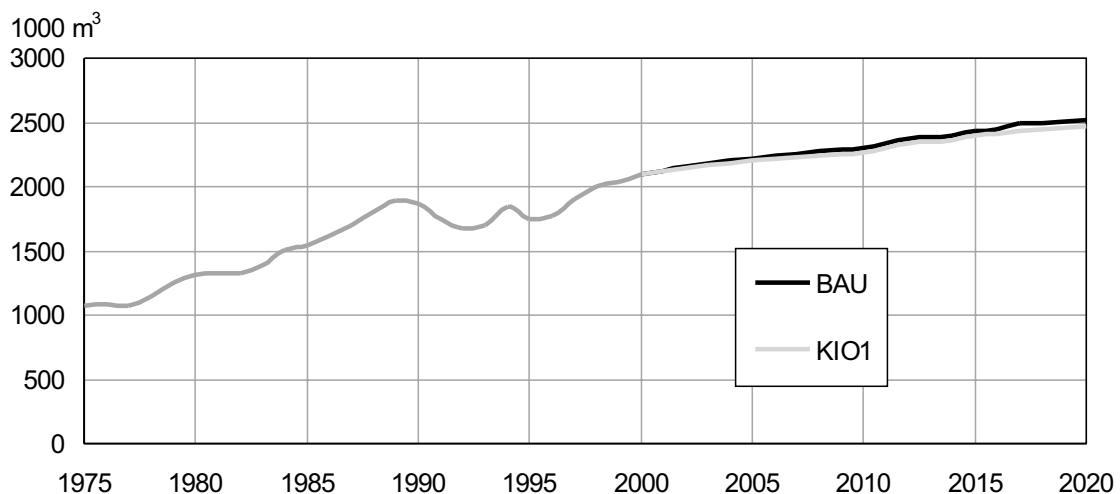
KIO-skenaarioissa liikenteen energiankulutusta BAU-skenaarioon verrattuna alen-taisi erityisesti oletukset polttoaineverojen kiristymisestä, joukkoliikenteen edistä-misestä, energiansäästö-sopimusten kattavuuden lisäämisestä ja niiden toiminnan tehostamisesta. Pidemmällä aikavälillä yhdyskuntarakenteen kehittymisellä on sel-vä vaikutus liikennesuoritteiden kehitykseen ja polttoaineenkulutukseen. Koska uu-sien valtakunnallisten alueidenkäyttö-tavoitteiden mukaan pyritään yhdyskuntien eheyttämiseen, on BAU-skenaariossa oletettu, ettei yhdyskuntarakenne hajaudu yhtä voimakkaasti kuin viime vuosina on käytännössä tapahtunut vaan yksittäisissä

kaavaratkaisuissa pyritään suunnitelmalliseen eheyttämiseen. Ero tämänhetkisen hajautumiskehityksen ja suunnitelmallisen eheyttämisen välillä merkitsee hiili-dioksidipäästöissä runsaan 1 milj. tonnin eroa.

Uusien toimenpiteiden vaikutus bensiinin ja dieselöljyn kulutukseen näkyy kuvissa 37 ja 38. Bensiinin kulutus olisi KIO1-skenaariossa vuonna 2020 alempi kuin vuonna 1985. Dieselöljyn kulutukseen ei tulisi samanlaista käännettä kuin bensiinin kulutukseen. Bensiinin kulutuksessa KIO-skenaarioiden välillä ei ole eroa. Dieselöljyn kulutus KIO2-skenaariossa on BAU-skenaarion tasolla johtuen teollisuuden tuotannon kasvusta.



Kuva 37. Bensiinin kulutus BAU- ja KIO-skenaarioissa, 1000 m³
(Lähde: LVM:n sektoriselvitys ja Energiansäästöohjelma, 2000)



Kuva 38. Dieselöljyn kulutus BAU- ja KIO1-skenaariossa, 1 000 m³
(Lähde: LVM:n sektoriselvitys ja Energiansäästöohjelma, 2000)

Lentoliikenteen, vesi- ja raideliikenteen energiankulutus ei KIO-skenaarioissa juuri poikkeaisi BAU-skenaariosta.

Tarkempi kuvaus toimenpiteistä on esitetty liikenne- ja viestintäministeriön sektoriselvityksessä.

5.1.6 Muut

Tähän ryhmään kuuluvat maa- ja metsätalous sekä rakennustoiminta. Maa- ja metsätalouden energiankäytön arviot perustuvat maa- ja metsätalousministeriön taustaselvitykseen.

Maa- ja metsätalous

Maatalouden työkoneiden osuus vuoden 1999 kasvihuonekaasupäästöistä oli vajaa 40 prosenttia työkoneiden kokonaispäästöistä. Tulevaisuudessa maatalouden työkoneiden suhteellisen osuuden odotetaan pienenevän maataloudessa tapahtuvien muutosten vuoksi.

Päästömäärien selvityksestä on käytännössä vastannut VTT:n Yhdyskuntatekniikka, joka on kehittänyt yleisen työkoneiden päästölaskentamallin (TYKO) (Mäkelä 2000). Laskentamallin perustana on käytetty mm. Purasen (1992) ja Purasen ym. (1993) Tampereen teknillisen korkeakoulun konetekniikan osastolla tehtyjä tutkimuksia. Laskentamalliin ovat sen kehittämisen aikana tutustuneet useat työkonealan asiantuntijat.

Työkoneiden yhteismäärä Suomessa on noin 2 miljoonaa kappaletta, joista maatalouden ja metsätalouden koneiden osuus on noin 200 000 kappaletta. Suurimman koneryhmän muodostavat maataloustraktorit, joita 1999 oli käytössä kaikkiaan 170 000 kappaletta. Huomattavan iso on myös muiden traktoreiden nimikkeellä kirjattujen työkoneiden ryhmä, jotka ovat pääosaltaan vanhoja maataloustraktoreita, joita käytetään osin muuhun kuin varsinaiseen maataloustyöhön. Näitä harrastus- ja apukoneina käytettäviä traktoreita oli 1999 kaikkiaan rekisterissä 140 500 kappaletta. Kolmannen maatalouskoneiden pääryhmän muodostavat leikkuupuimurit, joita oli 1999 vajaa 29 000 kappaletta. Metsätraktoreita oli 2 300 ja hakkuukoneita (Moto) lähes 2 000 kappaletta. Maataloustraktorit ja leikkuupuimurit ovat kaikki dieselmoottorilla varustettuja, samoin metsätraktorit ja hakkuukoneet. Muiden traktoreiden joukossa pieni osa vanhoista koneista on bensiinikäyttöisiä. Maataloudessa käytetään lisäksi ajettavia sadonkorjuukoneita (esimerkiksi marjanpoimintakoneita, so-

kerijuurikkaannostokoneita, tarkkuussilppureita), joiden kokonaismäärä on kuitenkin niin vähäinen, ettei niillä ole kasvihuonekaasupäästöjen kannalta merkitystä.

Maatalouden muuhun kuin koneiden polttoaineena käytettävään energian kulutukseen kuuluvat rakennusten lämmitykseen, ilmanvaihtoon ja ilmastointiin, rakennusten kaluston ja koneiden, sekä tuotteiden varastointiin ja jäähdytykseen käytettävä energia. Lämmitykseen voidaan käyttää useita energialähteitä, mutta muuhun tarkoitukseen käytetään nykyisin lähes yksinomaan verkosta saatavaa sähköenergiaa, sillä jakeluverkosto kattaa käytännöllisesti katsoen koko maan. Vesivoimaa, maalämpöä, tuuli- ja aurinkoenergiaa käytetään maataloilla vain erityistapauksissa ja kokonaisuuden kannalta hyvin vähän.

Kasvihuoneiden energian käytön tehokkuus parani merkittävästi 1980-luvulla ns. toisen energiakriisin johdosta tehdyn kehitystyön seurauksena. Merkittävimmät säästöt saatiin rakenteellisilla muutoksilla: perustusten lämpöeristyksellä, kerroslevykatteilla, kaksoismuovikatteilla, lämpöverhoilla ja rakennuspaikan valinnalla sekä kasvustorivien sijoittelulla. Kasvihuonetekniikassa integroidun huonekohtaisen säätöautomaatiikan yleistymisen sai aikaan kokonaisenergiataloudellisesti huomattavia säästöjä. Maatilatalouden energiatoimikunnan laskelmien mukaan (1981) silloisella uudella rakennus- ja hoitotekniikalla oli koekohteissa saatujen tulosten perusteella saavutettavissa 50 prosentin säästö energiakustannuksissa sen aikaisiin tavallisiin lasikatteisiin kasvihuoneisiin verrattuna.

Kasvihuoneviljelmien lukumäärä on 1990-luvulla laskenut vähitellen, mutta viljelypinta-ala on noussut.

Maa- ja metsätalouden polttoaineiden ja sähkön kulutus on esitetty taulukossa 45.

Taulukko 45. Maa- ja metsätalouden energiankulutus KIO-skenaarioissa, ALUSTAVA (Lähde: perustuu MMM:n sektoriohjelmaan)

Energialähde	1998	2010	2020
Polttoaineet, Mtoe	0,78	0,60	0,54
Sähkö, TWh	0,82	0,78	0,78

Rakennustoiminta

Rakennustoimintaan käytetään varsin vähän energiaa. Tärkein polttoaine tällä sektorilla on kevyt polttoöljy, jota käytettiin vuonna 1999 noin 300 000 tonnia. Rakennustoiminnan sähkön kulutus oli vuonna 1999 222 GWh.

Rakennustoiminnan tuleva energiankäyttö on sidoksissa pääasiassa sektorin tuotantomäärien kehitykseen. KIO-skenaarioiden oletuksena olevan energian hinnan nousun oletetaan tehostavan kuitenkin energiankäyttöä myös tällä sektorilla. Rakennustoiminnassa, kuten useilla muillakin toimialoilla, on havaittavissa siirtyminen polttoainekäytöstä sähkönkäyttöön.

5.1.7 Sähkön kokonaiskulutus

Sähkön kokonaiskulutus oli vuonna 1999 77,8 TWh. BAU-skenaarion taustalla olevien oletusten perusteella kulutus nousisi hieman yli 90 TWh:iin vuonna 2010 ja 99 TWh:iin vuonna 2020. KIO-skenaarioissa tehtyjen sähkövero-oletusten, sähköntuotannon rakenteen muuttumisesta tehtyjen vaihtoehtojen sekä energiansäästötoimenpiteiden seurauksena sähkönkulutus olisi KIO1-skenaariossa 87,9 TWh vuonna 2010 ja 94,7 TWh vuonna 2020. KIO2-skenaariossa sähköntuotannon rakenne on kustannuksiltaan edullisempi kuin KIO1-skenaariossa, jonka seurauksena sähkön kulutus on vuonna 2010 noin 1,5 TWh ja 2020 noin 2,5 TWh suurempi kuin KIO1-skenaariossa.

Taulukko 46. Sähkön kulutus eri skenaarioissa toimialoittain vuosina 2010 ja 2020, TWh (Lähde: Tilastokeskus 2000, yhteenveto skenaario-oletuksista ja sektoriselvitysten tuloksista)

Sektori	1999	2010			2020		
		BAU	KIO1	KIO2	BAU	KIO1	KIO2
Alkutuotanto	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Metsäteollisuus	25,6	30,8	30,6	31,7	34,8	34,5	36,3
Muu teollisuus	16,6	18,4	18,0	18,6	19,8	19,4	20,0
Lämmitys	8,0	10,1	9,2	9,2	11,6	9,6	9,5
Kotitaloudet	11,3	12,0	11,7	11,7	12,4	11,6	11,6
Palvelut	12,0	13,8	13,4	13,5	15,2	14,4	14,5
Muut sektorit ¹	0,7	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0
<i>Kulutus yhteensä</i>	<i>75,1</i>	<i>87,4</i>	<i>85,1</i>	<i>86,9</i>	<i>96,0</i>	<i>91,9</i>	<i>94,3</i>
Häviöt	2,6	2,9	2,8	2,9	3,0	2,8	2,9
Kokonaiskulutus	77,8	90,3	87,9	89,8	99,0	94,7	97,2

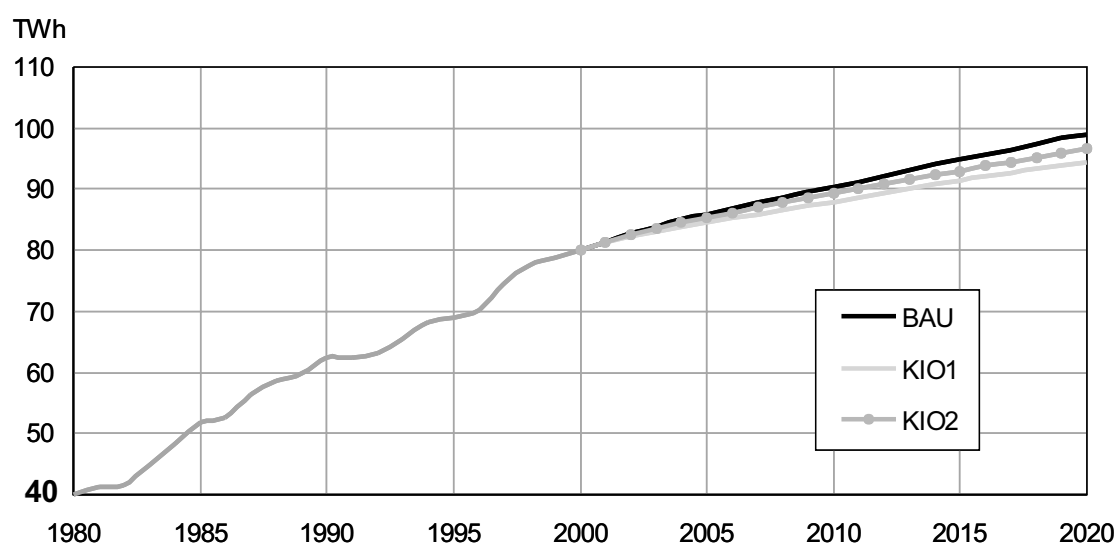
1 Rakennustoiminta ja liikenne

Sähkön kokonaiskulutus olisi KIO1-skenaariossa vuonna 2010 2,4 TWh ja vuonna 2020 4,3 TWh alempi kuin BAU-skenaariossa. Toimialoittaiset erot BAU- ja KIO1-skenaarioiden välillä käyvät ilmi taulukon 47 luvuista.

Taulukko 47. KIO1-skenaarion sähkön kulutuksen vähenemä BAU-skenaariosta toimialoittain, TWh (Lähde: Tilastokeskus 2000, yhteenveto skenaario-oletuksista ja sektoriselvitysten tuloksista)

Sektori	2010	2020
Alkutuotanto	0,0	0,0
Metsäteollisuus	-0,2	-0,2
Muu teollisuus	-0,5	-0,3
Lämmitys	-0,7	-1,5
Kotitaloudet	-0,2	-0,8
Palvelut	-0,4	-0,8
Muut sektorit ¹⁾	0,0	0,0
Häviöt	-0,1	-0,1
Kokonaiskulutus	-2,1	-3,8

Sähkön kokonaiskulutus vuosina 1970–1999 ja kehitys eri skenaarioissa vuosina 2000–2020 on esitetty kuvassa 39.



Kuva 39. Sähkön kokonaiskulutus tarkastelluissa skenaarioissa, TWh (Lähde: Tilastokeskus 2000, yhteenveto skenaario-oletuksista ja sektoriselvitysten tuloksista)

5.1.8 Sähkön hankinta

Oletukset sähkön hankinnan rakenteesta poikkeavat molemmissa KIO-skenaariossa oleellisesti BAU-skenaarion hankinnan oletuksista. Molemmissa skenaarioissa tuulivoiman ja puulla tuotetun sähkön määrä kasvaisi voimakkaasti. KIO1-skenaariossa hiililauhdevoima ja myös hiileen perustuva sähkön ja lämmön yhteistuotanto korvattaisiin vuoteen 2010 mennessä muilla tuotantomuodoilla, pääasiassa maa-

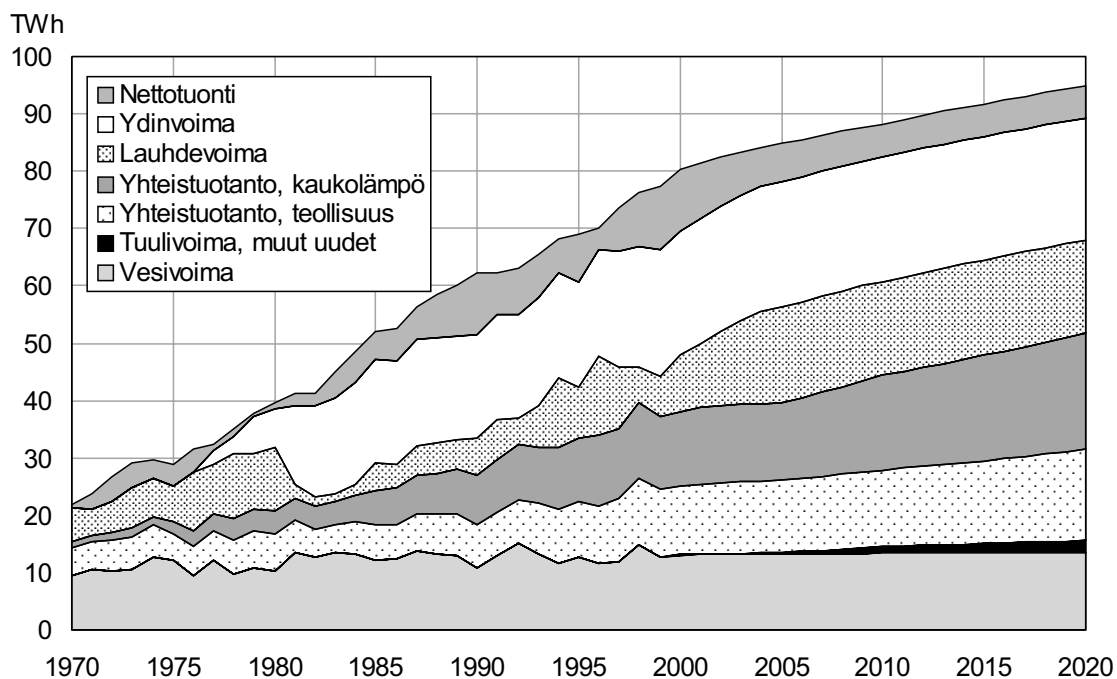
kaasulla. KIO2-skenaariossa hiililauhdevoima puolestaan korvattaisiin uudella ydinvoimalla.

Taulukko 48. Sähkön hankinta BAU-, KIO1- ja KIO2-skenaarioissa, TWh

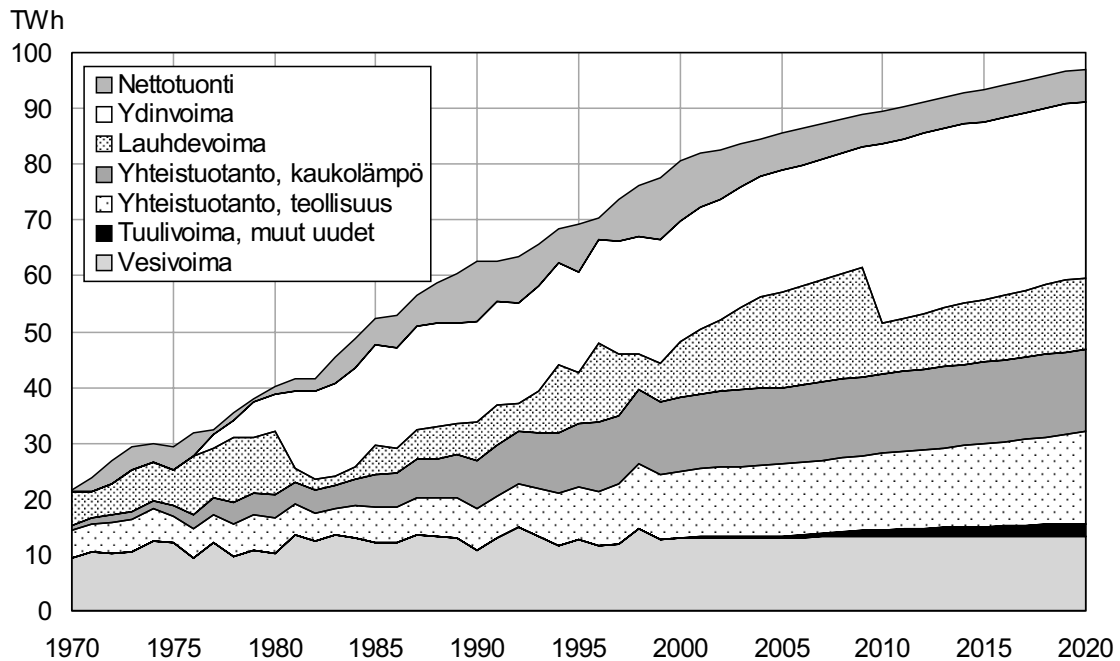
Energiälähde	1999	2010			2020		
		BAU	KIO1	KIO2	BAU	KIO1	KIO2
Vesivoima	12,5	13,0	13,4	13,4	13,0	13,4	13,4
Tuulivoima, muut uudet	0,05	0,4	1,1	1,1	0,7	2,2	2,2
Ydinvoima	22,1	21,8	21,8	32,3	21,3	21,3	31,6
Yhteistuotanto, yhteensä	24,8	29,2	29,9	28,1	33,5	36,1	31,4
Lauhdutusvoima ¹	7,2	20,2	16,3	9,4	25,1	16,3	13,1
Nettotuonti	11,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Yhteensä	77,8	90,3	87,9	89,8	99,0	94,7	97,2

1 Sisältää konventionaalisen lauhdutusvoiman, teollisuuden prosessilauhteen ja kaasuturpiinit

Vesivoiman ja tuulivoiman tuotannon oletetaan noudattavan uusiutuvien energialähteiden ohjelman linjauksia. Pienvesivoiman osalta on arvioitu, että koko potentiaali ei tarkasteluajanjaksolla voisi tulla vielä käyttöön, vaan ainoastaan noin puolet. Ympäristösyiden ja hankalien maanomistusolojen arvellaan hidastavan kehitystä. Tuulivoiman tuotantokapasiteetti olisi vuonna 2010 yli 10-kertainen ja vuonna 2020 yli 20-kertainen nykyiseen verrattuna.



Kuva 40. Sähkön hankinta, TWh, KIO1-skenaariossa (Lähde: Tilastokeskus 2000, yhteenvedo skenaario-oletuksista ja sektoriselvitysten tuloksista)



Kuva 41. Sähkön hankinta KIO2-skenaariossa, TWh (Lähde: Tilastokeskus 2000, yhteenvedo skenaario-oletuksista ja sektoriselvitysten tuloksista)

5.1.9 Energian kokonaiskulutus

KIO1-skenaariossa energian kokonaiskulutus olisi vuonna 2010 noin 8 prosenttia ja vuonna 2020 noin 11 prosenttia alempi kuin BAU-skenaariossa. KIO2-skenaariossa kokonaiskulutuksen aleneminen on selvästi vähäisempi, mikä johtuu KIO2-skenaariossa suuremmasta sähkön kulutuksesta KIO1-skenaarioon nähden. KIO1-skenaariossa energian kokonaiskulutuksen keskimääräinen vuosikasvu olisi vuosina 1999–2020 vain 0,4 prosenttia. KIO2-skenaariossa kasvu olisi 0,8 prosenttia vuodessa.

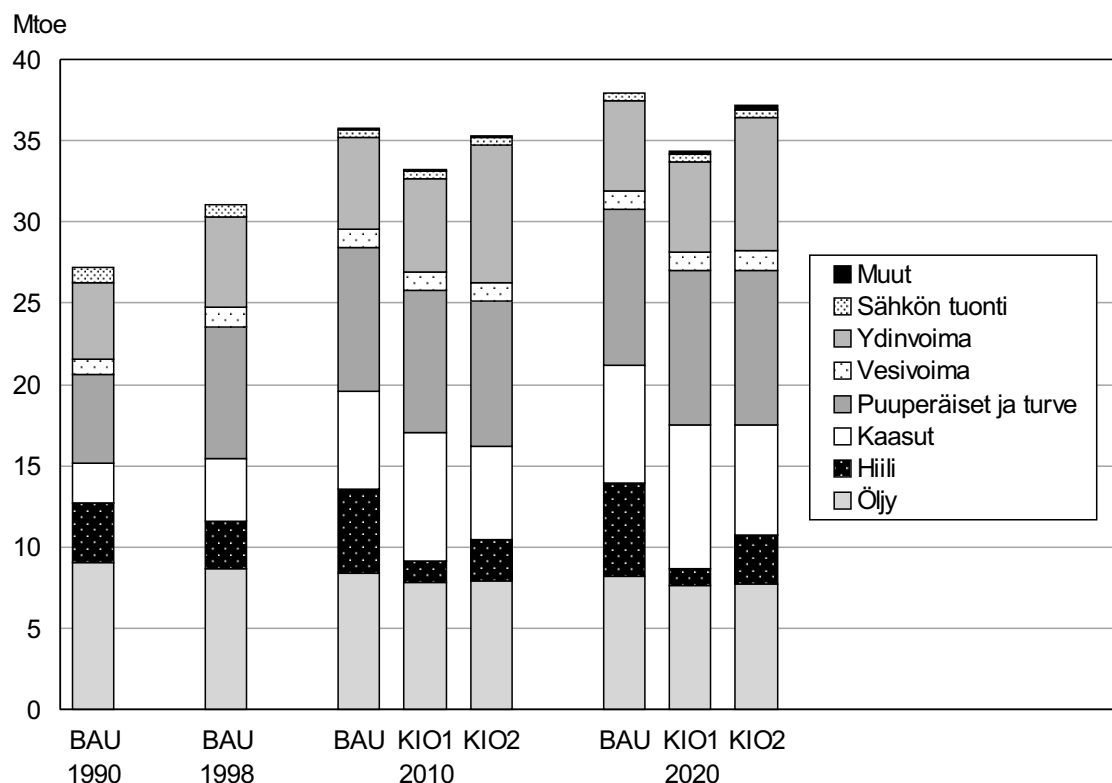
KIO-skenaarioiden väliset erot syntyvät sähkön hankintarakenteen eroista. KIO1-skenaariossa maakaasun käytön oletetaan kasvavan voimakkaasti sähkön tuotannossa, kun taas KIO2-skenaariossa ydinvoiman määrä nousee. Puuperäisten energiamuotojen käyttö on KIO2-skenaariossa hieman alhaisempi kuin KIO1-skenaariossa. Tämä johtuu metsäteollisuuden osalta tehdystä oletuksesta, että KIO2-skenaariossa alhaisempi sähkön hinta mahdollisesti ohjaa puupitoisten painopapereiden osuuden kasvuun paperin tuotannossa, jolloin sellun tuotanto ja puuperäisten jäteliemien käyttö olisi hieman alhaisempi kuin KIO1-skenaariossa.

Taulukko 49. Energian kokonaiskulutus tarkastelluissa skenaarioissa primäärienergialähteittäin, Mtoe (Lähde: Tilastokeskus 2000, yhteenveto skenaario-oletuksista ja sektoriselvitysten tuloksista)

Energiälähde	1999	2010			2020		
		BAU	KIO1	KIO2	BAU	KIO1	KIO2
Öljy	8,7	8,3	7,8	7,8	8,2	7,6	7,7
Hiili ¹	3,6	5,9	2,0	3,6	6,7	2,0	4,3
Maakaasu	3,3	5,2	7,2	4,9	6,4	8,0	5,9
Ydinvoima	5,7	5,7	5,7	8,4	5,5	5,6	8,3
Sähkön tuonti	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Vesivoima	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2
Tuulivoima	0,004	0,04	0,09	0,09	0,06	0,2	0,2
Puuperäiset ja turve ²	8,0	8,9	8,8	9,0	9,4	9,6	9,4
Yhteensä	31,4	35,7	33,3	35,5	38,0	34,5	37,5

1 Hiili sisältää kivihiilen, koksen sekä masuuni- ja koksamokaasut

2 Turpeen ja puuperäisten energialaskelmien keskinäiset osuudet riippuvat hintasuhteiden lisäksi monista epävarmuustekijöistä. Poltossa turve ja puu voivat jossain määrin korvata toisiaan.

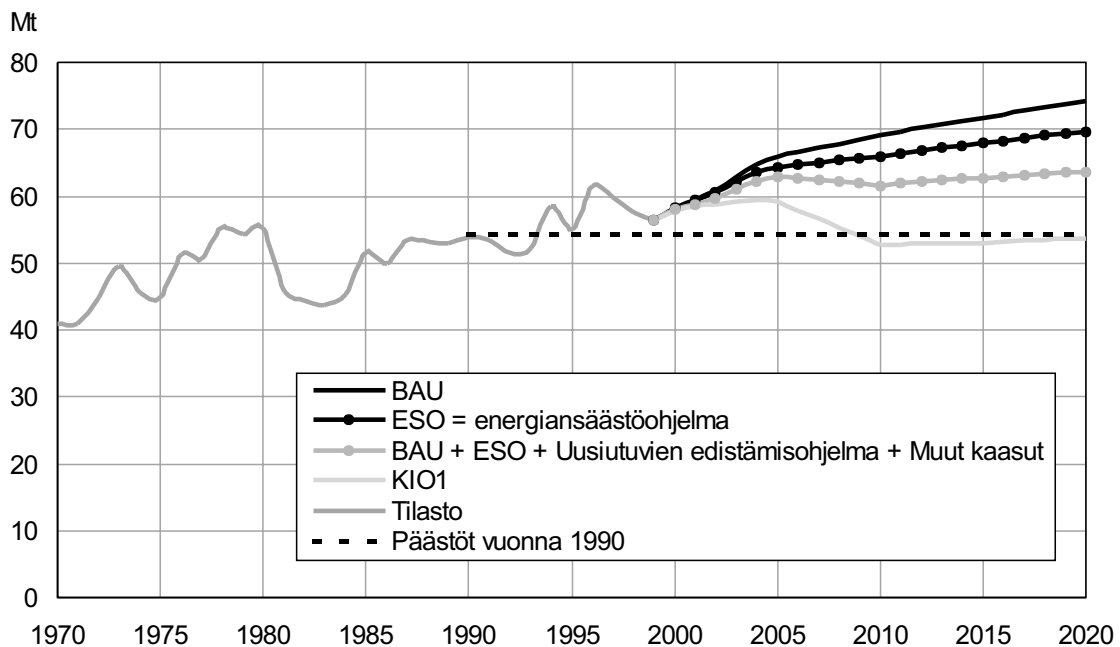


Kuva 42. Energian kokonaiskulutus, Mtoe, BAU- ja KIO-skenaarioissa (Lähde: Tilastokeskus 2000, yhteenveto skenaario-oletuksista ja sektoriselvitysten tuloksista)

5.2 Kasvihuonekaasut eri KIO-skenaarioissa

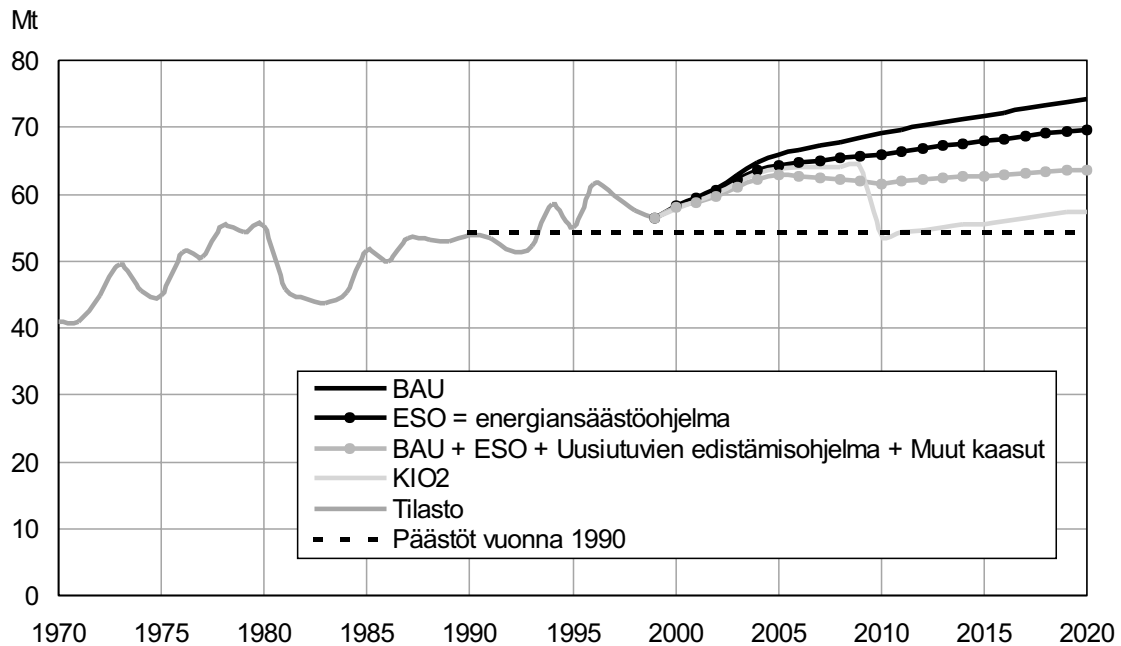
5.2.1 Polton hiilidioksidipäästöt

KIO1-skenaariossa energiantuotannon ja -kulutuksen hiilidioksidipäästöjen alen-
tamistavoitteesta noin puolet voitaisiin saavuttaa tehdyillä laskentaoletuksilla ener-
giansäästöillä ja uusiutuvien energialähteiden lisäämisellä. Tämän lisäksi tulisi
päästöjä vähentää saman verran esim. sähköntuotannon hankintarakennetta muut-
tamalla. Kivihiilen käytön lopettaminen sähkön ja lämmön tuotannossa maakaasu-
alueella on edellytyksenä päästötavoitteen saavuttamiselle KIO1-skenaarion lähtö-
kohdista.



Kuva 43. Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta peräisin olevat hiilidioksidipäästöt KIO1-skenaariossa, Mt (Lähde: yhteenveto skenaariolaskennasta)

KIO2-skenaariossa energiansäästötoimenpiteiden ja uusiutuvien energialähteiden käytön oletetaan olevan samansuuruisia kuin KIO1-skenaariossa. Sähkön hankinnassa ydinvoimakapasiteetti kasvaa 1 300 MW. Laskentaoletuksena on uuden laitoksen valmistuminen vuoden 2010 alkuun mennessä. KIO2-skenaariossa hiilidioksidipäästöt ovat 2000-luvulla suuremmat kuin KIO1-skenaariossa, mutta päästötavoite saavutetaan vuoden 2010 tilanteessa.



Kuva 44. Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta peräisin olevat hiilidioksidipäästöt KIO2-skenaariossa, Mt (Lähde: yhteenveto skenaariolaskennasta)

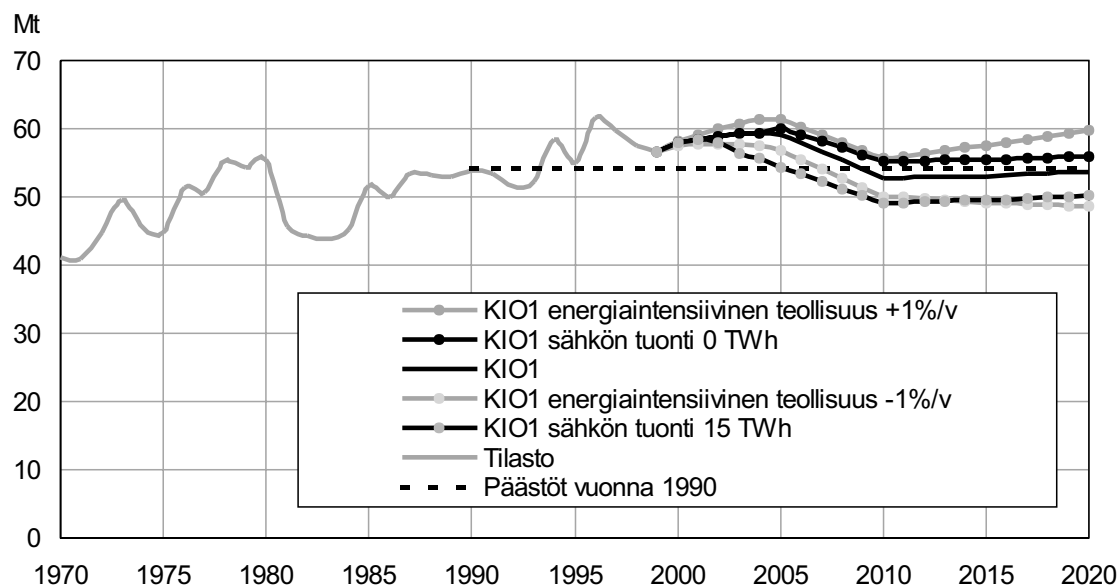
5.2.2 Muut kasvihuonekaasut

Muita kasvihuonekaasuja kuin fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta peräisin olevaa hiilidioksidia koskevat vähentämistoimenpiteet on huomioitu laskelmissa eri sektoriministeriöiden sektoriselvitysten oletusten mukaisesti. Jätehuollon metaanipäästöjen vähentämiseen on otettu ympäristöministeriön sektoriselvityksen jätteiden rinnakkaispoltto/kaasutus -vaihtoehto. Tämän toimenpidepaketin kokonaisvaikutus verrattuna BAU-skenaarion päästöihin olisi 1,1 Mt CO₂-ekv. vähennelmä vuodelle 2010. Jätteiden rinnakkaispoltto ja kaasutus vähentäisi metaanipäästöjä BAU-skenaarioon verrattuna noin 0,5 Mt CO₂-ekv. vuodesta 2010 eteenpäin. Muita vaikutuksia ovat metallijalostusteollisuuden kuonien lisähyödyntäminen sementin valmistuksessa, noin 0,2 Mt CO₂-ekv. ja rinnakkaispolton ja kaasutuksen välillinen vaikutus, noin 0,3–0,4 Mt CO₂-ekv.

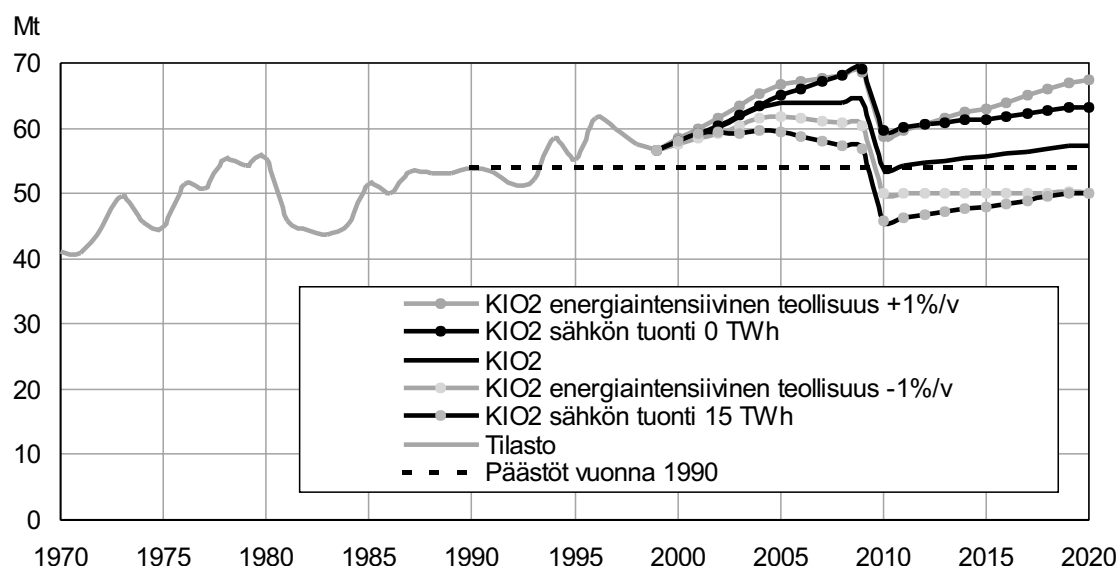
Maatalouden metaani- ja dityppioksidivähennelmä olisi maa- ja metsätalousministeriön ohjelma-skenaarion Agenda 2007 mukaisesti yhteensä 0,1 Mt CO₂-ekv. alhaisemmat vuonna 2010 ja 0,4 Mt alhaisemmat vuonna 2020 verrattuna BAU-skenaarioon. Maatalouden päästölaskentaan liittyy edelleen epävarmuutta ja Kioton pöytäkirjasta on edelleen avoimena artikla maatalousmaiden hiilivarastojen muutoksista. Agenda 2007 -skenaarion toimenpiteet eivät ole vain kansallisessa päätäntävallassa vaan riippuvat asioiden edistymisestä EU-tasolla.

5.2.3 Herkkyystarkastelut KIO-skenaarioille

KIO-skenaarioille tehtiin vastaavat herkkyystarkastelut kuin BAU-skenaariolle luvussa 3.3. Oheisissa kuvissa esitetään muutokset fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta peräisin olevassa hiilidioksidissa.



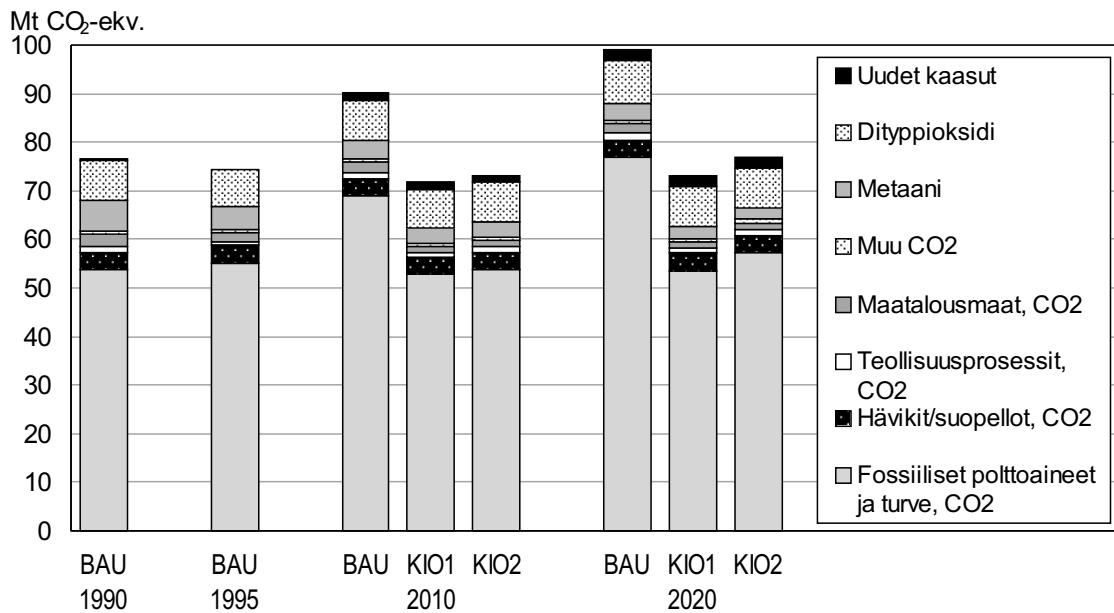
Kuva 45 Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta peräisin olevat hiilidioksidipäästöt KIO1-skenaariossa ja eri herkkyystarkasteluilla, miljoonaa tonnia (Lähde: yhteenveto skenaariolaskennasta)



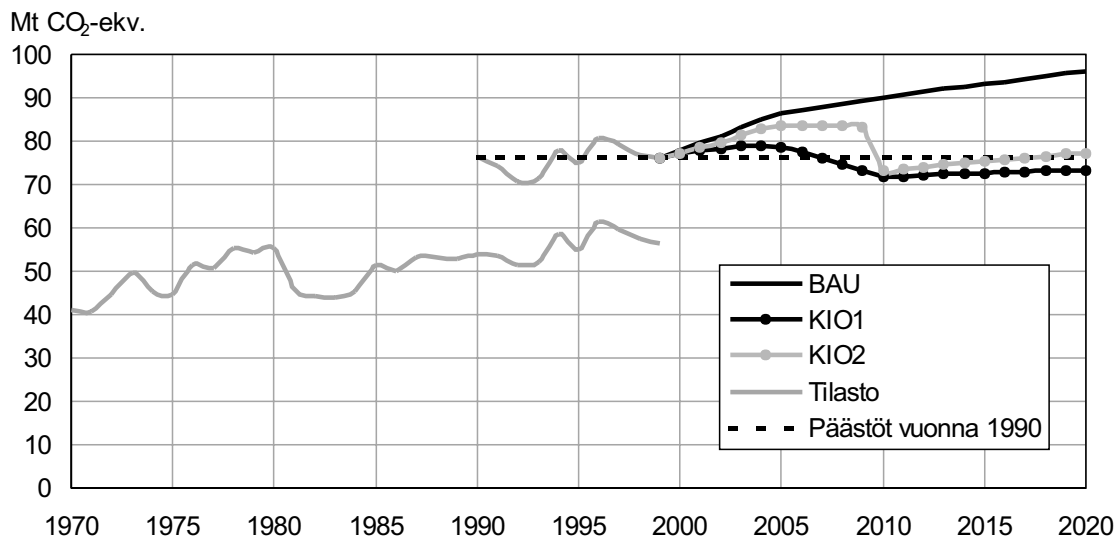
Kuva 46. Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta peräisin olevat hiilidioksidipäästöt KIO2-skenaariossa ja eri herkkyystarkasteluilla, miljoonaa tonnia (Lähde: yhteenveto skenaariolaskennasta)

5.2.4 Yhteenveto kokonaispäästöistä

Kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt on esitetty kuvassa 47. Vuosien 2008–2012 päästötaso on sekä KIO1- että KIO2-skenaariossa alle tavoitteen eli 76,5 miljoonan ekvivalenttisen CO₂-tonnin. Energian tuotannon ja kulutuksen päästöjen alentaminen on avainasemassa tavoitteen toteuttamisessa.



Kuva 47. Kasvihuonekaasupäästöt tarkastelluissa skenaarioissa, Mt CO₂-ekv. (Lähde: yhteenveto skenaariolaskennasta)



Kuva 48. Kasvihuonekaasupäästöt BAU- ja KIO-skenaarioissa, Mt CO₂-ekv., vuoteen 1990 asti vain fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta peräisin oleva hiilidioksidi (Lähde: yhteenveto skenaariolaskennasta)

Osa IV Toimenpiteiden vaikutuksia

6 Taloudellisia vaikutuksia

6.1 Arviointilaskennan perusteet

Ilmastostrategian tueksi laadittuja vaihtoehtoisten skenaarioiden taloudellisia vaikutuksia on selvitetty kahdessa erillisessä tutkimuksessa, joissa toisessa tekijöinä ovat olleet Valtion taloudellinen tutkimuslaitos (VATT) yhdessä Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) kanssa ja toisessa Elinkeinoelämän tutkimuslaitos (ETLA) myöskin yhdessä VTT:n kanssa. Tutkimusprojekteissa on kehitetty ja yhdistetty kansantaloutta, energiataloutta ja ympäristöä kuvaavia laskentamalleja. Näiden mallien avulla on arvioitu toimenpiteiden vaikutuksia päästöihin, kuluttajien energiamenoihin ja koko kansantaloutta kuvaaviin suureisiin kuten bruttokansantuotteeseen, kansalaisten kulutusmahdollisuuksiin, investointeihin, työllisyyteen ja ulkomaakauppaan.

Vertaamalla BAU-skenaarioiden ja KIO-skenaarioiden välisiä eroja on voitu arvioida niitä kansantaloudellisia vaikutuksia ja kustannuksia, joita syntyisi, jos toteutettaisiin KIO-skenaarioiden mukaista ilmastopolitiikkaa.

KIO1- ja KIO2-skenaariot perustuvat eri ministeriöiden sektoriselvityksiin, joissa esitettyjen toimenpiteiden perusteella Suomen kasvihuonekaasupäästötavoite voidaan saavuttaa ja jopa hieman alittaa Kioton pöytäkirjan ensimmäisellä sitoumuskaudella. KIO1- ja KIO2-skenaarioiden päästöt poikkeavat toisistaan vuosien 2008–2012 keskiarvolla mitattuna. Ilmastostrategian kustannuksia arvioitaessa nämä skenaariot eivät ole siten kunnolla vertailukelpoisia. Tämän vuoksi on tehty tarkennetut laskelmat, joilla päästään samaan laskennalliseen lopputulokseen eli Suomen tavoitetasoon molempien skenaarioiden päästöissä. Näin mukautettuja laskelmia kutsutaan jatkossa KIO1*- ja KIO2*-skenaarioiksi. Näissä vaihtoehtoissa energiaveroja (hiilidioksidi- ja sähköveroa) on muutettu siten, että päästötavoite saavutetaan. Määräyksiin ja säädöksiin perustuvat toimenpiteet samoin kuin energiatuet on pidetty samoina kuin alkuperäisissä KIO1- ja KIO2-skenaarioissa.

Alkuperäisissä KIO-skenaariossa ja yllä kuvatuissa KIO*-skenaarioissa liikennepolttonesteiden verot nousivat nykytasosta vuoteen 2010 mennessä noin neljän-

neksellä. Koska suuri osa liikennepolttonesteiden hinnasta on jo nykyisin veroa, arvioitiin veron korotuksen kustannustehokkuutta ilmastopolitiikan toimenpiteenä laskemalla vaihtoehdot, joissa liikennepolttonesteiden veroja ei koroteta lainkaan. Tämä edellyttää, että hiilidioksidi- ja sähköveroja korotetaan lisää päästötavoitteen saavuttamiseksi. Näin laskettuja skenaarioita kutsutaan jatkossa nimillä KIO1-NONLV* ja KIO2-NONLV*.

KIO1- ja KIO2-skenaariot, kuten myös edellä mainitut tähdellä merkityt lisäskenaariot, perustuvat oletukseen, että energiaveroja korotetaan ja että näin tehtäisiin myös Suomen kilpailijamaissa. Tähän ehtoon sisältyy kuitenkin melkoista epävarmuutta, ja niinpä on todettu tarpeelliseksi laskea vielä sellaisen skenaarion tulokset, jossa oletetaan, ettei mitään energiaveroja korotettaisi reaalisesti lainkaan. Päästötavoitteeseen pyrittäisiin muilla toimenpiteillä. Koska tässäkin tarkastelussa oletetaan, että energiansäästötoimet ja uusiutuvan energian edistämistoimet toteutettaisiin, laskee energiaverojen kokonaiskertymä. Nämä laskelmat merkitään jatkossa lyhenteillä KIO1-NONEV ja KIO2-NONEV. Näissä vaihtoehdoissa päästöt ovat Suomen tavoitetasolla ja vastaavat edellä esitettyjä *-vaihtoehtoja.

Kaikkien edellä mainittujen lisäskenaarioiden kansantaloudellisia vaikutuksia arvioitaessa on käytetty budjettineutraalisuuden periaatetta eli energiaverojen korotusten tuoma verojen lisäys palautetaan kuluttajille muita veroja alentamalla.

Laskelmissa on tarkasteltu seuraavia muiden verojen alentamisvaihtoehtoja, joilla energiaverojen korotuksia tasapainotetaan:

- tuloverojen alennus
- tuloverojen ja sova-maksujen alennus suhteessa 50/50 %
- arvolisäverokannan alentaminen

Seuraavissa luvuissa tarkastellaan ilmastostrategian vaikutuksia niiden skenaarioiden kautta, jotka toteuttavat täsmällisesti päästötavoitteen. Tarkastellut vaihtoehdot ovat: KIO1*, KIO2*, KIO1-NONLV*, KIO2-NONLV*, KIO1-NONEV ja KIO2-NONEV.

KIO1*-, KIO2*-, KIO1-NONLV*- ja KIO2-NONLV*-skenaarioissa päästötavoite saavutetaan energiaverojen muutoksilla. Muut toimenpiteet pysyvät samoina kuin alkuperäisissä KIO1- ja KIO2-skenaarioissa. Sen sijaan KIO1-NONEV- ja KIO2-NONEV-skenaarioissa energiaverotusta ei kiristetä nykyisestä vaan päästötavoite saavutetaan tiukentamalla normeja ja muita hallinnollisia toimenpiteitä.

6.2 Valtiontalous

Energiaverotulot

Nykyiset energiaverot ovat astuneet voimaan 1.9.1998. Energiaverotus muodostuu kolmesta pääkomponentista: lämmöntuotannossa ja liikenteessä käytettävien fossiilisten polttoaineiden ja turpeen CO₂-pohjaisesta lisäverosta, sähköverosta ja öljytuotteiden perusverosta. Kussakin ryhmässä on omat poikkeussääntönsä. CO₂-verossa maakaasulla on pysyvä 50 prosentin alennus sille kuuluvasta yksikköverosta. Turpeen veroa ei ole suoranaisesti kytketty sen CO₂-päästöihin, vaan vero on määriteltä erikseen.

Sähkövero on jaettu kahteen luokkaan siten, että teollisuus ja ammattimainen kasvihuoneviljely maksaa alempaa sähköveroa ja muut kulutusryhmät maksavat korkeampaa sähköveroa. Sähköntuotannon polttoaineita ei veroteta.

Öljytuotteilla on historiallista perua eri suuruisia perusveroja, siten, että suurimmat perusverot ovat bensiinillä ja dieselillä. Kevyellä polttoöljyllä on pieni perusvero ja raskaalla polttoöljyllä perusveroa ei enää ole.

Energiaverojärjestelmään kuuluvat olennaisena osana myös ns. verotuet. Niillä tuetaan erityisesti uusiutuvien energialähteiden käyttöä sähköntuotannossa.

Pienvoimalatukea maksetaan sähkölle, joka tuotetaan tuulivoimalla, pienvesivoimalla sekä puuta tai turvetta käyttävissä, alle 40 MVA lämmitysvoimalaitoksissa. Tuulivoiman tuki on yhtä suuri kuin ylempi sähkövero. Muille tuetuille tuotantomuodoille tuki on alemman, teollisuuden maksaman sähköveron suuruinen. Pienvoimalatuen on määrä loppua vuoden 2001 jälkeen, mutta puulla tuotetun sähkön tuki on säädetty pysyväksi.

Kaikki edellä mainitut tuet ovat EU:n perustamissopimuksen mukaisia valtiontukia, joten niille vaaditaan Euroopan komission hyväksyntä. Komission nykyinen hyväksyntä on kaikkien tukien osalta voimassa vuoden 2001 loppuun, jonka jälkeen tuet on notifioidava uudestaan, mikäli niitä aiotaan jatkaa.

Laskennassa käytettyjen verotukien osalta on oletettu, että tuulivoiman (4,1 p/kWh), pienvesivoiman ja puusähköön verotuet (2,5 p/kWh) pysyisivät nykyisen suuruisina. Tukien määrä ei siten kasvaisi sähköveron kasvun myötä, vaan uusiutuvien energiamuotojen edistämiseen tarvittavan lisätuen on oletettu tulevan inves-

tointiavustusten muodossa. Myös maakaasun ja turpeen verotuksen poikkeussääntöjen oletetaan pysyvän nykyisen kaltaisina.

Energiaverojen tuotto oli vuonna 1999 noin 16 mrd. markkaa, josta liikennepolttonesteiden verotuksesta kertyi noin 12 mrd. markkaa, sähköverosta noin 2 mrd. markkaa ja hiilidioksidiverosta samoin noin 2 mrd. markkaa.

Luvussa 4 esitetyissä eri ministeriöiden sektoriselvityksistä kootuissa KIO1- ja KIO2-skenaarioissa päästötavoite hieman alitettiin. Tämän vuoksi päästötavoitteen tarkalleen saavuttavissa skenaarioissa energiaverojen ei tarvitse olla luvussa 4 esitettyjen verojen suuruisia. Taulukossa 50 on esitetty CO₂-veron korotustarve nykytasoon verrattuna kummassakin tutkimushankkeessa. Liikennepolttonesteiden veronkorotus on KIO1* ja KIO2* skenaarioissa kiinteä ja ennalta annettu. KIO1-NONLV* ja KIO2-NONLV* vaihtoehtoissa liikennepolttonesteiden verot eivät muutu nykytasosta. Luvun 4 verotaulussa sähkövero nousi hieman nopeammin kuin hiilidioksidivero ja sama rakenne on säilytetty myös seuraavissa laskelmissa.

Taulukko 50. Energiaverot KIO1-, KIO2*-, KIO1-NONLV*- ja KIO2-NONLV*-skenaarioissa, vertailu nykytasoon, nykytaso = 1*

	KIO1*	KIO2*	KIO1-NONLV*	KIO2-NONLV*
CO ₂ - ja sähkövero				
– VATT/VTT	1,7	1,5	1,9	1,55
– ETLA/VTT	1,5	1,2	1,7	1,3
Liikennepolttonesteiden verot				
– Molemmat tutkimushankkeet	1,25	1,25	1,0	1,0

ETLA/VTT:n tutkimushankkeessa päädytään hiilidioksidi- ja sähköveron osalta kaikissa vaihtoehtoissa pienempiin korotustarpeisiin kuin VATT/VTT:n hankkeessa. Kummassakin tutkimushankkeessa energiaverojen korotustarve on pienempi vaihtoehtoissa, joissa sähkön hankinnan perusteena on ydinvoiman lisäkäyttö, toisin sanoen KIO2*- ja KIO2-NONLV* skenaarioissa. Jos liikennepolttonesteiden veroja ei koroteta, ei päästötavoitettakaan saavuteta ilman, että muita energiaveroja korotetaan vielä lisää KIO1*- ja KIO2*-skenaarioiden tasosta. KIO1-NONLV*- ja KIO2-NONLV*-skenaarioissa päästötavoite on saavutettu tällä tavalla.

Energiaverotuksen käyttö merkittävänä ilmastostrategian ohjauskeinona (KIO1*- ja KIO2*-skenaariot) johtaisi energiaverokertymän kasvuun 3,5–5 mrd. markalla

vuoteen 2010 mennessä. Jos liikennepolttonesteiden verotusta ei kiristetä vaan CO₂- ja sähköveroa korotetaan siten, että päästötavoite saavutetaan (KIO1-NONLV*- ja KIO2-NONLV*-skenaariot), olisi energiaverotuoton kasvu suuruusluokaltaan 1–3 mrd. markkaa.

Vaikutus valtion menoihin

Energiantuotannon ja käytön teknologian kehittämiseen, energian säästöön ja uusiutuvien energiamuotojen edistämiseen käytettiin valtion menoina varoja vuonna 1999 vajaat 600 miljoonaa markkaa. Tästä kokonaissummasta energiansäästön edistämiseksi käytettiin katselmustoimintaan, investointeihin, rakennusten korjausavustuksiin ja informaatiotoimintaan noin 60 milj. markkaa ja uusiutuvien energialähteiden tukemiseksi myönnettiin investointiavustuksia ja käyttötukia noin 120 milj. markkaa. Lisäksi annettiin uusiutuvilla energialähteillä tuotetulle sähkölle verotukea runsaat 200 milj. markkaa.

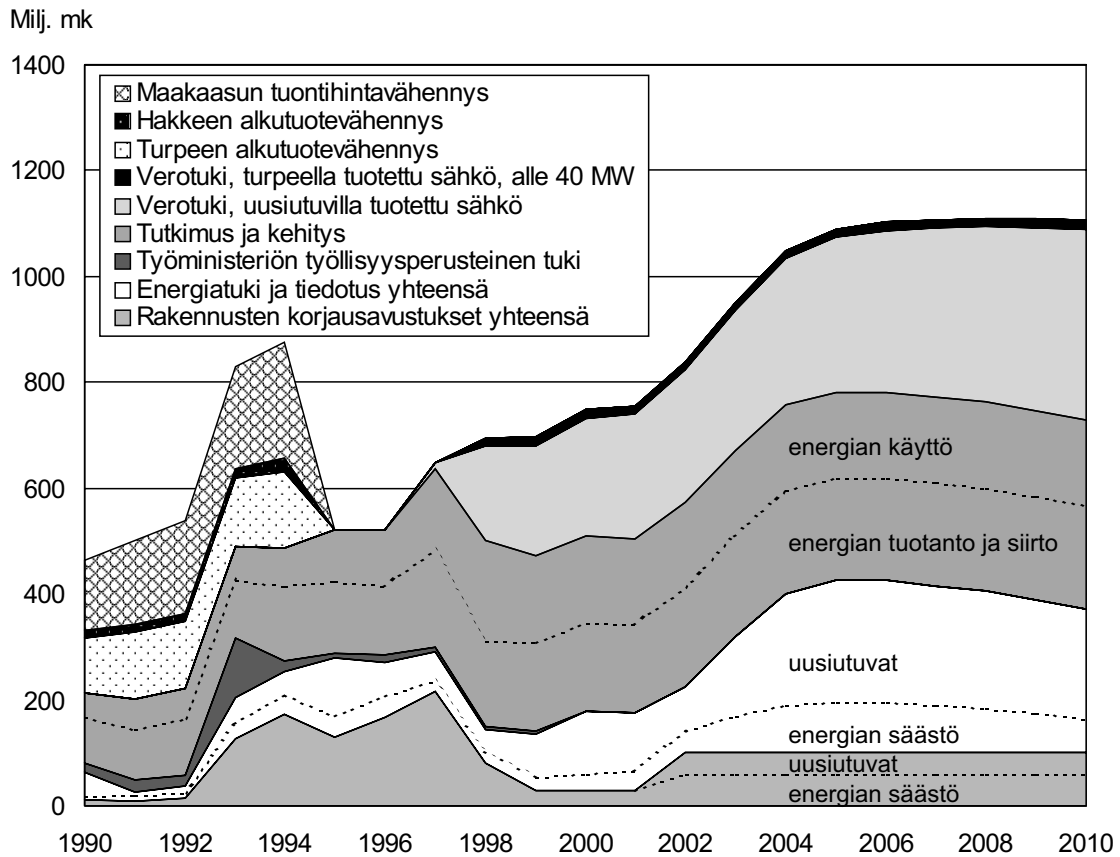
Uusiutuvien energialähteiden käyttö ja energian säästö ovat kaksi oleellisinta toimenpidealuetta, joiden edistämällä on tuntuvat valtiontaloudelliset vaikutukset. Tässä luvussa on esitetty näiden toimenpidealueiden budjettivaikutukset, jos niitä koskevat toimenpiteet toteutetaan vuosien 1999 ja 2000 ohjelmien mukaisesti.

Vaikutukset valtion menotalouteen kuluvalle vuosikymmenellä on esitetty kuvassa 49.

Taulukko 51. Arvio valtion rahoitustarpeesta ja energiaverojärjestelmän kautta ohjattavasta rahoituksesta, milj. markkaa (vuoden 1999 rahassa)

Rahoituksen kohde	V. 1999 milj. mk	Tarve v. 2002–2010 milj. mk/vuosi
T & K, energian käyttö ja säästö	210	210
T & K, energian tuotanto	170	200
Energiansäästön edistäminen	30	80
Uusiutuvien energialähteiden investointituki	120	200
Budjettirahoitus yhteensä	530	690
Asuinrakennusten energia- ja lämmitystapakorjaukset (Valtion asuntorahaston varoista)	30	100
Budjetti- ja rahastorahoitus yhteensä	560	790
Verotuki uusiutuvilla tuotetulle sähkölle	210	290 keskimäärin (360 milj. mk v. 2010)
Rahoitus ja verotuki yhteensä	770	1080 keskimäärin (1150 milj. mk v. 2010)

Lisäksi on pienempiä eriä kuten ministeriöiden omat tutkimus- ja selvitysmäärärahat, nuoren metsän hoidosta saatavan puuaineksen korjuu- ja haketustuki ja osa lähialueyhteistyömäärärahoista, joista muodostuu yhteensä muutaman kymmenen miljoonan markan rahoituserä.



Kuva 49. Valtion energiataloudelliset avustukset 1990-luvulla ja tuen tarve vuoteen 2010 asti, milj. mk. Luvut eivät sisällä lainoja. Tulevat vuodet vuoden 1999 rahassa, historia ko. vuoden rahassa.

Kariutuneisiin kustannuksiin liittyvä ongelma ja valtiontaloudelliset vaikutukset KIO-skenaarioissa

Mikäli kivihiilen käyttöä energiantuotannossa jouduttaisiin rajoittamaan hallinnollisin toimenpitein, saattaa valtiolle syntyä lisäkustannuksia ns. kariutuneiden kustannusten korvaamisvelvoitteen muodossa. Kariutuneita kustannuksia ovat ne investointikulut tai kannattamattomiksi osoittautuneista sopimuksista aiheutuneet kulut, joita tuottaja ei voi veloittaa asiakkailtaan kilpailun tai kilpailuolosuhteiden muutoksen alkaessa vaikuttaa markkinoilla. Jos esimerkiksi hiililauhdutussähkön tuotantoa olemassa olevissa voimalaitoksissa joudutaan rajoittamaan säädösin,

jäävät tehdyt investoinnit tai pitkäaikaiset sopimukset ainakin osittain käyttämättä tai hyödyntämättä. Sellaiset viranomaistoimet, joiden seurauksena esim. hiilivoimatuotannon taloudellinen pohja putoaisi, toisivat valtiolle ilmeisesti korvausvaatimuksia tuottajien taholta.

Kariutuneista kustannuksista ei kuitenkaan aina automaattisesti seuraa lisäkuluja tai korvausvastuuta valtiovallalle. EU:ssa käydään ja on käyty laajaa keskustelua korvausvelvollisuudesta ja toisaalta jäsenmaan oikeudesta korvata kariutuneita kustannuksia. Kariutuneiden kustannusten tapauksessa investoinnin tai liiketoiminnan tuotto-oletusten nykyhetkeen diskontattu nykyarvo jää muuttuneessa tilanteessa alle kirjanpitoarvon. Puuttuva arvo on tätä taustaraporttia varten teetetyssä Electrowatt-Ekonon Oy:n selvityksessä määritelty kariutuneeksi kustannukseksi (Sähkön hankinnan rakenteen muutoksen vaikutus sähkön hintaan sekä julkisen vallan toimenpiteiden vaikutus kariutuneiden kustannusten määrään, Electrowatt-Ekono Oy 2000). Korvattavia kariutuneita kustannuksia ei synny siltä osin kuin markkinariskit ovat realisoituneet jo aiemmin valtiovallan toimenpiteistä riippumatta ja tasearvot ovat tästä syystä alentuneet.

Electrowatt-Ekono Oy on arvioinut kariutuneiden kustannusten määräksi 700–800 miljoonaa markkaa niissä skenaarioissa, joissa pakotetaan säädöksiin sähköntuottajat luopumaan hiilivoiman tuotannosta kaasualueella. Energiantuottajat ovat esittäneet huomattavasti suurempia arvioita mahdollisista korvausvaatimuksista.

Ydinvoiman lisärakentamiseen perustuvissa skenaariossa ei korvattavia kariutuneita kustannuksia synny, sillä niissä ei rajoiteta voimantuotantovalintoja säädöksiin. Kariutuneet kustannukset tulee ottaa huomioon mahdollisena kertaluonteisena lisäkustannuksena kyseisten skenaarioiden valtiontaloudellisissa vaikutuksissa. Kariutuneita kustannuksia ei tässä vaiheessa ole kuitenkaan sisällytetty laskelmiin.

6.3 Kansantaloudellisia vaikutuksia

Energiaverojen nousu kompensoitiin energian käyttäjille kolmella eri tavalla: kotitalouksien tuloverojen alennuksella, tuloverojen ja yritysten sova-maksujen alennuksella (suhteessa 50/50 %) ja arvonlisäverokannan alennuksella. Kompensointivaihtoehtojen väliset vaikutuserot olivat käytetyillä energiaverotasoilla suhteellisen vähäiset, jonka vuoksi seuraavassa tarkastellut tulokset perustuvat vain yhteen vaihtoehtoon: tuloverojen ja sova-maksujen alennukseen.

6.3.1 Energian käyttäjien energiakustannukset

Kotitalouksien, teollisuuden, palvelualojen ja muiden sektoreiden energiakustannukset nousevat strategiaskenaarioissa BAU-skenaarioon verrattuna, koska energiaverotus kiristyy, energiantuotannon rakenne muuttuu ja energiansäästöinvestointeihin sitoutuu enemmän varoja kuin BAU-skenaariossa. Energiansäästöstä johtuva alhaisempi energiankulutus luonnollisesti alentaa kustannuksia.

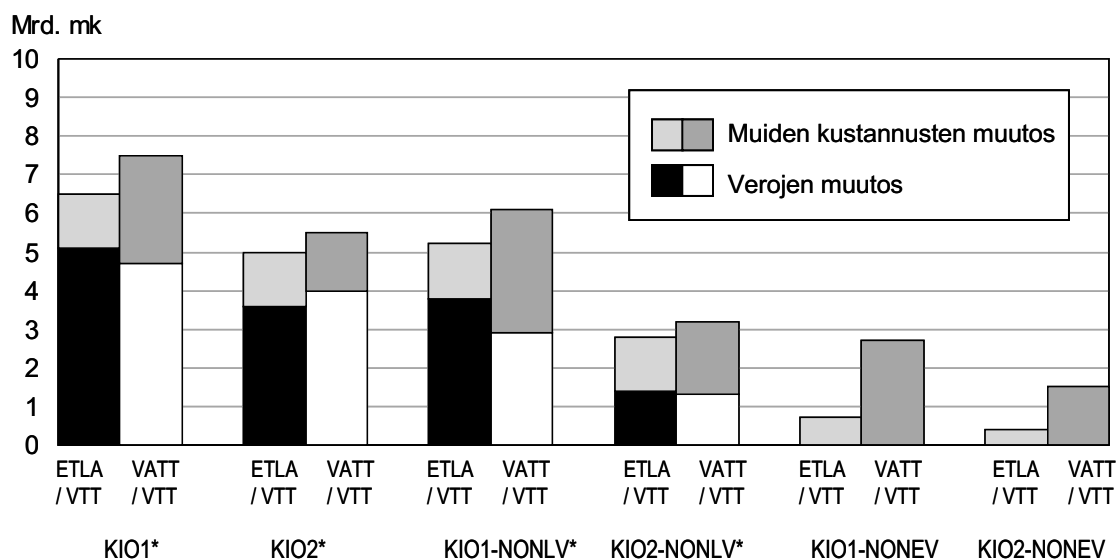
Taulukko 52. Energiankäyttäjien energiakustannusten muutos BAU-skenaariosta vuoden 2010 tilanteessa, miljardia markkaa vuoden 2000 rahassa

	KIO1*	KIO2*	KIO1-NONLV*	KIO2-NONLV*	KIO1-NONEV	KIO2-NONEV
VATT/VTT	7,5	5,5	6,1	3,2	2,7	1,5
ETLA/VTT	6,5	5,0	5,2	2,8	0,7	0,4

Energian käyttäjien vuotuiset energiakustannukset nousisivat sähkön hankintavaihtoehtoista riippuen 5–7,5 miljardia markkaa vuoden 2010 tilanteessa verrattuna tilanteeseen, jossa kasvihuonekaasuja rajoittavia lisätoimenpiteitä ei toteutettaisi. Arvioitu alaraja edustaa tilannetta, jossa sähkönhankinta perustuisi nykyistä enemmän ydinvoimaan (KIO2*-skenaario) ja arvion yläraja tilannetta, jossa sähköä tuotettaisiin lisääntyvässä määrin maakaasulla (KIO1*-skenaario). Maakaasuvaihtoehdon kustannuksiin ei sisälly niitä kustannuksia (ns. kariutuneita kustannuksia), joita valtiolle todennäköisesti syntyy kivihiilen käytön mahdollisesta rajoittamisesta lainsäädännöllisin toimin. Arviot perustuvat energiaveron osalta vaihtoehtoon, jonka mukaan energiaveroja nostettaisiin merkittävästi kaikilla sektoreilla.

Energian käyttäjien energiakustannukset jäisivät edellä kuvattua vaihtoehtoa pienemmiksi siinä tapauksessa, että liikennepolttonesteiden veroja ei korotettaisi reaalisesti lainkaan (KIO1-NONLV*- ja KIO2-NONLV*-skenaariot), vaan sen sijaan kiristettäisiin muita energiaveroja sen verran että kasvihuonekaasupäästöjen määrä ei muuttuisi. VATT/VTT -selvityksen mukaan energiakustannukset nousisivat tässä tapauksessa 3–6 miljardia markkaa. ETLA/VTT -selvityksessä kustannukset nousisivat noin 3–5 miljardia markkaa BAU-skenaarioon verrattuna. Kummassakin selvityksessä pienempi kustannusten nousu viittaa ydinvoiman lisäkäyttöön perustuvaan sähkönhankintavaihtoehtoon.

Energian käyttäjien kannalta merkittävin kustannustekijä olisi energiaverojen nousu. Verojen ja muiden kustannustekijöiden merkitys energian käyttäjien energiakustannusten kasvussa käy ilmi kuvasta 50.



Kuva 50. Energian käyttäjien energiakustannusten muutos KIO1*-, KIO2*-, KIO1-NONLV*- KIO2-NONLV*-, KIO1-NONEV ja KIO2-NONEV- skenaarioissa verrattuna BAU-skenaarioon vuoden 2010 tilanteessa, verojen ja muiden kustannusten muutos, miljardia markkaa vuoden 2000 rahassa

KIO1-NONEV*-skenaariossa liikennepolttonesteiden verojen pitäminen nykytasolla johtaa huomattavaan hiilidioksidiveron ja sähköveron korotustarpeeseen (ks. taulukko 50) KIO1*-skenaarioon verrattuna, jotta päästötavoite voitaisiin saavuttaa. Korotustarve johtuu siitä, että KIO1*-skenaariossa päästöjen alentamisen yksikkökustannukset nousevat voimakkaasti päästötavoitetta lähestyttäessä, jonka vuoksi liikennepolttonesteiden verojen sijaan muiden energiaverojen korottaminen aiheuttaa suhteellisen suuren korotustarpeen viimeksi mainituissa. KIO2-NONLV*-skenaariossa sen sijaan liikennepolttonesteiden verojen korottamatta jättäminen ei aiheuta kovin voimakasta verojen korotustarvetta muissa energiaveroissa. Syynä on ydinvoiman käytön lisäys sähköntuotannossa fossiilisten energialähteiden sijasta, jolloin ohjaavia energiaveroja ei tarvita siinä määrin kuin fossiilisten polttoaineiden voimakkaampaan käyttöön perustuvissa KIO1*- ja KIO1-NONLV*-skenaarioissa.

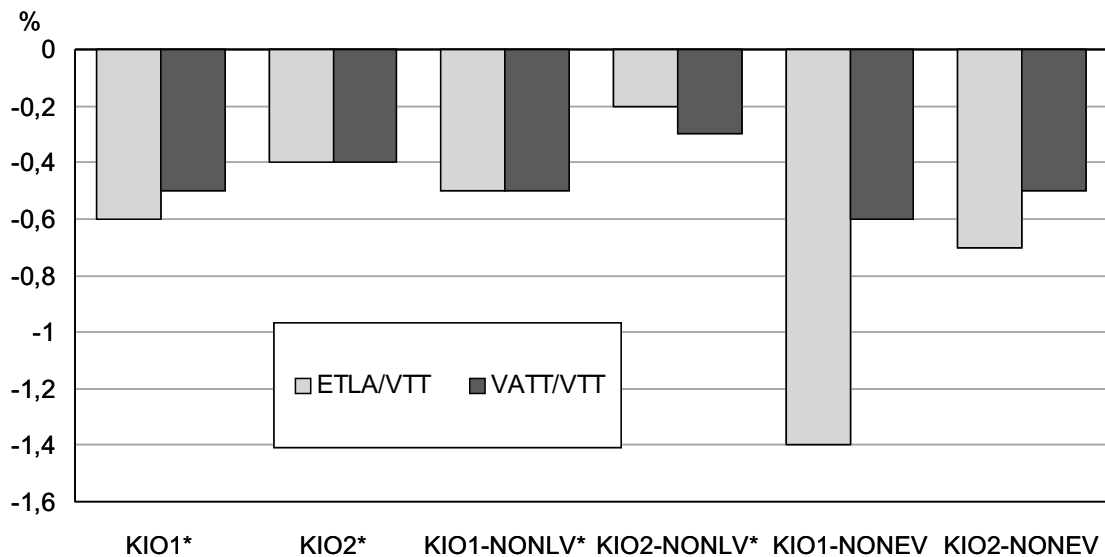
Kansantaloudelliset vaikutukset

Molempien tutkimushankkeiden tuloksista käy ilmi, että strategian toteuttaminen vaikuttaa heikentävästi kansantalouden kehitykseen. Vaikutusten suuruus kuitenkin riippuu erityisesti valittavasta sähkönhankinnan rakenteesta ja heikommin myös energiaverovaihtoehtoista.

Vaikutukset bruttokansantuotteeseen eri skenaarioissa BAU-skenaarioon verrattuna näkyvät taulukosta 53 ja kuvasta 51.

Taulukko 53. Strategian vaikutus bruttokansantuotteeseen eri energian tuotantoratkaisuilla ja erilaisissa energiaverotusvaihtoehdoissa, vertailu BAU-skenaarioon, %

	KIO1*	KIO2*	KIO1-NONLV*	KIO2-NONLV*	KIO1-NONEV	KIO2-NONEV
VATT/VTT	-0,5	-0,4	-0,5	-0,3	-0,6	-0,5
ETLA/VTT	-0,6	-0,4	-0,5	-0,2	-1,4	-0,7

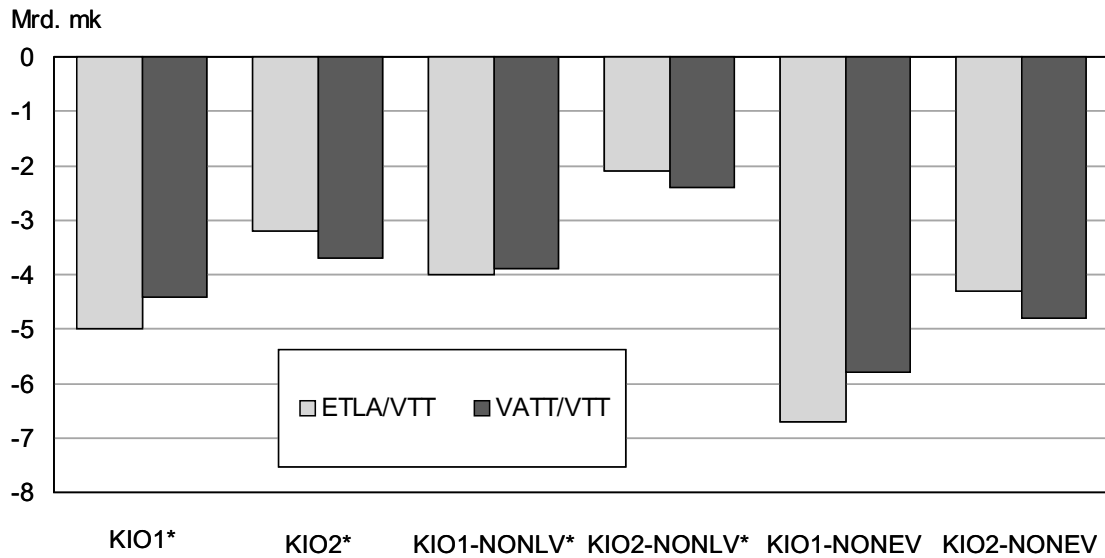


Kuva 51. Strategian vaikutus bruttokansantuotteeseen eri energian tuotantoratkaisuilla ja erilaisissa energiaverotusvaihtoehdoissa, vertailu BAU-skenaarioon, %

Sekä VATT/VTT- että ETLA/VTT-selvityksen mukaan maakaasupainotteinen sähkönhankintavaihtoehto johtaa suurempiin kokonaistaloudellisiin kustannuksiin bruttokansantuotteen vähenemällä mitattuna kuin ydinvoimapainotteinen sähkönhankintavaihtoehto.

Bruttokansantuotteella mitattuna ei ole havaittavissa selviä eroja energiaverovaihtojen 1 ja 2 välillä maakaasun lisäkäyttöön perustuvassa sähkönhankintavaihtoehdossa. Sen sijaan ydinvoiman lisärakentamiseen perustuvassa vaihtoehdossa liikennepolttonesteiden verottamatta jättäminen näyttäisi olevan kokonaistalouden kannalta edullisempi. Verovaihtoehto 3 näyttäisi johtavan suurempiin kokonaistaloudellisiin kustannuksiin kuin muut verovaihtoehdot.

Kotitalouksien kulutusmahdollisuuksia ilmastostrategia heikentäisi kaikissa vaihtoehdoissa.



Kuva 52. Strategian vaikutus kotitalouksien kulutusmenoihin vuonna 2010 eri energian tuotantoratkaisuissa ja energiaverotusvaihtoehdoissa, miljardia markkaa vuoden 2000 rahassa

Taulukko 54. Strategian vaikutus kotitalouksien kulutusmenoihin vuonna 2010 eri energian tuotantoratkaisuissa ja energiaverotusvaihtoehdoissa, %

	KIO1*	KIO2*	KIO1-NONLV*	KIO2-NONLV*	KIO1-NONEV	KIO2-NONEV
VATT/VTT	-0,9	-0,8	-0,8	-0,6	-1,2	-1,0
ETLA/VTT	-1,1	-0,7	-0,8	-0,4	-1,4	-0,9

KIO1*-skenaariossa kotitalouksien kulutusmahdollisuuksien aleneminen olisi suuruusluokkaa 4,5–5 miljardia markkaa vuodessa. Kotitaloutta kohden laskettuna kulutus alenisi noin 1 700–2 000 markkaa vuodessa. Ydinvoiman lisäkäyttöön perustuvassa sähkön hankintavaihtoehdossa eli KIO2-skenaariossa kulutuksen aleneminen olisi 3,2–3,7 miljardia markkaa, mikä olisi kotitaloutta kohden 1 300–1 500 markkaa vuodessa.

KIO1-NONLV* ja KIO2-NONLV* olisivat kotitalouksien kulutusmahdollisuuksien kannalta edullisimmat vaihtoehdot. KIO1-NONLV*-skenaariossa kotitalouksien kulutus alenisi vuoden 2010 tilanteessa noin neljällä miljardilla markalla BAU-skenaarioon verrattuna. Kotitaloutta kohden arvioituna kulutusmahdollisuuksien menetys olisi tässä tapauksessa noin 1600 markkaa vuodessa. KIO2-NONLV*-skenaariossa kulutus alenisi noin kahdella miljardilla markalla, eli kotitaloutta kohden noin 800 markalla ETLA/VTT :n laskelmien mukaan ja noin

kolmella miljardilla markalla, eli kotitaloutta kohden noin 1100 markalla VATT/VTT:n arvion mukaan.

Jos energiaverojen noston sijaan turvaudutaan muiden toimenpiteiden tehostamiseen, alenevat kulutusmahdollisuudet molempien tutkimushankkeiden mukaan lähes 6–7 miljardilla markalla maakaasun lisäkäyttöön perustuvassa vaihtoehdossa (KIO1-NONEV-skenaario). Toisessa sähkönhankintavaihtoehdossa (eli KIO2-NONEV-skenaario) kulutusmahdollisuuksien aleneminen olisi luokkaa 4–5 miljardia vuodessa.

Maakaasun lisäkäyttöön perustuva sähkönhankintavaihtoehto olisi kummankin tutkimushankkeen tulosten perusteella kotitalouksien kulutusmahdollisuuksien kannalta huonompi kuin ydinvoiman lisärakentamiseen perustuva vaihtoehto.

Ilmastostrategian toimet johtaisivat työllisyyden alenemiseen 6 000–11 000 henkilövuodella vuoden 2010 tilanteessa. Myös työllisyyden osalta maakaasuun perustuva sähkönhankintavaihtoehto oli kaikissa tarkastelluissa tapauksissa heikompina kuin ydinvoiman lisäkäyttöön perustuva vaihtoehto. Työllisyyden kannalta heikoin oli yksinomaan normien ja määräysten kiristämiseen perustuva vaihtoehto.

Ilmastostrategia, erityisesti sähkönhankintavalinnat, vaikuttaisi eniten perinteisten energiantensiivisten toimialojen, kuten metsäteollisuuden, kemianteollisuuden, metallien valmistuksen ja rakennusaineteollisuuden kehitykseen.

7 Ympäristövaikutukset

Ilmasto-ohjelmasta on tehty erillinen ympäristövaikutusten arviointi. Ympäristövaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu myös ilmastostrategian toteuttamiseen liittyviä yhteiskunnallisia näkökohtia. Ympäristövaikutustarkastelu on tehty samanaikaisesti kansallisen ilmasto-ohjelman valmistelun kanssa. Arvioinnissa on hyödynnetty ministeriöiden toimenpideselvityksiä.

Ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä on tarkasteltu ilmasto-ohjelman toimenpidekokonaisuuksien vaikutuksia hiukkaspäästöihin, happamoittaviin päästöihin, alailmakehän otsoninmuodostukseen vaikuttaviin päästöihin, luonnon monimuotoisuuteen, rehevöitymiseen, terveyteen, elinoloihin, viihtyvyyteen ja luonnonvarojen hyödyntämiseen sekä kaikkiin edellisiin välillisesti liittyvään yhteiskuntakehitykseen.

Osa mahdollisista vaikutuksista on epävarmoja ja niiden todennäköisyys ja merkittävyys kiistanalaisia. Tämän vuoksi tarkastelussa on kiinnitetty huomiota eri näkökulmien ja päättelyketjujen tunnistamiseen. Arviointityöhön on liittynyt myös vuorovaikutusta eri intressiryhmien kanssa.

Arvioinnin keskeiset havainnot välittömistä ympäristövaikutuksista ovat seuraavat.

- Molemmat toimenpideskenaariot (KIO1 ja KIO2) vähentävät *happamoitumista* ja merkittävien happamoitumisvaurioiden riskiä erityisesti Etelä- ja Keski-Suomessa verrattuna BAU-skenaarioon, jonka mukainen kehitys ei täytä kansainvälisiä päästövähennysvelvoitteita ilman lisätoimia. Ulotettaessa tarkastelu vuoteen 2020 maakaasuskenaario (KIO1) nousee happamoitumisen suhteen ydinvoimaskenaariota (KIO2) paremmaksi vaihtoehdoksi, koska maakaasuun perustuvat ratkaisut rajoittavat energiankulutuksen kasvua ja ydinvoimaan perustuvassa skenaariossa hiilellä oletetaan olevan edelleen merkitystä energiantuotannossa.
- Toimenpideskenaariot vähentäisivät jonkin verran vesistöjä *rehevöittävää tyyppien ilmakehämäärästä* erityisesti Etelä- ja Keski-Suomessa verrattuna BAU-tilanteeseen. Rehevöitymistä aiheuttavan ammoniakkin päästöjen arvioidaan laskevan hieman nykytasosta. Typpipäästöt vähenisi-

vät jonkin verran toimenpideskenaarioissa, kun sen sijaan eri skenaarioiden välillä ammoniakkin päästökehityksessä ei ole eroja. Vesistöjen *lämpökuorma* vaikuttaa paikallisesti yhdessä ravinnekuormituksen kanssa rehevöitymiskehitystä kiihdyttävästi. Ydinvoimaskenaariossa voimalaitosten lähivesiin kohdistuva lauhdetuotannon lämpökuormitus olisi noin 15 prosenttia suurempi kuin maakaasuskenaariossa. BAU-tilanteessa lauhdetuotannon lämpökuormitus olisi kaikkein suurin.

- Molemmissa toimenpideskenaarioissa haitallisia *otsonipitoisuuksia* on odotettavissa hieman vähemmän kuin BAU-skenaariossa. Otsonin taustapitoisuuksien kasvu aiheuttaa pidemmällä aikavälillä tarvetta nykyisiä velvoitteita tiukempiin päästörajoituksiin. Tässä mielessä maakaasuskenaario on hieman ydinvoimaskenaariota parempi pienempien NO_x-päästöjen vuoksi.
- *Haihtuvien aineiden (VOC) päästöt* vähenevät nykyisestä kaikissa skenaarioissa. Suurimmat päästöt tulevat liikenteestä. Merkittävimpien päästölähteiden rajoittamiseen tulee erikseen panostaa teknisin keinoin kansainvälisesti asetettujen päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi.
- *Hiukkaspäästöjen* suhteen skenaarioiden välillä ei ole merkittäviä eroja. Jatkossa tulee kiinnittää huomiota siihen, miten voidaan vähentää liikenteen ja pienpolton pienhiukkaspäästöjä.
- Skenaariot eivät eroa toisistaan merkittävästi vaikutuksissaan *luonnon monimuotoisuuteen*. Skenaariosta riippumatta joudutaan kiinnittämään erityistä huomiota metsien ja soiden monimuotoisuuden kehitykseen ja toimenpiteisiin, joilla pyritään suotuisaan suojelutasoon.
- *Luonnonvarojen hyödyntämispainee*t kasvavat kaikissa skenaarioissa. Suurin kasvu on BAU-skenaarioissa ja pienin maakaasuskenaariossa. Erot skenaarioiden välillä korostuvat pitkällä aikavälillä eli vuoden 2010 jälkeen.
- *Jätteiden* määrä vähenee toimenpideskenaarioissa hieman enemmän kuin BAU-skenaariossa, vaikka BAU-skenaariossakin suunta on laskeva. Ydinvoimaskenaariossa tuotetaan enemmän ydinjätteitä kuin muissa skenaarioissa.

- Toimenpideskenaarioissa *melu ja haju* voivat lisääntyä nykyisestä liikenteen kasvun takia, mutta ovat vähäisempiä kuin BAU-skenaariossa. Toimenpideskenaarioiden välillä ei ole eroja.
- *Elohopean* osalta toimenpideskenaarioiden päästökehitys on BAU-skenaariota myönteisempi. Maakaasuskenaarion elohopeapäästöt ovat hie-
man alemmat kuin ydinvoimaskenaariossa. *Kadmiumin* päästöt säilyvät nykytasolla kaikissa skenaarioissa. *Dioksiinipäästöt* laskevat kaikissa skenaarioissa. Eri skenaarioiden välillä ei ole merkittäviä eroja.
- Toimenpideskenaarioihin sisältyy toimenpiteitä, joiden toteuttaminen saattaa muuttaa kaupunkien, maaseudun, metsien, rannikkoseutujen ja tuntureiden *maisemia* ja vaikuttaa *kulttuuriperintöön*. Näihin joudutaan kiinnittämään huomiota toimenpiteiden toteuttamisessa. Skenaarioiden välillä ei ole merkittäviä eroja.
- Skenaarioihin liittyy myös toimia, joita ei ole pystytty ottamaan huomioon laskelmissa. Merkittävimpiä tällaisista kokonaisuuksista ovat vaikutukset *yhdyskuntarakenteeseen*. Toimenpideskenaarioiden välillä ei ole merkittäviä eroja, mutta ne eroavat BAU-skenaariosta siinä, että yhdyskuntarakenteen eheyttämiseen pyritään vaikuttamaan lukuisilla toimin-
milla.

Kun ilmastostrategian toteuttamiseksi ehdotettuja toimenpiteitä verrataan muihin ympäristötavoitteisiin havaitaan, että ne ovat yleensä sopusoinnussa keskenään. Puun nykyistä huomattavasti laajamittaisempi pienpoltto voi kuitenkin eräissä tapauksissa olla ristiriidassa ilmansuojelun kanssa. Puun käytön lisäys voi myös vaikuttaa kielteisesti luonnon monimuotoisuuden säilyttämistavoitteisiin, jos se vähentää säästöpuiden määrää hakkuissa.

Liitteet

Kasvihuonekaasuja vähentävät ja nieluja vahvistavat toimet ja niiden vaikutukset eräillä toimenpidealueilla

Nämä liitteet ovat sektoriministeriöiden näkemyksiä omien sektori-ohjelmiansa keskeisistä asiakohdista.

I	Energiamarkkinat	146
II	Sähkönhankinnan kustannusvertailu	149
III	Rakennukset ja rakentaminen	151
IV	Yhdyskuntarakenne	154
V	Jätehuolto	156
VI	Liikenne	159
VII	Maatalous	161
VIII	Metsätalous ja nielut	163
IX	Työkoneet	166

Kauppa- ja teollisuusministeriön täydentävä sektoriselvitys

I Energiamarkkinat

Energiamarkkinoita koskevilla tehostamistoimilla ei ole sinänsä suurta merkitystä kasvihuonekaasujen vähentämisen kannalta. Energiamarkkinat tarjoavat kuitenkin joukon mahdollisuuksia ja välineitä edistää kasvihuonekaasuista vapaiden energialähteiden käyttöä. Toisaalta energiamaarkkinamekanismit ja päästöjen vähentämiseksi luotavat toimenpiteet voivat olla ristiriidassa keskenään. Tämä riippuu suurelta valittavasta päästöjen vähentämistavasta ja tavoitteista.

Kokemukset avoimista energiamaarkkinoista

Suomessa on kokemuksia avoimista sähkömaarkkinoista vuodesta 1995 lähtien. Tänä aikana sähköenergian hintataso on alentunut kaikkien käyttäjäryhmien osalta ja alan toiminta on tehostunut kauttaaltaan. Myös markkinaosapuolien toimintatavat ovat muuttuneet.

Uudistus on vaikuttanut myös eri voimantuotantomuotojen edullisuuteen. Uusiutuvalla energialla tuotetulle sähkölle on syntynyt kysyntää, kun tuottajat ja asiakkaat voivat kohdata markkinoilla riippumatta maantieteellisestä etäisyydestä. Markkinaehtoinen sähköntuotanto suosii pieniä ja joustavasti tehtäviä investointeja. Asian kääntöpuoli on se, että edellytykset investoida suurvoimantuotantoon ovat heikentyneet. Tuottajat eivät mielellään investoi taloudellisesti tai esim. ympäristöllisesti riskialttiisiin hankkeisiin. Suurvoimantuotannon riskejä voidaan kuitenkin markkinoillakin pienentää tuottajan ja ostajan välisin pitkäaikaisin sitoumuksin ja yhteistyöllä.

Markkinoiden ja toiminnan tehostuminen on vähentänyt alan työllisyyttä, mutta mitään ratkaisevaa muutosta ei Suomessa yleiseen trendiin verrattuna ole koettu. Samalla kun sähkön ostajan asema on parantunut, tuottajien ja sähkönmyyjien taloudellinen asema on heikentynyt. Tuottajat ovat kuitenkin samalla vahvistaneet kansainvälistä kilpailukykyään.

Samansuuntaista kehitystä on ennakoitavissa kaasumarkkinoilla, joilla markkinoiden avaaminen käynnistyy elokuussa 2000. Vaikutukset ovat kuitenkin ensin alkuun vähäisiä, koska kaasun tukkumarkkinoita ei voida avata niin kauan kuin vain yksi ulkomainen taho voi toimittaa kaasun Suomeen.

Uusiutuva energia ja avoimet energiamarkkinat

Uusiutuvan, hiilidioksidivapaan energian edistäminen voidaan organisoida siten, että samalla edistetään avoimia energiamarkkinoita. EU:ssa tämä on tavoitteena. Taloudellisten ohjauskeinojen lisäksi sertifiointi ja markkinakynnysten pienentäminen ovat usein ongelmattomia. Markkinakynnysten osalta voidaan ajatella jopa joidenkin uusiutuvan energian muotojen suosimista, mikäli suosittavan lähteen markkinaosuus on pieni. Markkinoihin soveltuvat kuitenkin heikosti sellaiset toimet, jossa markkinaosapuolet pakotetaan tekemään toimenpiteitä, joita he eivät muuten tekisi ja jotka vaikuttavat eri toimijoiden suhteellisiin toimintaedellytyksiin. Esimerkkinä tällaisesta on pakko ostaa kiintiöity määrä tietyllä tapaa tuotettua sähköä jaeltavaksi edelleen asiakkaille. Jos tällaisia toimia sisällytetään toimenpidevalikoimaan, tulisi varmistaa että kaikkia toimijoita kohdellaan tasapuolisesti.

Voimalaitosrakentaminen ja avoimet energiamarkkinat

Suomessa ei säännellä voimalaitosrakentamista energiamarkkinoiden näkökulmasta katsottuna. Ydinvoima ja vesivoima muodostavat kuitenkin poikkeuksen. EU:n sähkösisämarkkinadirektiivin mukaan energiamarkkinoilla voidaan ohjata ja säännellä voimalaitosten rakentamista.

Tiukkojen rajoitusten asettaminen uudelle tuotannolle on mahdollista EU-säädösten mukaan. Sähkösisämarkkinadirektiivin 5 artikla esittää menettelyt uuden tuotannon luvittamiselle. Jos lupamenettely on käytössä, lupa voidaan myöntää esim. vain tietyn tyyppiselle tuotannolle edellyttäen että kaikkia mahdollisia lupaa pyytäviä tahoja kohdellaan tasavertaisesti (esim. ”kauneuskilpailu”). Toimijat voidaan myös auktorisoida rakentamaan vain tiettyntyyppisiä voimalaitoksia. Edellä mainitut rajaukset merkitsisivät huomattavaa muutosta sähkömarkkinalakiin ja nykyisiin linjauksiin.

Myös nykyisten ja olemassa olevien hiilivoimalaitosten tuotantoa voidaan EU-säädösten mukaan rajoittaa. Artiklan 3.2 mukaan jäsenmaa voi edellyttää, että tuotannon tulee täyttää tietyt julkisen palveluvelvoitteen vaatimukset. Näitä velvoitteita voidaan asettaa mm. ympäristönäkökohtien perusteella. On ilmeistä, että periaatteessa esim. hiilivoiman tuotanto voidaan kieltää, jos tuotannosta seuraa ongelmia ympäristövelvoitteiden täyttämisen kannalta. Tässä tilanteessa tuottajat voivat kuitenkin nostaa esille kysymyksen valtiovallan korvausvelvollisuudesta ns. kariutuneiden kustannusten periaatteen mukaisesti. Ratkaisu merkitsisi huomattavaa muutosta nykyisiin sähkömarkkinalinjauksiin. Ratkaisu nostaisi esille myös kysymyksen tuottajien oikeudesta käyttää omaisuuttaan.

Edellä mainittuja vaihtoehtoja voisi periaatteessa soveltaa Suomessa. Asiaan liittyy kuitenkin haittoja, jotka on syytä ottaa huomioon. Ensinnäkin tuottajan saama sähkön hinta määräytyy nykyään markkinoilla eikä tuottajan oman voimalaitoskapasiteetin tuotantokustannusten pohjalta. Voimalaitosrakentajia ei ehkä saada toteuttamaan tuotantokustannuksiltaan kalliita ratkaisuja ilman samaan aikaan sovellettavia voimakkaita taloudellisia ohjauskeinoja. Sääntelyn ongelmana on lisäksi se, että kilpailevien voimalaitostekniikoiden tai energialähteiden valikoima kapeenee ja samalla tuotetun sähkön kustannukset voivat ennen pitkää nousta. Lisäksi sääntely lisääntyisi Suomen energiamarkkinoilla.

Sääntelyn menestyksekkäs käyttö edellyttäisi myös jonkinasteista säännösten harmonisointia ainakin Pohjoismaiden yhteisillä energiamarkkinoilla. Ilman harmonisointia kansalliset ratkaisut voisivat johtaa myös siihen, että voimalaitosrakentaminen sijoittuu yhteisillä energiamarkkinoilla sinne, missä normisto on löysintä.

Yhteenveto

Yhteenvetona voidaan todeta, että koska energiamarkkinoista saadut kokemukset ovat olleet pääosin myönteisiä, valittua linjaa ei ole syytä vaihtaa. Tarkoituksenmukaisinta on varmistaa tehokkaasti toimivat energiamarkkinat myös jatkossa. Energiamarkkinoilla voidaan vaikuttaa energiapoliittisiin valintoihin, kuten uusiutuvan energian käyttöön, taloudellisin ohjauskeinoin ilman että markkinamekanismeja täytyisi muuttaa. Taloudellisten ohjauskeinojen käytössä täytyy kuitenkin ottaa huomioon se, että markkinat toimivat sitä puutteellisemmin, mitä enemmän käytettävissä olevien toimintavaihtoehtojen määrää, kuten tuotantotapoja, rajoitetaan tai ohjataan.

Mikäli päästöjen vähentämistavoitteita ei ole mahdollista saavuttaa nykyisten energiamarkkinoiden mukaisissa olosuhteissa voimalaitosrakentamista on mahdollista ohjata säännöksin. Tämä keino edellyttäisi mitä todennäköisimmin voimakkaiden taloudellisten ohjauskeinojen käyttöä saman aikaisesti.

Kauppa- ja teollisuusministeriön täydentävä sektoriselvitys

II Sähkönhankinnan kustannusvertailu

Taulukko II.1. Erillisen sähköntuotannon alustavia, suuntaa antavia kustannusvertailuja (VTT Energia ja KTM)

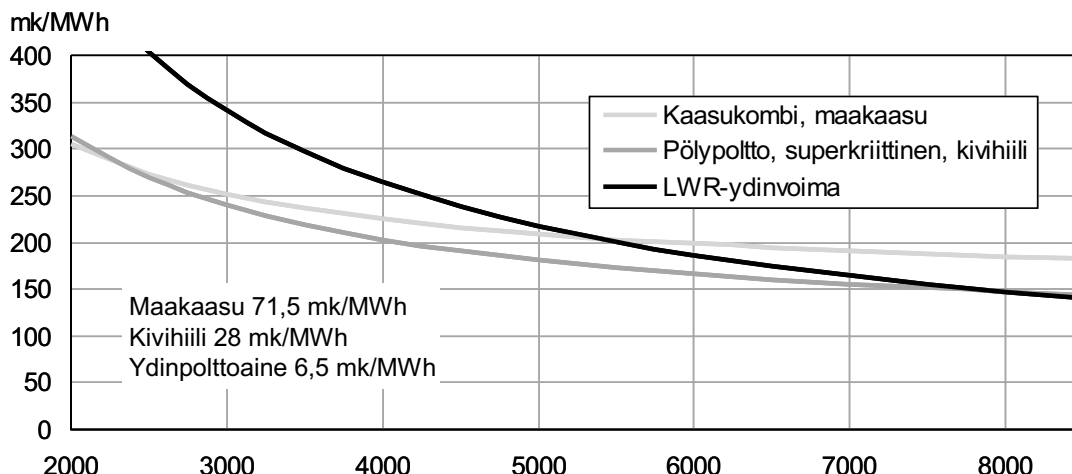
	Ydinvoimala	Maakaasukombi-lauhdutusvoimalaitos	Kivihiili-lauhdutusvoimalaitos
Sähköteho, MW	1300	300	500
Tyypillinen huipunkäyttöaika	8000	6500	7000
Investointi, mk(1998)/kW,e	11200	3300	4900
Polttoaine mk/MWh	6,5	71,5/60 ¹	28
Tuotantokustannus mk/MWh,e			
Laskentakorko 5 %	147	194/174	155
Laskentakorko 7 %	169	203/182	167
Laskentakorko 5% & polttoaine +15%	151	214/190	166
Laskentakorko 7% & polttoaine +15%	172	222/198	177

¹ Maakaasun hinnalle on perusteltua laskea eri hinnoilla: Maakaasun hinta 71,5 mk/MWh on Gasumin hinnoittelujärjestelmän M2001 mukainen loppuvuoden 2000 hinta, 60 mk/MWh useasti kustannuslaskelmissa käytetty arvo. M2001-hintaa kohottaa öljyn hinnan nousu alkuvuodesta 2000. Hinta 60 mk/MWh vastaa suurin piirtein vuosien 1998–1999 raskaan polttoöljyn maailmanmarkkinahintoja vastaavaa M2001:n mukaista hintaa.

Maakaasusähkön hinta on näistä kolmesta lauhdetuotantotavasta kaikkein herkin polttoaineen hinnan muutoksille ja ydinvoimalla polttoaineen hinnanmuutoksella on pienin vaikutus.

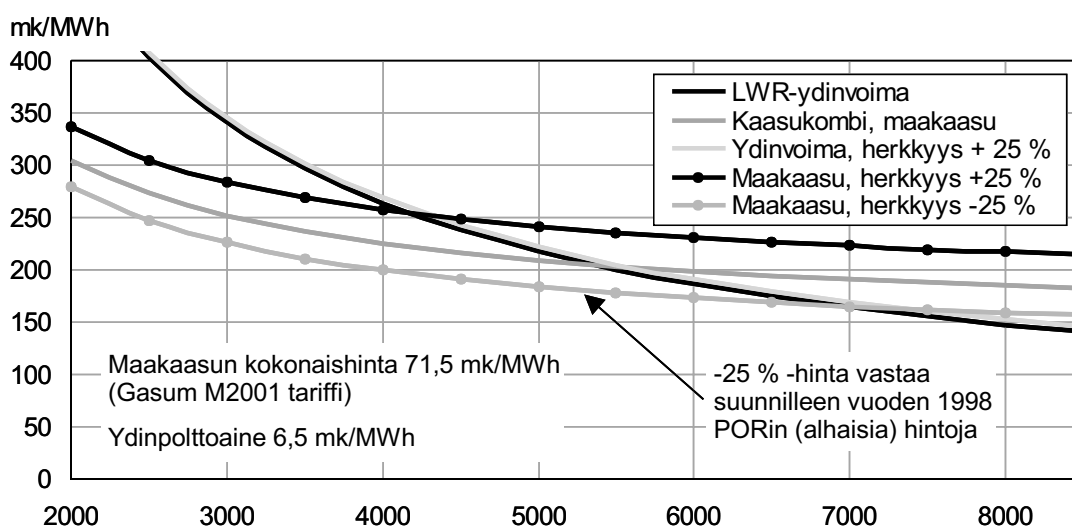
Teollisuuden Voima Oy (TVO) 15.11.2000 KTM:lle jättämässä periaatehakemuksessa viidenneistä ydinvoimalayksiköstä esitetään vastaavia kustannusvertailuja, jotka on tehty Lappeenrannan teknillisessä korkeakoulussa. Niissä on käytetty hie-
man eri oletuksia, mm. laskentakorkona noin 4,5 prosenttia sekä ominaisinvestoin-
neissa (mk/kW,e) ja polttoaineen hinnoissa on pieni eroja, mutta eri tuotantotapo-
jen järjestys on sama: ydinvoima on edullisin, maakaasu kallein ja kivihiili niiden
välissä.

Kuvassa II.1 on esitelty periaatteellinen vertailu.



Kuva II.1. **Periaatteellinen vertailu:** Uuden lauhdetuotantolaitoksen kustannuskäyrät mk/MWh vuotuisen käyttöajan mukaan (Lähde: VTT Energia ja KTM)

Koska maakaasusähkön hinta on herkin polttoaineen hinnanvaihteluille, on kuvassa II.2 esitetty herkkyystarkastelu kahden ääripään, maakaasuvoimalan ja ydinvoimalan tuotantohintojen herkkyys polttoaineen 25 prosentin hinnanmuutokselle. Gasumin M2001-hinnoittelujärjestelmällä laskettu maakaasun loppuvuoden 2000 hinta 71,5 mk/MWh heijastaa kohonneita öljytuotteiden, tässä tapauksessa raskaan polttoöljyn markkahintoja. Hintoja ovat korottaneet maailmanmarkkinahinnan nousun lisäksi dollarin kallistuminen markan suhteen. Herkkyys - 25 % vastaa suurin piirtein vuoden 1998 ennätyksellisen alhaista maailmanmarkkinahintaa ja vahvempaa euron kurssia. Ydinvoiman kokonaiskustannukseen polttoaineen hinnanmuutoksilla ei juurikaan vaikutuksia, joten kuvasta on jätetty pois toinen herkkyysviiva kuvan selkeyden vuoksi.



Kuva II.2. **Periaatteellinen vertailu:** Herkkyystarkastelut polttoaineen hinnanmuutosten vaikutukselle kustannuskäyriin (Lähde: VTT Energia ja KTM)

Ympäristöministeriön sektoriselvitys

III Rakennukset ja rakentaminen

Asuin- ja palvelurakennusten kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 1990 yhteensä 17,5 Mt CO₂-ekv., mikä edustaa yli viidesosaa Suomen kaikista kasvihuonekaasupäästöistä. Rakennuskannan tilavuuden kasvaessa päästöjen määrä lisääntyy, koska uudet energiatehokkaammat rakennukset korvaavat vain osittain vanhoja, energiaa tuhlaavia, purettavia rakennuksia. Asuin- ja palvelurakennusten päästöjä lisäävät etenkin sähkölämmityksen ja kotitalouksien sähkön kulutuksen kasvu.

Päästöjen vähentämiseksi toteutetaan seuraavat toimenpiteet:

1 Rakentamismääräykset ja muut normit (kohdistuvat pääasiassa uudistuotantoon)

Energiankulutukseen vaikuttavia rakentamismääräyksiä tiukennetaan siten, että lämmitysenergiankulutus on keskimäärin 30 prosenttia nykyistä määräystasoa vähäisempi. Sähkölämmitystaloille asetetaan tiukemmat vaatimukset kuin muille taloille. Rakentamismääräykseen lisätään kiinteistön kiinteiden laitteiden sähkötehokkuutta koskevat vaatimukset. Kiinteän polttoaineen kattiloille asetetaan päästövaatimukset.

Rakennusmääräyksissä asetetaan tiukemmat määräykset sähkölämmitystaloissa kuin muissa taloissa. Takkojen käyttöä sähkölämmityksen oheislämmön lähteenä edistetään. Ilmanvaihdon laitteille ja muille kiinteistön kiinteille laitteille asetetaan sähkötehokkuusvaatimuksia. Valaistuksen energiankäytölle ja päivänvalon hyödyntämiselle asetetaan vaatimukset. Rakennuksille asetetaan jäähdytysmääräykset, joiden tavoitteena on ensisijaisesti rakenteellisin keinoin välttää koneellista jäähdytystä ja toissijaisesti vähentää jäähdytystehoja.

Uusiin rakennuksiin edellytetään huoneistokohtainen käyttöveden ja sähkön mittaus ja todelliseen kulutukseen perustuva laskutus. Lämmön osalta mittausvaatimus otetaan käyttöön mittausteknologian ja mittaustiedon siirtoteknologian kehittymisen myötä.

Selvitetään ikkunoiden kansainvälisen tai kansallisen energiamerkinnän käyttöönottomahdollisuuksia.

2 Taloudellinen ohjaus

Energiataloudellisia korjauksia lisätään kohdentamalla korjausavustuksia entistä enemmän energiansäästötoimenpiteisiin. Arvonlisäveroa vähennetään tai lievennetään energiansäästöinvestoinneilta. Toiminnan energiavaikutusten arviointi- ja seurantajärjestelmää kehitetään (energiansäästöohjelma ESO). ARA-tuotannossa hyväksytään lainoituksen piiriin toimenpiteet, jotka ovat energian säästämiseksi perusteltuja rakennuksen koko elinkaaritallouden kannalta. Vajaakäyttöisten asuin-kerrostalojen ja muiden käyttöön nähden tarpeettomasti lämmitettyjen kiinteistöjen käytöstä luovutaan organisatorisilla ja hallinnollisilla menettelyillä.

Rakennusten korjausavustuksia lisätään ja suunnataan nykyistä enemmän energiakatselmuksissa tai kuntoarvioissa todettuihin energiataloudellisiin parannustoimenpiteisiin.

Julkista tukea saavalle asuntotuotannolle ja korjausrakentamiselle kehitetään lainoitusta, joka tukee normaalia tiukempien energiatehokkuusvaatimusten käyttöä (ESO).

3 Energiainformaation parantaminen

Rakennusten energialuokitteluun perustuvat kokeilut muutetaan koko rakennuskantaa käsittäväksi, SAVE-direktiivin edellyttämäksi ohjelmaksi, jonka toimenpiteillä kaikille kiinteistöille määritetään energialuokka. Uudistuotannossa energialuokka määritetään rakennusluvan yhteydessä. Huoltokirjan käyttöä edistetään olemassa olevassa kannassa. Veden- ja lämmönkulutuksessa siirrytään mittaukseen, joka mahdollistaa kulutuksen mukaisen laskutuksen.

Ympäristöministeriö lisää yhteistoimintaa Motiva Oy:n kanssa osallistumalla sen hallintoon ja käynnistämällä ja rahoittamalla energiatehokkuutta ja ympäristöluokituksia edistäviä projekteja (esim. asunto-osakeyhtiöiden energiansäästösopimusten tunnuslukujen laatiminen, matalaenergiatalojen ja uuden teknologian käytön edistäminen).

4 Uusiutuvien energialähteiden käytön edistäminen

Lämpöpumppujen käyttöä edistetään. Puun talokohtaista energiakäyttöä lisätään talokohtaisissa järjestelmissä haja-asutusalueella ja aluelämpölaitoksissa taajamissa.

Määräysten tiukentamisella ja korjaustoiminnan edistämällä pyritään rakennusten kasvihuonekaasupäästöjen kasvamista vähentämään noin 1,1 Mt CO₂-ekv. ver-

rattuna nykykehitykseen vuonna 2010. Rakennuskannan energiatehokkuuden parantamiseen vaikuttavat toimet tulevat merkittävämmiin näkyviin vasta pidemmällä aikajänteellä, koska rakennusten elinkaari on varsin pitkä. Uudisrakentamista koskevien tiukempien määräysten aiheuttama lisäinvestointi on asuin- ja palvelurakennusten osalta arviolta noin 1,6 mrd.mk vuodessa, mikä merkitsee noin 4 prosentin lisäystä näiden uudisrakentamisen 36 mrd.mk investointikustannuksiin. Korjaustoiminnassa energiakorjausten lisäkustannukset olisivat noin 1 mrd.mk vuodessa, mikä olisi noin 3 prosenttia koko korjaustoiminnan 30 mrd:n markan arvosta. Rakennusten energiainvestoinnit on kuitenkin saatavissa takaisin ajanmittaan toteutuneena energiansäästönä.

Ympäristöministeriön sektoriselvitys

IV Yhdyskuntarakenne

Yhdyskuntarakenteen vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin

Alue- ja yhdyskuntarakenteen muutokset vaikuttavat merkittävästi kasvihuonekaasupäästöihin. Suomessa on vallalla kaksi yhtäaikaista mutta erisuuntaista kehityskulkua: aluerakenne keskittyy muuttoliikkeen ja elinkeinotoimintojen kehityksen seurauksena, mutta samaan aikaan kasvavien seutujen yhdyskuntarakenne hajautuu. Ympäristöministeriön sektoriselvityksen yhteydessä VTT Yhdyskuntatekniikka selvitti alue- ja yhdyskuntarakenteen muutosten vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin. Selvityksen mukaan kaupunkiseutujen sisäisen liikenteen kasvihuonekaasupäästöt lisääntyisivät vuosina 1990–2010 jopa 2,0 MtCO₂-ekv, jos yhdyskuntarakenteen hajautuminen jatkuu yhtä voimakkaana kuin 1990-luvulla. Jos ajoneuvojen polttoaineen ominaiskulutus vähenee oletetulla tavalla, päästöjen kasvuksi on laskettu 1,2 MtCO₂-ekv.

Kasvihuonekaasupäästöjen kannalta keskeisimmät vaikutukset aiheutuvat kaupunkiseuduilla liikenteen sekä rakennusten kulutukseen ja tuotantoon liittyvästä energiankäytöstä. Koska yhdyskuntarakenne muokkautuu yksittäisillä ratkaisuilla vähitellen, ei siihen vaikuttamalla ole saatavissa aikaan päästövähennyksiä nopeasti, mutta toisaalta vaikutukset ovat todella pitkäaikaisia.

Yhdyskuntarakennetta ohjataan pääasiassa kaavoituksen avulla maakunta-, kunta- ja kunnanosasatasolla. Lisäksi aluerakenteeseen vaikuttavat valtakunnan tasolla mm. teollisuuden rakennemuutokset, elinkeinoelämän prioriteetit, liikennejärjestelmän kehittäminen sekä aluepoliittiset toimenpiteet. Väestön valintoihin vaikuttavia taloudellisia ohjauskeinoja ovat mm. verotus työmatkavähennysten, työsuhdeautojen, polttoaineveron ym. osalta, energian hinnoittelu sekä maa- ja kiinteistöpoliittiset keinot (kunnan maanhankinta, -myynti- ja vuokraushinnat, kiinteistöveron taso). Päätettäessä toimenpiteistä, joilla pyritään vaikuttamaan alue- ja yhdyskuntarakenteen kehitykseen, on arvioitava laajasti niiden yhteiskuntapoliittisia vaikutuksia.

Tavoitteellinen skenaario vuodelle 2010

Ympäristöministeriön sektoriselvityksen tavoitteellisessa yhdyskuntarakennevaihtoehdossa tarkasteltiin tilannetta, jossa muuttoliike jatkuu samoille työssäkäynti-

alueille kuin nykyään, mutta jossa kasvuseutujen yhdyskuntarakenteen hajautuminen vältetään sijoittamalla uusia toimintoja reuna-alueiden sijasta keskuskuntiin. Lisäksi uusi asutus on lähempänä työpaikkoja ja palveluja kuin nykykehitysskenaariossa.

Yhdyskuntarakennetta eheyttämällä on mahdollista vähentää kaupunkiseutujen liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä nykykehitysskenaarioon verrattuna 1,3–1,5 Mt CO₂-ekv. sen mukaan, otetaanko laskelmassa huomioon ominaiskulutuksen väheneminen vai ei. Yhdyskuntarakenteen eheytyessä paranevat myös mahdollisuudet hyödyntää kaukolämpöä. Sen arvioidaan vähentävän kasvihuonekaasupäästöjä 1,1 Mt CO₂-ekv., mikä merkitsisi 5 prosentin vähennystä nykykehitysskenaarioon verrattuna. Samalla kunnallisteknisen verkoston tarve vähenee, mikä vähentäisi päästöjä 0,1 Mt CO₂-ekv. Yhteensä yhdyskuntarakenteen eheyttämisellä olisi siis saavutettavissa lähes kolmen miljoonan tonnin päästövähennys vuoteen 2010 mennessä.

Toimenpide-ehdotus

Ympäristöministeriön sektoriselvityksessä ehdotetaan yhdyskuntarakenteen eheyttämiseksi toimia kohdennettavaksi maankäytön suunnitteluun, tontti- ja asuntopolitiikkaan, kuntien väliseen yhteistyöhön, vuorovaikutukseen ja tiedotukseen, liikennepolitiikkaan sekä veropolitiikkaan.

Ympäristöministeriön sektoriselvitys

V Jätehuolto

Nykykehitys

Ympäristöministeriön sektoriselvityksen mukaan jätehuollon kasvihuonekaasupäästöjen määrä oli vuonna 1990 yhteensä 3,6 Mt CO₂-ekv. Jätehuollossa 1990-luvulla toteutetun kehityksen seurannaisena jätehuollon kasvihuonekaasupäästöt vähentyivät vuoteen 1998 mennessä 1,8 Mt CO₂-ekv:iin eli 50 prosenttia. Vaikka jätemäärien ennakkoidaan kasvavan, odotetaan jätehuollon kasvihuonekaasupäästöjen edelleen vähentyvän vuoteen 2010 mennessä 1,5 Mt CO₂-ekv:iin (60 prosenttia vuoden 1990 tasosta) ja vuoteen 2020 mennessä 1,1 Mt CO₂-ekv:iin (70 prosenttia vuoden 1990 tasosta), vaikkei mitään uusia jätehuollon yleisen kehittämisen kautta tai suoraan kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttavia vähentämistoimia otettaisi enää käyttöön.

Jätehuollon 1990-luvun kehitykseen ovat vaikuttaneet ja sen ennakoituun jatkumiseen vaikuttavat erityisesti seuraavat jätehuollossa toteutetut toimet:

- 1 Vuonna 1993 voimaan tulleet jätelaki ja -asetus, vuonna 1997 voimaan tullut jätevero sekä vuosina 1996–1997 hyväksytyt alueelliset jätesuunnitelmat ja vuonna 1998 hyväksytty valtakunnallinen jätesuunnitelma
- 2 Jätelain nojalla 1990-luvun lopulla annetut eri jätelajien hyödyntämistä edellyttävät valtioneuvoston päätökset (rakennusjätteet, pakkaukset ja pakkausjätteet, ajoneuvojen renkaat ja romurenkaat, keräyspaperi).
- 3 Kaatopaikoista vuonna 1997 annettu valtioneuvoston päätös, jonka mukaan:
 - vuoden 2002 alusta lähtien kaatopaikkakaasut (metaani) täytyy kerätä talteen ja hyödyntää tai polttaa kaikilla ns. vanhoilla kaatopaikoilla. Päätöksen voimaantulon jälkeen perustettavilla kaatopaikoilla sama vaatimus on ollut voimassa vuodesta 1997 lähtien.
 - Vuoden 2005 alusta lähtien kaatopaikoille ei saa sijoittaa yhdyskuntajätettä, josta suurinta osaa sen biohajoavasta (metaania tuottavasta) osasta ei ole kerätty talteen erillään muusta jätteestä hyödyntämistä varten

- 4 EY:n vuonna 1999 antama kaatopaikkadirektiivi, jonka mukaan kaatopaikoille sijoitettavan biohajoavan yhdyskuntajätteen määrä on vähennettävä:
- 75 %:iin vuoteen 2006 mennessä,
 - 50 %:iin vuoteen 2009 mennessä ja
 - 35 %:iin vuoteen 2016 mennessä.

Vertailuvuotena on käytettävä pääsääntöisesti vuoden 1995 yhdyskuntajätteen määrää, mikä tekee vähentämistavoitteesta todennäköisesti kansallista päätöstä ankaramman, jolloin se on muutettava direktiivin mukaiseksi. Tämä ratkaistaan siinä vaiheessa, kun laaditaan ko. direktiivissä edellytetty erillinen biojätestrategia vuoden 2003 puoliväliin mennessä.

Tavoitteellinen skenaario

Jätehuollossa 1990-luvulla omaksuttua jätehuollon kehittämisen kannalta myönteiseksi osoittautunutta toimintalinjaa jatketaan, mikä merkitsee sitä, että pyritään edelleen lisäämään syntypaikkalajiteltujen jätejakeiden hyödyntämistä materiaaleina sekä syntypaikka- ja laitoslajiteltujen palavien jätejakeiden hyödyntämistä energiana olemassa olevissa energiantuotantolaitoksissa. Yhä lisääntyvässä määrin pyritään myös siihen, että jätteitä syntyisi aikaisempaa vähemmän.

Tämä jätehuollon kehittämisessä omaksuttu toimintalinja merkitsee jatkossakin sitä, että samalla jätehuollon kasvihuonekaasupäästöt vähentyvät. Erityisen merkittävää vähentymistä kasvihuonekaasupäästöissä tapahtuu hyödynnettäessä yhdyskuntajätteiden lajiteltuja jätejakeita rinnakkaispoltona ja kaasuttamalla olemassa olevissa energiantuotantolaitoksissa, kerätessä kaatopaikkojen metaania talteen ja hyödynnettäessä sitä energiana sekä hyödyntämällä erilaisia kuonia teollisuudessa, jolloin säästyy energiaa.

Tavoitteellisessa skenaariossa jätehuollon kasvihuonekaasupäästöt olisivat vuonna 2010 enää 0,3 Mt CO₂-ekv. Vuonna 2020 ne olisivat vähentyneet käytännössä merkityksettömiksi. Päästövähennemät nykykehitysskenaarion mukaisiin päästöihin nähden olisivat vuonna 2010 noin 1,2 Mt CO₂-ekv. ja vuonna noin 1,1, Mt CO₂-ekv. Tavoiteltavat päästövähennemät ovat siinä määrin merkityksellisiä, että niitä kannattaa tavoitella, varsinkin kun ne voidaan toteuttaa jätehuollon yleisen kehittämisen seurannaisena verrattain kustannustehokkaalla tavalla.

Ehdotetut toimet

Ympäristöministeriön sektoriselvityksessä ehdotetaan toimia, jotka edistävät jätehuollossa jo omaksutun sellaisen toimintalinjan toteutumista ja vahvistumista, joka toteutuessaan edelleen vähentää samalla jätehuollon kasvihuonekaasupäästöjä. Sektoriselvityksessä ehdotettuja tällaisia toimia ovat:

Taloudelliset

- jäteveron asteittainen korottaminen ja laajentaminen koskemaan myös teollisuuden kaatopaikkoja tai ainakin niille sijoitettavia biohajoavia (metaania tuottavia) jätteitä
- kunnallisten jätemaksujen täyskatteellisuuden toteuttaminen ja ohjauksen lisääminen käytännössä
- sähköveron palauttaminen, jos sähkö on tuotettu biokaasulla tai haitattomilla (lajitelluilla ja kontrolloiduilla) jätepolttoaineilla

Oikeudelliset

- määräysten antaminen kiinteistöjen ja asuntojen jätetiloista lajitteluun perustuvan jätehuollon helpottamiseksi
- määräysten antaminen biohajoavan jätteen erilliskeräyksen asteesta erilaisissa kiinteistöissä
- kaatopaikkakaasun talteenottovaatimuksen asettaminen myös jo käytöstä poistetuille ainakin suurimmille kaatopaikoille

Muut

- kuluttaja- ja jäteneuvonnan tehostaminen
- julkisten hankintojen suuntaaminen vähäjätteisempiin tuotteisiin ja eräät muut tuotepoliittiset toimet.

Liikenne- ja viestintäministeriön sektoriselvitys

VI Liikenne

Toimenpiteet ja mahdollisuudet on poimittu sellaisenaan liikenneministeriön sektoriselvityksestä.

Taloudellisen ajon edistäminen on CO₂ -päästöjen vähentämisessä tehokas ja nopeasti vaikuttava toimenpide, jolla ei ole merkittäviä haittoja liikenteelle tai autoilijoille. Lisäksi tarvitaan muutoksen pysyvyyttä tukevia toimia. Taloudellisen ajon edistäminen on edullista taloudelliselta ja kulutuskäyttäytymisen kannalta.

Pyöräilyn, jalankulun ja muun kevyen liikenteen kehittämiseen kohdistuvat toimet ovat CO₂-tavoitteen saavuttamisessa kustannustehokkaita ja monien muiden positiivisten vaikutustensa vuoksi erittäin suositeltavia.

Tavaraliikenteen toimintakokonaisuuksien tehostuminen vaikuttaa siten, että CO₂ päästöt eivät tulevaisuudessa kasva yhtä nopeasti kuin kuljetettu tavaramäärä. Tavaraliikenteen liikennesuoritteen kehitykseen vaikuttavat merkittävästi liikennesektorin ulkopuoliset tapahtumat. Myös joukkoliikenteen edistämistä tukevat toimenpiteet ovat tärkeitä CO₂-päästötavoitteen saavuttamisessa. Parhaiten niiden toteuttaminen tapahtuu osana koko liikennejärjestelmän kehittämistä.

Informaatioteknologian lisääntyminen ja kehittyminen muuttaa yksityisten ihmisten käyttäytymistä ja liikkumista sekä luo edellytyksiä tavaraliikenteen kehittymiselle.

Toimenpide-ehdotukset liikennesektorin osalta

- Taloudellisen ajotavan koulutusta lisätään.
- Jatketaan toimia kevyen liikenteen edistämiseksi ja sen turvallisuuden parantamiseksi.
- Edistetään kuljetusten energiansäästöä energiasäästösopimuksin, ympäristöjärjestelmien kehittämisellä ja tutkimus- ja kehittämistoiminnalla.
- Selvitetään informaatioteknologian vaikutuksia tutkimuksin ja tapaus-tarkasteluin
- Käytetään taloudellisia ohjauskeinoja

Yhdyskuntarakentaminen

Yhdyskuntarakenteeseen kohdistuvat toimet ovat merkittävä tekijä tieliikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä erityisesti pitkällä aikavälillä. Jo vuoteen 2010 mennessä voidaan arvioida, että henkilöliikenteen hiilidioksidipäästöjen kasvu on taloudellisen kasvun perusteella arvioitua suurempaa yhdyskuntarakenteen hajautumisen seurauksena.

Toimenpide-ehdotus

Kehitetään maankäytön ja liikennejärjestelmien yhteissuunnittelua ja toteutusta, ohjataan kasvukeskusten laajentumista toimivan joukkoliikenteen alueille, kehitetään nykyisten yhdyskuntien tiivistämistä edistävää suunnittelua, lisätään kuntien yhteistyötä maankäytön suunnittelussa.

Maa- ja metsätalousministeriön sektoriselvitys

VII Maatalous

Maamme kasvihuonekaasupäästöt vuonna 1990 olivat ilmastositimukseen sihteeristölle tehdyn raportin mukaan 75,3 miljoonaa hiilidioksiditonnia vastaava määrä (75,3 Tg CO₂-ekv.). Maatalouden päästöt olivat 8,2 Tg CO₂ -ekv. eli noin 10 prosenttia maamme kokonaispäästöistä (ilman koneita ja laitteita, sekä kivennäismaiden viljelystä aiheutuvia päästöjä). Tästä hiilidioksidia oli 1,6 Tg CO₂ (kaksi prosenttia Suomen raportoimista hiilidioksidipäästöistä), dityppioksidia oli 0,015 Tg eli 4,8 Tg CO₂ -ekv. (50 prosenttia Suomen raportoimista dityppioksidipäästöistä) ja metaania oli 0,092 Tg eli 1,9 Tg CO₂ -ekv. (40 prosenttia Suomen raportoimista metaanipäästöistä). Vuonna 1998 maatalouden päästöt olivat 7,1 Tg CO₂ -ekv., eli ne olivat laskeneet vuoden 1990 vertailutasosta yhteensä yli 10 prosenttia.

Maatalouden työkoneiden osuus vuoden 1999 kasvihuonekaasupäästöistä oli vajaa 40 prosenttia kaikkien työkoneiden kokonaispäästöistä. Tulevaisuudessa niiden osuuden odotetaan pienenevän edelleen. Maatalouden muita huomattavia energiankulutuskohteita ovat viljankuivurit ja rakennusten lämmitykseen sekä ilmanvaihtoon ja ilmastointiin käytettävät laitteet.

EU:n nykyinen maatalouspolitiikka ja nykyiset rahoitusjärjestelmät ovat voimassa vuoden 2006 loppuun, minkä jälkeen maatalouspolitiikassa tapahtunee uudistuksia. On tosin mahdollista, että uudistuksia joudutaan tekemään jo aikaisemminkin EU:n laajenemisen ja maailmankaupan vapauttamispyrkimysten takia. Kansallisen ilmastostrategian kaudelle, vuoteen 2020 asti on maataloudessa tarkasteltu vuoden 2006 jälkeisille vuosille kahta kehitysvaihtoehtoa:

Agenda 2000 -jatko (*perusura*), joka olisi sisällöltään nykyisen maatalouspolitiikan mukainen ja Agenda 2000 -rahoitusratkaisun mukainen vuoden 2006 taso jatkuisi sellaisenaan, ja

Agenda 2007 (*vaihtoehtoinen politiikkaskenaario*), joka aikaisempaa enemmän siirtäisi maatalouspolitiikkaa julkishyödykkeiden tuottamisen suuntaan. Perusuran (Agenda 2000 -jatko) mukaisen maatalouden jatkuessa päästöt vähentyisivät edelleen vuoteen 2008 mennessä, jonka jälkeen päästöjen oletetaan vakiintuvan sille tasolle, ollen tuolloin 7,1–7,2 Tg CO₂ ekv/v.

Vaihtoehtoisen, julkishyödyketuotantoa painottavan skenaarion ("Agenda 2007") mukaisen maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen arvioidut määrät olisivat vuonna 2010 noin 6,6 CO₂-ekv.

Maataloudessa ilmastomuutoksen hillintää voidaan toteuttaa kestävän maatalouden edistämisen ja siihen liittyvien, kokonaisvaltaisesti vaikuttavien ympäristötoimien avulla. Maatalouden vuodesta 1990 alentunut kasvihuonekaasujen päästötaso voidaan turvata EU:n yhteisen maatalouspolitiikan puitteissa suuntaamalla tukitoimia niin, että ne muiden tavoitteiden ohella kannustavat vähemmän kasvihuonekaasutasetta kuormittavaan tuotantoon.

Ilmastopolitiikkaa tukevia toimia maataloudessa

Yksittäisiä lisätoimia, joilla voidaan vaikuttaa kasvihuonekaasupäästöihin, ovat seuraavat:

Kotieläinten, erityisesti nautakarjan jalostuksella voidaan pitkällä aikavälillä vaikuttaa päästöihin.

Kotieläinten valkuaisruokinnan kehittämällä ja rehun koostumuksen muuttamisella voidaan vaikuttaa kotieläintalouden päästöihin. Ruokinnan ravinnetaseiden kehittäminen kuuluu jo nykyisin maatalouden ympäristöohjelman piiriin.

Lannankäsittelyn parantamisella maatalouden vesistökuormituksen vähentämiseen liittyen vähenevät myös metaanipäästöt. Maatalouden vesistökuormituksen vähentäminen vaikuttaa typen kiertoon ja sitä kautta kasvihuonekaasujen päästöihin.

Peltobiomassojen energiakäyttöä ja suurehkojen kotieläinyksiköiden yhteydessä paikallista tarvetta palvelevaa biokaasutuotantoa kehitetään.

Peltojen kalkituksen lisäämisessä vaikutus on kaksisuuntainen: kalkituksen lisääminen lisää hiilidioksidipäästöjä, mutta vähentää dityppioksidipäästöjä ja parantaa ravinteiden hyväksikäyttöä, mikä on kestävän maatalouden tavoitteiden mukaista.

Maankäytön muutoksilla on vaikutus päästöihin, kuten laajamittaisella metsän rai-vauksella pelloksi, pellonmetsityksellä sekä orgaanisten viljelymaiden (turvepel-lot) käytöllä. Turvepellot ovat merkittäviä hiilidioksidin ja dityppioksidin lähteitä, mutta näiden alueiden laajamittainen metsittäminen tai viljelykäytöstä poistaminen aiheuttaisi kielteisiä paikallisia kerrannaisvaikutuksia ja olisi yhteiskunnalle kallis toimenpide.

Koska kansainvälisesti on vielä sopimatta, kuinka maatalousmaan hiilitase otetaan huomioon, maatalouden asema kansallisessa ilmastostrategiassa on vielä osittain avoin.

Maa- ja metsätalousministeriön sektoriselvitys

VIII Metsätalous ja nielut

Kansallista ilmastostrategiaa varten on tarkasteltu maamme metsien hiilivarastoja ja niissä tapahtuvia muutoksia. Perustana laskelmissa ja arvioissa ovat Kansallisen metsäohjelman (KMO) puusto- ja poistumatiedot, joiden pohjalta on arvioitu metsien hiilivaraston muutosta vuoteen 2020 asti. Kansainvälisessä neuvotteluprosessissa on keskitytty kahteen vaihtoehtoon: metsän kokonaishiilivarastopohjaiseen ja toimenpidepohjaiseen vaihtoehtoon.

Laskelmavaihtoehtoina ovat vuotuisten hakkuumäärien tasot, joita ovat kansallisen metsäohjelman mukaisesti seuraavat:

- Hakkuukertymätaaso 60 milj. m³/v
- Hakkuukertymätaaso 70 milj. m³/v
- Vuosina 1987–1996 keskimäärin toteutunut hakkuukertymätaaso eli noin 48 miljoonaa m³/v

Selvityksessä on tarkemmin käsitelty hakkuukertymätavoitetta 65 milj. m³/v, mikä on KMO:n lukujen 60–70 milj. m³/v keskiarvo. Tämä on KMO:sta päätettäessä vuodelle 2010 valtioneuvostossa määritetyn hakkuukertymätason 63–68 milj. m³/v keskiväli.

Laskelmissa ovat mukana sekä puuntuotannossa että puuntuotannon ulkopuolella olevat metsät. Hiilitase on puuston vuotuisen kokonaiskasvun ja -poistuman erotus, joka on muunnettu hiileksi. Kokonaispoistuma sisältää hakkuu- ja luonnonpoistuman.

Kaikissa esitetyissä vaihtoehtoissa vuotuinen hiilitase ensin vähenee vuoteen 1990 verrattuna ja myöhemmin ylittää sen. Puuston vuotuinen hiilitase pysyttelee hakkuukertymätaasolla 65 milj. m³/v jatkuvasti positiivisena ja on vuonna 2010 noin 8 miljoonaa tonnia hiilidioksidia. Velvoitekaudella 2008–2012 metsiemme hiilen nielutaso kasvaa ja trendi jatkuu nousevana, muttei yhtä jyrkkänä suunnilleen vuoteen 2036 saakka.

Maaperän hiilitase

Suomen kivennäismaiden metsien maaperässä on hiiltä 1 000–1 300 Tg (= milj. tonnia). Turvemaissa sitä on arvioitu olevan 4 800 Tg. Nämä hiilivarastot ovat suuret verrattainpa niitä metsiemme puuston kasvuun ja poistumaan kuin maamme hiilidioksidipäästöihin.

Kangasmetsien maaperän hiilivarasto on kasvanut 1950 luvulta lähtien ja tulee kasvamaan myös lähivuosikymmenet. Tämä johtuu aikaisempaa suuremman puumäärän karikesyöttestä. Kaudella 2010–2020 keskimääräinen kasvunopeuden arvioidaan olevan 2 500 GgC/v. Tosin aineistoon perustuvia, edustavia maaperän hiilivarojen kasvunopeuden arvioita ei ole olemassa.

Mallitutkimusten mukaan metsäojitus on lisännyt soilla hiilen sitoutumista turpeeseen vuoden 1950 jälkeen, lisäyksen ollessa tällä hetkellä noin 2 000 GgC/v. On arvioitu, että tällä hetkellä soilla hiiltä sitoutuu turpeeseen nopeudella 3 300–4 200 GgC/v.

Metsätyökoneiden päästöt

Metsätyökoneiden (hakkuukoneet ja metsätraktorit) yhteenlaskettu hiilidioksidipäästömäärä nousee laskelmien mukaan vuoden 1990 tasosta velvoitekauden tasoon nähden noin 145 tonnia, ja nykytasosta (v. 1999) noin 35 tonnia. Hiilidioksidipäästöt metsätyökoneista vuonna 2010 ovat noin 0,36 milj. tn CO₂. Metsien hiilinielutasoon verrattuna päästöt ovat pienet (noin 2,7 %).

Hiilen varastot ja nielut toimenpidepohjaisten tarkastelutapojen mukaan

Toimenpidepohjaisen lähestymistavan laskennoissa toimenpiteiksi Kioton pöytäkirjan artiklan 3.3 mukaan luetaan metsittäminen ja metsän hävittäminen. Kioton pöytäkirjassa näillä on "vastineet" afforestation, reforestation ja deforestation, jotka voidaan määritellä monin eri tavoin. Muita näihin liittyviä merkittäviä toimenpiteitä Suomessa ovat mm. peltojen metsitys ja metsämaan ottaminen muuhun käyttöön (rakennukset, tiet) tai maanviljelyyn.

Peltojen metsityksen hiilinieluvaikutus on arvioitu kahden pellonmetsitys-skenaarioiden perusteella:

3500 ha ja 9000 ha vuodessa vuodesta 2000 vuoteen 2020. Jakson 2008–2012 hiilinielu on pienemmällä metsitysvaihtoehdolla 626 Gg (= 0,626 milj. tonnia) ja laajemmalla vaihtoehdolla 874 Gg. Keskimääräiset vuotuiset nielut ovat 125 Gg ja

175 Gg eli 0,46–0,64 Tg CO₂-ekv/v. Pellonmetsitys ei kuitenkaan kata metsän hävittämisen (rakennukset, tiet) aiheuttamaa hiilihävikkiä. Vuosittainen metsän hävittämisen pinta-ala, noin 15 000 ha, johtaa puuston osalta noin 0,48 Tg C vuosihävikkiin eli noin 1,76 Tg CO₂-ekv päästöihin. Kioton pöytäkirjan artikla 3.3:n kokonaisvaikutus on puuston osalta Suomelle arviolta 1,3 Tg CO₂-ekv päästö.

Ilmastopolitiikkaa tukevia toimia metsätaloudessa

Metsätalouden toimenpitein voidaan ilmastomuutokseen vaikuttaa ja siihen liittyen hiilitasapainoon kolmella tavalla: 1) suojelemalla ja lisäämällä olemassa olevia hiilivarastoja ja -nieluja, 2) perustamalla uusia hiilivarastoja ja -nieluja (mm. pellonmetsitys) ja 3) korvaamalla fossiilista energiaa, raaka-aineita ja tuotteita uusiutuvalla biomassalla (mm. puuenergian käytön lisääminen, puurakentamisen edistäminen, puu muissa tuotteissa).

Kestävän metsätalouden harjoittaminen sisältyy valtioneuvoston 4.3.1999 hyväksymään kansalliseen metsäohjelmaan. Siinä on asetettu tavoitteeksi 63–68 milj. kuutiometrin hakkuukertymätaaso vuonna 2010.

Ilmastopoliittiset toimenpiteet liittyvät metsätalouteen kokonaisuutena, eivät yksittäisiin metsätalouden toimiin, sillä maamme metsätaloutta edistetään kaikkien kestävän kehityksen tavoitteiden mukaisesti, mukaan lukien biodiversiteetin huomiointaminen.

Pellonmetsitystä toteutetaan siihen sopivilla alueilla.

Suositaan puuenergian käyttöä ja puurakentamista sekä puutuotteita.

Koska hiilinieluja koskevat laskentasäännöt ovat kansainvälisesti sopimatta samoin kuin maaperän huomioonottaminen hiilitasetarkastelussa sekä ilmastopolitiikan keinoina hyväksyttävät metsätalouden toimenpiteetkin, ei toistaiseksi voida luotettavasti arvioida, mikä asema metsätaloudella kansallisen ilmastopolitiikan osana tulee olemaan.

Ympäristöministeriön sektoriselvitys

IX Työkoneet

Ympäristöministeriön sektoriselvityksessä muodostettiin tarkastelujen pohjaksi kaksi toimenpidepakettia. Keinopaketti 1 vastaa lähinnä ”kevyttä ohjausta” ja molempien keinopakettien yhdistelmä ”voimakkaampaa ohjausta”. Keinopaketti 1 keskittyy työkoneiden käyttöön, paketti 2 perustuu työkoneiden ominaisuuksien muuttamiseen.

Ensimmäisen keinopaketin muodostavat tiedotus, koulutus ja valistus sekä logistiikan kehittäminen yms. Toisen keinopaketin muodostavat sopimuspohjainen päästöjen vähentäminen sekä polttoainetehokkuuden parantaminen ja/tai kokonaishyötysuhteen parantaminen. Keinot voidaan toteuttaa hallinnollisesti eri tavoin.

Toimenpide-ehdotus

Ympäristöministeriön sektoriselvityksessä ehdotetaan molempien keinopakettien toteuttamista (ns. maksimikeinopaketti).

Luettelo käytössä olleista selvityksistä ja muista lähteistä

Muiden sektoriministeriöiden selvitykset

Kansallinen ilmasto-ohjelma – ympäristöministeriön sektoriselvitys, Suomen ympäristö, ympäristönsuojelu 473

Kohden kansallista ilmasto-ohjelmaa – liikenteen kasvihuonekaasujen päästöt, vähentäminen ja vaikutukset, LM, luonnos 19.9.2000

Metsät ilmastositomuksessa ja Kioton pöytäkirjassa, MMM:n julkaisuja 1/2000

Ilmastositomuksen ja Kioton pöytäkirjan metsien hiilivarastoja ja nieluja käsittelevän työryhmän muistio, työryhmämuistio MMM 2000:5

Maatalouden kehitysarvio kansallisen ilmasto-ohjelman valmistelua varten, työryhmämuistio MMM 2001:2

Suomen energiastrategia

Suomen energiastrategia, Valtioneuvoston energiapoliittinen selonteko, KTM:n julkaisuja 5/1997

Energialalous 2025, skenaariotarkasteluja, KTM:n julkaisuja 3/1997

Energiastrategian toteutuminen, KTM:n julkaisuja 4/1998

Energiastrategian toteutuminen – seurantaraportin taustaselvitys, KTM:n julkaisuja 1/1999

Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelma

Edistämishjelma (KTM julkaisuja 4/1999), Taustaraportti (KTM tutkimuksia ja raportteja, 24/1999) ja Ympäristövaikutusarvio (KTM tutkimuksia ja raportteja, 23/1999)

Energiansäästöohjelma

Valtioneuvoston periaatepäätös energiasäästön toteuttamisesta, 21.12.1995

Ehdotus energiansäästöohjelmaksi. Työryhmän mietintö. KTM:n työryhmä- ja toimikuntaraportteja 11/2000

Energiansäästöohjelman ympäristövaikutusten arviointi. KTM:n tutkimuksia ja raportteja 26/2000

Yleiskatsaus EU-maiden ja eräiden muiden maiden energiansäästöpolitiikkaan, SOLPROS, 5/2000

Puuselvitykset

Puun energiakäyttö ja sen edistäminen, KTM-sarja tutkimuksia ja raportteja 18/1998

Puupolttoaineiden kysynnän ja tarjonnan kohtaaminen vuoteen 2010, Electrowatt-Ekono Oy, 6/2000

Turveselvitykset

Turpeen asema Suomen kasvihuonekaasutaseissa, KTM-sarja Tutkimuksia ja raportteja 20/2000

Valtion energiapolitiikka ja sen vaikutukset turveteollisuuteen 1990-luvulla, Electrowatt-Ekono, 3/2000

Turpeen käytön muutokset vuonna 2000, Electrowatt-Ekono, 8/2000

Turvetuotannon sääriskit, Työryhmän muistio; Turvetuotannolle säävaihteluista aiheutuvat ongelmat, Konsultin taustaselvitys, KTM:n työryhmä- ja toimikuntaraportteja, 7/1999

Sähkön tuontinäkyvät

Pohjoismaiden sähkömarkkinoiden skenaariot, PriceWaterHouseCoopers, 3/2000

Sähkön hinta ja kariutuneet kustannukset -selvitys

Sähkön hankinnan rakenteen muutoksen vaikutus sähkön hintaan sekä julkisen vallan toimenpiteiden vaikutus kariutuneiden kustannusten määrään, Electrowatt-Ekono Oy, 1/2001

Maakaasuselvitys

Selvitys vaihtoehtoista kytkeä Suomen maakaasuverkko uusiin maakaasun toimittajiin (eng.), M.J. Corke and C. H. Holmes, Purvin & Gertz inc

Teknologiaosio

Teknologia ja kasvihuonekaasujen päästöjen rajoittaminen. Taustatyö kansallista ilmastohjelmaa varten, KTM:n julkaisuja 1/2001

Suomen energiaklusterin kilpailukyky, Hannu Hernesniemi, Esa Viitamo, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos ETLA, Helsinki 1999

SULA: Suomen massa-, paperi ja kartonkiteollisuuden lajivalikoiman ja reseptien vaikutus energiankulutukseen, Jaakko Pöyry Consulting Oy, muistio 1999

Joustomekanismit

Kotimaisen päästökaupan osapuolet Suomen olosuhteissa, Jaakko Pöyry, 4/2000

Markkinapaikka päästökaupassa, PriceWaterHouseCoopers, 3/2000

CO₂-päästökauppa, Kalle Määttä, Selvitys kansallisen päästökaupan käyttöönoton edellytyksistä sekä siinä huomioitavista seikoista, KTM:n tutkimuksia ja raportteja, 6/2000

Kotimaisen päästökaupan kokonaistaloudelliset vaikutukset Suomessa, Juha Honkatukia, ETLA, Keskusteluaiheita No. 718, 6/2000

Metsien hiilinielujen todennettavuus Kioton pöytäkirjan soveltamisessa, Indufor, 10/2000

Kioton mekanismit ja Suomi, Soveltamisen lähtökohtia, KTM:n työryhmä- ja toimikuntaraportteja, 4/1999

Kansallinen päästökauppa, Kioton mekanismit -toimikunnan osamietintö, KTM:n työryhmä- ja toimikuntaraportteja, 1/2001

Kioton joustomekanismien käyttö Suomen ilmastopolitiikassa, Kioton mekanismit -toimikunnan mietintö, KTM:n työryhmä- ja toimikuntaraportteja. Ilmestyy kesäkuussa.

Tilastot

Energiatilastot 1999, Tilastokeskus Energia 2000:2

Energia ja päästöt, Tilastokeskus Ympäristö 1996:2

Kotitalouksien sähkönkäyttötutkimus 1993, Suomen Sähkölaitosyhdistys ry, 1995

Muita selvityksiä

Maakaasun lisäkäyttö ja siihen liittyvät varmuusnäkökohdat, Energia-Ekono, 3/1999

Maakaasun ja biopolttoaineiden lisäkäyttömahdollisuuksien kartoittaminen teollisuuden energiantuotannossa, PowerTechnics, 12/1998

Kaukolämpöpotentiaali, Energia-Ekono, 12/1998

Hitaan reservikapasiteetin kartoitus sekä käyttöönottoimenpiteiden ja -kustannusten arviointi, Electrowatt-Ekono, 12/1999

Sähköntuotantokustannukset, Energia-Ekono, 6/1997

Biopolttoaineiden kilpailukyky sähkön ja lämmön tuotannossa, Energia-Ekono, 4/1999

World Energy Outlook 2000, IEA, 11/2000

European Union Energy Outlook to 2020, Euroopan komissio, 11/1999

Economic Foundations for Energy Policy, Euroopan komissio, 12/1999

Ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskeva periaatepäättöshakemus, TVO, 15.11.2000

Selvitys EU-maiden kansallisten ilmasto-ohjelmien valmisteluvaiheista ja niihin sisältyvistä keinoista torjua CH₄-, N₂O- ja F-kaasupäästöjä, KTM:n kertomuksia ja selvityksiä 5/2000

Kansallisen ilmastostrategian seminaarit yms.

Kansallinen ilmasto-ohjelma – KTM:n sektoriohjelma -seminaari, 7.2.2000, Helsinki, Leonia-sali, noin 100 osanottajaa.

Kansallisen ilmasto-ohjelman seminaari, Tieteiden talo, Helsinki, 26.5.2000, noin 60 osallistujaa.

Tapaamisia eri sektoreiden kanssa:

Luonnonsuojelujärjestöt 31.3.2000

Uusiutuvia energioita edistävät yhdistykset ja seurat, 7.4.2000

Kuntasektori, 4.5.2000

Sähkön- ja kaukolämmöntuottajat, 10.5.2000

Teollisuus, 12.5.2000

Seminaari talous- ja ympäristötoimittajille, Säätytalo, Helsinki, 16.11.2000, noin 30 osallistujaa.

VATT/SYKE/VTT/ETLA keskustelutilaisuus, Tieteiden talo, Helsinki, 30.11.2000, noin 25 osanottajaa.

Lisäksi sekä kansallisen ilmastostrategian että eri sektoriselvitysten valmistelua ja tilannetta on esitetty monissa seminaareissa ja tilaisuuksissa.



HANDELS- OCH
INDUSTRIMINISTERIET

Alexandersgatan 4, PB 230, FIN-00171 Helsingfors, Finland
Telefon (09) 1601, Telefax (09) 160 3666

Publikationsseriens namn och kod
Publikationer 4/2001

Författare		Publiceringstid
Handels- och industriministeriet		April 2001
Energiafdelningen		Uppdragsgivare
		Handels- och industriministeriet
		Organets tillsättningsdatum
Titel		
Behoven och möjligheterna att minska växthusgaserna i Finland - bakgrundsutredning till den nationella klimatstrategin		
Referat		
I enlighet med regeringsprogrammet utarbetar och verkställer regeringen en nationell plan för hur Finland skall fullgöra de skyldigheter att minska växthusgaserna som avtalades vid klimatkonferensen i Kyoto. Denna utredning utgör bakgrundsmaterial inför utarbetandet av en nationell klimatstrategi. I kapitlen 1–3 presenteras bakgrunden till och målen för den Nationella klimatstrategin samt beskrivs ett s.k. basscenario, d.v.s. vad som händer om de åtgärder, om vilka beslut redan har fattats och vilka syftar till energisparande och en reducering av utsläppen av växthusgaser, fortgår, men inga ytterligare åtgärder vidtas. I kapitlen 4–6 beskrivs reduceringsåtgärderna och deras inverkan på utsläppen och energiförbrukningen med hjälp av alternativa scenarier samt de ekonomiska effekterna av dessa. I kapitel 7 finns ett sammandrag av den miljökonsekvensbedömning (program-MKB) som har gjorts parallellt med beredningen av Klimatstrategin. Enligt basscenariot, som kallas BAU-scenario, kommer energi- och elförbrukningen att fortsätta att öka – dock klart långsammare än tidigare. Också utsläppen av växthusgaser ökar och enligt situationen åren 2008–2012 överskrider utsläppen klart utsläppsnivån år 1990, som i Kyotoprotokollet och EU:s bördefördelning har ställts som mål för Finland. Uttryckt i CO₂-ekvivalenter utgör detta mål 76,5 miljoner ton. Enligt BAU-scenariot överskrider utsläppsnivån med ca 14 miljoner ton. De åtgärder som behövs för reducering av växthusgaserna har tagits ur granskningarna av de olika sektorerna och samlats i två scenarier i denna bakgrundsutredning, vilka kallas KIO1- och KIO2-scenarier. I båda realiseras i samma mån energisparprogrammet och handlingsplanen för förnybara energikällor samt de åtgärder med vilka ingrepp görs i övriga utsläpp av växthusgaser utom koldioxid som alstras vid förbränning. Scenarierna skiljer sig från varandra i fråga om tillförseln av el och värme på så sätt att i KIO1-scenariot upphör användningen av stenkol vid energiproduktionen nästan helt och ersätts med naturgas. I KIO2-scenariot begränsas användningen av stenkol inte, men det antas att en ny kärnkraftverksenhet ersätter största delen av användningen av stenkol. Användningen av naturgas ökar också i KIO2-scenariot, men inte lika mycket som i KIO1-scenariot. Utöver kalkyler över energiförbrukningen och utsläppen gjordes också omfattande kalkyler över de ekonomiska effekterna. I dessa granskades vilka effekter åtgärderna för utsläppsreducering hade på energiförbrukarnas energikostnader, på statsekonomin och på de totala samhällsekonomiska resurserna, såsom bruttonationalprodukten, hushållens förbrukningsutgifter, sysselsättningen och produktionen i de olika branscherna. Verkställandet av de ifrågakvarande KIO1- och KIO2-scenarierna förorsakar kostnader såväl för enskilda energiförbrukare som för hela samhällsekonomin och statsekonomin.		
Nyckelord		
Klimatprogram, Kyotoprotokollet, växthusgaser, energimarknader, scenarier		
ISSN		ISBN
1236-1623		951-739-596-5
Sidoantal	Språk	Pris
169	Finska	138 mk
Utgivare		Förläggare
Handels- och industriministeriet		OY EDITA AB



MINISTRY OF
TRADE AND INDUSTRY

Aleksanterinkatu 4, P.O.Box 230, FIN-00171 Helsinki, Finland
Tel. +358-0-1601, Telefax +358-0-160 3666

Series title and number of the publication

Publications x/2001

Authors Ministry of Trade and Industry Energy Department		Date April 2001
		Commissioned by Ministry of Trade and Industry
		Date of appointment
Title The needs and possibilities for greenhouse gas reduction in Finland – background report for the National Climate Strategy		
Abstract In compliance with the Government Programme, the Government prepares and implements a national plan of how Finland will meet the targets of reducing greenhouse gases agreed upon in the Kyoto Climate Convention. This report serves as background material to drawing up the National Climate Strategy. Chapters 1 to 3 present the background to and objectives of the National Climate Strategy and describe the so-called baseline scenario, i.e. what would happen if the present measures, which have already been decided upon and which are aimed at promoting energy savings and reducing greenhouse gas emissions, are continued, but no additional measures would be undertaken. Chapters 4 to 6 describe the reduction measures and their effects on emissions and on energy consumption by means of alternative scenarios; the economic impacts of these measures are also dealt with. Chapter 7 includes a summary of the Environmental Impact Assessment (programme EIA) made in parallel with the preparation of the Climate Strategy. According to the baseline scenario, or BAU scenario, the consumption of energy and electricity continues to grow – but clearly at a slower rate than before. The greenhouse gas emissions will also increase, and in the situation of the period 2008–2012 the emissions will distinctly exceed the 1990 emission level of 76.5 Mt CO₂ equiv. set in the Kyoto Protocol and in the EU burden-sharing as Finland's emission reduction target. The BAU scenario predicts that the target emission level would be exceeded by around 14 million tonnes. The measures required for reducing greenhouse gases have been collected from various sectoral surveys and compiled in this study into two different scenarios called KIO1 and KIO2 scenarios. In both scenarios, the programmes promoting energy conservation and renewable energy are implemented to the same extent, as well as measures involving other greenhouse gas emissions than carbon dioxide resulting from combustion. The scenarios diverge from one another as for procurement of electricity and heat in that according to the KIO1 scenario the use of coal in energy production will be stopped nearly altogether and be replaced by natural gas. In the KIO2 scenario, the use of coal will not be limited, but the new nuclear power plant unit is expected to replace most of the use of coal. Consumption of natural gas will also increase according to the KIO2 scenario, but not as much as in the KIO1 scenario. In addition to energy consumption and emission calculations, extensive economic impact calculations were also made. These examined the effects of emission reduction measures on the energy consumers' energy costs, national economy and the aggregates of economy, such as the GDP, expenditure of households, employment and the production of various industries. Implementation of the KIO1 and KIO2 scenarios will induce expenses both for individual energy consumers and for the entire national economy and central government economy.		
Key words Climate Programme, Kyoto Protocol, greenhouse gas emissions, energy economics, scenarios		
ISSN 1236-1623		ISBN 951-739-596-5
Pages 169	Language Finnish	Price FIM 138
Published by Ministry of Trade and Industry, Finland		Sold by EDITA LTD