

**KANSALLISEN ENERGIA- JA
ILMASTOSTRATEGIAN LAADINNASSA KÄYTETYT
SKENAARIOT**

TEKSTILUONNOS 2.12.2005

Sisällysluettelo

1	Tausta.....	4
2	Lähestymistapa	5
3	WM –skenaario	8
3.1	Keskeiset lähtökohdat	8
3.1.1	Väestö ja työvoima.....	8
3.1.2	Kansantalouden kysyntätekijöiden kehityksestä.....	9
3.1.3	Toimialoittainen kehitys	10
3.1.4	Energian maailmanmarkkinahinnat	11
3.2	Energian kulutus WM-skenaariossa.....	15
3.2.1	Teollisuus	15
3.2.2	Lämmitys	23
3.2.3	Kotitalouksien ja palvelusektorin sähkön kulutus	24
3.2.4	Liikenne	26
3.2.5	Muut.....	27
3.3	Sähkön kokonaiskulutus ja hankinta.....	29
3.4	Energian kokonaiskulutus	31
3.5	Kasvihuonekaasupäästöt WM-skenaariossa	32
3.5.1	Polttoaineperäiset hiilidioksidipäästöt	32
3.5.2	Muut hiilidioksidipäästöt	33
3.5.3	Metaani (CH ₄).....	34
3.5.4	Dityppioksidi (N ₂ O).....	35
3.5.5	Fluoratut hiilivedyt tai F-kaasut.....	35
3.6	WM-skenaarion herkkyystarkastelut	36
3.6.1	Herkkyystarkastelujen lähtökohdat ja tarkoitus.....	36
3.6.2	Muutokset energiavaltaisten toimialojen kasvussa	36
3.6.3	Yhteenveto herkkyystarkasteluista	37
3.7	Yhteenveto kokonaispäästöistä.....	38
4	Lähestymistapoja päästövelvoitteen hoitamiseksi	41
4.1	Joustomekanismit.....	41
4.1.1	EU:n päästökauppa	41
4.1.2	Kioton mekanismit.....	43
4.2	Päästösitoumusten toteuttaminen.....	45
4.3	Kioton sitoumuskausi.....	46
5	WAM-skenaario.....	52
5.1	Keskeiset lähtökohdat	52
5.2	Energiapolitiikan keinot.....	53
5.3	Ohjauskeinojen vaikuttavuus	55
5.3.1	Vaikutus energian hintaan.....	55
5.3.2	Päästökaupan vaikutus polttoainekäyttöön	59
5.4	Puu ja turve päästökaupan oloissa	60
5.4.1	Puun energiakäyttö.....	60
5.4.2	Turve	62
5.5	Energian kysyntä ja hankinta WAM-skenaariossa	63
5.6	WAM-skenaarion kasvihuonekaasupäästöt	69
5.7	WAM-skenaarion herkkyystarkastelu.....	72

6	Vaikutusarviot.....	75
6.1	Arvioiden lähtökohdat.....	75
6.2	Energiajärjestelmän kustannukset.....	76
6.2.1	Välittömät nettomääräiset kokonaiskustannukset.....	76
6.2.2	Välittömät kustannukset sektoreittain.....	79
6.2.3	Sallittujen päästömäärien allokoinnista	82
6.3	Kansantaloudelliset vaikutukset.....	83
6.3.1	Vaikutukset Kioton sitoumuskaudella	83
6.3.2	Kioton sitoumuskauden jälkeen	83
6.4	Aluetaloudellisia vaikutuksia.....	87

1 Tausta

Kansallisen ilmasto- ja energiastrategian valmistelua varten on tehty analyyseja virkатыönä eri ministeriöissä sekä teetetty huomattava määrä selvityksiä eri tutkimuslaitoksissa ja konsulteilla. Tässä raportissa on selvitysten keskeiset tulokset koottu yhteen. Raportti on tarkoitettu strategian tausta-aineistoksi, joka kuvaa ongelma-aluetta ottamatta kantaa harjoitettavan ilmasto- ja energiapolitiikan sisältöön. Poliittinen kannanmuodostus sisältyy varsinaiseen ilmasto- ja energiastrategiaan.

Raportti kuvaa energiankäytön, -tuotannon ja kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä menneisyydestä vuoteen 2025 saakka. Selvityksessä tarkastellaan myös ilmastopolitiikan eri vaihtoehtoja Suomen päästövelvoitteiden saavuttamiseksi Kioton sitoumuskaudella. Uudet ohjausmekanismit, EU:n päästökauppa ja Kioton mekanismit, muuttavat merkittävästi eri politiikkatoimien keskinäisiä painotuksia aiemmasta. Kioton sitoumuskauden jälkeisen ajan tavoitteen asettelua lähestytään arvioimalla vaihtoehtoisten sitoumusvalintojen vaikutuksia energiatalouteen, kansantalouteen ja valtiontalouteen.

Taustaselvitys on laadittu yhteistyössä eri ministeriöiden (kauppa- ja teollisuusministeriö/KTM, liikenne ja viestintäministeriö/LVM, maa- ja metsätalousministeriö/MMM, ulkoministeriö/UM, valtiovarainministeriö/VM ja ympäristöministeriö/YM) virkamiesten kanssa niin, että kukin ministeriö on vastannut oman hallinnonhaaraansa koskevasta aineiston tuottamisesta ja hankkimisesta. KTM on vastannut raportin kirjoittamisesta ministeriöiden virkamiehistä koostuvan yhdysverkon ohjauksessa.

YM on vastannut rakennusten lämmitysenergiälaskelmista, jätteiden ja jätehuollon sekä työkooneiden (pois lukien maa- ja metsätalouuskoneet) päästölaskelmista. LVM:n tehtävänä on ollut liikenteen polttoaineiden ja sähkön käytön sekä päästöjen arviointi. MMM:lle ovat kuuluneet maa- ja metsätalouden päästöt ja nielut. KTM on vastannut teollisuuden, rakennustoiminnan, kotitalouksien ja palvelujen energian käytön laskemista sekä energian tuotantosektorien polttoaineiden ja hiilidioksidipäästöt laskennasta kokonaisuudessaan sekä laskelmien yhteensovittamisesta. Ministeriön rooliin on kuulunut myös energiatalouden monipuolisuuteen sekä varmuuteen liittyvistä valinnoista huolehtiminen laskennan kuluessa nykyisen energiapolitiikan linjausten mukaisesti.

2 Lähestymistapa

Skenaarioanalyysi

Kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä arvioidaan seuraavassa skenaarioanalyysillä, joka on tavallinen pitkän aikavälin energia- ja ilmastoilmiöiden tarkastelutapa. Skenaarioissa pyritään kuvaamaan tarkastelun kohteena olevan ilmiön kehitykseen keskeisimmin vaikuttavat tekijät ja näiden tekijöiden keskinäiset riippuvuudet. Tällaisia keskeisimpiä tekijöitä ovat päästöjen kehitystä arvioitaessa erityisesti kansantalouden tuotannon kasvu ja rakenne, väestön määrä ja rakenne, energian maailmanmarkkinahinnat sekä keskeiset energia- ja ilmastopolitiikan politiikkatoimenpiteet kuten energiaverotus, normit, erilaiset tukitoimenpiteet sekä uusien politiikkatoimien, kuten EU:n päästökaupan käyttöönotto. Näistä tekijöistä tehdyt oletukset määrittelevät keskeisesti myös skenaarioiden tuottamien energia- ja päästötaseiden tason ja rakenteen.

Skenaariot jaotellaan tavallisesti ns. perusskenaarioihin ja politiikkaskenaarioihin. Perusskenaarioilla kuvataan kehitystä jo voimassa olevien politiikkatoimien valossa. Jos perusskenaarion toimenpiteillä ei saavuteta asetettuja tavoitteita, tarvitaan uusia politiikkatoimia. Näin muodostettuja skenaarioita kutsutaan WAM-skenaarioksi (With Additional Measures- skenaario). Perusskenaariosta käytetään jatkossa nimitystä WM-skenaario (With Measures-skenaario). Nimityksistä on sovittu kansainvälisessä ilmastopoliittisessa järjestelmässä, jossa valvotaan sopimusosapuolten edistymistä tavoitteiden suhteen.

WM-skenaario on luonteeltaan viiteskenaario, jota tarvitaan kun arvioidaan uusien politiikkatoimien tarvetta, politiikkatoimien mitoitusta ja politiikan kustannuksia. WM-skenaario ei ole ennuste tulevasta, vaan sisäisesti ristiriidaton projektio, jossa politiikkatoimenpiteiden intensiteetti on jäädytetty skenaarion tekohetken tasolle. WM-skenaarion tuottaman tuloksen harvoin toivotaan toteutuvan. Kasvihuonekaasupäästöjen kehityksen arvioinnissa skenaario antaa tietoa päästöjen kehityksen suunnasta ja päästöjen määrästä suhteessa sitoumusvelvoitteisiin, jos nykyistä politiikkaa ei muuteta. WM-skenaariossa ei siten huomioida uusia toimenpiteitä, joista ei ole yksiselitteisiä päätöksiä olemassa. Näin ollen esimerkiksi EU:ssa valmisteilla olevien uusien direktiivien vaikutuksia ei sisällytetä WM-skenaarioon ennen kuin ne on toimeenpanttu Suomessa.

WAM-skenaariossa puolestaan etsitään sellaisten nykyisten ja uusien toimenpiteiden joukkoa, jolla ilmasto- ja energiapolitiikalle asetetut tavoitteet voidaan saavuttaa. Lisämääreeksi toimenpiteille asetetaan usein niiden kustannustehokkuus. Ilmasto- ja energiastrategian WAM-skenaario on yhteensovitettu eri sektoriministeriöissä tehtyjen arvioiden pohjalta. Koska WAM-skenaarion toimenpiteet ja niiden vaikutusanalyysit ovat olleet pohjatyötä varsinaisen strategian toimenpiteiden laadinnalle, eivät strategiassa esitetyt toimenpiteet siten ole täsmälleen samat kuin WAM-skenaariossa.

Skenaarioiden tarkastelun aikaväli ulottuu vuoteen 2025 saakka. Tärkeimmät tarkasteluajanjaksot ovat ensimmäinen päästökauppakausi (vuodet 2005 – 2007), Kioton sitoumuskausi eli vuodet 2008 – 2012 ja Kioton sitoumuskauden jälkeinen aika.

Skenaarioiden keskeiset lähtökohdat

WM- ja WAM-skenaarioiden laadinnassa keskeisimmät rakenteelliset yhteiset lähtökohdat ovat:

- talouden kehitys kotimaassa ja vientimarkkinoilla
- kotimaisen väestön määrä ja rakenne
- energian maailmanmarkkinahintojen kehitys

Suomen kansantalouden odotetaan kasvavan kuluvan vuosikymmenen aikana noin 2,5 prosentin vuosivauhtia ja hidastuvan sen jälkeen jonkin verran. Kasvun painopiste on arviossa palvelu-aloilla, erityisesti yksityisissä palveluissa, vaikka tarkastelujakson loppupuolella myös julkisten palvelujen kasvun arvioidaan kiihtyvän. Teollisuuden energiantensiivisyys aleneminen jatkuu, koska energiantensiivisten teollisuuden alojen arvioidaan kasvavan muita teollisuusaloja hitaammin. Koska talouden kehitysskenaarioon liittyy erittäin merkittäviä epävarmuustekijöitä niin koko kansantalouden kuin sen sektoreidenkin osalta, on skenaarioissa tehty herkkyystarkasteluja energiantensiivisten toimialojen tuotannon kehityksen osalta.

Kansantalouden kehitysnäkymät perustuvat skenaarioissa keskipitkällä aikavälillä suomalaisten taloustutkimuslaitosten arvioihin. Pidemmän aikavälin kansantalouden kehitysskenaario on tehty valtion taloudellisen tutkimuslaitoksen, valtiovarainministeriön ja kauppa- ja teollisuusministeriön yhteistyönä.

Väestön määrän arvioidaan kasvavan koko tarkastelukauden, mutta hitaasti ja tarkastelukauden loppua kohden koko ajan hidastuen. Merkittävin väestörakenteellinen kehityssuunta on väestön voimakas ikääntyminen, jolla on huomattavat vaikutukset kansantalouteen ja myös energiatalouteen. Väestökehitysarvio perustuu Tilastokeskuksen laatimaan väestöennusteeseen.

Energian maailmanmarkkinoilla kehityksen odotetaan olevan vakaata. Tärkeimpien polttoaineiden hintakehitysarvio pohjautuu EU:n komissiossa parhaillaan tehtävään työhön. Öljyn hinnan odotetaan kehitysarviossa laskevan jonkin verran vuoden 2005 alun tasosta, mutta jäävän pidemmällä aikavälillä selvästi korkeammalle tasolle kuin aikaisemmin. Kivihiilen hinta pysyy komission teettämässä selvityksessä vakaana, sen sijaan maakaasun hinta nousee sen kysynnän kasvaessa.

Taulukko 1. Väestön, kansantalouden ja energian maailmanmarkkinahintojen kehitys WM- ja WAM-skenaariossa.

	2005 -> 2007	2008 -> 2012	2013 -> 2025
Kansantalous:			
- kasvuvauhti	3 %/v	noin 2,5 %/v	yli 2 %/v
- rakenne	palveluvaltaistumista	palveluvaltaistumista	palveluvaltaistumista
- teollisuuden rakenne	kevenee	kevenee	kevenee
Väestö:			
- määrä	kasvaa hitaasti	kasvaa hitaasti	kasvaa hitaasti
- rakenne	ikäntyvä väestö	ikäntyvä väestö	ikäntyvä väestö
Energian mm-hinnat	vakaat	vakaat	vakaat

Eräiltä osin Suomen energiainfrastruktuurin kehitys on vahvasti julkisen sääntelyn alaista, jonka vuoksi nämä ominaispiirteet on huomioitava erikseen skenaarioanalyysissä. Tämä koskee erityisesti sähkön hankintaa ydinvoiman, vesivoiman ja pohjoismaisen markkinan ulkopuolelta tulevan sähkön tuonnin osalta. Ydinvoiman rakentamisesta on säädetty ydinenergialaissa. Vesivoiman lisärakentaminen on käytännössä mahdollista vain pienvesivoiman osalta ja tehonkorotuksina nykyisissä voimalaitoksissa koskiensuojelulakien voimassaollessa. Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla sähkön siirron kapasiteetin pullonkaulojen poistaminen uusilla yhteyksillä on luonnollista markkinoiden toimivuuden parantamista ja uutta siirtokapasiteettia syntyy markkinaehtoisesti. Sen sijaan pohjoismaisen markkinan ulkopuolisten yhteyksien lisäämistä harkitaan tapaus kerrallaan Suomen energiapolitiikan tavoitteiden näkökulmasta.

Maakaasuverkon laajentumisesta on myös tehty erilliset oletukset, vaikka siirtokapasiteetin kasvu on energia-alan yrittysten asia.

Sekä WM- että WAM-skenaarioiden laskennassa on tehty energiainfrastruktuurin osalta taulukon 2 mukaiset oletukset. Oletukset on tehty analyysiä varten ja ne voisivat olla toisenkinlaisia tarpeen vaatiessa.

Taulukko 2. Suomen energiainfrastruktuurin kehitysoletuksia WM- ja WAM-skenaarioissa.

	2005 -> 2007	2008 -> 2012	2013 -> 2025
Sähkön hankinta:			
- ydinvoima	nykyinen kapasiteetti	1600 MW	ei kapasiteetin kasvua
- sähkön tuonti	Viron tuonti, 350 MW	ei muutosta	ei muutosta
- vesivoima	suojelulait voimassa, ei Vuotosta	suojelulait voimassa, ei Vuotosta	suojelulait voimassa, ei Vuotosta
Maakaasuverkko:	nykyinen	Turun seutu: yhteys	ei muutoksia

Politiikkatoimenpiteiden osalta lähtökohdat luonnollisesti poikkeavat WM- ja WAM-skenaarioista toisistaan. Luvussa 3 esitetään WM-skenaario tuloksineen, joita tarvitaan sekä ilmastostrategian että energiastrategian valmistelussa. WAM-skenaario esitetään kokonaisuudessaan luvussa 5. WAM-skenaariota tuottama päästökehitys tai energiatase ovat melko suoraviivaisia ja ne perustuvat muutamiin keskeisiin oletuksiin, joista merkittävin on oletus päästöoikeuden hinnasta. Se ei näin ollen suoraan edusta energia- ja ilmastostrategian tavoitteita.

3 WM –skenaario

3.1 Keskeiset lähtökohdat

WM-skenaarion yleiset lähtökohdat kuvattiin edellisessä luvussa. Ilmasto- ja energiapolitiikan toimenpiteet on jäädytetty WM-skenaariossa nykytasolle. Julkinen edistämispansotus ja energiaverotus pidetään rakenteellisesti ja tasoltaan reaalisesti vuoden 2005 tasolla. Suunnitteilla olevia toimenpiteitä ei skenaariossa huomioida ellei niiden toimeenpanosta ole tehty sitovia päätöksiä.

EU:n päästökauppaa ja Kioton mekanismeja ei WM-skenaariossa ole otettu tarkasteluun, vaikka päästökauppa toimii tarkasteluajanjaksolla ja myös Kioton mekanismien käyttö on täysimääräisesti mahdollista Kioton sitoumuskaudesta alkaen. Päästökaupan ja mekanismien sisällyttäminen WM-skenaarioon olisi täysin mahdollista, mutta valitussa menettelyssä on haluttu säilyttää WM-skenaarion luonne mitoitusskenaariona, johon sovelletaan ilmasto- ja energiapolitiikan toimenpiteet. EU:n päästökauppa ja Kioton mekanismien käyttö ovat keskeisimpiä ilmastopoliitiikan ohjauskeinoja.

Taulukko 3. Poliittikkatoimet WM-skenaariossa.

	2005 -> 2007	2008 -> 2012	2013 -> 2025
Julkinen edistämispansotus:			
- energiateknologia	nykyinen	nykyinen	nykyinen
- energiainvestoinnit	nykyinen	nykyinen	nykyinen
- energiansäästö	nykyinen	nykyinen	nykyinen
Energiaverot, normit	vuoden 2005 taso	vuoden 2005 taso	vuoden 2005 taso
EU:n päästökauppa	ei huomioitu	ei huomioitu	ei huomioitu
Kioton mekanismit	ei huomioitu	ei huomioitu	ei huomioitu

Seuraavassa käydään yksityiskohtaisemmin läpi keskeisimmät skenaarioihin vaikuttavat lähtökohdat, joita ovat väestön ja työvoiman, kansantalouden sekä energian maailmanmarkkinoiden kehitys.

3.1.1 Väestö ja työvoima

Pitkällä aikavälillä talouskasvu määräytyy lähinnä työvoiman määrän ja työn tuottavuuden perusteella. Merkittävin näköpiirissä oleva kansantalouden kehitykseen syvällisesti vaikuttava tekijä on väestön ikääntyminen. Tilastokeskuksen väestöennusteen mukaan väkiluku alkaa vähetä 2020-luvun puolivälissä. Työikäisten 15–64 -vuotiaiden lukumäärä sen sijaan kääntyy laskuun jo tätä aiemmin. Vuodesta 2010 alkaen työikäisten lukumäärä alenee yli ½ prosenttia vuodessa.

Vuonna 2025 työikäisten lukumäärä on ennusteen mukaan noin 300 000 henkeä tämänhetkistä matalampi.

Tilastokeskuksen väestöennusteessa oletetaan nettomääräisen maahanmuuton olevan 5000 henkeä vuodessa seuraavan 20 vuoden aikana. Euroopan yhdentymiskehitys voi periaatteessa osaltaan vauhdittaa muuttoliikettä. Selvää kuitenkin on, että näköpiirissä oleva väestökehitys tulee väistämättä vaikuttamaan kansantalouden kasvumahdollisuuksia rajoittavasti vaikka muuttoliike osoittautuisi väestöennusteessa odotettua voimakkaammaksikin.

Työvoiman saatavuuteen vaikuttaa väestökehityksen lisäksi myös rakennetyöttömyyden määrä. 1990-luvun alun laman seurauksena pitkäaikaistyöttöminä olevien työnhakijoiden osaaminen ei enää kovin hyvin vastaa työmarkkinoiden asettamia vaatimuksia. Demografisen kehityksen myötä rakennetyöttömyysongelma osittain helpottuu pitkäaikaistyöttömien siirtyessä eläkkeelle. Työttömyyden arvioidaan alenevan pitkällä aikavälillä 4 prosenttiyksikköön.

Väestön ikääntyminen näkyy ensi vaiheessa työmarkkinoiden kiristymisenä työvoiman tarjonnan kääntyessä laskuun.

Edellä kuvatussa kaltaisessa tilanteessa niin yksittäisten yritysten kuin koko kansantaloudenkin tasolla korostuu tarve kohottaa työn tuottavuutta. Tuottavuus on viimeisen 25 vuoden aikana kasvanut keskimäärin $2\frac{1}{2}$ prosenttia vuodessa. 1990-luvun lopulla kansantalouden keskimääräinen tuottavuus kasvoi poikkeuksellisen nopeasti. Viime vuosina kehitys on kuitenkin jäänyt aiempaa hitaammaksi. Se selittyy osittain elektroniikkateollisuuden kasvumahdollisuuksien tasoittumisella. Pitkällä aikavälillä myös väestön ikärakenteen muutos voi alentaa tuottavuuden kasvuvauhtia. Ikääntymisen myötä palvelujen osuus kulutuksesta kasvaa. Palvelualoilla tuottavuuden kasvu on yleensä keskimääräistä hitaampaa.

Laskelmissa oletetaan, että työn tuottavuus kohenee jatkossakin keskimäärin $2\frac{1}{2}$ prosenttia vuodessa.

Taulukko 4. Väestön määrä ikäluokittain WM-skenaariossa sekä muutos indeksinä vuosina 2003-2025, milj. henkeä

Ikäluokat	2003	2010	2015	2020	2025	Indeksi 2003=100 2025
0-14 vuotiaat	0,92	0,87	0,87	0,88	0,87	0,95
15-44 vuotiaat	2,03	1,98	1,94	1,93	1,90	0,93
45-64 vuotiaat	1,45	1,54	1,46	1,37	1,33	0,92
64- vuotiaat	0,82	0,92	1,10	1,24	1,34	1,65
Yhteensä	5,22	5,31	5,37	5,41	5,44	1,04

3.1.2 Kansantalouden kysyntätekijöiden kehityksestä

Kansantalouden käytettävissä olevat voimavarat, kuten työvoima, henkinen ja fyysinen pääoma, eivät yksin takaa talouskasvun jatkumista häiriöttömänä. Suomen kaltaisen avoimen kansantalouden kasvumahdollisuuksiin ja kasvun rakenteeseen vaikuttaa olennaisesti myös se, miten kansainvälinen talous kehittyy.

Teollisuuden tuotantorakenteen monipuolistuminen on parantanut viennin kasvumahdollisuuksia verrattuna historialliseen pitkän aikavälin kehitykseen. Viennin kehityksen kannalta riskinä on, että tuotantokustannusten alentamiseksi osa tuotantoa siirretään kustannuksiltaan edullisempiin ja mahdollisesti lähempänä lopputuotemarkkinoita oleviin maihin. Pitkällä aikavälillä maailmantalouden kasvun odotetaan olevan nopeinta Aasiassa. Suomen kannalta tämä merkinnee sitä, että vientiteollisuuden tuotanto ja vienti kasvavat markkinoita hitaammin. Skenaariossa viennin määrän arvioidaan lisääntyvän pitkällä aikavälillä 2,5 prosenttia vuodessa ajanjaksolla 2003–2025.

Julkisten investointien kasvun odotetaan jäävän noin prosenttiin vuodessa pitkällä aikavälillä. Syynä on kypsä tuotantorakenne ja julkisen sektorin voimavarojen niukkuus.

Kotimaisia investointeja rajoittaa osaltaan yritysten pyrkimys vahvistaa asemiaan kansainvälisillä markkinoilla investoimalla aiempaa enemmän ulkomaille. Perinteisten investointien kuten koneiden, laitteiden ja tuotantotilojen rakentamisen lisäksi pitkän aikavälin kasvuun vaikuttavat myös aineettomat, inhimillistä pääomaa lisäävät investoinnit kuten tutkimus- ja tuotekehitykset. Skenaariossa oletetaan investointiasteen säilyvän muuttumattomana. Rakennusten korjausinvestoinnit pitävät osaltaan yllä rakennusinvestointeja.

Yksityisen kulutuksen kehitys määräytyy kotitalouksien käytettävissä olevien tulojen perusteella. Työvoiman tarjonnan alenemisen kautta tapahtuva työmarkkinoiden kiristyminen luo paineita työtulojen kansantulo-osuuden kasvuun. Tämän seurauksena kotitalouksien tulojen odotetaan kasvavan hieman kokonaistuotantoa nopeammin 2010-luvun taitteessa demografisen muutoksen ollessa voimakkaimmillaan. Pitkällä aikavälillä kotitalouksien tulojen arvioidaan kasvavan kansantalouden kokonaistuotannon mukaisesti.

Väestön ikärakenteen muutos tuo mukanaan merkittäviä lisäpaineita julkisten kulutusmenojen kasvuun erityisesti terveys- ja hoivapalveluiden kysynnän lisääntyessä. Skenaariossa oletetaan julkisten kulutusmenojen kasvavan kokonaistuotantoa nopeammin pitkällä aikavälillä.

3.1.3 Toimialoittainen kehitys

Kansantalouden kasvu ja sen rakenteen kehitys ovat ratkaisevassa asemassa arvioitaessa pitkän aikavälin energian käyttöä ja hankintaa sekä kasvihuonekaasupäästöjä. Bruttokansantuotteen volyymin kehitys toimialoittain on esitetty taulukossa 3.2. Taulukosta käy ilmi talouden kasvun painopisteen olevan palvelualoilla ja kevyessä teollisuudessa. Energiaintensiivisen teollisuuden kasvu on koko tarkastelujaksolla selvästi hitaampaa kuin teollisuudessa keskimäärin. Tarkastelujakson alkuun kuitenkin sijoittuu mittavia investointeja metallien valmistuksessa ja kemianteollisuudessa, jonka vuoksi näiden toimialojen kasvu on vuosina 2003 – 2010 varsin ripeää. Metsäteollisuudessa tuotanto kasvaa massan ja paperin valmistuksessa, mutta mekaanisessa metsäteollisuudessa sahatavaran tuotannon arvioidaan kääntyvän selvään laskuun. Sahauksen vähenemisellä on huomattavat vaikutukset myös bioenergian käyttöön, koska entisiä määriä teollisuudesta energiantuotantoon tulevia puujakeita ei enää ole saatavilla.

Taulukko 5. Bruttokansantuotteen volyymin kehitys toimialoittain 1990–2025, %/v.

<i>Toimiala</i>	<i>1990-</i>	<i>2003-</i>	<i>2010-</i>	<i>2015-</i>	<i>2003-</i>
-----------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

	2003	2010	2015	2025	2025
Maa- ja metsätalous	1,4	0,2	0,1	0,2	0,1
Kaivannaistoiminta	1,2	-0,2	-0,1	0,3	0,1
Tehdasteollisuus	3,8	3,2	2,0	1,9	2,3
Metsäteollisuus	3,1	1,7	1,3	1,3	1,4
Kemianteollisuus	2,5	2,3	1,0	1,0	1,4
Metallien valmistus	4,2	3,8	1,1	0,6	1,7
Sähkötekniset tuotteet	15,4	5,3	3,0	3,0	3,6
Muu teollisuus	1,0	2,6	1,6	1,5	1,9
Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	2,9	1,1	0,8	1,4	1,0
Rakennustoiminta	-2,0	1,9	0,8	0,8	1,2
Palvelut	1,8	2,7	2,5	2,3	2,4
Bruttokansantuote	2,0	2,7	2,1	2,0	2,2

3.1.4 Energian maailmanmarkkinahinnat

Suomi on täysin riippuvainen öljyn, kivihiilen, maakaasun ja ydinpolttoaineen kansainvälisestä saatavuudesta ja hintakehityksestä. Yhdessä näiden energialähteiden osuus Suomen energian hankinnasta on 60 %. Myös sähkön osalta Suomen energiatalouden riippuvuus naapurimaista on huomattava. Näiden energiatuotteiden kansainvälinen kehitys tulee ottaa huomioon omaa talouttamme koskevassa päätöksenteossa ja politiikan valmistelussa.

Öljy

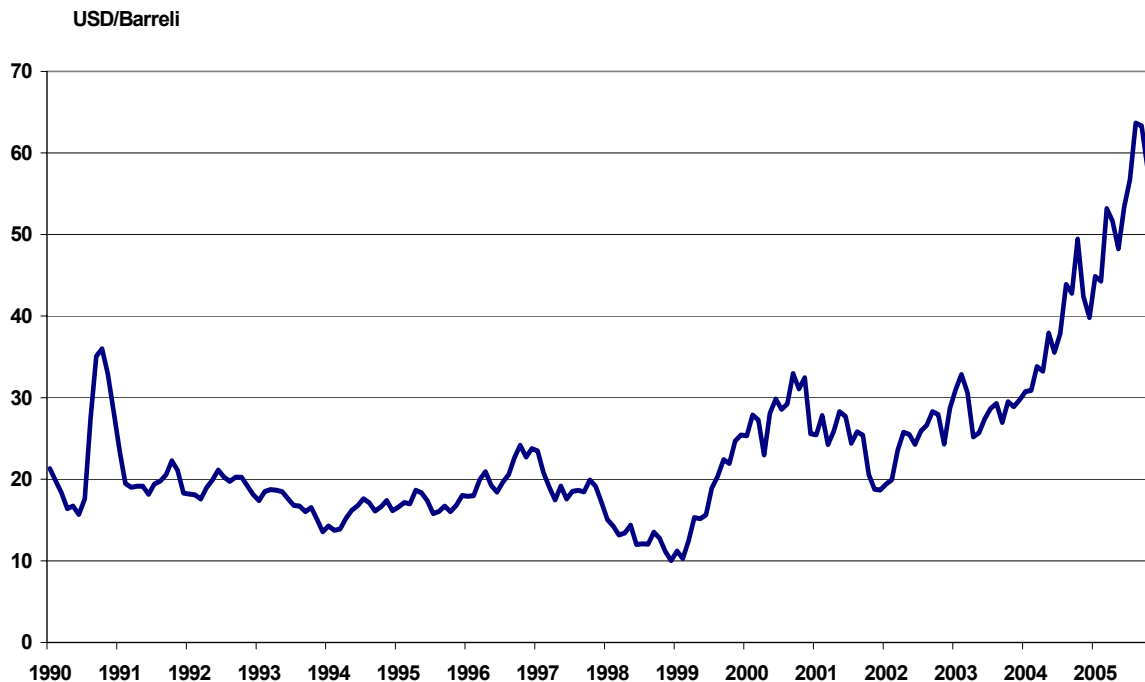
Maailman öljyn kulutus on kääntynyt viime vuosina selvään kasvuun ja kulutus on ylittänyt aiemmat arviot. Vuonna 2004 öljyn kulutus kasvoi enemmän kuin kertaakaan 30 vuoteen. Syynä on ollut erityisesti väkirikkaiden kehittyvien maiden energiantarpeen kasvu ja autoistuminen. Kiina on noussut Yhdysvaltojen jälkeen maailman toiseksi suurimmaksi öljynkäyttäjäksi ja samalla se on muuttunut öljyn nettoviejästä öljyn nettotuojaksi.

Vapaa öljyntuotanto- ja jalostuskapasiteetti on öljyn voimakkaan kulutuskasvun ja laatuvaatimusten muutosten myötä supistunut. Nämä tekijät monien muiden tekijöiden ohella ovat nostaneet öljyn maailmanmarkkinahinnan ennätyksellisen korkealle. Niin kansainvälisessä energijärjestössä IEA:ssa kuin komissiossakin on vahvistumassa näkemys, joka mukaan öljyn hinta tulee pysymään ainakin lähitulevaisuudessa korkeampana kuin aikaisemmin arvioitiin.

Joissakin kansainvälisissä arvioissa on päädytty siihen, että raakaöljyn tuotannon huippu saavutetaan useissa keskeisissä tuottajamaissa noin kymmenen vuoden sisällä, minkä jälkeen tuotanto kääntyisi jopa laskuun. Näin on jo käynyt esimerkiksi UK:n Pohjanmeren tuotannolle.

Suomessa öljyn osuus kokonaisenergiasta on laskenut 1970-luvun puolivälin runsaasta 60 prosentista nykyiseen noin neljännekseen. Myös määrällisesti öljyn kulutus on laskenut. Tämä on merkinnyt sitä, että öljyn saatavuuteen liittyvä huoltovarmuusriski on Suomessa huomattavasti pienentynyt ja että öljyn hinnan nousujen merkitys kansantaloudessa on meillä selvästi pienempi kuin monissa muissa maissa.

Toteutunutta raakaöljyn hintakehitystä esittää kuva 1.



Kuva 1. Öljyn maailmanmarkkinahinnan kehitys vuosina 1990-2005, USD/barreli.

Maakaasu

Maakaasun markkinat eivät ole samalla tavalla globaalit kuin öljyllä. Toisaalta yhä suurempi osa maakaasukuljetuksista tapahtuu nesteytetyn kaasun muodossa, mutta tällä tuotteella ei kuitenkaan käydä merkittävässä määrin vielä spot-kauppaa, vaan kauppa perustuu pitkiin sopimuksiin.

Erityisesti EU:ssa on viime vuosina kiinnitetty huomiota lisääntyvän maakaasukulutuksen tuomaan huoltovarmuusriskiin. Vuoteen 2020 mennessä EU:n tuontiriippuvuus nousee nykyisestä 50 prosentista 80 prosenttiin. Merkittävimmät tuontilähteet ja -kanavat olisivat Venäjältä. Kasvava kaasun tuonti Venäjältä EU:n alueelle edellyttää uusien putkiyhteyksien rakentamista tai olemassa olevien yhteyksien vahvistamista. Lisäksi nesteytetyn maakaasun (LNG) kuljetus etäisiltäkin tuotantokentiltä Eurooppaan on jo kilpailukykyinen vaihtoehto kaasuhuollon monipuolistamiseen siellä, missä kuljetusmäärät ovat riittävän suuria.

Maakaasun hinta on seurannut pitkälti öljyn hintakehitystä. Kaasu pysynee kuitenkin tulevaisuudessa erityisesti öljyyn nähden kilpailukykyisenä.

Todetut maakaasuvarat ovat merkittävästi suuremmat kuin öljyvarat.

Suomeen kaasua tulee vain olemassa olevaa putkireittiä pitkin Venäjältä. Useat selvitykset kaasun hankinnan hajauttamisesta eivät ole vielä johtaneet tuloksiin.

Kivihiili

Merkittäviä kivihiilen tuottajia on useita. Kivihiilen markkinat ovat maailmanlaajuiset ja toimivat, vaikkakin suppeat kivihiilen käytön kokonaismäärään suhteutettuna. Tämä saattaa aiheuttaa aika ajoin pullonkauloja kuljetuksiin.

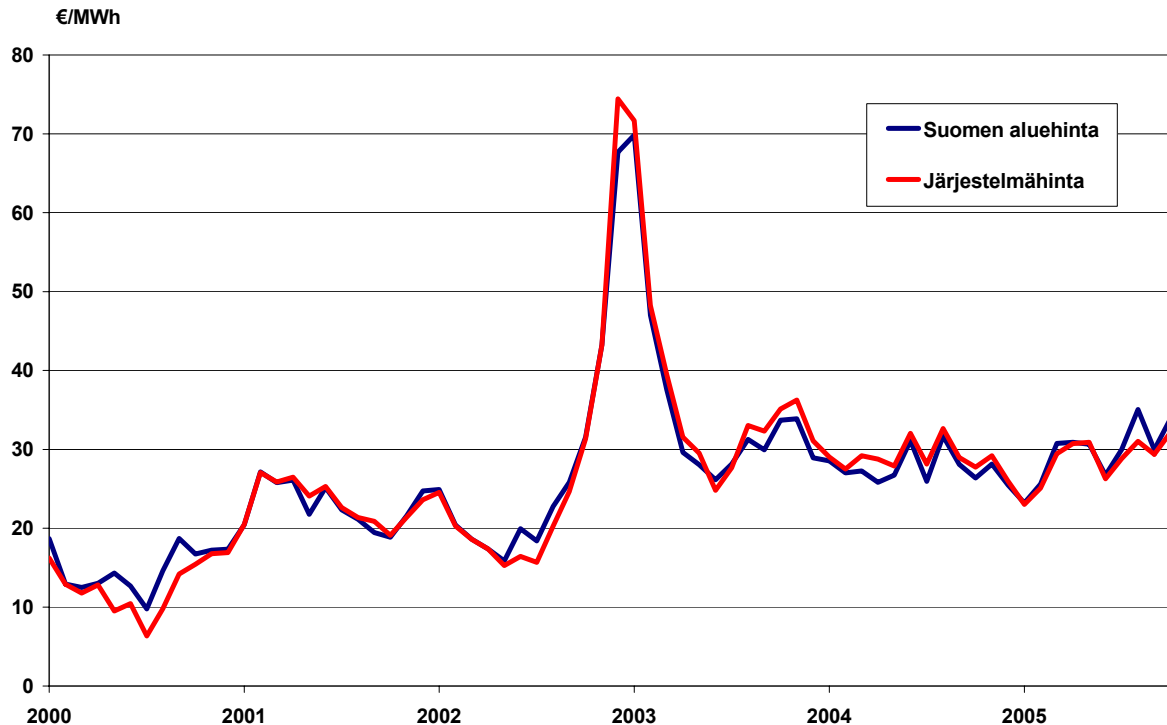
Harjoitettava ilmastopolitiikka rajoittaa kivihiilen kysynnän kasvua ja vaikuttaa sen hintaan. Kivihiilen maailmanmarkkinahinnan oletetaan kehittyvän maltillisesti. Hiilen hinnan kehityksen odotetaan olevan myös maltillisempaa kuin öljyn ja maakaasun.

Kivihiilen osuus Suomen energiataseessa vaihtelee sen mukaan, miten vesivoimaa on saatavilla ja miten tuontisähkön hintakilpailukyky kehittyy. Kivihiilen suhteellinen merkitys ei enää kasvane.

Sähkö

Sähköllä ei ole maailmanmarkkinoita, vaan markkinat ovat alueellisia ja nekin ovat yleensä suppeita.

Suomi on osa pohjoismaisia sähkömarkkinoita, jossa sähkön markkinahinta määräytyy Nord Pool Spot –sähköpörssissä kysynnän ja tarjonnan perusteella. Sähkön markkinahintaan vaikuttavat merkittävästi vesivoiman tarjontatilanne sekä talvella kylmästä ilmasta johtuvat sähkön kysynnän piikit. Vaikka vain osa sähköstä myydään sähköpörssin kautta, heijastuu sähkön pörssihinta sekä kahdenvälisiin sähkösopimuksiin että tuontihintoihin Venäjältä.



Kuva 2. Nord Pool Spot sähköpörssin hintakehitys vuodesta 2000 alkaen, €/MWh.

Nord Pool -alueella sähköntuotantoon varatut vesivarastot ovat olleet keväällä 2005 normaalilla tasolla. Sähkön hintataso on ollut noin 30 €/MWh. Noteeraukset vuosille 2005–2008 ennakoivat 30–35 €/MWh hintaa. Tässä lienee 10–15 €/MWh päästökaupan tuomaa lisähintaa. Pitkän aikavälin hintataso määräytyy hiilivoiman muuttuvien kustannusten (runsaat 20 €/MWh) ja päästökaupan tuoman lisähinnan mukaan. Vuoden 2008 jälkeen talvikauden sähkön pörssihinta nousee Pohjoismaissa vähitellen ja tasaisesti samalla kun kapasiteettitilanne ja energian tuotantokyky käyvät entistä tiukemmiksi. Tämä nostaa myös vuoden keskimääräistä hintaa.

3.2 Energian kulutus WM-skenaariossa

3.2.1 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 energiantensiivisempiä toimialoja.

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

3.2.1.1 Metsäteollisuus

Massa- ja paperiteollisuus

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

WM-skenaarion 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. Paperin ja kartongin tuotantomäärien kehitys näkyy alla olevassa kuvassa.

Tuotekohtainen kehitys on koottu taulukkoon 6.

Taulukko 6. Paperi- ja kartonkituotteiden tuotanto sekä tuotannon kehitys WM-skenaariossa vuosina 2003–2025, 1 000 tonnia.

Paperilaji	2003	2010	2025	Indeksi, 2003=100	
				2010	2025
Puupitoiset paino- ja kirjoituspaperit	6 532	7 200	8 900	110	136
Hienopaperi	2 732	4 380	5 900	160	216
Muu paperi ja kartonki	3 795	4 400	5 100	116	134
Paperi ja kartonki yhteensä	13 059	15 980	19 900	122	152

Massojen tuotanto kasvaa selvästi hitaammin kuin paperin ja kartongin 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 kasviuonekaasujen rajoittaminen, Espoo 2000) tekemien arvioiden mukaan viimeisen kymmenen vuoden aikana noussut hiokkeen ja hietteen valmistuksessa ja muiden massojen sekä papereiden ja kartonkien valmistuksessa pysynyt lähes ennallaan. Mekaanisten massojen sähkön tarpeen kasvun odotetaan hidastuvan vuoteen 2005 mennessä ja jatkuvan sen jälkeen hitaana. VTT:n arvioiden mukaan päällystettyjen paino- ja kirjoituspapereiden sähkön ominaiskulutus nousee vuoteen 2005 saakka, jonka jälkeen kasvu taittuu ja kääntyy laskuun. Ominaiskulutusten kasvu johtuu paperin ja massojen laatuvaatimusten kasvusta. Prosessilämmön ominaiskulutus sen sijaan laskee selvästi niin paperin ja kartongin kuin massojenkin valmistuksessa.

Taulukko 7. Massa- ja paperiteollisuuden sähkönkulutus ja kulutuksen kehitys WM-skenaariossa vuosina 2003–2025, TWh.

Massa- tai paperilaji	2003	2010	2025	Indeksi, 2003=100	
				2010	2025
Puupitoiset paino- ja kirjoituspaperit	4,6	5,4	6,9	118	151
Hienopaperi	2,1	3,4	4,6	161	218
Muu paperi ja kartonki	3,0	3,9	5,0	130	168
Mekaaniset massat	9,2	10,3	12,3	111	133
Sellu	5,2	5,5	6,6	105	127
Muut massat	0,3	0,4	0,4	110	122
Yhteensä	24,5	28,8	35,8	118	146

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 raakapuu- ta. Tuotantoarviossa näille kahdelle paperilajille on oletettu yhtä suuri suhteellinen kasvu.

Taulukko 8. Massa- ja paperiteollisuuden lämmön tarve (TWh), käytetyt polttoaineet (PJ) ja yhteistuotannon sähköntuotanto (TWh) sekä kulutuksen kehitys WM-skenaariossa vuosina 2003–2025.

	2003	2010	2025	Indeksi 2003=100	
				2010	2025
Prosessilämpö, TWh	49,2	57,1	61,0	116	124
Sähkön ja lämmön yhteistuotannon sähköntuotanto, TWh	11,5	13,8	16,9	121	147
Polttoaineet TWh,	76,2	88,4	96,4	116	126
Öljy	3,6	3,5	2,8	100	80
Maakaasu	12,7	14,6	14,6	115	115
Kivihiili	0,3	0,0	0,0	0	0
Turve	4,3	5,9	5,8	138	134
Puuperäiset	55,0	64,0	72,8	116	132
Muut polttoaineet	0,4	0,4	0,4	98	100

Massa- ja paperiteollisuuden käyttämistä polttoaineista noin 70 prosenttia on puuperäisiä polttoaineita, jättepuuta, jäteliemiä ja metsähaketta. Ostopolttoaineista maakaasun ja metsähakkeen käytön odotetaan kasvavan selvästi. Myös turpeen käytön oletetaan hieman kasvavan.

Puutavaran valmistus

Mekaanisessa metsäteollisuudessa sahojen tuotannon arvioidaan kääntyvän laskuun lähivuosina kiristyneen kilpailun vuoksi vientimarkkinoilla. Tuotannon arvioidaan tarkastelluissa skenaarioissa alenevan nykyisestä noin 13,5 milj. m³:sta noin 11 milj. m³:een vuoteen 2010 mennessä ja edelleen noin 10 milj. m³:een sen jälkeen.

Levytuotteiden tuotannon kasvun arvioidaan olevan tarkastelukaudella erittäin hidasta. Skenaariot tuotantoluvut on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Puutavaran tuotanto WM-skenaariossa, 1000 m³.

Puutavaralaji	2003	2010	2015	2025
Sahatavara, 1000 m ³	13 479	11 000	10 000	10 000
Vaneri, 1000 m ³	1 259	1 330	1 350	1 380
Lastulevy, 1000 m ³	416	440	450	460
Kuitulevy, 1000 m ³	186	200	200	210

Puutavarateollisuuden energiankäyttöluvut on esitetty muun teollisuuden mukana.

3.2.1.2 Metallien valmistus

Rauta- ja terästeollisuus

Suomen terästeollisuuden vuotuinen tuotantokapasiteetti on nykyisin raakateräksellä mitattuna noin 5 milj. tonnia. Siitä runsas kolme neljäsosaa tuotetaan masuuniteknologialla integroiduissa terästehtaissa, jotka käyttävät sekä malmia että romua raaka-aineenaan. Noin neljännes tuotannosta syntyy sähköuniprosesseissa, 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. Tuotantokapasiteetti kasvaa sekä malmipohjaisessa että romupohjaisessa tuotannossa. Merkittävin lisäys on odotettavissa ruostumattoman teräksen 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 pelkistäjänä ei ole nykyisin taloudellista vaihtoehtoa.

Pelkistysaineiden ja energian käyttö tuotettua terästonnia kohden ovat laskeneet 1980-luvun loppuvuosiin saakka, minkä jälkeen tehostumisvauhti on hidastunut. Tehostuminen on saavuttanut tason, jonka alentaminen on erittäin vaikeaa. WM-skenaariossa 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 kasvoi Suomessa vuonna 2003 noin kaksinkertaiseksi, aiheuttaen samalla merkittävän sähkökulutuksen lisäyksen tällä toimialalla.

Muiden metallien valmistus

Värimetallien tuotanto on kasvanut Suomessa viimeisen vuosikymmenen aikana voimakkaasti. Vuonna 2003 nikkelin tuotanto oli kolminkertainen vuoden 1990 tuotantoon verrattuna. Kuparin tuotannon keskimääräinen vuosikasvuvauhti samana ajanjaksona oli 5,3 prosenttia, ferrokromin 2,9 prosenttia ja sinkin 3,3 prosenttia. Kasvuvauhdin odotetaan kuluvalle vuosikymmenellä hidastuvan, mutta pysyvän 2 – 3 prosentin vauhdissa.

Tärkein energialähde värimetallien tuotannossa on sähkö, jota vuonna 2003 käytettiin noin 2,6 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. Sähkön käyttö lisääntyy tuotannon kasvun seurauksena, vaikka lopputuoteyksikköä kohden lasketun sähkönkäytön arvioidaan alenevan.

Taulukko 10. Metallien valmistuksen sähkön (TWh) ja polttoaineiden (PJ) kulutus sekä kulutuksen kehitys WM -skenaariossa vuosina 2003–2025.

Energiälähde	2003	2010	2025	Indeksi, 2003=100	
				2010	2025
Sähkö, TWh	5,2	7,1	8,3	136	159
Polttoaineet, PJ	74,1	86,7	95,5	117	129
Öljy	11,7	13,4	14,2	114	121
Kivihiili ja koksi ¹	51,7	59,3	67,9	115	131
Maakaasu	2,8	3,7	3,8	133	136
Reaktiolämpö	2,2	2,5	2,7	110	120
Muut polttoaineet	5,6	7,9	7,0	140	124

¹ Sisältää myös masuuni- ja koksamokaasun

3.2.1.3 Kemianteollisuus

Kemianteollisuus on tarkasteluissa jaettu seuraaviin kolmeen pääryhmään:

- kemikaalien valmistus
- kumi- ja muovituotteiden valmistus
- öljynjalostus

Kemikaalien valmistus sisältää öljynjalostuksen ohella kemianteollisuuden energiaintensiivisen 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 Suomessa arvioidaan noudattavan eurooppalaisen kysynnän kehityslinjoja. Suomessa kemikaalien tuotannon kasvun arvioidaan syntyvän lähinnä metsäteollisuuden käyttämien kemikaalien valmistuksesta.

Kemianteollisuuden tuotannon kasvua ylläpitää suhteellisesti vähän energiaa kuluttava kumi- ja muovituoteteollisuuden toimiala. Sen vuosikasvuksi arvioidaan noin 2,5 prosenttia vuosina 2003–2010 ja hieman vajaat 2 prosenttia vuosina 2010 – 2025.

Kemianteollisuuden energiaintensiivisillä aloilla energiakustannukset ovat merkittävä kustannustekijä. Suomen tuotantokoneisto on suhteellisen uutta, minkä vuoksi energiatehokkuuden on todettu olevan Suomessa kansainvälisesti vertaillen hyvä.

Taulukko 11. Kemianteollisuuden sähkön (TWh) ja polttoaineiden (PJ) käyttö sekä käytön kehitys WM-skenaariossa 2003–2025.

Energiälähde	2003	2010	2025	Indeksi, 2003=100	
				2010	2025
Sähkö, TWh	4,6	5,2	5,5	112	121
Polttoaineet, PJ	21,2	24,1	26,3	114	124
Öljy	8,1	10,1	11,8	125	146
Kivihiili ja koks	2,4	2,8	3,0	115	126
Maakaasu	2,0	2,3	2,6	115	126
Reaktiolämpö	5,0	5,0	5,0	101	101
Muut polttoaineet	3,7	3,9	3,9	107	107

Kemianteollisuuden tuotantorakenteen muutoksen seurauksena energiankulutuksen kasvu on vähäistä. Sähkön kulutus kasvaa vuosina 2003–2025 reilun prosentin vuodessa. Kemianteollisuuden polttoainekäyttö kasvaa vuosikymmenen loppuun mennessä kasvavan öljynjalostuskapasiteetin myötä.

Taulukko 12. Öljynjalostuksen sähkön (TWh) ja polttoaineiden (PJ) käyttö sekä käytön kehitys WM-skenaariossa 2003–2025.

Energiälähde	2003	2010	2025	Indeksi, 2003=100	
				2010	2025
Sähkö, TWh	0,9	1,4	1,3	150	139
Polttoaineet, PJ	46,2	53,2	53,2	115	115
Öljy	29,6	35,7	35,7	121	121
Kivihiili ja koks	0,01	0,02	0,02	124	124
Maakaasu	16,6	17,4	17,4	105	105

3.2.1.4 Muu teollisuus

Muun teollisuuden yhteenlaskettu energian käyttö on vajaa 20 % koko teollisuuden energian käytöstä. Teollisuuden osuus oli kuitenkin noin 60 % teollisuuden tuotannon arvonlisäyksestä vuonna 2003. Tähän ryhmään kuuluvat seuraavat toimialat: elintarvikkeiden valmistus, tekstiilien, vaatteiden, nahkatuotteiden ja kenkien valmistus, graafinen tuotanto, rakennusmateriaalien tuotanto, metallituotteiden, koneiden, sähkötekniikan tuotteiden ja kulkuneuvojen valmistus, muu valmistus ja kaivannaistoiminta. Suurimmat energian käyttäjät tässä ryhmässä ovat elintarvikkeiden valmistus, rakennusaineteollisuus ja kaivannaistoiminta.

Tuotannon kehitysarviot ja energiasaasteet vaihtelee muun teollisuuden toimialojen välillä voimakkaasti. Nopeimmin kasvava toimiala on sähkötekninen teollisuus, joka samalla on myös vähiten energiaa tarvitseva toimiala koko teollisuudessa. Tuotannon kehitysarviot tarkastelukaudella toimialoittain on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Muun teollisuuden tuotannon kasvu 2003–2025 WM-skenaariossa, %/v.

Toimiala	Tuotannon kasvu	
	2003–2010	2010–2025
Kaivannaistoiminta	0,0	0,1
Elintarvike	0,6	0,7
Tevanake	0,0	0,5
Graafinen	2,3	2,0
Rakennusaine	1,6	1,0
Kumi- ja muovituotteiden valmistus	2,6	1,7
Metallituotteet	3,8	2,0
Koneet ja laitteet	4,0	2,0
Sähkötekniset	5,3	2,8
Kulkuneuvot	2,6	1,0
Muu valmistus	2,3	1,5

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 2003–2010 noin 0,4 prosenttia vuodessa. Polttoaineiden ominaiskulutus alenee nopeammin kuin sähkön, sillä sähkö korvaa polttoaineita tuotantoprosesseissa. Erityisen selvästi tämä kehitys on näkynyt elintarviketeollisuudessa ja sen odotetaan edelleen jatkuvan.

Taulukko 14. Muun teollisuuden sähkönkulutus sekä kulutuksen kehitys WM-skenaariossa 2003–2025, TWh.

Toimiala	2003	2010	2025	Indeksi, 2003=100	
				2010	2025
Kaivannaistoiminta	0,6	0,5	0,5	91	91
Elintarvike	1,6	1,6	1,8	104	115
Tevanake	0,3	0,3	0,3	100	108
Graafinen	0,4	0,5	0,6	118	158
Puutavara	1,6	1,3	1,1	82	70
Kumi- ja muovituotteiden valmistus	0,8	0,9	1,1	118	145
Rakennusaine	0,9	1,1	1,2	112	130
Metallituotteet ¹	2,6	3,1	3,4	122	130
Muu tuotanto ²	0,9	0,9	1,1	102	120
Yhteensä	9,6	10,2	11,1	106	116

¹ Sisältää metallituotteiden, koneiden, sähkötekniisten tuotteiden ja kulkuneuvojen valmistuksen

² Sisältää toimialoille jakamattoman kulutuksen

3.2.1.5 Yhteenvedo teollisuuden energiankäytöstä

Teollisuuden polttoainekäyttö kasvaa WM-skenaariossa vajaan prosentin vuodessa vuosina 2003–2025. Polttoaineittainen kehitys käy ilmi taulukosta 15. Polttoaineiden käytön ominaiskulutus kääntyi laskuun jo 1980-luvun jälkipuoliskolla, minkä vuoksi polttoainekäytön ominaiskulutus laskee tarkastelukaudella suhteellisesti hitaammin kuin sähkön.

Taulukko 15. Teollisuuden polttoainekäyttö ja osuudet kokonaiskäytöstä WM-skenaariossa 2003–2025, PJ.

Energiälähde				Osuudet, %		
	2003	2010	2025	2003	2010	2025
Öljy	88,1	103,9	107,4	19	20	19
Kivihiili	9,7	9,7	9,9	2	2	2
Koksi	23,8	27,4	31,5	5	5	6
Maakaasu	72,3	81,5	82,4	16	16	14
Turve	20,6	26,7	26,2	4	5	5
Masuuni- ja koksamokaasut, jätelämpö	32,8	35,5	38,1	7	7	7
Jäteliemet	147,0	169,3	193,4	32	32	34
Jätepuu, kuori ja metsähake	63,1	72,2	80,1	14	14	14
Muut	3,1	3,2	3,3	1	1	1
Yhteensä	460,5	530,0	572,2	100	100	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 1980-luvulla oli lievästi nouseva. 1990-luvulla alkanut kehitys jatkuu koko tarkastelukauden. Sähkön käytön kehitys näkyy taulukosta 16.

Taulukko 16. Teollisuuden sähkön kulutus toimialoittain sekä osuudet teollisuuden kokonaiskulutuksesta WM-skenaariossa 2003–2025, TWh.

Toimiala	TWh			Osuudet, %		
	2003	2010	2025	2003	2010	2025
Kaivannaistoiminta	0,6	0,5	0,5	1	1	1
Elintarvike	1,6	1,6	1,8	3	3	3
Tevanake	0,3	0,3	0,3	1	0	0
Puutavateollisuus	1,6	1,3	1,1	4	2	2
Massa- ja paperiteollisuus	24,7	28,8	35,8	55	55	58
Graafinen	0,4	0,5	0,6	1	1	1
Kumi- ja muovituotteiden valmistus	0,8	0,9	1,1	2	2	2
Öljynjalostus	0,9	1,4	1,3	2	2	2
Kemianteollisuus	4,6	5,2	5,6	10	10	9
Rakennusaine	0,9	1,1	1,2	2	3	2
Metallien valmistus	5,2	7,1	8,3	12	13	13
Metallituotteet ¹	2,6	3,2	3,4	6	6	5
Muu tuotanto ²	0,9	0,9	1,1	2	2	2
Yhteensä	45,0	52,8	62,2	100	100	100

¹ Sisältää metallituotteiden, koneiden, sähköteknisten tuotteiden ja kulkuneuvojen valmistuksen

² Sisältää toimialoille jakamattoman kulutuksen.

3.2.2 Lämmitys

Rakennuskannan kehitys

Koko talonrakennuskannan tilavuusarvio vuonna 2003 oli noin 1 850 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 ja laajennukset
- poistuma ja
- rakennusten korjaaminen ja käyttötarkoituksmuutokset.

Rakentamisen arvo Suomessa vuonna 2003 oli arviolta 19 mrd. euroa. Markkinat koostuvat 9 mrd. euron uudistalonrakentamisesta, 6 mrd. euron talojen korjausmarkkinoista sekä vajaan 4 mrd. euron 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.

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

WM-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.

Rakennusten lämmitysenergian käyttö kasvaa WM-skenaariossa tarkastelukaudella varsin hitaasti. Kaukolämmityksen osuus rakennuskannan lämmittämisestä nousee tasaisesti. Selvässä kasvussa on myös lämpöpumppujen käytön suosio. Sähkölämmityksen osuus pysyy kutakuinkin nykyisellään ja öljylämmityksen osuus puolestaan laskee siten, että tarkastelujakson lopussa sen osuus on vain puolet nykyisestä.

Taulukko 17. Rakennusten lämmityksen hyötyenergia WM-skenaariossa ja lämmönlähteiden osuudet kokonaiskulutuksesta, GWh ja %.

Lämmönlähde	Hyötyenergia, GWh			Osuudet, %		
	2003	2010	2025	2003	2010	2025
Kaukolämpö	28 133	30 119	33 363	49	51	56
Öljy	10 846	9 268	5 625	19	16	9
Kaasu	603	556	444	1	1	1
Puu	6 665	6 768	6 798	12	12	11
Turve	93	95	96	0	0	0
Briketit ja pelletit	42	172	498	0	0	1
Lämpöpumput	1 908	2 548	4 001	3	4	7
Sähkölämpö	8 814	9 137	9 139	15	16	15
Muut	17	17	17	0	0	0
Yhteensä	57 121	58 680	59 980	100	100	100

WM-skenaarion mukaisessa kehityksessä kaukolämpösektorin polttoaineiden käytössä kasvavat maakaasun ja metsähakkeen osuudet. Teollisuudesta saatavan hakkeen ja kuoren käyttö alenee selvästi, koska sitä ei ole skenaarion oletusten perusteella enää saatavilla entisiä määriä. Maakaasun käytön osuus kasvaa voimakkaasti maakaasuverkoston laajentumisen vuoksi. Maakaasun käytön kasvu korvaa kivihiilen käyttöä. Turpeen osuus säilyisi nykyisellään Kioton sitoumuskaudella ja kääntyisi sen jälkeen nousuun. Öljyn ja hiilen osuudet laskevat WM-skenaariossa selvästi.

Rakennusten lämmön kulutus kasvaa rakennuskannan kasvun seurauksena vajaan 0,5 prosentin vuosivauhdilla 2003–2025. Rakennuskannan uusiutumisesta aiheutuva ominaiskulutuksen aleneminen hidastaa lämmitystarpeen kasvua.

3.2.3 Kotitalouksien ja palvelusektorin sähkön kulutus

Tässä luvussa tarkastellaan kotitalouksien ja palvelutoimialojen sähkön käyttöä. Asuntojen ja palvelurakennusten lämmitysenergian (ml. sähkölämmitys) kulutusta on käsitelty luvussa 3.2.2. Kotitalouksien ja tuotantotoiminnan liikennepolttoaineiden kulutusta tarkastellaan luvussa 3.2.4.

3.2.3.1 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 2003 kotitalouksissa käytetyn sähkön määrä oli 10,2 TWh.

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. Tulevaisuuden laitekantaa arvioitaessa on huomioitu laitetyyppittäin niiden nykyinen yleisyys kotitalouksissa ja arvioitu kotitaloustyyppien perusteella niiden yleisyyttä. Kotitalouk-

sien määrän perusteella on sen jälkeen johdettu laitekanta tarkastelukaudelle. Perinteisten kotitalouskoneiden ohelle tulee luonnollisesti aina uusia laitteita, jotka lisäävät sähkönkulutusta. Tällaisten, vielä tuntemattomien laitteiden, markkinoille tulo on laskelmissa otettu huomioon, mutta niiden merkityksen kotitaloussähkön kulutukselle odotetaan olevan suhteellisen vähäinen.

Uusien EU-direktiivien myötä energiatehokkuudeltaan heikoimpia laitteita poistuu markkinoilta, jolloin uusien myynnissä olevien laitteiden keskimääräinen energiatehokkuus paranee. WM-skenaariossa kotitalouskoneiden ja -laitteiden energiatehokkuuden lisäys tuleekin 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 prosenttia vuodessa.

Kysynnän kyllästyminen näkyy selvästi kotitaloussähkön kysynnässä, sillä vuosina 2003–2025 kysynnän odotetaan kasvavan vajaan prosentin vuodessa, kun vuosikasvu ajanjaksolla 1980–2003 oli yli 3 prosenttia vuodessa.

Vapaa-ajanasuntojen sähkön käyttö oli vuonna 2003 0,5 TWh. Loma-asuntojen lukumäärän ja varustetason kasvun myötä sähkön käyttö näissä kohteissa arvioidaan lisääntyvän vuosina 2003–2025 noin kaksi % vuodessa.

Asumiseen liittyvän kiinteistösähkön käyttö oli vuonna 2003 1,9 TWh. Asuntokannan kasvun mukana sähkönkäytön odotetaan lisääntyvän vajaan prosentin vuodessa vuosina 2003–2025. Asumiseen liittyvä sähkön käyttö, jossa ei ole mukana lämmityssähköä, kehittyisi tarkastelukaudella taulukon 18 osoittamalla tavalla.

Taulukko 18. Asumisen sähkön kulutus sekä kulutuksen kehitys WM-skenaariossa vuosina 2003 – 2025, TWh.

Kulutussektori	2003	TWh		Indeksi, 2003=100	
		2010	2025	2010	2025
Kotitaloussähkö	10,2	11,3	12,7	111	125
Kiinteistösähkö	1,9	2,1	2,4	110	129
Loma-asunnot	0,5	0,5	0,6	100	127
Yhteensä	12,5	13,9	15,7	109	126

Palvelut

Tuotannolla mitattuna palvelusektori kattaa yli 60 % kansantalouden tuotannosta, mutta tuotannon luonteen vuoksi sen osuus sähkön kokonaiskulutuksesta on vain vajaa kuudesosa. Julkisten palveluiden osuus palvelusektorin tuotannosta (arvonlisäyksestä) oli 27 % vuonna 2003. Suurin osa palveluiden tuotannosta tuotetaan siten yksityisellä sektorilla ja sen osuuden odotetaan kasvavan tarkastelukaudella. Yksityisten palveluiden keskimääräiseksi tuotannon kasvuksi vuosille 2003–2025 on talousskenaarioissa oletettu lähes kolme % vuodessa, kun julkisten palveluiden tuotannon arvioidaan kasvavan lähes puolta hitaammin. Palveluiden sähkönkäyttö oli vuonna 2003 13,7 TWh. WM-skenaariossa palveluiden sähkönkäytön oletetaan kehittyvän taulukon 19 mukaisesti.

Taulukko 19. Palveluiden sähkönkulutus sekä kulutuksen kehitys WM-skenaariossa 2003–2025, TWh.

Kulutussektori	TWh			Indeksi, 2003=100	
	2003	2010	2025	2010	2025
Palvelut ja julkinen kulutus	13,7	15,1	16,4	110	120

Samoin kuin kotitalouksissa palveluiden sähkönkäyttö on pitkälle sidoksissa käytössä olevien koneiden ja laitteiden määrään ja niiden teknisiin ominaisuuksiin.

Merkittäviä sähkönkulutuskohteita palvelusektorilla ovat valaistukseen (ml. katu- ja tievalaistus) ilmanvaihto, jäähdytys (elintarvikkeet yms.) ja yhdyskuntahuolto. 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 vuodessa vuosina 2003–2025. 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.

WM-skenaariossa energiateknologian kehityksen odotetaan laskevan sähkön ominaiskulutuksia palvelualojen laitekannassa pääpiirteissään samalla tavalla kuin kotitalouksien sähkölaitteissa. Palveluiden sähkönkulutuksen kasvun odotetaan jäävän noin prosenttiin vuodessa jaksolla 2003–2025, vaikka palvelualojen tuotannon odotetaan kasvavan yli 2,5 prosentin vuosivauhdilla. Arvio sähkönkulutuksen kasvusta on selvästi alhaisempi kuin EU:ssa, sillä EU-alueella vuosikasvun odotetaan olevan lähes kolme prosenttia (European Union Energy Outlook to 2020, 1999).

3.2.4 Liikenne

Liikennettä koskevien skenaarioiden taustalla on oletuksia talouden ja sen kuljetusintensiteetin, alue- ja yhdyskuntarakenteen, liikennemuotojen markkinaosuuden, teknologian, väestön tulo- ja ikäjakauman, työmarkkinoiden sekä elintapojen, kuten asumisen ja vapaa-ajan vieton kehityksestä. Taustatekijöinä on käytetty muiden yhteiskuntasektoreiden kanssa yhteisiä ennusteita niiltä osin, kuin se on ollut mahdollista ja muilta osin on käytetty virallisten tilastojen tietoja, tutkimuksia ja asiantuntija-arvioita.

Liikenteen määrän oletetaan kasvavan, mutta hitaammin kuin talous. Henkilöliikenne kasvaa WM-skenaariossa vuoteen 2010 mennessä 15 % ja vuoteen 2020 mennessä 20 % vuoteen 2000 verrattuna. Paketti- ja kuorma-autoliikenne kasvavat 15 % vuoteen 2010 ja 27 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. Linja-autoliikenteen arvioidaan kasvavan noin 8 % vuoteen 2010 ja 15 % vuoteen 2020 mennessä. Lentoliikenteen kasvuksi arvioidaan tarkastelukaudella noin kolme % vuodessa.

Liikenteen energiankulutuksesta yli 90 % on tieliikenteen bensiinin ja dieselöljyn kulutusta. Viime vuosikymmenen alkupuolelta alkanut bensiinin kulutuksen lasku jatkuu tarkasteluperiodin loppuun asti. Kulutusta vähentää tulevaisuudessa uusien henkilöautojen selvästi parantuva polttoainetalous. Diesel-polttoaineesta valtaosa käytetään tavarankuljetuksessa ja kulutus riippuukin pitkälti teollisuuden ja palveluiden kuljetusvaltaisten toimialojen kehityksestä. Diesel-polttoaineen kulutus

kasvaa voimakkaammin kuin bensiinin ja ylittääkin bensiinin kulutuksen ennen kuluvan vuosikymmenen puoliväliä.

Lentopetrolin kulutus kasvaa selvästi nopeimmin, keskimäärin lähes neljä prosenttia vuodessa. Polttoaineiden kulutus raide- ja vesiliikenteessä pysyy likimain nykytasolla. Sähkön kulutus rai-
deliikenteessä on nykyisin noin 0,5 TWh ja sen odotetaan kasvavan jonkin verran. Koko liikenteen energiankulutus kasvaa varsin maltillisesti eli keskimäärin alle yhden prosentin vuodessa.

Taulukko 20. Liikenteen energiankulutus polttoaineittain sekä kulutuksen kehitys WM-skenaariossa 2003–2025, PJ.

Polttoaine	2003	PJ		Indeksi, 2003=100	
		2010	2025	2010	2025
Bensiini	79,6	77,1	71,6	97	90
Diesel	81,9	94,0	94,2	115	115
Kevyt polttoöljy	6,1	5,9	5,8	96	94
Raskas polttoöljy	2,3	2,3	2,2	103	96
Lentopetroli ja -bensiini	6,1	7,0	8,3	114	135
Muut polttoaineet	0,3	0,6	0,9	207	302
Yhteensä	176,3	186,9	183,0	106	104

3.2.5 Muut

Maatalouden tuotanto ei kasva WM-skenaariossa. Sähkön käyttö laskee hieman nykyisestä 0,8 TWh:sta. Polttoaineiden kokonaiskäyttö vähenee maataloudessa nykyisestä 32,1 PJ:sta 30,8 PJ:een vuoteen 2010 mennessä ja edelleen 29,3 PJ:een vuoteen 2025 mennessä. Puun sekä muiden biopolttoaineiden käyttö kasvaa, kun taas polttoöljyjen käyttö vähenee.

Rakennustoiminnan polttoainekäyttö on nykyisin noin 4 PJ ja sen ennakoidaan säilyvän likimain nykytasolla. Sähkön käyttö, joka on nykyisin noin 0,2 TWh, kasvaa hieman.

Taulukko 21. Maatalouden energiankulutus polttoaineittain sekä kulutuksen kehitys WM-skenaariossa 2003–2025, PJ.

Polttoaine	2003	PJ		Indeksi, 2003=100	
		2010	2025	2010	2025
Kevyt polttoöljy	23,8	22,7	21,5	95	91
Raskas polttoöljy	2,9	2,6	2,0	88	69
Maakaasu	0,5	0,5	0,5	99	99
Puu	4,8	5,0	5,0	104	104
Lämpöpumput	0,0	0,0	0,2	193	804
Yhteensä	32,1	30,8	29,3	96	91

Taulukko 22. Rakennustoiminnan työkoneiden polttoainekulutus sekä kulutuksen kehitys WM-skenaariossa 2003–2025, PJ.

Polttoaine	2003	PJ		Indeksi, 2003=100	
		2010	2025	2010	2025
Kevyt polttoöljy	18,2	17,5	18,6	96	102

3.3 Sähkön kokonaiskulutus ja hankinta

Sähkön kokonaiskulutus, sisältäen sähkön siirron ja jakelun häviöt, kasvaa vuoden 2003 85,2 TWh:sta 95,5 TWh:iin vuoteen 2010 mennessä ja noin 108 TWh:iin vuoteen 2025 mennessä. Keskimääräinen vuotuinen kasvu on noin 1,2 prosenttia eli hieman enemmän kuin primäärienergian kulutuksen kasvu.

Taulukko 23. Sähkön kulutus sektoreittain sekä osuudet kokonaiskulutuksesta sektoreittain WM-skenaariossa vuosina 2003-2025, TWh ja %.

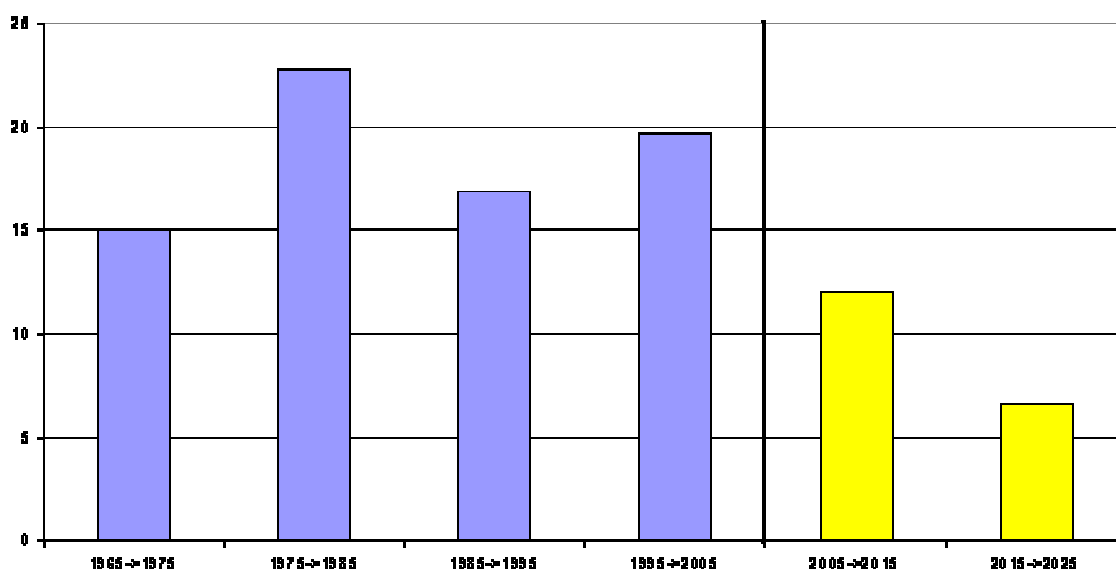
Sektori	TWh			Osuudet, %		
	2003	2010	2025	2003	2010	2025
Teollisuus	45,0	52,8	62,2	53	55	56
Asuminen	12,5	13,9	15,7	15	15	15
Sähkölämmitys	8,8	9,1	9,1	10	10	10
Palvelut	13,7	15,1	16,4	16	16	16
Muut	1,7	1,7	1,5	2	2	2
Häviöt	3,4	3,0	2,9	4	4	3
Kokonaiskulutus	85,2	95,5	107,9	100	100	100

Vuosien 2003–2010 välillä sähkön kokonaiskulutus kasvaa WM-skenaarion oletuksilla noin 10 TWh ja vuosina 2010 – 2025 vajaa 12 TWh. Koko tarkasteluperiodin aikana sähkönkulutus kasvaisi siten noin neljänneksellä nykytasosta.

Teollisuuden osuus sähkön kokonaiskulutuksen kasvusta on runsas puolet, mikä vastaa teollisuuden nykyistä osuutta sähkönkulutuksesta. Metsäteollisuuden sähkönkulutus kasvaisi yli 4 TWh vuoteen 2010 mennessä ja noin 6 TWh jaksolla 2010 – 2025. Metallien valmistuksessa sähkönkulutuksen kasvu olisi nopeaa vuosina 2003 – 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 WM-skenaariossa. Lämmitykseen käytetyn sähkön määrä ei tarkastelukaudella kasva merkittävästi uusien lämmitysmuotojen kasvattaessa markkinaosuuttaan.

Menneisiin vuosikymmeniin verrattuna sähkön kokonaiskulutuksen kasvu tarkasteluvuosina 2003 – 2025 on selvästi hidastumassa. Kuvassa 4 on esitetty sähkön kulutuksen kasvu kymmen-vuosittain vuosina 1965 – 2025. Viimeisten 40 vuoden aikana sähkön kulutus on kasvanut 15 – 23 TWh kymmenvuotisjaksoina. WM-skenaarion mukaisessa kehityksessä kasvu hidastuisi selvästi jo vuosien 2005 – 2015 välisenä aikana ja erityisesti sitä seuraavana vuosikymmenenä.



Kuva 4. Sähkön kokonaiskulutuksen kasvu vuosikymmenittäin 1965 – 2025, TWh

Sähkön kokonaiskulutus kasvaisi WM-skenaariossa 12 TWh vuosina 2005 – 2015. Teollisuuden osuus kasvusta olisi yli kaksi kolmasosaa. Myöskin seuraavan vuosikymmenen kulutuksen kasvusta teollisuuden osuus olisi kaikkein suurin.

Taulukko 24. Sähkön kulutuksen kasvun jakautuminen sektoreittain vuosina 2005 – 2025 TWh.

Sektorit	2005->2015	2015->2025
Teollisuus	8,5	5,0
Kotitaloudet (asuminen)	1,9	1,0
Sähkölämmitys	0,2	0
Palvelut	1,5	0,8
Muut	0,0	-0,2
Yhteensä	12,0	6,6

Taulukossa 25 on esitetty sähkön hankinnan rakenne. Uuden ydinvoimayksikön oletetaan aloittavan toimintansa vuonna 2009, mikä näkyy ydinvoimatuotannon merkittävänä kasvuna vuosikymmenen vaihteessa. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto lisääntyy sekä yhdyskunnissa että teollisuudessa. Tavallisen lauhdutusvoiman eli lähinnä hiilivoiman tuotanto kasvaa, ollen vuonna 2025 jo noin 15 TWh, kun se 1990-luvulla on keskimäärin ollut alle 5 TWh. Sähkön nettotuonti laskee 7 TWh:iin. Vesivoiman tuotanto säilyy likimain nykytasolla. Tuulivoiman ja muiden uusien sähköntuotantomuotojen määrä lisääntyy ja on noin 1,5 TWh vuonna 2025.

Taulukko 25. Sähkön hankinta tuotantotavoittain sekä osuudet kokonaishankinnasta WM-skenaariossa vuosina 2003-2025, TWh ja prosenttia.

Tuotantotapa	TWh			Osuudet, %		
	2003	2010	2025	2003	2010	2025
Vesivoima	9,5	13,3	14,0	11	14	13
Tuulivoima	0,1	0,5	1,5	0	0	1
Yhteistuotanto, kaukolämpö	15,1	18,7	22,6	18	20	21
Yhteistuotanto, teollisuus	12,7	15,0	18,1	15	16	17
Massa- ja paperiteollisuus ja muut	11,5	13,8	16,9	13	14	16
Öljynjalostus	1,1	1,2	1,3	1	1	1
Ydinvoima	21,8	31,1	34,6	26	33	32
Tavanomainen lauhde	21,0	8,9	14,1	25	9	9
Tuotanto	80,4	87,5	104,9	94	92	97
Nettotuonti	4,9	8,0	3,0	6	8	3
Hankinta	85,2	95,5	107,9	100	100	100

3.4 Energian kokonaiskulutus

Primäärienergian kokonaiskulutus kasvaa vuoden 2003 noin 1490 PJ:sta noin 1570 PJ:een vuoteen 2010 mennessä ja edelleen noin 1700 PJ:een vuoteen 2025 mennessä. Kulutuksen kasvuvauhti aikaisempiin vuosiin nähden hidastuu selvästi. Keskimääräinen vuosikasvu välillä 2003–2025 on yksi prosentti vuodessa kun se vuosina 1985–2003 oli runsaat kaksi prosenttia vuodessa.

Energiankulutus primäärienergiälähteittäin on esitetty taulukossa 26. Öljyn, vesivoiman ja ydinvoiman käyttö energialähteenä pysyy määrältään lähes nykyisen suuruisena. Merkittävimmin kasvavat WM-skenaariossa maakaasun ja puuperäisten polttoaineiden käyttö. Turpeen kulutus ja sähkön tuonti alenevat määrällisesti.

Taulukko 26. Energian kulutus primäärienergiälähteittäin ja energialähteiden osuudet kokonaiskulutuksesta WM-skenaariossa 2003-2025, PJ ja prosenttia.

Energiälähde	Primäärienergia, PJ			Osuudet, %		
	2003	2010	2025	2003	2010	2025
Liikennepolttonesteet	161,5	171,1	165,9	11	11	10
Muu öljy	212,0	216,1	202,2	14	14	12
Kivihiili	194,7	103,5	150,8	13	7	9
Maakaasu	169,2	188,9	205,6	11	12	12
Turpe	98,4	92,9	106,6	7	6	6
Puupolttoaineet	289,2	316,3	347,3	19	20	20
Ydinvoima	238,1	339,4	377,0	16	22	22
Vesivoima	34,4	47,7	50,4	2	3	3
Tuulivoima	0,3	1,7	5,5	0	0,1	0
Muut	72,1	78,7	90,2	5	5	5
Sähkön tuonti	17,5	28,8	10,8	1	2	1
Kokonaiskulutus	1487,4	1585,2	1712,4	100	100	100

3.5 Kasvihuonekaasupäästöt WM-skenaariossa

3.5.1 Polttoaineperäiset hiilidioksidipäästöt

WM-skenaarion oletukset johtavat siihen tulokseen, että fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta peräisin olevat hiilidioksidipäästöt lisääntyvät primäärienergian ja sähkön kulutuksen kasvun myötä. Päästöt olisivat vuonna 2010 noin 62 miljoonaa tonnia (69 Mt vuonna 2008, josta sitten laskevat ydinvoiman myötä) ja kasvaisivat vuoteen 2020 mennessä noin 65 miljoonaa tonniin. Tällöin CO₂-päästöt ylittäisivät vuonna 2010 vuoden 1990 tason noin 8 miljoonalla tonnilla.

Taulukossa 27 on esitetty WM-skenaarion laskelmien mukaiset päästöt sektoreittain. Taulukossa on omiksi sektoreikseen otettu lauhdesähkön tuotanto ja kaukolämpö, 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.

Tonnimääräisesti eniten kasvavat teollisuuden ja kaukolämpösektorin päästöt. Teollisuuden päästöt kasvavat lähinnä perusmetallien tuotannon lisääntyneen tuotantokapasiteetin mahdollistaman tuotannon kasvun myötä. Päästöt kasvavat teollisuus toimialoista myös metsäteollisuudessa tuotannon kasvun myötä.

Kaukolämmön ja kaukolämpövoiman päästöt kasvavat, mutta vastaavasti talokohtaisen lämmityksen päästöt pienenevät. Tämä johtuu siitä, että vaikka lämmitysenergian kulutus kasvaa edelleenkin, siirtyy lämpö tuotettavaksi aluelämpökeskuksissa ja kaukolämpövoimalaitoksissa. Myös sähkölämmityksen yleistyminen vähentää talokohtaisen lämmityksen päästöjä, mutta lisää niitä sähköntuotannossa.

Fossiilisten polttoaineiden käytössä on mukana teollisuusprosessiin liittyviä, vaikeasti korvattavia polttoaineita. Tällaista on mm. koksien 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 työkonien kasvihuonekaasupäästöjä on tarkasteltu sekä ympäristöministeriön että maa- ja metsätalousministeriön selvityksissä. Työkoneet jakautuvat usealle sektorille: maatalouden koneet, teollisuuden trakit ja kuormaajat, maanrakennustoiminnan koneet, diesel- ja bensiinikäyttöiset siirrettävät työkoneet sähkögeneraattoreista moottorisahoihin ja ruohonleikkureihin. Yhteensä niiden kasvihuonekaasupäästöt ovat noin 2,6 Mt CO₂-ekv. ja niiden arvioidaan säilyvän samalla tasolla.

Taulukko 27. Polton hiilidioksidipäästöt eri sektoreilla ja päästöjenosuudet WM-skenaariossa vuosina 1990–2025, Mt ja prosenttia.

Sektori	CO ₂ -päästöt, Mt				Osuudet, %			
	1990	2003	2010	2025	1990	2003	2010	2025
Lauhdutusvoima	5,3	17,5	7,1	11,3	10	25	11	16
Kaukolämpö	11,1	13,9	14,9	17,4	21	20	23	25
Teollisuus	18,8	19,9	23,3	24,0	35	28	36	34
Talokohtainen lämmitys	5,0	3,9	3,3	2,0	9	5	5	3
Liikenne	12,3	12,6	13,3	13,0	23	18	21	19
Muut	1,2	2,7	2,0	2,2	2	4	3	3
Yhteensä	53,7	70,5	63,9	69,9	100	100	100	100

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, vedyn valmistuksesta ja kalkkikivenkäytöstä. Muita Kioton pöytäkirjan ulkopuolella olevia kasvihuonekaasuja ovat mm. vesihöyry, erilaiset edellä mainittujen uusien kaasujen lisäksi olevat halogenoidut hiilivedyt (mm. HCFC) ja otsoni (O₃). Monet muut kaasut (NO_x, CO, VOC ja SO₂) aiheuttavat lisäksi epäsuoria kasvihuonekaasupäästöjä. Näitä pöytäkirjan ulkopuolella olevia kaasuja säännellään jo joko toisten sopimusten avulla tai niillä ei ole merkittävää vaikutusta.

3.5.2 Muut hiilidioksidipäästöt

Hiilidioksidipäästöistä valtaosa syntyy fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta. Muita CO₂-lähteitä ovat teollisuusprosessien päästöt, maatalousmaat ja hävikit.

Teollisuusprosessien päästöt syntyvät kalkkikiven (CaCO₃) polton ja vedyn valmistuksen yhteydessä. Nämä päästöt ovat olleet noin 1 Mt vuodessa ja nousevat öljynjalostuksen laajennuksen yhteydessä tapahtuvan vedynvalmistuksen lisääntymisen johdosta vuoden 2005 jälkeen tasolle 1,8 Mt.

Maatalousmaiden ilmoitetut CO₂-päästöt ovat noin 2 Mt. Osa näistä muodostuu maatalousmaiden kalkituksen käytettävien karbonaattiyhdisteiden reagoimassa maaperässä. Turvepohjaisten peltojen viljelystä aiheutuu CO₂-päästöjä, mutta päästölukuissa on suuria pinta-alan ja päästökertoimiin liittyviä epävarmuuksia.

Suomen kansallisessa kasvihuonekaasujen inventaariossa ilmoitetut haihtumishävikit polttoaineista ovat noin 0,6 Mt CO₂:ta. Inventaariossa nämä ovat turvetuotantoalueiden haihtumapäästöjä, jotka muodostuvat turvetuotannossa käytössä olevien alueiden CO₂-päästöistä.

Lisäksi inventaariossa on hiilidioksidipäästöissä ilmoitettu kohta muut, joka oli 0,7 Mt vuonna 2003. Se tarkoittaa öljytuotteiden ja maakaasun ei-energiakäyttöä, eli päästöjä ”varastoituneista energialähteistä”, kuten muovien tai asfaltin öljystä, joka kuitenkin hapettuu jossain vaiheessa.

WM-skenaariossa muiden kuin fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta syntyvien hiilidioksidipäästöjen arvioidaan säilyvän kutakuinkin muuttumattomina.

Taulukko 28. Muut kuin polton CO₂-päästöt ja päästöjen osuudet WM-skenaariossa vuosina 1990–2025, Mt ja prosenttia.

CO ₂ -lähde	CO ₂ -päästöt, Mt				Osuudet, %			
	1990	2003	2010	2025	1990	2003	2010	2025
hävikit/haihtumiset	0,6	0,6	0,6	0,6	24	21	17	16
teollisuusprosessit, kalkin käyttö	1,4	1,3	1,5	1,7	52	46	42	45
sementinvalmistus,	0,7	0,7	0,7	0,9	26	23	21	23
raakaraudan valmistus,	0,4	0,4	0,5	0,6	16	15	15	15
voimalaitosten rikinpoisto	0,1	0,1	0,1	0,1	3	3	1	2
kalkkikiven muu käyttö	0,2	0,2	0,2	0,2	6	6	5	5
teollisuusprosessit, vedyn valmistus	0,0	0,1	0,8	0,8	0	3	21	20
muut hävikit polttoainevarastoista	0,6	0,8	0,7	0,7	25	29	19	18
Yhteensä	2,6	2,9	3,6	3,8	100	100	100	100

3.5.3 Metaani (CH₄)

Suomen metaanipäästöt olivat vuonna 2003 noin 5,0 Mt CO₂-ekv. Vuonna 1990 päästöt olivat vielä 6,4 Mt CO₂-ekv. (taulukko 29). Jätteistä peräisin olevat päästöt ovat noin puolet kokonaispäästöistä. Ne käsittävät kaatopaikoilta ja jäteveden käsittelystä syntyneet päästöt. Reilu kolmannes päästöistä on peräisin kotieläintaloudesta, lähinnä nautakarjatuotannosta.

Taulukko 29. Suomen metaanipäästöt ja päästöjen osuudet WM-skenaariossa vuosina 1990–2025, Mt CO₂-ekv ja prosenttia.

Metaani (CH ₄)	CO ₂ -ekv., Mt				Osuudet, %			
	1990	2003	2010	2025	1990	2003	2010	2025
jätehuolto	3,83	2,62	2,20	1,88	60	53	51	47
maatalous	2,10	1,77	1,56	1,56	32	35	36	39
polttoaineista	0,49	0,56	0,53	0,54	8	11	12	14
liikennepolttoaineet	0,10	0,07	0,03	0,03	2	1	1	1
muu poltto ¹	0,39	0,49	0,50	0,51	6	10	12	13
teollisuudesta (metalli, kemia)	0,01	0,01	0,02	0,02	0	0	0	0
Yhteensä	6,43	4,97	4,31	3,99	100	100	100	100

¹ sisältää lähinnä pienpoltosta aiheutuvan metaanin

Noin 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 metaanipäästöt ovat hyvin pieniä. Noin puolet palamisen metaanipäästöistä aiheutuu puun polttamisesta tulisijoissa.

Maakaasu on lähes pelkkää metaania. Suomessa maakaasun siirto- ja jakeluverkon vuodot ovat hyvin vähäiset, vain noin 0,02 prosenttia siirrettävästä maakaasumäärästä, noin 0,012 Mt CO₂-ekv.

WM-skenaariossa metaanipäästöjen arvioidaan edelleen alenevan, kun jätteistä peräisin olevat metaanipäästöt vähenevät tehtyjen jätehuoltopäätösten seurauksena. Ympäristöministeriön selvityksen mukaisesti nykykehityksellä jätehuollon metaanipäästöt olisivat vuonna 2010 noin 2,4 Mt CO₂-ekv. Maatalouden metaanipäästöjen oletetaan maa- ja metsätalousministeriön selvityksen perusurassa, eli Agenda 2007 -skenaariossa säilyvän nykyisellä tasolla, joka on siis hieman

vuoden 1990 tasoa alempi. Myös energiantuotannon metaanipäästöjen arvioidaan säilyvän nykyisellään.

3.5.4 Dityppioksidi (N₂O)

Suomen dityppioksidi- eli N₂O-päästöt ovat nykyisin vajaat 7 Mt CO₂-ekv., josta noin puolet on peräisin maataloudesta, polttoprosesseista noin 20 prosenttia ja liikenteestä 10 prosenttia ja siellä erityisesti katalysaattoreista. Teollisuuden päästöt ovat vajaat 20 prosenttia kokonaispäästöistä. Ne ovat peräisin typpihapon valmistuksesta. Liuottimet ja jätteet tuottavat muutaman prosentin N₂O-päästöistä.

Taulukko 30. Suomen dityppioksidipäästöt ja päästöjen osuudet sektoreittain WM-skenaariossa vuosina 1990–2025 Mt CO₂-ekv.

Dityppioksidi (N ₂ O)	CO ₂ -ekv., Mt				Osuudet, %			
	1990	2003	2010	2025	1990	2003	2010	2025
Maatalous	4,8	3,7	4,8	2,8	63	55	49	43
Maatalousmaiden päästöt	4,2	3,2	4,2	2,4	55	48	42	38
Lannankäsittely	0,7	0,5	0,7	0,4	9	8	7	6
Polttoprosessit	0,7	0,9	1,0	1,1	10	14	15	17
Typpihapon valmistus	1,6	1,4	1,6	1,9	21	21	25	30
Liikenne	0,2	0,5	0,6	0,5	2	8	9	8
Muut ¹	0,2	0,2	0,1	0,1	3	2	2	2
Yhteensä	7,7	6,7	6,5	6,4	100	100	100	100

¹liuottimet, jätteet

Energiatuotannossa N₂O-päästöt ovat pääosin peräisin leijukerrospoltoista ja jätevesilietteiden poltoista – eli alhaisessa lämpötilassa tapahtuvasta poltoista. Leijukerrospolto mahdollistaa korkean hyötysuhteen ja suhteellisen alhaiset päästöt käytettäessä heikkolaatuista polttoainetta. Näiden kattiloiden yleistymisen toisaalta edesauttaa biopolttoaineiden lisäämistä, mutta toisaalta lisää dityppioksidipäästöjä. Kuplivan leijukerrospolton ja puun polton päästökertoimet ovat suhteellisen suuria.

WM-skenaariossa N₂O-kokonaispäästöjen arvioidaan säilyvän nykytasolla, eli noin 7 Mt CO₂-ekv:ssa, mutta paineita päästöjen suuremmallekin kasvulle on. Maatalouden N₂O-päästöt eivät juurikaan muutu maa- ja metsätalousministeriön Agenda 2007 -skenaariossa. Liikenteen suorien N₂O-päästöjen oletetaan kasvan maltillisesti.

3.5.5 Fluoratut hiilivedyt tai F-kaasut

Kioton pöytäkirjassa on kolme fluorikaasua (F-kaasut), jotka ovat HFC- ja PFC-yhdisteet sekä rikkiheksafluoridi (SF₆). F-kaasujen päästöt ovat kasvaneet viime vuosina voimakkaasti, kun yläilmakemien otsonikerrosta tuhoavia CFC- ja HCFC-yhdisteitä on korvattu HFC-yhdisteillä. F-kaasupäästöt ovat nykyisin noin 0,6 Mt CO₂-ekvivalenttia. Päästöjen arvioidaan olevan vuonna 2010 WM-skenaariossa noin 1,0 Mt CO₂-ekv. Kiinteiden sekä ajoneuvoihin asennettujen ilmastointi- ja kylmälaitteiden yleistymisen aiheuttaa pääosan päästöistä. Niiden osuus nykyisistä uusien kaasujen päästöistä on 65 prosenttia.

Taulukko 31. F-kaasut WM-skenaariossa vuosina 1990-2025, Mt CO₂-ekv.

	1990	2003	2010	2025
F-kaasut	0,09	0,65	0,99	1,31

3.6 WM-skenaarion herkkiystarkastelut

3.6.1 Herkkiystarkastelujen lähtökohdat ja tarkoitus

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

Seuraavissa luvuissa arvioidaan herkkiystarkastelujen avulla sitä, miten energian kulutus ja niiden myötä päästöt kehittyisivät, jos avainasemassa oleva energiavaltaisten toimialojen kasvunopeus poikkeaisi yhdellä prosenttiyksiköllä per vuosi WM-skenaariosta (WM+1% ja WM-1%).

Herkkiystarkasteluilla pyritään kuvaamaan sitä epävarmuusaluetta, johon muutokset energian kysynnän ja sitä kautta hiilidioksidipäästöjen kehitystä määrittävissä tekijöissä johtaisivat. Teollisuuden tuotannon kasvu on kansallisen energia- ja ilmastostrategian näkökulmasta suurelta osin annettu tekijä. Toisaalta voidaan kuitenkin todeta, että kansallisella energia- tai ilmastopolitiikalla voidaan vaikuttaa niihin kilpailukykytekijöihin, joilla on vaikutusta teollisuuden kehitysedellytyksiin.

3.6.2 Muutokset energiavaltaisten toimialojen kasvussa

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

Taulukko 32. Energiavaltaisten toimialojen kasvu WM-skenaariossa

Toimiala	Kasvu, %/vuosi 2005-2025
massa- ja paperiteollisuus	1,6
metallien valmistus	1,2
kemian teollisuus (pl. öljynjalostus)	1,3

Jos tuotannon vuotuinen kasvu vuodesta 2005 eteenpäin olisikin näillä toimialoilla yhden prosenttiyksikön suurempi tai pienempi kuin WM-skenaariossa, päädyttäisiin tuotannon tasoissa ja toimialojen sähkön kulutuksissa seuraavan aselman mukaiseen tilanteeseen.

Taulukko 33. Energiavaltaiten toimialojen tuotanto ja sähkön kulutus vuonna 2025.

	Tuotanto 2025 kun 2003=1,00			Sähkön kulutus, TWh		
	WM	WM +1%/v	WM-1 %/v	WM	WM +1%/v	WM-1 %/v
Massa- ja paperiteollisuus	1,52	1,85	1,25	35,8	43,6	29,4
Metallien valmistus	1,39	1,70	1,12	3,9	4,8	3,2
Kemian teollisuus	1,19	1,35	1,06	5,6	6,9	4,6

Kokonaispäästöjen osalta vertailu esitetään seuraavissa taulukoissa.

Taulukko 34. Kasvihuonekaasupäästöt WM-skenaariossa energiavaltaiten toimialojen kasvaessa 1%/v nopeammin, Mt CO₂-ekv.

	2003	2010	2025
Kokonaispäästöt, Mt CO ₂	85,5	82,6	97,3
Muutos vuodesta 2003, Mt	-	-3,0	11,8
Muutos vuodesta 2003, %	-	-3,5	13,8

Taulukko 35. Kasvihuonekaasupäästöt WM-skenaariossa energiavaltaiten toimialojen kasvaessa 1%/v hitaammin, Mt CO₂-ekv.

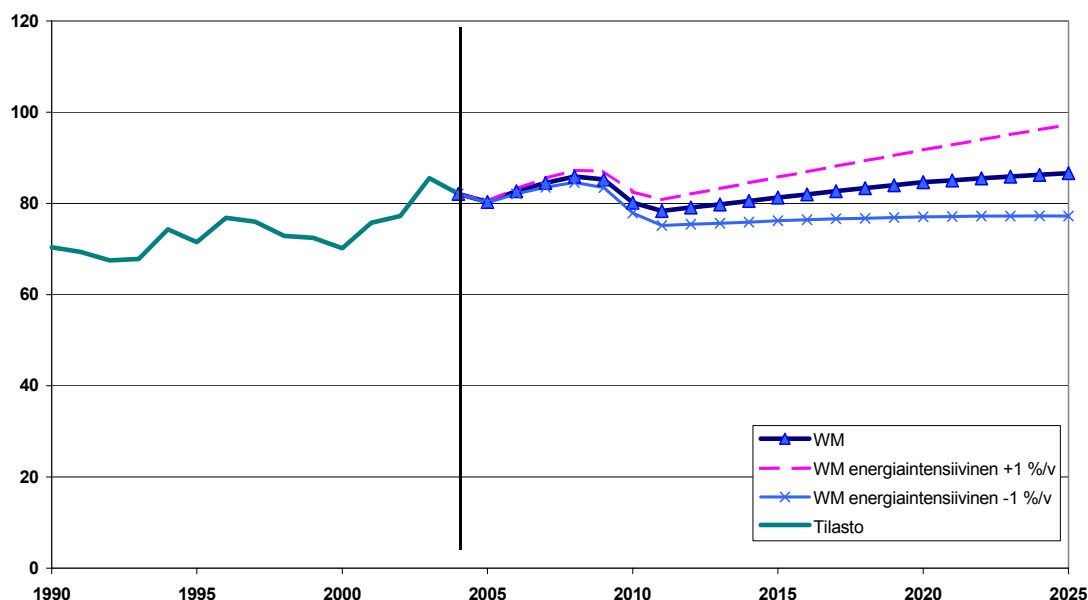
	2003	2010	2025
Kokonaispäästöt, Mt CO ₂	85,5	77,9	77,2
Muutos vuodesta 2003, Mt	-	-7,6	-8,3
Muutos vuodesta 2003, %	-	-8,9	-9,7

Laskelmissa on oletettu, että muiden toimialojen tuotannot (arvonlisäykset) olisivat samat kuin WM-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 kasvu WM:n 2,2 prosentista vain 0,1 prosenttiyksiköllä WM-1%-tarkastelussa. Todellisuudessa BKT kuitenkin supistuisi enemmän toimialojen keskinäisten riippuvuuksien ja niiden synnyttämien taloudellisten kerrannaisvaikutusten vuoksi.

3.6.3 Yhteenveto herkkyytstarkasteluista

Herkkyytstarkastelut osoittavat, että kasvihuonekaasupäästöt voivat vaihdella varsin laajoissa rajoissa tulevana parina vuosikymmenenä. Siinä tapauksessa, että energiavaltaiten toimialojen kasvu jää vaatimattomaksi, jäisivät kasvihuonekaasupäästöt selvästi pienemmiksi kuin WM-skenaariossa. Jos kehitys talouden kehitys olisi WM-skenaariossa mukainen, ylittäisivät kasvihuonekaasut kokonaisuudessaan kuitenkin kaudella 2008 – 2012 Kioton velvoitetason eli vuoden 1990 tason ja näyttäisivät kasvavan edelleen vuoteen 2025 saakka.

Erityisen selvästi kasvihuonekaasut ylittäisivät Kioton velvoitetason, jos energiavaltaiten toimialojen tuotanto kasvaisi oletettua nopeammin.



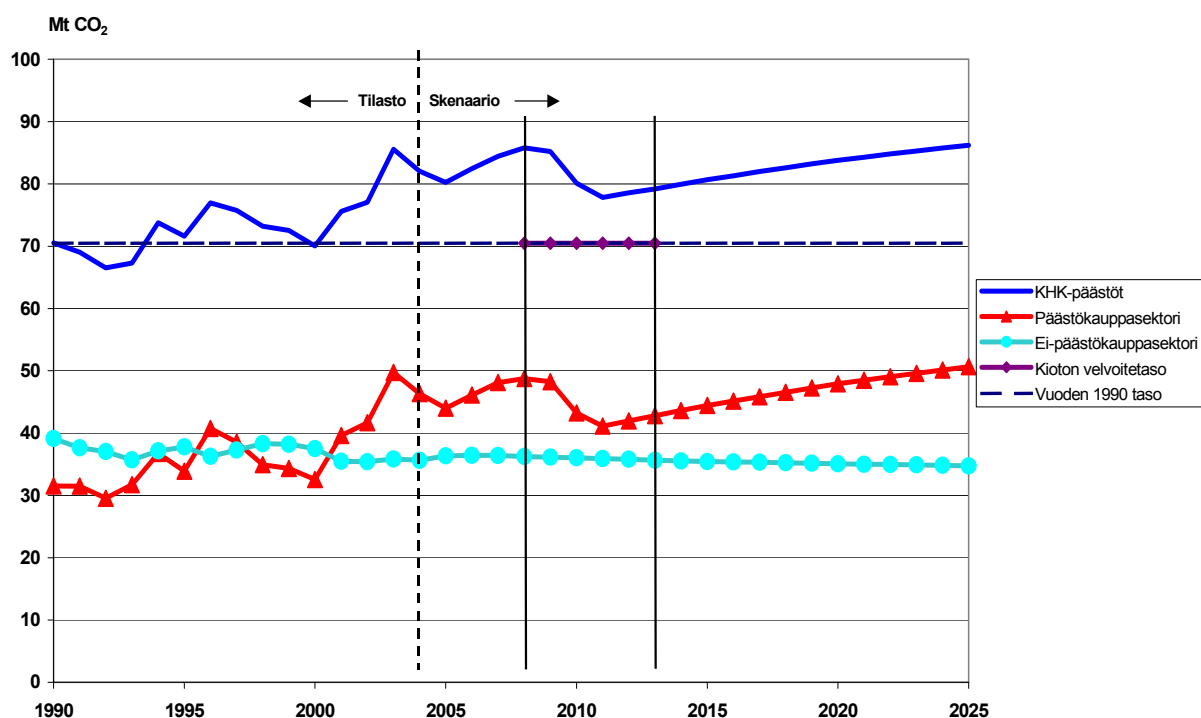
Kuva Y. Kasvihuonekaasupäästöt perusurassa ja eri herkkyystarkasteluilla, miljoonaa tonnia.

Taulukko 36. Kasvihuonekaasupäästöt perusurassa ja eri herkkyystarkasteluilla, Mt CO₂-ekv.

Herkkyystarkastelu	2010	2025
WM	79,3	85,4
WM energiantensiivinen teollisuus +1%/v	82,6	97,3
WM energiantensiivinen teollisuus -1%/v	77,9	77,2

3.7 Yhteenveto kokonaispäästöistä

Energian tuotannon ja kulutuksen hiilidioksidipäästöjen sekä muiden Kioton pöytäkirjan mukaisten päästöjen kehitys WM-skenaariossa on käy ilmi kuvasta 5. WM-skenaarion kasvihuonekaasupäästöt (KHK-päästöt) on eritelty päästökauppasektorin sektorin ja ei-päästökauppasektorin päästöihin.



Kuva 5. WM-skenaarion kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt sekä päästöt sektoreittain, milj. tonnia CO₂-ekv.

Kuvan 5 ja taulukon 37 mukaan päästökaupasektorin hiilidioksidipäästöt Kioton sitoumukaudella selvästi vuoden 1990 tason yläpuolella ja päästöjen odotetaan WM-skenaariossa kasvavan myös jatkossa. Lauhdevoiman päästöjen arvioidaan alenevan väliaikaisesti, kun uusi ydinvoimayksikkö tulee käyttöön. Sen jälkeen päästöt myös tällä sektorilla kasvaisivat, sähkön kulutuksen kasvun seurauksena. Päästöjen arvioidaan kasvavan tasaisesti tarkastelukauden aikana kaukolämmön tuotannossa ja kaikilla prosessiteollisuuden aloilla.

Taulukko 37. Päästökaupasektorin päästöt sektoreittain WM-skenaariossa vuosina 1990-2025, Mt ja %.

Sektori	Mt CO ₂ -ekv.				Osuudet, %			
	1990	2003	2010	2025	1990	2003	2010	2025
Lauhdevoima	5,3	17,5	7,1	11,3	17	35	16	22
Kaukolämpö	11,1	13,9	14,9	17,4	35	28	34	34
Massa- ja paperi	5,5	5,3	6,2	5,9	17	11	14	12
Rauta- ja teräs	4,8	6,0	6,8	7,4	15	12	16	15
Öljynjalostus	2,1	3,1	4,2	4,2	7	6	10	8
Mineraalien valmistus	2,2	2,2	2,5	2,8	7	4	6	5
Muu	0,6	1,5	1,6	1,7	2	3	4	3
Yhteensä	31,5	49,4	43,2	50,7	100	100	100	100

Päästökaupasektorin ulkopuolella päästöt ovat pysyneet vuoden tason alapuolella ja saman kaltaisen kehityksen odotetaan jatkuvat myös tulevana vuosina.

Taulukko 38. Ei-päästökauppasektorin päästöt ja päästöjen osuudet sektoreittain WM-skenaariossa vuosina 1990-2025, Mt ja %.

	Mt CO ₂ -ekv.				Osuudet, %			
	1990	2003	2010	2025	1990	2003	2010	2025
CO₂-päästöt								
Liikenne	12,0	12,5	13,3	13,0	31	33	35	35
Lämmitys	5,0	3,9	3,3	2,0	13	11	9	5
Muut sektorit	6,5	5,9	6,3	6,7	17	16	18	19
Muut päästöt	15,5	13,7	13,1	13,0	40	38	36	37
Yhteensä	39,0	36,1	36,0	34,7	100	100	100	100

Taulukossa 39 on koottu yhteen päästökauppasektorin ja ei-päästökauppasektorin kokonaispäästöt WM-skenaariossa. Päästöt kasvavat vain päästökauppasektorilla.

Taulukko 39. Kokonaispäästöt päästökauppa ja ei-päästökauppasektorilla sekä osuudet sektoreittain WM-skenaariossa vuosina 1990-2025, Mt ja %.

	Mt CO ₂ -ekv.				Osuudet, %			
	1990	2003	2010	2025	1990	2003	2010	2025
PK-sektori	31,5	49,4	43,2	50,7	45	58	55	59
EPK-sektori	39,0	36,1	36,0	34,7	55	44	48	44
Yhteensä	70,5	85,5	79,3	85,4	100	100	100	100

WM-skenaariion mukaisten päästöjen polttoainekohtainen tarkastelu näkyy taulukossa 40. Eri polttoaineiden osuus kokonaispäästöistä pysyy tarkastelukaudella melko tasaisena, joten mitään yksittäisiä lähteitä ei voi osoittaa päästöjen kasvun aiheuttajaksi.

Taulukko 40. Kasvihuonekaasupäästöt polttoaineittain WM-skenaariossa, Mt CO₂-ekv.

Polttoaine	Mt CO ₂ ekv.					Osuudet, %				
	2003	2010	2015	2020	2025	2003	2010	2015	2020	2025
Liikennepolttonesteet	12,2	13,0	12,9	12,8	12,7	14	16	16	15	15
Muu öljy	15,0	15,2	14,8	14,4	14,0	18	19	19	17	16
Kivihiili	18,1	9,6	9,9	12,3	14,0	21	12	12	15	16
Koksi ja masuunikaasu	4,7	5,3	5,6	5,8	6,0	6	7	7	7	7
Maakaasu	9,4	15	10,9	11,2	11,5	11	13	14	14	13
Polttoturve	10,3	9,7	10,1	10,6	11,2	12	12	13	13	13
Muut polttoaineet	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Muu CO ₂	2,9	3,6	3,7	3,7	3,8	3	5	5	5	45
Muut päästöt	12,3	11,8	11,5	11,5	11,7	14	15	14	14	14
Yhteensä	85,5	79,3	79,8	83,0	85,4	100	100	100	100	100

4 Lähestymistapoja päästövelvoitteen hoitamiseksi

Vuonna 2001 valmistuneessa ilmastostrategiassa lähtökohtana on saada päästöt alenemaan kotimaisin toimenpitein tavoitetasolle. Strategiassa ei huomioitu joustomekanismeja, EU:n päästökauppaa ja ns. Kioton mekanismeja, koska niiden käytännön toteutettavuudesta ei valmistelun aikana ollut tietoja. Kioton mekanismeihin kuuluvat valtioiden välinen päästökauppa sekä hankemekanismit, joita ovat yhteistoteutus (Joint Implementation, JI) ja puhtaan kehityksen mekanismi (Clean Development Mechanism, CDM). Joustomekanismit muuttavat merkittävästi niin laitosten, yritysten kuin valtionkin päästötaselaskentaa perinteisestä tavasta, jossa kukin maa pyrki tavoitteeseen pelkästään kotimaisin toimenpitein. Näiden uusien instrumenttien myötä päästöjä voidaan vähentää sekä kotimaassa että muualla maailmassa. Kasvihuonekaasupäästöjen globaalin vähentämistavoitteen kannalta on yhdentekevää missä päästöjä alueellisesti vähennetään.

4.1 Joustomekanismit

4.1.1 EU:n päästökauppa

Päästöoikeudet ja päästöoikeuden hinta

EU:ssa käynnistyi vuoden 2005 alussa kasvihuonekaasujen päästökauppa 13.10.2003 annetun direktiivin 2003/87/EY mukaisesti. Direktiivin piiriin kuuluvat keski- ja suurikokoiset energian tuotantolaitokset sekä tuntuva osa energiavaltaisesta prosessiteollisuudesta. Suomen on sisällyttänyt järjestelmään myös pienet energiaa tuottavat laitokset sellaisissa kaukolämpöverkoissa, joissa on ainakin yksi direktiivin piiriin kuuluva laitos. Aluksi direktiivi koskee hiilidioksidipäästöjä, mutta on mahdollista, että se myöhemmin laajennetaan kattamaan myös muita kasvihuonekaasupäästöjä.

Päästökaupan alettua kaupan piiriin kuuluvat laitokset eivät saa tuottaa hiilidioksidipäästöjä ilman kasvihuonekaasujen päästölupaa. Päästökauppalain soveltamisalaan kuuluvien laitosten toiminnanharjoittajien on ennen päästökaupan alkua haettava sijaintimaansa toimivaltaiselta viranomaiselta kasvihuonekaasujen päästölupa. Lupa on liittyä päästöjen seuranta- ja raportointivelvoitteita. Lupa on laitoskohtainen ja sen myöntää päästökauppaviranomainen, joka lain mukaan on Energiamarkkinavirasto.

Päästökauppadirektiivin mukaisesti jäsenvaltiot jakavat päästöoikeuksia direktiivin piiriin kuuluville toimijoille siten, että päästökauppasektorille kaudelle 2008 – 2012 sekä sitä edeltävälle ensimmäiselle päästökauppajaksolle 2005 – 2007 asetetut päästötavoitteet saavutetaan osana Kioton pöytäkirjan ja EU:n taakanjaon määrittämien kansallisten päästövähennystavoitteiden saavuttamista. Toimijoiden on palautettava toimivaltaiselle viranomaiselle todellisia päästöjään vastaava määrä oikeuksia vuosittain. Käytetyt oikeudet mitätöidään.

Ottaessaan käyttöön päästökauppajärjestelmän EU-maat jättivät osan päästöjä koskevien velvoitteidensa täyttämistavasta yhteisön alueella toimivien yritysten hoidettavaksi. Päästökaupan piiriin kuuluville yrityksille syntyy EU-tasolla tavallaan yhteinen päästötavoite, jonka ne päästökauppajärjestelmän avulla toteuttavat. Päästökaupan ulkopuolelle jäävien päästöjen rajoitta-

minen tavoitteiden mukaisesti jää edelleen jäsenvaltioiden huolehdittavaksi muilla toimenpiteillä.

EU:n päästökaupamallin toimintamekanismit muodostuvat jäsenmaiden liikkeelle laskemien päästöoikeuksien määrästä ja niillä käytävästä kaupasta. Kaupankäynnin yhteydessä syntyvä päästöoikeuden hinta määrittelee päästöjen vähentämisen taloudellisen perustan. Jos markkinoilta saatavat päästöoikeudet ovat taloudellisesti edullisempia kuin omassa tuotannossa tehtävät päästöjen vähentämistoimet, ei päästöjen vähentämiseen kannata itse ryhtyä, vaan edullisempaa on hankkia tarvittavat päästöoikeudet markkinoilta. Päästöoikeuden hinta määräytyy päästöoikeusmarkkinoilla kysynnän ja tarjonnan perusteella.

Päästöoikeuksien markkinatarjonnan kannalta merkittävin tekijä on EU:n alueella liikkeelle laskettujen päästöoikeuksien kokonaismäärä ja sen jakautuminen. Suomen osuus kokonaismäärästä on vähäinen. Suomen kansallisella päästöoikeuksien jaolla ei käytännössä näin ollen voida olennaisesti vaikuttaa päästöoikeuden hintaan.

Kansalliset päästötaseet päästökaupassa

Kun jäsenmaat liittyvät päästökauppajärjestelmään, ne osallistuvat samalla EU:n yhteiseen päästökaupasektorin päästötavoitteeseen ja ikään kuin luopuvat kansallisesta päästökaupasektorin tavoitteesta. Jäsenmaan päästökaupasektorin päästöjen ei tarvitse olla yhtä suuret kuin kansallisesti liikkeelle laskettujen päästöoikeuksien määrän. Joissakin jäsenmaissa todelliset päästöt ylittävät kansallisesti liikkeelle laskettujen päästöoikeuksien määrän ja toisissa taas syntyy saman suuruinen alitus. Ideaalitapauksessa päästöjen vähennykset tehdään siellä, missä se on edullisinta.

EU:n tyyppisessä päästökauppajärjestelmässä päästöjen vähentäminen jollain EU-alueen päästökaupasektorilla vapauttaa myyntiin vastaavan määrän päästöoikeuksia, jotka käytetään josain muualla päästöjen katteena. Kaupankäynnin yhteydessä päästöoikeuden hinta asettuu sellaiselle tasolle, että lähes kaikki liikkeellä olevat päästöoikeudet käytettäneen päästöjen kattamiseksi. Pieni osa päästöoikeuksista voi poistua kierrosta muista kuin taloudellisista syistä. Lisäksi spekulatiiviset tekijät voivat pitää aika ajoin päästöoikeuksia pois kierrosta. Päästöoikeuksien tallentaminen eli siirtäminen seuraavalle päästökauppajaksolle voisi vähentää päästöoikeuksien tarjontaa, mutta valtaosa jäsenmaista ei aio sallia päästöoikeuksien siirtämistä ensimmäiseltä toiselle päästökaupakaudelle.

Päästökaupan perusmekanismit, kuten korkea rangaistusmaksu, pitävät huolen siitä, että EU:n päästökaupasektorille asetettu päästötavoite saavutetaan, ts. päästöjen määrä ei ylitä liikkeelle laskettujen päästöoikeuksien määrää lisättynä Kioton hankemekanismien avulla hankituilla päästöoikeuksilla. Silloin kun päästökauppajärjestelmä toimii odotetulla tavalla, ovat EU-alueen päästökaupasektorin todetut päästöt tavoitteen suuruiset. Jos päästöt ylittävät tavoitteen, olisi järjestelmän valvonnassa puutteita. Jos päästöoikeuksia puolestaan olisi tarvetta enemmän, ei päästökauppa toimisi ja päästöoikeudet olisivat arvottomia. Tällaiseen tilanteeseen voidaan teoriassa joutua myös silloin, kun jokin muu energiapolitiikan toimenpide on ohjausvaikutukseltaan päästökauppaa vahvempi.

Päästökaupalla pyritään hoitamaan yksi energiapolitiikan keskeisistä tavoitteista eli energiantuotannosta aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen saattaminen kansainvälisten velvoitteidemme mukaisiksi. Hyvin toimiva päästökauppajärjestelmä ei kaipaakaan muita hiilidioksidipäästöjen alentamisen ohjaustoimenpiteitä päästötavoitteiden saavuttamiseen päästökaupasektorilla. Jos yhteiskunnan

tavoitteena olisi pelkästään päästöjen alentaminen, aiheuttaisivat muut toimet vain yhteiskunnallisten kustannusten nousua.

Jos jäsenmaat pyrkivät tehostamaan hiilidioksidipäästöjen alentamista päästökaupparektorilla muilla toimenpiteillä kuin päästökaupalla, ei näillä ole vaikutusta EU-alueen päästökaupparektorin päästöjen määrään. Päästöt pysyvät liikkeellä olevien päästöoikeuksien määrän suuruusina lisättyä Kioston mekanismeilla hankituilla päästöoikeuksilla. Tämä ei päde ainoastaan päästökaupparektoriin välittömästi kohdistuviin toimenpiteisiin, vaan myös samoilla avoimilla hyödykemarkkinoilla oleviin päästökaupan ulkopuolisiin toimintoihin kuten uusiutuvilla energialähteillä tapahtuvaan sähkön tuotantoon. Päästöoikeuden hintaa lisätoimet sen sijaan painavat alas päin vähentäen siten päästökaupan tehoa ja pienentäen muiden maiden kustannuksia.

4.1.2 Kioston mekanismit

Kioston pöytäkirjaan sisältyy päästöjen vähennyskeinoina kansainvälisesti toteutettavia joustomekanismeja, joiden tarkoituksena on lisätä pöytäkirjan joustavuutta ja kustannustehokkuutta sekä tukea isäntämaan kestävää kehitystä. Mikään maa ei voi kuitenkaan täyttää päästövähennysvelvoitteitaan yksinomaan mekanismeilla. Marrakeshissa hyväksytyissä Kioston pöytäkirjan toimeenpanosääntösuosituksissa, jäljempänä Marrakeshin sopimuksissa, todetaan, että sopimuspuolten on täytettävä velvoitteensa merkittävässä määrin kansallisin toimin. Sopimuspuolet voivat kuitenkin täydentää kotimaisia toimia joustomekanismeilla.

Kioston pöytäkirjan mukainen päästökauppa on valtioiden välistä päästökauppa, jota voivat käydä pöytäkirjan liitteessä B luetellut, pöytäkirjan sopimuspuolina olevat teollisuusmaat. Päästökauppa on periaatteessa sopimuspuolten välistä, mutta sopimuspuolet voivat valtuuttaa myös yrityksiä käymään päästökauppa. Yhteistoteutus ja puhtaan kehityksen mekanismi perustuvat hankeyhteistyöhön. Perusajatuksena on toteuttaa joko kehitysmaassa tai toisessa teollisuus- tai siirtymätalousmaassa kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä hanke, josta syntyneet päästövähennykset voidaan lukea ostajamaan hyväksi. JI-hankkeet ovat teollisuusmaiden välisiä. CDM-hankkeet toteutetaan kehitysmaassa.

Euroopan unionin tavoitteena on ollut kytkeä hankemekanismeilla (JI, CDM) hankittavat päästöhyvitykset osaksi unionin sisäistä päästökauppa. Tämä on toteutettu ns. linkkidirektiivin kautta. Direktiivi on tullut voimaan 13.11.2004. Direktiivi tulee panna täytäntöön jäsenvaltioissa viimeistään 12 kuukautta sen voimaantulon jälkeen. Linkkidirektiivillä muutetaan päästökauppadirektiiviä hankemekanismin osalta siten, että kaikki Kioston pöytäkirjan ratifioineet valtiot voivat olla mukana hanketoiminnoissa. Edellytyksenä ovat Kioston mekanismeja koskevien Kioston pöytäkirjan edellyttämien kansainvälisten ja kansallisten instituutioiden olemassaolo.

Linkkidirektiivi laajentaa EU:n päästökaupan piirissä olevien yritysten mahdollisuuksia saavuttaa päästötavoitteensa myös hankkimalla hankemekanismeilla päästövähennyksiä ja samalla se todennäköisesti alentaa niiden kokonaishankintakustannuksia. EU:n päästökaupan piirissä olevat toiminnanharjoittajat voivat hyödyntää CDM-hankkeista syntyviä sertifioituja päästövähennyksiä (CER) jo vuodesta 2005 alkaen ja JI-hankkeista syntyviä päästövähennysyksiköitä (ERU) vuodesta 2008 alkaen.

Jäsenvaltio päättää kauden 2008 – 2012 jakosuunnitelman valmistelun yhteydessä siitä, minkä verran laitokset voivat hyödyntää päästövähennysyksiköitä. Jakosuunnitelmat tulee toimittaa komissiolle kesäkuuhun 2006 mennessä. Mekanismin tulee täydentää kansallisia päästövähennys-

nystoimia (supplementarity). Tämä koskee sekä yleistä (valtion hankinnat) hankemekanismien käyttöä osana ilmastopolitiikkaa että toiminnanharjoittajien mahdollisuuksia käyttää hankemekanismeja EU:n päästökaupan piirissä. Merkittävä osa päästövähennyksistä tulee toteuttaa siten kansallisten toimien avulla. Huomionarvoista tässä yhteydessä on kuitenkin, ettei kansainvälisesti ole määritetty missä täydentävyyden raja konkreettisesti kulkee.

Suomen koeohjelma

Suomi on vuonna 1999 käynnistänyt Suomen CDM/JI -koeohjelman keräämään kokemuksia Kioton pöytäkirjaan sisältyvistä hankemekanismeista. Koeohjelman tavoitteena on ollut, paitsi yllä mainittujen kokemusten kerääminen, myös hankkeiden valmisteluun ja toteutukseen liittyvien hallinnollisten menettelytapojen luominen sekä selkeän ohjeiston laatiminen hankemekanismien käytöstä. Koeohjelman tarkoituksena on lisäksi ollut toteuttaa noin kymmenen JI- ja CDM-hanketta, jotka tuottavat päästövähennyksiä Suomelle. Osana koeohjelmaa Suomi on myös investoinut Maailmanpankin hallinnoimaan koeluontoiseen hiilirahastoon (Prototype Carbon Fund, PCF) sekä Itämeren alueen koeluerahastoon (Baltic Sea Region Testing Ground Facility, TGF).

Koeohjelman käyttöön on myönnetty yhteensä noin 20 miljoonaa euroa. Osana koeohjelmaa Suomi on investoinut noin 9 miljoonaa euroa Maailmanpankin hallinnoimaan koeluontoiseen hiilirahastoon sekä 1,75 miljoonaa euroa Itämeren alueen koeluerahastoon. Alustava, tämän hetken arvio nykyisten hankemekanismiaktiviteettien tuottamista, Kioto -kelpoisista (CER, ERU sekä AAU) päästövähennyksistä ensimmäisellä sitoumuskaudella (2008 – 2012) on yhteensä noin 2,0 Mt CO₂ ekv. Edellä mainitusta määrästä on jo laadittu sopimukset reilusta miljoonasta tonnista. Nämä päästövähennykset kattanevat muutaman prosentin Suomen päästövähennystarpeesta Kioton pöytäkirjan ensimmäisellä velvoitekaudella 2008 – 2012.

Valtion ja yritysten rooli

Ilmastopöytäkirja ja Kioton pöytäkirja velvoittavat ensisijaisesti valtiota, ts. valtiot ovat vastuussa velvoitteiden noudattamisesta. Joustomekanismien hyödyntämisen toteuttamistavasta riippuen valtiolla ja yrityksillä voi olla erilaisia tehtäviä. Valtioiden tehtäviin kuuluvat tarvittavien kansainvälisten sopimusten neuvottelut sekä selkeät viranomaistehtävät kuten rekisterin pitäminen, tarvittavien toimielinten asettaminen ja Kioton mekanismeja koskevien sääntöjen noudattamisen valvonta sekä toimijoiden valtuuttaminen toimimaan Kioton pöytäkirjan mukaisten mekanismien toimeenpanossa. Itse projektikohtaisen hankesuunnittelun ja toteutuksen voivat hoitaa joko valtio tai yritykset.

Valtio voi hankkia projektikohtaisilla mekanismeilla päästöyksiköitä tai ostaa päästökaupalla Kioton pöytäkirjan mukaisia sallittuja päästömääräyksiköitä nostaakseen Suomen päästökattoa. Tällöin päästöyksiköiden hankinnalle on osoitettava rahoitus, hankinta on organisoitava ja hankinnan periaatteet ohjeistettava joko lainsäädännön kautta tai muulla tavoin.

Valtio voi osallistua myös kansainvälisten Kioton mekanismien hyödyntämistä varten perustettujen rahastojen toimintaan tai muuhun kansainväliseen yhteistyöhön. Tällöin valtio suorittaa tarvittavat sijoitukset rahastoon tai muuhun kansainväliseen yhteistyöhön ja saa itselleen rahoitusosuuttaan vastaavat päästöyksiköt. Maksut rahoitettaisiin valtion budjetista.

Yritysten rooli hankemekanismien käytössä korostuu EU:n päästökaupan alkamisen ja linkkidi-
rektiivin myötä, sillä näiden odotetaan lisäävän toiminnanharjoittajien kiinnostusta mekanismien

käyttöä kohtaan. Linkkidirektiivin tultua voimaan päästökauppasektorin toiminnanharjoittajat voivat mekanismeilla hankkimillaan päästövähennysyksiköillä täyttää omaa päästöoikeuksien vajettaan. Tällöinkin tarvitaan viranomainen, joka Kioton pöytäkirjan sopimuspuolen eli valtion puolesta hyväksyy hankkeet CDM- tai JI-hankkeiksi sekä tarvittaessa valtuuttaa yritykset toimimaan CDM:ssä ja JI:ssä sekä hyväksyy hankemekanismeilla hankittujen päästöyksiköiden käytön EU:n päästökauppajärjestelmässä.

Paitsi silloin, kun yritykset linkkidirektiivin kautta tai muutoin suoraan itse ostavat päästövähennyksiä Kioton mekanismien mukaisista hankkeista, voi yrityksillä olla tärkeä rooli valtion tai jonkun muun suoraan toteuttamissa hankkeissa. Suomalainen yritys voi esimerkiksi olla mukana hankkeessa investoijana, rakentajana, teknologian viejänä tai konsulttina. Päästövähennysten ostaja on kuitenkin tässä tapauksessa muu kuin kyseinen yritys.

Yritykset ja rahoituslaitokset voivat myös olla hankemekanismeissa osallisina, mikäli valtio päättää antaa päästövähennysten hankintaprosessin tai valtion kansainvälisen päästökaupan hoitamisen jonkin yrityksen tai rahoituslaitoksen hoidettavaksi.

Lisäksi yritykset ja rahoituslaitokset voivat olla toimijoina kansainvälisillä markkinoilla ja esimerkiksi myydä eteenpäin hankkimansa päästöyksiköt, jotka voivat olla joko yrityksen tai laitoksen itse toteuttaneista hankkeista syntyneitä päästövähennyksiä tai muutoin kansainvälisiltä markkinoilta ostettuja päästöyksiköitä.

Yritysten rooli ja toimintamahdollisuudet riippuvat näin ollen ainakin osittain siitä, kuinka valtio päättää järjestää hankemekanismeihin osallistumisen.

4.2 Päästösitoumusten toteuttaminen

Joustomekanismien käyttöönotto kansainvälisen ja kotimaisen ilmastopolitiikan välineiksi muuttaa huomattavasti perinteisten päästövähennystoimien roolia ilmastostrategiassa. Uusien välineiden myötä osallistuminen päästöjen vähentämiseen kotimaan ohella myös ulkomailla on tullut mahdolliseksi. Päästöjen vähentämisen painopisteen suuntautuminen kotimaahan tai ulkomaille riippuu hyvin pitkälle päästöoikeuden hinnasta.

Kioton pöytäkirjan ratifioineilla liitteessä B luetelluilla mailla on käytössään tietty määrä sallittuja päästömääräyksiköitä (AAU, Assigned Amount Unit) vuosien 2008 – 2012 sitoumuskaudella. Suomella on käytössään 352,5 milj. tonnin suuruinen määrä päästömääräyksiköitä eli vuositasolla keskimäärin 70,5 milj. tonnia. Valtio päättää miten tämä määrä jaetaan päästökauppasektorin laitosten ja päästökauppaan kuulumattomien toimijoiden kesken. Edellä kuvatussa WM-skenaariossa on huomattu, että käytössä olevat päästömääräyksiköt eivät riitä kattamaan Suomen päästöjä Kioton sitoumuskaudella. Tulevilla sitoumuskausilla päästömääräyksiköitä lienee entistä vähemmän käytettävissä.

Valtion vastuulla on luonnollisesti kansallisesta päästötaseesta huolehtiminen. Käytännössä vastuu jakautuu valtion ja päästökauppasektorin yritysten kesken sen jälkeen kun valtion päästömääräyksiköistä on erotettu ja jaettu päästökauppasektorille päästöoikeuksina niiden osuus. Valtio vastaa päästökauppasektorin ulkopuolisesta päästötaseesta ja päästökauppasektorin yritykset omista päästötaseistaan.

Valtion velvollisuutena on huolehtia, että sillä on käytettävissään tarpeellinen määrä päästömääräyksiköitä ei-päästökauppasektorin päästöjen kattamiseksi sitoumuskauden jälkeen. Kioton sitoumuskauden taseiden yhteenvedo tehdään vuosina 2013 – 2014. Ei-päästökauppasektorin päästöjen alentamiseksi valtio käyttää perinteisiä politiikkatoimenpiteitään tai myös Kioton mekanismeja, mikäli se on kustannustehokkaampaa. Luvussa 5.5 tarkastellaan valtion osallistumista Kioton mekanismien käytön kansantalouden tehokkuuden kannalta.

Nykytilanteessa päästösitoumusten toteuttaminen on lähtökohdiltaan hyvin suoraviivaista: valtion käytössä olevat päästömääräyksiköt jaetaan päästökauppasektorille ja valtio jättää omalle tililleen osuuden ei-päästökauppasektorin päästöjen kattamiseksi. Lisäksi on tehtävä päätökset Kioton mekanismien käytöstä. Luonnollisesti päätöksiin liittyy merkittävä määrä reunaehtoja, jotka on huomioitava. Tällaisia ehtoja syntyy kansantalouden kilpailukyvyn näkökulmasta, energiapolitiikan tavoitteista, aluepolitiikan ulottuvuuksista ja valtionalouden näkökulmasta.

4.3 Kioton sitoumuskausi

Päästöt Kioton sitoumuskaudella

Kioton sitoumuskaudella vuosina 2008 – 2012 WM – skenaarion mukaiset päästöt ovat Suomessa yhteensä 403,5 milj. tonnia hiilidioksidiekvivalenttia ja keskimäärin 80,7 milj. tonnia vuodessa. Päästökauppasektorin (PKS) laitosten hiilidioksidipäästöt olisivat arvion mukaisesti noin 223,5 milj. tonnia koko kaudella ja keskimäärin 44,7 milj. tonnia vuositasona. Päästökaupan ulkopuolisten sektoreiden (EPKS) päästöt olisivat kokonaisuudessaan noin 176 milj. tonnia ja keskimäärin 36,0 milj. tonnia vuodessa. Päästöjen kehitys vuositasona näkyy alla olevassa taulukossa. Päästökauppasektorin päästöt koskevat vain hiilidioksidia.

Taulukko 41. WM - skenaarion mukainen päästöjen kehitys Suomessa vuosina 2008 – 2012, milj. tonnia hiilidioksidiekvivalenttia.

	2008	2009	2010	2011	2012	Yhteensä	Keskimäärin vuodessa
PKS (CO ₂)	48,8	48,2	43,2	41,1	41,9	223,5	44,7
EPKS	36,2	36,1	36,0	35,9	35,8	180,0	36,0
- CO ₂	22,9	22,8	22,8	22,8	22,7	113,0	22,8
- Muut kaasut	13,3	13,2	13,1	13,1	13,1	65,7	13,1
Yhteensä	85,0	84,4	79,3	77,0	77,7	403,5	80,7

Suomen kasvihuonekaasupäästöt alenevat kahdeksalla miljoonalla tonnilla vuosien 2008 ja 2012 välisenä aikana. Päästöt vähentyvät lähes yksinomaan päästökauppasektorilla. Muilla sektoreilla päästöt alenevat vain 0,4 milj. tonnia vastaavana aikana. Päästökauppasektorin tuotantomuodon mukainen päästökehitys Kioton sitoumuskaudella on esitetty taulukossa 42, josta käy ilmi, että päästöt vähenisivät vain lauhdevoiman tuotannossa. Rakenteilla oleva uusi ydinvoimala valmistuu vuosina 2009 – 2010 ja syrjäyttäisi hiililauhdevoiman tuotantoa.

Taulukko 42. Päästökauppasektorin CO₂-päästöt tuotantomuodon mukaisesti vuosina 2008 – 2012 WM – skenaariossa, milj. tonnia CO₂.

	2008	2009	2010	2011	2012	Yhteensä	Keskimäärin vuodessa
A. Teollisuuden prosessipäästöt	13,5	13,7	13,9	14,0	14,0	69,2	13,8
B. Teollisuuden energiantuotanto	7,2	7,3	7,3	7,3	7,3	36,4	7,3
C. Kaukolämpö-sektori	14,7	15,0	14,9	15,0	15,2	74,7	14,9
D. Lauhdevoiman tuotanto	13,3	12,3	7,1	4,9	5,5	43,1	8,6
Yhteensä	48,8	48,2	43,2	41,1	41,9	223,5	44,7

Päästökauppasektorin ulkopuolisten alojen arvioidut päästöt Kioton sitoumuskaudella esitettiin taulukossa 36 jaoteltuna hiilidioksidipäästöihin ja muihin päästöihin. Taulukossa 43 hiilidioksidipäästöt on esitetty sektoreittain ja taulukossa 39 muut päästöt on esitetty kaasuittain.

Taulukko 43. EPKS:n hiilidioksidipäästöt tuottavan sektorin mukaisesti, milj. tonnia CO₂.

	2008	2009	2010	2011	2012	Yhteensä	Keskimäärin vuodessa
Liikenne ¹	13,2	13,3	13,3	13,3	13,3	65,3	13,3
Lämmitys	3,4	3,3	3,2	3,2	3,1	16,2	3,2
Kaukolämpö	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	2,8	0,6
Maatalous ja rakentaminen ²	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	17,2	3,4
Teollisuus	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	11,5	2,3
Yhteensä	22,9	22,8	22,8	22,8	22,7	113,0	22,8

¹ Liikenteen päästöihin sisältyy myös eräiden työkoneiden päästöjä

² Maatalouden ja rakennustoiminnan työkoneiden päästöt mukana

EPKS:n hiilidioksidipäästöistä yli puolet syntyy liikenteessä. Talokohtaisen lämmityksen – lähes kokonaisuudessaan öljylämmitystä – päästöt ovat WM – skenaariossa runsas kolme miljoonaa tonnia hiilidioksidia vuodessa vuosina 2008 – 2012.

Taulukko 44. EPKS:n muut kaasut vuosina 2008 – 2012 WM – skenaariossa, milj. tonnia CO₂-ekvivalenttia.

	2008	2009	2010	2011	2012	Yhteensä	Keskimäärin vuodessa
CO ₂	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	6,6	1,3
Metaani	4,5	4,4	4,3	4,3	4,2	21,6	4,3
Dityppioksidi	6,6	6,6	6,5	6,5	6,5	32,6	6,5
Uudet kaasut	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	4,9	1,0
Yhteensä	13,3	13,2	13,1	13,1	13,1	65,7	13,1

Hiilidioksidipäästöt aiheutuvat pääasiassa turvetuotantosoiden sekä polttoainevarastojen haihtumisista ja hävikeistä. Metaanipäästöistä valtaosa syntyy jätehuollossa ja maataloudessa. Dityppioksidipäästöistä hieman vajaa puolet on peräisin maataloudesta, muihin päästölähteisiin kuuluu muun muassa typpihapon valmistus.

Päästöoikeuksien vaje ja vähennysvelvoitteet Kioton sitoumuskaudella

Suomella on käytössä Kioton sopimuskauden alussa 352,5 milj. tonnin määrä päästömääräyksiköitä (AAU). Määrä on 70,5 milj. tonnia keskimäärin vuodessa. WM-skenaarion päästöt ovat yhdessä nieluvaikutuksen kanssa 408,0 milj. tonnia eli 81,6 milj. tonnia vuodessa keskimäärin. Luvussa 4 esitettyjen päästöarvioiden mukaan Suomen päästöt nousisivat vuosina 2008 – 2012 keskimäärin 80,7 milj. tonniin. Lisäksi kasvihuonekaasunielujen käsittelystä tulisi Suomen taaseeseen 0,9 milj. tonnin vuosittainen lisärasite. Päästöt ylittäisivät Suomen käytössä olevat päästömääräyksiköt näin ollen 11,1 milj. tonnilla keskimäärin vuosittain ja koko sitoumuskaudella 55,5 milj. tonnilla.

Taulukko 45. WM-skenaarion päästöt ja käytettävissä olevat AAU:t , milj. tonnia.

	Keskimäärin vuodessa, milj. tonnia	Vuosina 2008 – 2012 yhteensä, milj. tonnia
WM – skenaario		
- PKS	44,7	223,5
- EPKS	36,0	180,0
Nielujen vaikutus	0,9	4,5
Yhteensä	81,6	408,0
Käytettävissä olevat AAU:t	70,5	352,5
Vaje	11,1	55,5

Valtion on tehtävä suunnitelma Kioton kauden päästövajeen hoitamiseksi jo vuoden 2006 kesäkuun loppuun mennessä, jolloin EU:n päästökauppaan liittyvä vuosien 2008 – 2012 kansallinen jakosuunnitelma on toimitettava komissiolle. Jakosuunnitelmasta on käytävä ilmi päästökaupasektorin yrityksille jaettavien päästöoikeuksien kokonaismäärä ja sen jakautuminen laitoksille sekä valtion osallistuminen Kioton mekanismien käyttöön.

Päästömääräyksiköiden osoittaminen sektoreille

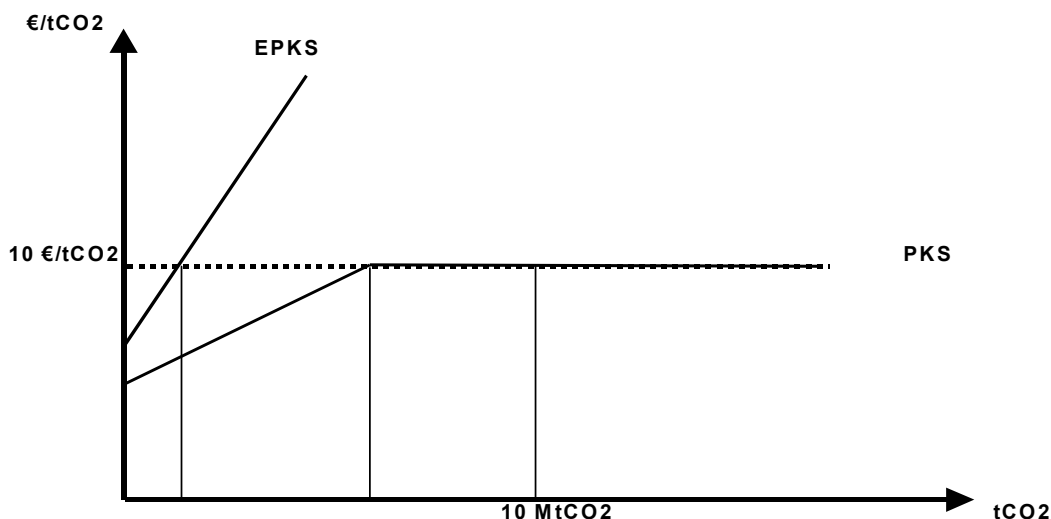
Kioton sitoumuskaudella käytössä olevat päästömääräyksiköt, 352,5 milj. tonnia, eivät riitä kattamaan syntyviä päästöjä ellei kotimaisia päästöjä selvästi leikata tai hankita lisää päästömääräyksiköitä ulkomaisilla päästöjen vähennystoimilla. Kun käytössä olevia päästömääräyksiköitä osoitetaan päästökaupasektorin ja ei-päästökaupasektorin päästöjen katteeksi, on selvää, että kaikille toimijoille niitä ei riitä tarpeen mukaan. Päästömääräyksiköiden jaossa eräänä keskeisenä lähtökohtana voisi olla päästövelvoitteiden hoidon kustannustehokkuus eri sektoreilla. Ilmastot- ja energiastrategian taustaksi teetetyissä selvityksissä¹ päästöjen vähentämisen kustannuksia pyrittiin arvioimaan.

VTT:n selvityksessä arvioitiin paljonko Kioton sitoumuskaudella vuositason käytettävissä olevista 70,5 päästömääräyksiköistä olisi osoitettava päästökaupasektorille ja ei-päästökaupasektorille, kun otetaan huomioon kotimaassa tehtävien päästövähennysten kustannukset. Selvityksen mukaan kummallekin sektorin päästöjen katteeksi tulisi tällä perusteella varata 35,2 milj. tonnin edestä päästömääräyksiköitä vuositason. Tulos merkitsisi sitä, että näiden lähtökohtien perusteella päästökaupasektorille jaettavien päästöoikeuksien määrä jäisi noin 10 milj. tonnia vuodessa pienemmäksi kuin WM-skenaarion tarvelaskelma osoittaa. Ei-päästökaupasektorilla vaje jäisi noin miljoonaan tonniin. Tulokset ovat luonnollisesti suuntaa

¹ VTT, 2005 b

antavia, koska mallilaskelmissa kaikkia kustannuksia tai mahdollisia politiikkatoimenpiteitä ei voida huomioida.

Tulokset eivät oleellisesti muutu, vaikka päästökauppa otettaisiin huomioon päästökauppasektorin toimenpiteenä. Ei-päästökauppasektorin suhteellista kustannustehottomuutta korostaakin se, että sektorilla olevat toimijat eivät voi alentaa päästövähennyskustannuksia joustomekanismeilla. Vastaavanlaisia tuloksia on saatu teetetyissä kansantaloudellisissa selvityksissä². Päästökauppasektorin ja ei-päästökauppasektorin päästöjen vähennyksen kustannuksia on kuvattu alla olevassa kuvassa.



Kuva 6. Periaatekuva päästöjen vähentämisen rajakustannuksista päästökauppa- ja ei-päästökauppasektoreilla

Yllä olevassa kuvassa on vaaka-akselilla päästövähennysten määrä ja pystyakselilla vähennyksistä aiheutuvat kustannukset. Ei-päästökauppasektorin (kuvassa EPKS) päästöjen vähentämiskustannukset nousevat korkeiksi jo varsin vähäisillä päästövähennysmäärillä.

Päästökauppasektorin (kuvassa PKS) vähentämiskustannukset kohoavat selvästi loivemmin kuin ei-päästökauppasektorin. Lisäksi EU:n päästökauppa ja Kioton hankemekanismit leikkaavat vähennyskustannuksia. Kuvassa on oletettu EU:n päästökaupan päästöoikeuden hinnaksi 10 €/tCO₂. Jos kotimaiset päästövähennyskustannukset ylittävät päästöoikeuden hinnan, kannattaa päästöjen vähennykseen osallistua päästökaupan välityksellä muualla. Kotimaisia vähennyskustannuksia kuvaava suora kääntyykin päästöoikeuden hinnan saavutettuaan horisontaaliseksi ja päästöjen lisävähennykset tehdään päästökaupassa.

Edellä mainitussa VTT:n selvityksessä arvioitiin energiamallilaskelmien perusteella kustannustehokkainta tapaa päästöoikeuksien allokoimiseksi päästökauppasektorin keskeisille toimijoille. Selvityksen perusteella päästöoikeuksia tulisi jakaa päästökauppaan kuuluville teollisuusyrityksille lähes tarpeen mukaan, seuraavaksi eniten kaukolämmön tuotannolle ja erilliselle sähkön tuotannolle suhteellisesti vähiten.

Kioton mekanismien käyttö kansantalouden näkökulmasta

² VATT, 2005

Yllä olevassa esimerkkikuvassa kustannustehokkain tapa Suomen päästövelvoitteen toteuttamiseksi olisi asettaa ei-päästökauppasektorille noin miljoonan tonnin päästöjen vähennysvelvoite, jonka saavuttamista ohjattaisiin valtiovallan toimenpiteillä, kuten verotuksella, tukipolitiikalla ja normeilla. Päästökauppasektorin ja valtion osalle jäisi velvoitteen loppuosan hoitaminen.

Kioton mekanismien käytön keskeinen tavoite on toteuttaa päästöjen vähennykset mahdollisimman kustannustehokkaasti. Valtioiden lisäksi myös yritykset voivat toteuttaa JI- ja CDM-hankkeita. Valtioiden välisen päästökaupan pelisäännöt ovat kuitenkin vielä jossain määrin sopimatta.

Keskeinen ilmastopolitiikan linjaus on valtion osallistuminen Kioton mekanismien käyttöön. Päästöjen vähennyskustannukset eivät ole etukäteen tiedossa, joten päätöksen täytyy perustua kustannusarvioihin. Valtio on vastuussa päästövähennysvelvoitteen täyttymisestä ei-päästökauppasektorin osalta ja mahdollinen vähennysvelvoitteen ylitys joudutaan hankkimaan mekanismeilla eli esimerkiksi valtioiden välisen päästökaupan avulla. Valtio ei voi myöskään olla täysin passiivinen mekanismien käytössä, koska sen on luotava tarvittavat sopimuspiteet mekanismien käytölle.

Eri konsulttiselvitysten mukaan Kioton mekanismeilla saatavien päästövähennysten hinnat olisivat luokkaa 5 €/tCO₂. JI – hankkeiden arvioidaan olevan jonkin verran kalliimpia (keskimäärin noin 6,5 €/tCO₂) kuin CDM – hankkeiden (keskimäärin noin 4 €/tCO₂). Hankkeiden kustannukset vaihtelevat kuitenkin huomattavasti ja JI – ja CDM – hankkeiden käyttöön liittyy suurehko epävarmuus päästövähennyksen lopullisesta hinnasta. Suomen valtio on investoinut koe-ohjelmiin noin 20 miljoonaa euroa. Tämän hetkisen arvion mukaan investoinnilla saadaan Kioton sopimuskaudelle päästövähennyksiä noin 2,0 MtCO₂ eli hieman noin 0,4 milj. tonnia vuodessa.

Kioton mekanismien käyttöä rajoittaa vaatimus, jonka mukaan mekanismien tulisi olla täydentäviä toimenpiteitä muille toimille. Täydentävyyden vaatimusta ei ole määriteltä täsmällisesti, mutta tässä on oletettu, että valtion ja yritysten yhteen lasketut Kioton mekanismeilla toteutetut toimenpiteet eivät ylittä 50 prosenttia päästöjen vähennystarpeesta. Tämä merkitsisi sitä, että mekanismeilla voitaisiin osallistua päästöjen vähentämiseen vuosittain Kioton sitoumuskaudella enintään noin 5,5 milj. tonnin edestä. Mikäli valtio osallistuisi koko määrällä, ei yrityssektori voisi enää käyttää Kioton mekanismeja hyväksi. Tämä ei olisi järjestelmän perusajautusten mukaista, jonka vuoksi valtion on jätettävä tilaa myös yritysten mekanismien käytölle.

Strategian taustaselvityksissä³ tarkasteltiin valtion osallistumista Kioton mekanismeihin kansantalouden kannalta. Tarkastelu tehtiin kahdelle ajanjaksolle, Kioton sitoumuskaudelle ja vuodelle 2025, jolloin sitoumusvelvoitteen oletettiin olevan 30 prosenttia tiukempi kuin Kioton sitoumuskauden velvoite. Tutkimuksen selvä viesti on, että kansantalouden suorituskyvyn kannalta valtion osallistuminen Kioton mekanismien käyttöön ilmastopolitiikan välineenä on sitä tärkeämpää mitä vaativampi on Suomen sitoumusvelvoite. Vuosina 2008 – 2012 merkittäviä kansantaloudellisia vaikutuksia ei vielä ollut. Tutkimuksen tuloksia tarkastellaan tarkemmin luvussa 7.

Edellä esitetyn perusteella eräs mahdollisuus päästöoikeuksien vajeen kattaminen Kioton sitoumuskaudella voisi olla seuraavan kaltainen:

³ VATT, 2005

• Ei-päästökauppasektorin velvoite	1,0	milj. tonnia
• Valtion osallistuminen mekanismeihin	2,0	milj. tonnia
• Valtion koeohjelman tulokset	0,4	milj. tonnia
• Päästökauppasektorin velvoite	7,7	milj. tonnia
• Yhteensä	11,1	milj. tonnia

Kioton kauden jälkeisten mahdollisten sitoumusvelvoitteiden vaikutuksia arvioidaan luvussa 7.

5 WAM-skenaario

5.1 Keskeiset lähtökohdat

Edellisessä luvussa kuvattiin menettelyjä, joilla kasvihuonekaasupäästöihin liittyvät tavoitteet voidaan saavuttaa. Menettelyjen vaikutuksiin muille aloille, kuten energiapolitiikan, aluepolitiikan tai valtiontalouden tavoitteisiin ei otettu kantaa. Tässä luvussa muodostetaan skenaario, jossa arvioidaan kehitystä energia-alalla ja muilla sektoreilla vuoteen 2025 saakka uudessa toimintaympäristössä.

Vaikutuksia pyritään peilaamaan energiapolitiikan keskeisiin tavoitteisiin, joita ovat energian saatavuuden turvaaminen, energian kilpailukykyinen hinta ja syntyvien päästöjen pitäminen kansainvälisten sitoumusten rajoissa. Viimeksi mainittu tavoite täyttyy kasvihuonekaasupäästöjen osalta luvussa 5 esitetyillä keinoilla. Muita energiapolitiikkaan vaikuttavia tavoitteita ovat ympäristöhaittojen vähentäminen ja kestävä kehityksen periaatteisiin sopeutuminen. Lisäksi tuontienergian hinta- ja saatavuusnäkömät vaikuttavat energiapolitiikkaan.

Kansantalouden kehitykseen liittyvät lähtökohdat ja energian maailmanmarkkinahinnat WAM-skenaariossa oletettu kutakuinkin samaksi kuin WM-skenaariossa. Myös ydinvoiman, vesivoiman, maakaasuverkoston ja sähkön tuontikapasiteetin osalla skenaariot ovat yhteneväiset. Erot skenaarioiden välille syntyvät politiikan lohkolla. WAM-skenaarioon on sisällytetty uusina politiikkatoimina EU:n päästökauppa ja Kioton mekanismit. Nykyiset energiaverot ja valtion budjetin kautta tuleva tukirahoitus on pidetty samana kuin WM-skenaariossa. Energiaverojen merkitystä päästökaupan oloissa on tarkasteltu erikseen energiapolitiikan tavoitteiden kannalta.

Taulukko 46. Oletukset politiikkatoimista WAM-skenaariossa.

	2005 -> 2007	2008 -> 2012	2013 -> 2025
Julkinen edistämispäpanostus:			
- uusi teknologia	kasvua	kasvua	kasvua
- nykYTEknologia	vähenee	vähenee	vähenee
- energiansäästö	kasvua	kasvua	kasvua
Energiaverot, normit	muutoksia nykyiseen verotukseen	muutoksia nykyiseen verotukseen	muutoksia nykyiseen verotukseen
EU:n päästökauppa	voimassa	voimassa	voimassa
-päästöoikeuden hinta	15 €/tCO ₂	20 €/tCO ₂	20 €/tCO ₂
Mekanismit	CDM käytössä, koeohjelma	kaikki käytössä, valtio osallistuu	kaikki käytössä, valtio osallistuu

Päästöoikeuden hinta määräytyy päivittäin markkinoilla, joten sen kehityksestä täytyy skenaariolaskennassa tehdä arvio. Päästöoikeuden hinnan oletetaan olevan vuosien 2005 – 2007 aikana keskimäärin 15 €/tCO₂ ja 20 €/tCO₂ Kioton sitoumuskaudella ja siitä eteenpäin. Päästöoikeuden hinnan vaikutuksesta tuloksiin tehdään herkkyystarkastelu.

Kioton mekanismien käytöllä voidaan alentaa jossain määrin ilmastopolitiikan kustannuksia, jolloin kansantalouden aktiviteetti nousisi vilkkaammaksi kuin ilman mekanismien käyttöä.

Energian kulutus ja päästöt kohoaisivat talouden kasvun myötä. Tärkeimmät energia- ja päästötaseen rakenteeseen vaikuttavat tekijät ovat kuitenkin päästöoikeuden hinta, energian maailmanmarkkinahinnat sekä harjoitettu energiapolitiikka. Tämän vuoksi mekanismien vaikutuksia ei ole selvitetty energiataseen kannalta, vaan on keskitytty niiden käytön kansantaloudellisiin vaikutusarvioihin, jotka esitetään luvussa 7.

5.2 Energiapolitiikan keinot

Energiapolitiikan tavoitteiden edistämiseksi valtiovalta on käyttänyt erityyppisiä ohjauskeinoja, joista tärkeimpiä ovat olleet:

- energiaverotus ja siihen sisältyvät tuet
- energiainvestointien avustukset
- metsähakkeen hankintaan liittyvät tuet
- teknologian kehittämisen tukeminen
- säädökset ja määräykset
- sopimusjärjestelmät
- tiedotus, koulutus ja neuvonta.

Energian tuotannon ohjaamisen kannalta merkittävimmät ohjauskeinot ovat olleet energiaverotus, investointituet sekä teknologian kehittämisen tukeminen. Säädöksiin säännellään suoraan vain ydinvoiman rakentamista, mutta ympäristölainsäädännöllä vaikutetaan laajemminkin energiantuotantoon.

EU:n päästökauppa on uusi yhteisötason toimenpide kasvihuonekaasupäästöjen alentamiseksi. Se alkoi Euroopan unionissa vuoden 2005 alussa. Järjestelmään kuuluvat olennaisesti päästöjä aiheuttavan toiminnan luvanvaraisuus ja päästöoikeuksien rajoittaminen kiintiöin. Päästökaupparjestelmän kautta valikoituvat ne kohteet ja alueet, missä vähennystoimien toteuttaminen EU-alueella on taloudellisesti edullisinta. Kun otetaan käyttöön uusi, energiatalouden kannalta hyvin merkittävä ohjauskeino kuten päästökauppa, joudutaan harkitsemaan, mitä vaikutuksia sillä on energiapolitiittisten tavoitteiden kannalta ja missä määrin perinteisiä ohjauskeinoja tarvitaan sen rinnalla tavoitteisiin pääsemiseksi. Näitä kysymyksiä selvitettiin kauppa- ja teollisuusministeriön asettamassa työryhmässä⁴.

Alla olevassa taulukossa on tarkasteltu eri ohjauskeinojen vaikutusten pääpiirteittäistä kohdentumista.

⁴ Kauppa- ja teollisuusministeriö, 2004 a

Taulukko 47. Käytössä olevien taloudellisten ohjauskeinojen pääasiallinen kohtaantuminen

	Energian hankinnan rakenne	Energian kulutus	Muut tavoitteet
Energiaverojärjestelmä			
- CO ₂ -vero	+	+	
- CO ₂ -veron alennukset	+		
- Sähköverotuet	+		
- Sähkövero		+	
Investointiavustukset			
- PK-sektori	(+)		+
- EPK-sektori	+		+
Muut avustustoimet		+	
EU:n päästökauppa			
- Päästöoikeuden hinta	+		
- Päästöoikeuksien jakotapa			+

Kun taloudellisilla ohjauskeinoilla pyritään vaikuttamaan energian hankinnan rakenteeseen, on taustalla useanlaisia tavoitteita, kuten ympäristötavoitteet, kotimaisten ja uusiutuvien energialähteiden edistäminen sekä energian hankinnan varmuuden edistäminen. Hintaohjauksella pyritään vaikuttamaan kestävä kehityksen tavoitteiden mukaisesti myös energian kulutukseen. Muihin tavoitteisiin kuuluu mm. uuden energiateknologian edistäminen.

Energiaverojärjestelmän ohjausvaikutus kohdentuu pääasiassa energian hankinnan rakenteeseen ja energian kulutukseen. Investointiavustusten ohjausvaikutus kohdentuu päästökauppasektorilla (PK-sektori) tuettavien investointien kannattavuuden parantamiseen. Kyseisissä investoinneissa energiantuotanto perustuu useimmiten monipolttoainekattiloihin, jolloin tuotannossa käytettävät polttoaineet valitaan kulloisenkin markkinatilanteen mukaisesti. Investointiavustuksia myönnettäessä laitoksia on käytännössä erittäin hankala sitouttaa johonkin tiettyyn polttoainerakenteeseen. Investointiavustuksia ei näin ollen voida käyttää tehokkaasti esimerkiksi bioenergian edistämässä suurissa kohteissa. Pienemmissä kohteissa, usein päästökauppasektorin ulkopuolella, joissa vaihtoehtoina on fossiilinen tai uusiutuva polttoaine, investointiavustuksilla voidaan ohjata myös polttoainekäyttöä.

Muilla avustustoimilla, kuten energiansäästösopimusjärjestelmillä, vaikutetaan ensisijaisesti energian kulutukseen.

EU:n päästökauppajärjestelmässä päästöoikeuden hinta ohjaa polttoaineiden valintaa ja päästöoikeuksien jakotapa ja jaettava määrä vaikuttaa pääsääntöisesti laitosten kannattavuuteen.

Energiavero- ja päästökauppajärjestelmät ovat keskeisiä ohjauskeinoja silloin kun tavoitteena on vaikuttaa energiantuotannon rakenteeseen, esimerkiksi bioenergian käytön lisääminen. Investointiavustukset soveltuvat parhaiten sellaisiin kohteisiin, joissa politiikan tavoitteen saavuttaminen voidaan yksikäsitteisesti asettaa avustuksen ehdoksi. Investointiavustukset soveltuvat hyvin mm. uuden teknologian käyttöönoton edistämiseen.

5.3 Ohjauskeinojen vaikuttavuus

5.3.1 Vaikutus energian hintaan

Polttoaineet

Nykyisin voimassa olevat energiaverotuksen toimenpiteet, polttoaineverot, veron alennukset ja puusähkölle myönnettävä verotuki edistävät merkittävästi kotimaisten polttoaineiden sekä maakaasun kilpailuasemaa. Kivihiili olisi selvästi kilpailukykyisin polttoaine ilman näitä toimia. Toimenpiteiden vaikutukset poikkeavat melkoisesti eri tuotantomuotojen kohdalla. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että sähkön tuotannon polttoaineita ei veroteta. Lauhdevoiman tuotannon polttoainehinnat ovat samat kuin verottomat polttoainehinnat. Lämmitysvoimalaitoksissa ja teollisuuden vastapainevoimalaitoksissa verojen ja tukien vaikutus polttoainekustannuksiin vaihtelee tuotetun sähkön osuuden ja määrän sekä sähköön käytettyjen polttoaineiden mukaan. Lämpökeskuksissa energiaverojen vaikutus polttoaineiden hintoihin sen sijaan näkyy koko painollaan.

Maakaasun hintaa ei voi kilpailukyky mielessä verrata suoraan kiinteiden polttoaineiden hintoihin, vaan kilpailuasetelman muutoksia on tarkasteltava suhteellisten hintojen kehityksen perusteella.

Metsähake ja turve ovat tulleet nykyisillä vero- ja tukijärjestelmillä kilpailukykyisiksi polttoaineiksi lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksissa ja erillisessä kaukolämmön tuotannossa varsinkin sisämaassa. Maakaasun kilpailuasema on myös selvästi parantunut energiaverojärjestelmän ansiosta. Raskasta polttoöljyä käytetään käytännössä pääpolttoaineena lähinnä vain lämpökeskuksissa.

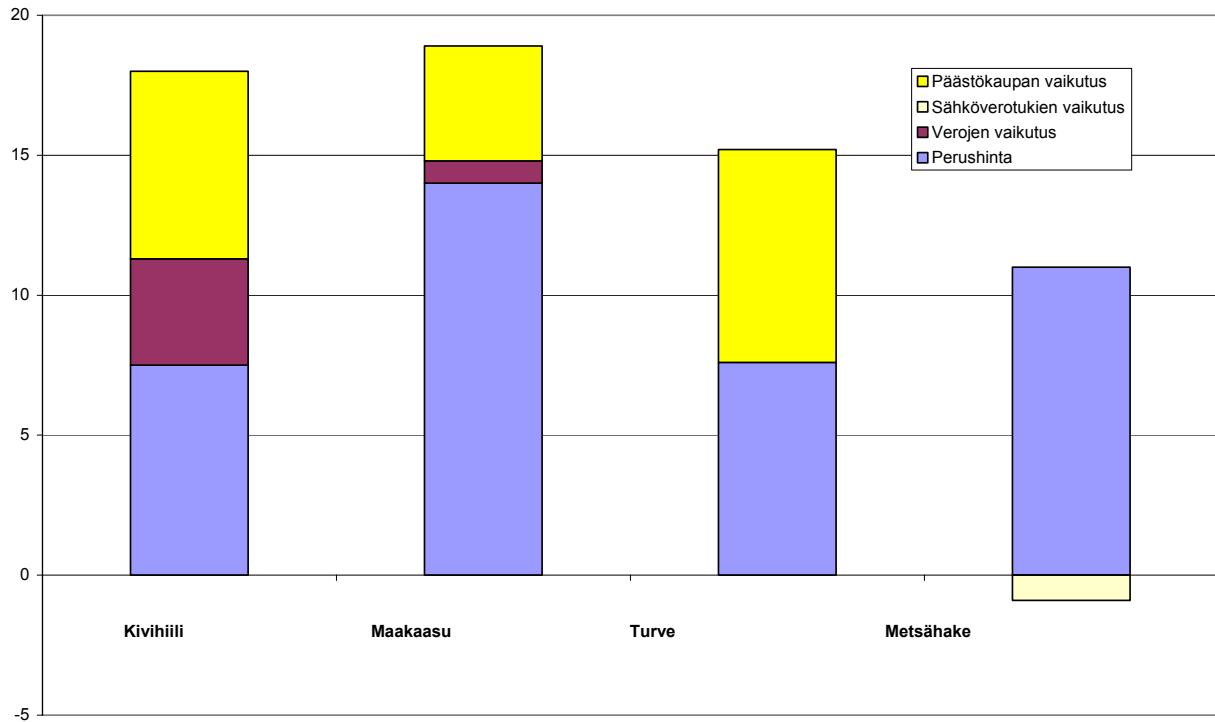
Energiaverojen ja verotukien vaikutus polttoaineiden kilpailuasemiin lämmön ja sähkön tuotannossa on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 48. Polttoaineiden verottomat hinnat sekä hinnat verojen ja tukien jälkeen eri laitos-tyypeissä, €/MWh.

	Hinnat ennen veroja ja verotukia	Hinnat energiaverojen ja verotukien jälkeen			
		Lämpö- keskus	Lämmitys- voima- laitos	Teollisuuden vastapaine- laitos	Lauhde- voima- laitos
Kivihiili, rannikko	5,4	11,7	8,7	9,2	5,4
Kivihiili, sisämaa	6,2	12,5	9,5	10,0	6,2
Maakaasu	14,0	15,9	14,8	14,8	14,0
Raskas polttoöljy	16,4	21,6	-	-	-
Turve	7,6	9,2	8,4	8,6	7,6*
Metsähake	11,0	11,0	9,6	10,1	9,1

* Oletettu samaksi kuin turpeen veroton keskihinta.

EU:n päästökauppa muovaa polttoaineiden hintasuhteita uudelleen. Alla olevassa kuviossa tarkastellaan polttoainekustannuksia teollisuuden vastapainelaitoksessa, kun päästöoikeuden hinnaksi on oletettu 20 €/t/CO₂. Huhtikuun lopussa 2005 päästöoikeuden hinta oli noin 20 €/t/CO₂.



Kuva 8. Verotuksen ja päästökaupan vaikutus polttoainekustannuksiin teollisuuden vastapainelaitoksessa, päästöoikeuden hinnalla 20 €/t/CO₂

Päästöoikeuden hinnan merkitys polttoainekustannuksiin on selvästi merkittävämpi kuin energiaverotuksen. Päästökauppa koskee päästökauppasektorilla kaikkea polttoainekäyttöä toisin kuin polttoaineiden energiaverotus, joka koskee vain lämmön tuotannon polttoaineita. Lisäksi verotuksessa maakaasun yksikkövero on alennettu puoleen ja turpeen alennettu vero esitetään poistettavaksi 1.7.2005 lähtien. Ilman veron poistamista turpeen kilpailukyky hiileen nähden olisikin tarkastellulla päästöoikeuden hinnalla heikko erityisesti rannikkoseuduilla.

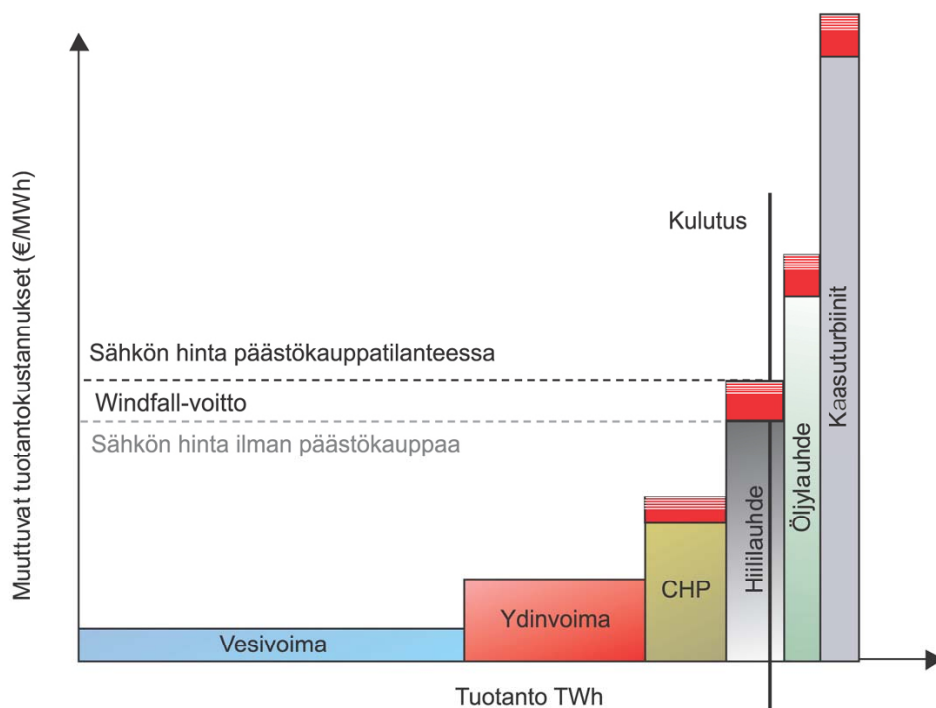
Päästökauppa näyttäisikin muodostuvan merkittävimmäksi ohjausmekanismiksi energiantuotannossa heti päästökaupan alkaessa, sillä laaja-alaisuutensa vuoksi se on tehokas jo varsin alhaisilla päästöoikeuden hinnoilla. Päästökauppa ei kuitenkaan ole energiapolitiikan tavoitteiden kannalta ongelmaton väline, sillä varsinkin turpeen asema käy päästökaupan oloissa tukalaksi. Myöskään puun energiakäytön kohdalla tilanne ei ole ongelmaton, kun päästöoikeuden hinta alkaa nousta korkeaksi. Päästökaupan tärkein parametri, päästöoikeuden hinta, ei ole energiapolitiikasta vastaavien kontrolloitavissa.

Vaikutus sähkön ja lämmön hintaan

Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla sähkön markkinahinta muodostuu kullekin tunnille muuttuvilta tuotantokustannuksiltaan kalleimman sähköä tuottaneen voimalaitoksen rajakustannusten mukaisesti. Markkinamekanismi ohjaa voimalaitosten käyttöä siten, että voimalaitosten niin kutsuttu ajojärjestys perustuu laitosten muuttuvien tuotantokustannusten edullisuusjärjestykseen. Tanskan ja Suomen hiililauhde on pääosan ajasta rajatuotantomuoto, joten markkinahinta muodostuu sen muuttuvien kustannusten mukaisesti.

Päästökauppa vaikuttaa sähkön tuotantokustannuksiin siten, että päästöoikeuden markkinahinta nostaa CO₂-päästöjä aiheuttavien tuotantomuotojen kustannuksia. Vaikka sähköntuottajat saavat päästöoikeudet osittain ilmaiseksi alkujaossa, muodostuu päästöoikeuksille markkinoiden kautta arvo. Tuottajat voivat vaihtoehtoisesti myydä päästöoikeudet ja vähentää sähkön tuotantoa. Tämän vuoksi päästöoikeuden hinta heijastuu täysimääräisesti sähkön tuotantokustannuksiin.

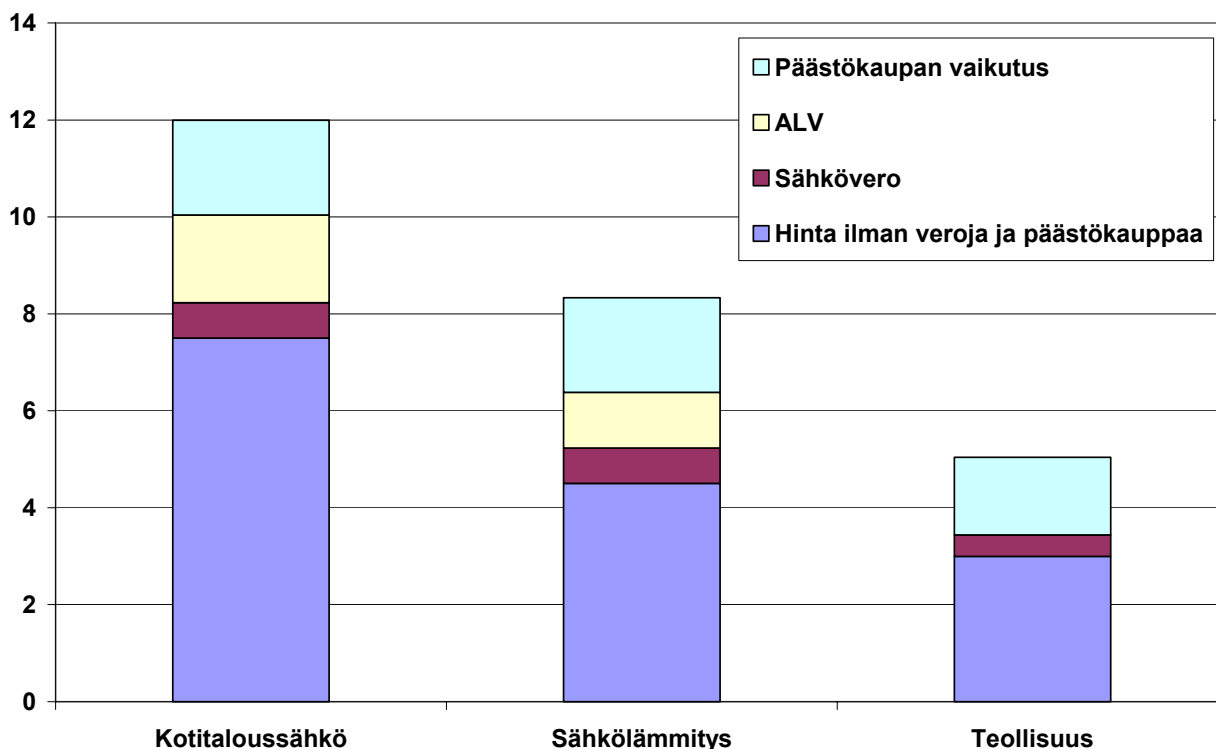
Päästöoikeuden hinta nostaa merkittävästi juuri sähkön rajatuotantomuodon eli hiililauhteen kustannuksia. Koska pääosan ajasta hiililauhteen kustannukset määräävät sähkön markkinahinnan, on päästökaupalla huomattava vaikutus sähkön markkinahintaan (kuva 9).



Kuva 9. Periaatekuva sähkönhinnan muodostumisesta päästökauppatilanteessa. Punaisella on merkitty päästöoikeuden hinnan aiheuttama sähkön marginaalisten tuotantokustannusten nousu tuotantomuodoittain. Vain osalle tästä joudutaan ostamaan oikeuksia markkinoilta (Lähde: VTT)

Päästöoikeuden hinnalla 10 €/tCO₂ porssisähkön hinta kohoaisi noin 8 €/MWh ja 20 euron hinnalla noin 16 €/MWh.

Vaikutus sähkön kuluttajahintoihin olisi huomattava. Sähkölämmitetyn (suora sähkölämmitys) omakotitalon lämmityskustannukset nousisivat 5 euron päästöoikeuden hinnalla vuodessa noin 5 prosenttia ja 20 euron päästöoikeuden hinnalla runsaan viidenneksen. Teollisuuden ostosähkön osalta hinnan nousu olisi suhteessa huomattavasti suurempi, koska teollisuuden sähkön hinta on alempi kuin muilla kuluttajilla.



Kuva 10. Päästökaupan ja sähköverojen vaikutus sähkön kuluttajahintaan

Päästökaupan vaikutus sähkön hintaan olisi tarkastellulla päästöoikeuden hinnalla kotitalouksissa yhtä suuri kuin nykyisen sähköveron arvonlisäveron. Teollisuudessa päästökaupan vaikutus sähkön hintaan on sähköveroon verrattuna nelinkertainen.

Päästökaupan vaikutus kaukolämmön hintaan jää tehtyjen selvitysten perusteella hyvin vähäiseksi. Jos kaukolämmön tuottajat saisivat 95 % tarvitsemistaan päästöoikeuksista valtiolta makсутta, nousisi kaukolämmön kuluttajahinta keskimäärin vain prosentilla päästöoikeuden hinnan ollessa niinkin korkea kuin 20 €/tCO₂. Arviossa lisäkustannuksiksi on otettu huomioon päästöoikeuksien tarvittavat lisäostot. Käytännössä kaukolämmön tuottajien ei tarvitsisi ostaa kaikkia lisäpäästöoikeuksia, jos päästöjen vähentämistoimet olisivat edullisempia kuin päästöoikeuden hankkiminen markkinoilta. Kaukolämmön hinta-arviossa työryhmä on lähtenyt siitä, että tuottajat siirtävät hintoihin vain todelliset lisäkustannukset. Lämmöntuottajat eivät saa käyttää määräävää markkina-asemaansa hyväkseen siirtämällä lämmön hintaan myös maksutta saatujen päästöoikeuksien arvon.

Päästökaupan vaikutus öljylämmittäjän kustannuksiin tulee jalostamoiden päästörajoitteen kautta. Kustannusten lisäys on minimaalinen, koska päästöoikeudet jaetaan jalostamoille suurimaksi osaksi maksutta.

Päästökaupan merkittävin vaikutus lämmityskustannuksiin tulee sähkölämmitettyihin rakennuksiin. Edellä on todettu sähkön hinnan muodostukseen liittyvät epävarmuudet, mutta näyttää selvältä, että sähkölämmityksen kilpailuasema muihin lämmitysmuotoihin heikkenee.

Myös pellettilämmityksen kilpailukyky öljylämmitykseen nähden heikkenee päästökaupan alkaessa, koska puun energiakysyntä kasvaa päästökauppasektorilla nostaen hintoja.

5.3.2 Päästökaupan vaikutus polttoainekäyttöön

Päästökaupan sekä energiaverotuksen ja verotukien yhteisvaikutus polttoaineiden hintoihin näkyy samansuuntaisena vaikutuksena myös sähkön ja lämmön tuotannon polttoainekäyttöön. Seuraavassa tarkastellaan arvioita energiantuotannon polttoainekäytöstä eri suuruisilla päästöoikeuden hinnoilla ja kahdessa vero- ja tuki vaihtoehdossa. Tarkastellut vaihtoehdot ovat nykyisten energiaverojen ja verotukien säilyttäminen tai poistaminen päästökaupan alkaessa⁵. Näin pyritään selvittämään energiaverojärjestelmän tarpeellisuus energiapolitiikan tavoitteiden valossa kun päästökauppa on toiminnassa.

Taulukossa 49 on kuvattu sähkön ja lämmön tuotannon polttoainekäyttö päästökaupan oloissa, kun nykyiset energiaverot ja verotuet on poistettu. Vertailukohtana on vuoden 2010 kohdalle ajoittuva perustapaus, jolla tarkoitetaan polttoainekäytön rakennetta ilman päästökauppaa nykyisten energiaverojen ja verotukien voimassa ollessa vuonna 2010.

Taulukko 49. Sähkön ja lämmön tuotannon polttoainekäyttö eri päästöoikeuden hinnoilla, nykyiset energiaverot ja verotuet poistettu, vuosi 2010, TWh.

	Perustapaus	Päästökauppa, päästöoikeuden hinta			
		5 €/tCO ₂	10 €/tCO ₂	20 €/tCO ₂	40 €/tCO ₂
Kivihiili	27,7	39,2	38,1	31,9	20,9
Maakaasu	38,9	36,6	37,5	41,1	49,2
Öljy	10,4	10,3	10,3	10,4	10,1
Turpe	25,7	17,9	16,4	13,5	8,9
Puu	27,6	27,4	28,8	32,1	35,4

Energiaverojen ja verotukien poistaminen johtaisi erittäin huomattaviin muutoksiin polttoainekäytössä jo alhaisillakin päästöoikeuden hinnoilla. Päästöoikeuden hinnalla 5 €/tCO₂ kivihiilen käyttö kasvaisi perustapaukseen nähden noin 40 prosentilla ja turpeen kulutus alenisi noin kolmanneksella. Myös maakaasun kulutus kääntyisi laskuun. Puun energiakäyttö pysyisi likipitäen perustapauksen tasolla.

Polttoainekäyttö olisi tässä vertailuvaihtoehdossa huomattavasti nykyistä kivihiilivaltaisempaa. Vasta hyvin korkeilla päästöoikeuden hinnoilla kivihiilen käyttö laskisi perustapauksen tason alapuolelle. Kivihiilen hyvän kilpailukyvyn vuoksi maakaasun käyttö ei juuri kasvaisi perustapaukseen verrattuna ennen kuin päästöoikeuden hinta nousisi lähelle 20 €/tCO₂ tasoa. Turpeen käyttö vähenisi voimakkaasti, jos energiaverot ja verotuet poistettaisiin päästökaupan alkaessa. Päästöoikeuden hinnalla 20 €/tCO₂ käyttö olisi vain hieman runsas puolet vuoden 2002 kulumäärästä ja hinnalla 40 €/tCO₂ käyttö olisi laskenut noin kolmannekseen. Puun energiakäyttö kasvaisi päästöoikeuden hinnan noustessa, mutta kasvu olisi alemmilla päästöoikeuden hinnoilla vaatimatonta.

Kotimaisten polttoaineiden osuus sähkön ja lämmön tuotannon polttoaineista alenisi merkittävästi, jos energiaverot ja verotuet poistettaisiin päästökaupan alkaessa.

⁵ Tarkempi analyysi löytyy selvityksestä Electrowatt-Ekono, 2004 a (selvityksessä turpeen vero vuoden 2005 alun mukainen)

Nykyisten energiaverojen ja verotukien säilyttäminen sähkön ja lämmön tuotannossa päästökaupan alkaessa johtaisi aivan erilaiseen polttoainetaseeseen kuin edellä kuvatussa vaihtoehdossa. Tämä käy ilmi taulukon 50 luvuista.

Taulukko 50. Sähkön ja lämmön tuotannon polttoainekäyttö eri päästöoikeuden hinnoilla, nykyiset energiaverot ja verotuet voimassa, vuosi 2010, TWh.

Perustapaus		Päästökauppa, päästöoikeuden hinta			
		5 €/tCO ₂	10 €/tCO ₂	20 €/tCO ₂	40 €/tCO ₂
Kivihiili	27,7	26,7	22,6	20,8	9,6
Maakaasu	38,9	39,5	43,0	44,8	53,8
Öljy	10,4	10,1	9,6	9,4	9,2
Turve	25,7	24,4	21,7	16,8	12,7
Puu	27,6	29,5	31,0	34,2	36,4

Tässä vaihtoehdossa kivihiilen osuus vähenee sitä enemmän mitä korkeampi päästöoikeuden hinta on. Osuuttaan kasvattavat selvästi jo alemmillakin päästöoikeuden hinnoilla puu ja maakaasu. Turpeen käyttö alenee, mutta ei siinä määrin kuin aiemmin tarkastellussa vaihtoehdossa. Energiaverot ja verotuet ohjaavat polttoainevalintoja energiapolitiikan tavoitteiden suuntaisesti myös päästökaupan oloissa. Turpeen kohdalla päästökaupan vaikutus on kuitenkin niin merkittävä, että korkeammilla päästöoikeuden hinnoilla tuontipolttoaineet, erityisesti kivihiili, tulevat nykyveroilla turvetta edullisemmiksi.

5.4 Puu ja turve päästökaupan oloissa

5.4.1 Puun energiakäyttö

Kotimaisten polttoaineiden kokonaiskäyttö energian tuotannossa oli vuonna 2002 noin 90 TWh, josta puuperäisten polttoaineiden osuus oli noin 65 TWh ja turpeen noin 25 TWh. Mustalipeä on selvästi suurin kotimainen energialähde. Mustalipeää syntyy sellun tuotannon yhteydessä, ja tuotantoprosessin kemikaalien kierrätyksen yhteydessä sitä käytetään myös energialähteenä. Kuori, puru ja hake syntyvät puumassan valmistuksessa, sahoilla ja muussa mekaanisessa metsäteollisuudessa. Metsähake puolestaan otetaan talteen lähinnä päätehakkuiden ja metsänparannustöiden yhteydessä metsätähdepuusta, josta suuri osa jää kuitenkin edelleen hyödyntämättä. Turpeen käyttö on määrältään osapuilleen saman suuruista kuin kuoren, purun, hakkeen ja metsähakkeen käyttö yhteensä.

Puun käyttö raaka-aineena ja energialähteenä

Metsäteollisuudessa käytetystä raakapuusta syntyy eri tuotantoprosesseissa tuotannon sivutuotteena kuorta, purua, haketta ja muita puujakeita. Merkittävimmät tuotannon sivuvirrat syntyvät puumassateollisuudessa ja sahoilla puun kuoresta, purusta ja hakkeesta. Niitä syntyy myös vanerin valmistuksessa. Selvästi merkittävin sivutuotepuujakeiden lähde ovat sahat, joiden tuotannosta syntyi vuonna 2002 noin 70 % tarkasteltavista sivuvirroista.

Metsäteollisuuden sivutuotteiden pääkäyttökohteet Suomessa ovat jalostuskäyttö ja energiantuotanto. Merkittävin osa hakkeesta ja purusta ohjautuu jalostuskäyttöön, vuonna 2002 noin viidenes suuntautui energiantuotantoon. Kuori käytetään pääasiassa energiantuotannossa. Saha- ja vaneriteollisuudessa syntyvä hyvälaatuinen hake käytetään nykyisin lähes poikkeuksetta selluteollisuuden raaka-aineena.

Taulukossa 51 näkyy yhteenveto puujakeiden käytöstä jatkojalostukseen ja energiantuotantoon.

Taulukko 51. Metsäteollisuuden tuotannossa syntyvien puujakeiden käyttö jalostuksessa ja energiantuotannossa vuonna 2002, TWh.

	Energiantuotanto	Jatkojalostus	Yhteensä
Kuori	14,9	-	14,9
Puru	4,3	4,8	9,1
Hake	1,6	21,3	21,9
Muut jakeet	0,8	-	0,8
Metsähake	2,5	-	2,5
Yhteensä	24,1	25,1	49,2

Energian tuotanto ja jatkojalostus kilpailevat purusta ja hakkeesta, joiden saatavuus on täysin sidoksissa metsäteollisuuden, erityisesti sahojen, tuotantoon. Energiantuotantoon menevien jakeiden osuuden kasvu on pois jatkojalostuksesta ja päinvastoin. Myös kuoren saatavuus riippuu metsäteollisuuden tuotannosta. Vain metsähakkeen käyttö voi lisääntyä energiapolitiikan toimiin ja päästökaupan seurauksena.

Metsähakkeen käyttö kasvaisi energiantuotannossa alla olevan taulukon mukaisesti⁶. Arviossa on oletettu, että päästökauppa ei vaikuttaisi puumassateollisuudesta, sahoilta ja muusta puunjalostuksesta syntyvien jakeiden energia- ja raaka-ainekäytön suhteisiin. Puun energiakäytön kasvu johtuisi näin ollen puhtaasti metsähakkeen käytön kasvusta.

Taulukko 52. Arvioita metsähakkeen (ei sisällä metsähakkeen pienkäyttöä) käytöstä päästökaupan oloissa vuonna 2010, TWh.

Toteutunut käyttö		Vuosi 2010				
		Päästöoikeuden hinta				
2002	2003	0 €/tCO ₂	5 €/tCO ₂	10 €/tCO ₂	20 €/tCO ₂	40 €/tCO ₂
2,5	3,5	5,5	7,5	9,0	12,0	14,5

Päästöoikeuden hintatasolla 20 €/tCO₂ metsähakkeen käyttö olisi jo lähellä käytännön saatavuusrajoja, kun taulukon 6.7 kulutusarvioon lisätään vielä metsähakkeen pienkäyttö.

Puun jatkojalostus ja päästökauppa

Päästökaupan alkaessa energiantuottajan kustannukset turpeen käytöstä kääntyvät nousuun, koska normaalien polttoainekustannusten lisäksi sen täytyy luovuttaa turpeen käytöstä aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen verran päästöoikeuksia. Vaihtoehtoisella polttoaineella, puulla, näitä

⁶ Ekono 2004

rasitteita ei ole, joten energiantuottajan kannattaa maksaa siitä aikaisempaa enemmän. Samasta tuotteesta kilpailevan puun jatkojalostajan on seurattava mukana hintakehityksessä voidakseen jatkaa tuotantoaan.

Ensimmäisenä päästökaupan vaikutukset näkyvät lastu- ja kuitulevyteollisuudessa sekä raaka-mäntyöljyn jalostuksessa. Päästöoikeuden hinnan kohotessa vaikutukset alkaisivat tuntua myös metsäteollisuuden puun hankinnassa. Elinkeinopoliittisesti puun jatkojalostus on perinteisesti Suomessa asetettu energiakäytön edelle kansantaloudellisista syistä.

Lastu- ja kuitulevyteollisuuden käyttämän hakkeen ja purun kilpailukykyä raaka-ainekäytössä heikentävät päästökaupan ohella nykyisetkin energiapolitiikan toimet. Hakkeen ja purun energiakäyttöä suositaan raaka-ainekäyttöön verrattuna sähköntuotannon verotuen avulla. Verotukea maksetaan 4,2 €/MWh niillä tuotetulle sähkölle. Myös turpeen verotus on lisännyt hakkeen ja purun energiakäytön kannattavuutta suhteessa raaka-ainekäyttöön.

Yhdyskuntien ja teollisuuden voimalaitoksissa vuoden 2005 alun suuruisen turpeen veron sekä hakkeen ja purun verotuen merkitys yhteensä vastaa päästöoikeuden hinnalla mitattuna noin 5 €/tCO₂. Päästökaupan aiheuttamia lisäkustannuksia lastu- ja kuitulevyteollisuudelle voitaisiin siten lieventää poistamalla sekä hakkeen ja purun verotuki sähköntuotannossa että turpeen poltto-ainevero. Turpeen vero poistuu 1.7.2005.

5.4.2 Turve

Turpeen käyttö kasvoi 1990-luvulla tasaisesti vuoteen 1996 saakka, mutta kääntyi sen jälkeen selvään laskuun. Kulutuksen vähentyminen näkyi ensi vaiheessa lauhdeturpeen kulutuksessa ja vuosikymmenen lopulla myös sähkön ja lämmön yhteistuotannossa ja lämpökeskuksissa käytettävässä turpeessa. Lauhdeturpeen laskun päällimmäisenä syynä olivat hyvät vesivuodet pohjoismaissa. Tuontisähkö korvasi kotimaista lauhdevoiman tuotantoa, myös turpeella tuotettua. Vuoden 2000 jälkeen tilanne on muuttunut päinvastaiseksi. Lämmön ja yhteistuotantosähkön tuotannossa turpeen käyttö on ollut lauhdevoimaa jonkin verran vakaampaa. Vuosina 1998-2000 tapahtunut turpeen käytön väheneminen yhteistuotannossa ja erillisessä lämmön tuotannossa johtui pääasiassa normaalia lämpimämmistä vuosista.

Päästökaupan olosuhteissa turpeen kilpailukyky heikkenee niin fossiilisiin polttoaineisiin kuin energiapuuhunkin nähden. Kun päästöoikeuden hinta nousee 15 €/tCO₂ tasolle, alkaa kivihiili olla kilpailukyvyltään turvetta paremmassa asemassa rannikolla sijaitsevilla laitoksilla. Sisämaassa turpeen kilpailuasema kivihiileen nähden säilyy sähkön ja lämmön yhteistuotannossa ja lämmön erillistuotannossa tyydyttävänä yli 30 €/tCO₂ päästöoikeuden hintaan saakka.

Taulukossa 53 on esitetty arvio käyttömääristä vuoden 2010 tilanteessa eri päästöoikeuden hinnoilla. Nykyisten energiaverojen ja verotukien on oletettu olevan voimassa.

Taulukko 53. Arvio turpeen käytöstä tuotantomuodoittain päästökaupan oloissa vuonna 2010, TWh.

	Perustapaus	Päästökauppa, päästöoikeuden hinta			
		5 €/tCO ₂	10 €/tCO ₂	20 €/tCO ₂	40 €/tCO ₂
Lauhdevoima	4,2	4,1	2,8	0,9	0,4
Sähkö ja lämpö, yhdyskunnat	11,8	11,3	10,8	9,2	7,9
Sähkö ja lämpö, teollisuus	9,7	9,0	8,1	6,7	4,4
Yhteensä	25,7	24,4	21,7	16,8	12,7

Lauhdevoiman tuotannossa kivihiilellä tuotettu sähkö korvaa turvelauhdevoiman tuotantoa selvästi jo päästöoikeuden hinnalla 10 €/tCO₂. Sähkön ja lämmön yhteistuotannossa metsähake korvaa turvetta. Kivihiilen käyttö alkaa syrjäyttää turvetta yhteistuotannossa, kun päästöoikeuden hinta lähenee tasoa 15 €/tCO₂. Turpeen energiaveron poisto 1.7.2005 parantaa merkittävästi turpeen asemaa sähkön ja lämmön yhteistuotannossa.

5.5 Energian kysyntä ja hankinta WAM-skenaariossa

Sähkö

Strategiassa linjattavat toimet yhdessä EU:n päästökaupan kanssa alentavat energian kulutusta ja muuttavat merkittävästi polttoainekäyttöä WAM-skenaariossa WM-skenaarioon verrattuna. Sähkön hinta olisi tehtyjen arvioiden mukaan WAM-skenaariossa oletetulla päästöoikeuden hinnalla Kioton sitoumuskaudella noin 15 €/MWh korkeampi kuin ilman päästökauppaa. Sähkön korkeampi hinta näkyy myös sähkön kulutuksen alenemisena WM-skenaarioon verrattuna koko Pohjolassa. Suomen osalta sähkön kokonaiskulutusarviot WM- ja WAM-skenaarioissa näkyvät taulukossa 55. WAM-skenaariossa sähkön kokonaiskulutus on vuonna 2010 runsas 2 TWh alempi kuin WM-skenaariossa ja ero skenaarioiden välillä kasvaa ajan kuluessa siten, että vuoden 2025 tilanteessa WAM-skenaariossa sähkön kulutus olisi 3 TWh WM-skenaariota pienempi.

Taulukko 55. Sähkön kokonaiskulutus Suomessa WM- ja WAM-skenaarioissa, TWh

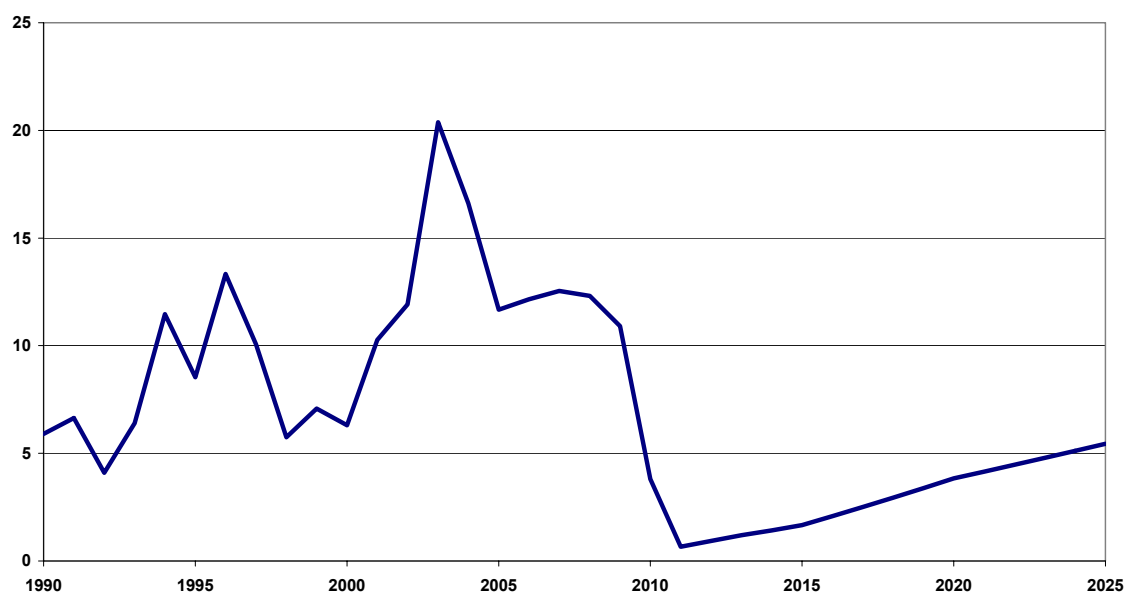
	2003	2010	2015	2025
WM-skenaario	85,2	95,5	100,6	107,9
WAM-skenaario	85,2	93,3	98,0	104,8

WAM-skenaariossa sähkön kulutusta vastaava sähkön hankintarakenne on esitetty taulukossa 16. Hankinnan rakenne poikkeaa eräiltä osin selvästi WM-skenaariosta. Tuulivoiman tuotanto sekä sähkön ja lämmön yhteistuotannossa tuotettu sähkö kasvavat WAM-skenaariossa nopeammin kuin WM-skenaariossa. Sähkön nettotuonti on myöskin WAM-skenaariossa suurempi. Nämä tekijät yhdessä sähkön kulutuksen alenemisen kanssa vähentävät lauhdevoiman tarvetta Suomessa ja sen tuotanto jääkin WAM-skenaariossa hyvin vähäiseksi Kioton kaudella ja myös sen jälkeen. Ydinvoiman ja vesivoiman tuotanto kehittyy sen sijaan kummassakin skenaariossa samalla tavalla.

Taulukko 56. Sähkön hankinta WAM-skenaariossa, TWh ja %.

	TWh			Osuudet, %		
	2003	2010	2025	2010	2003	2025
Ydinvoima	21,8	31,1	34,6	25,6	33,3	33,0
Vesivoima	9,5	13,3	14,0	11,2	14,2	13,4
Yhteistuotanto, kaukolämpö	15,1	19,7	23,5	17,8	21,1	22,4
Yhteistuotanto, teollisuus	12,7	15,2	18,4	14,9	16,3	17,5
Lauhdetuotanto	21,1	4,5	6,2	24,7	4,9	5,9
Tuulivoima	0,1	0,9	2,9	0,1	0,9	2,8
Tuotanto	80,4	84,7	99,6	94,3	90,8	95,0
Nettotuonti	4,9	8,6	5,2	5,7	9,2	5,0
Yhteensä	85,2	93,3	104,8	100	100	100

Arvio lauhdevoiman tuotannon voimakkaasta laskusta WAM-skenaariossa Kioton sitoumuskaudella näkyy kuvassa 11. Kehityskulku perustuu skenaarion tuloksiin Suomen sähkötaseesta. Pohjoismaisella tasolla lauhdevoiman tarve voi olla suurempi kuin Suomessa. Tuotannon lasku merkitsisi erityisesti kivihiilen ja turpeen käytön voimakasta vähentymistä sähkön tuotannossa. Näiden polttoaineiden keskinäinen kilpailuasetelma määrittää millä polttoaineilla lauhdevoima pääasiassa tuotetaan.



Kuva 11. Lauhdevoiman tuotanto WAM-skenaariossa, TWh

Teollisuuden polttoaineet

Teollisuuden polttoainekäytössä WAM-skenaarion merkittävimmät muutokset WM-skenaarioon verrattuna ovat turpeen ja metsähakkeen käytössä. Turpeen käyttö vähenee samalla kun metsähakkeen käyttö kasvaa erittäin voimakkaasti. Kotimaiset polttoaineet näin ollen korvaavat toisiaan. Tuontipolttoaineista öljyn ja kivihiilen osuus polttoaineiden kokonaiskäytöstä jonkin verran

vähenee. Teollisuudessa tuontipolttoaineiden osuus kokonaisuudessaan hieman laskee, ja maakaasun käyttö kasvaa jonkin verran WM-skenaariosta.

Taulukko 57. Teollisuuden polttoainekäyttö WAM-skenaariossa, PJ

	PJ			Osuudet, %		
	2003	2010	2025	2003	2010	2025
Öljy	88,1	98,7	102,1	19,1	18,6	17,8
Hiili	9,7	9,7	9,9	2,1	1,8	1,7
Koksi, koksi- ja masuunikaasu	49,4	55,4	61,9	10,7	10,4	10,8
Kaasu	72,3	84,1	84,0	15,7	15,8	14,6
Turve	20,6	15,0	14,0	4,5	2,8	2,4
Jäteliemet	147,0	169,3	193,4	31,9	31,9	33,7
Teollisuuden jätetä ja kuori	55,9	61,6	68,0	12,1	11,6	11,9
Metsähake	6,8	23,5	24,4	1,5	4,4	4,3
Muut	10,7	13,9	16,0	2,3	2,6	2,8
Yhteensä	460,5	531,2	573,7	100	100	100

Rakennusten lämmitys

Lämmitysenergian käyttö alenee WAM-skenaariossa WM-skenaarioon nähden lisääntyneiden energiansäästötoimenpiteiden seurauksena. Energian hinnan nousu ja strategian mukaiset energiansäästötoimet ovat ponttimena lämmitysenergian kysynnän vähentymiseen.

Strategian toimien seurauksena öljylämmityksen asema heikkenee WAM-skenaariossa edelleen. Pientaloissa lämpöpumput yhdessä sähkölämmityksen kanssa säilyttävät markkina-asemansa lämpöpumppujen osuuden kaiken aikaa kuitenkin kasvaessa. Myös puun energiakäyttö kasvaa selvästi.

Kaukolämpösektorin polttoainekäytössä maakaasun käyttö kasvaa kivihiilen kustannuksella. Metsähakkeen käyttö lisääntyy merkittävästi myös kaukolämpösektorilla, mutta samalla muu puun käyttö vähenee, koska teollisuuden jätetä ja kuori tarjonta pienenee. Puupolttoaineiden kokonaiskäyttö kasvaisi vielä tällä vuosikymmenellä, mutta kääntyisi sen jälkeen laskuun, jos sahateollisuudesta saatavan puuaineksen määrä vähenee arvioitulla tavalla. Erityisen voimakkaasti kaukolämpösektorin polttoainekäytössä kasvavat kierrätyspolttoaineiden ja peltobiomassojen käyttö. Turpeen käyttö kaukolämpösektorilla pysyisi WAM-skenaariossa suhteellisen korkeana, koska puupolttoaineet eivät korvaisi sitä samassa laajuudessa kuin teollisuuden polttoainekäytössä.

Taulukko 58. Kaukolämpösektorin polttoainekäyttö WAM-skenaariossa, PJ ja %.

	Polttoaineet, PJ			Osuudet, %		
	2003	2010	2025	2003	2010	2025
Öljy	12,0	6,4	6,3	5,8	2,8	2,4
Hiili	53,6	25,3	28,1	25,9	10,9	10,8
Kaasu	75,8	121,6	134,7	36,6	52,5	51,9
Turve	40,6	35,2	44,6	19,6	15,2	17,2
Jätepuu ja kuori	14,6	13,4	5,4	7,0	5,8	2,1
Metsähake	5,5	17,7	21,9	2,7	7,6	8,4
Muut bio-ja kierrätyspolttoaineet	4,8	12,1	18,4	2,3	5,2	7,1
Yhteensä	206,9	231,7	259,3	100	100	100

Liikenne

Liikenteeseen kohdistuvien strategian mukaisten toimenpiteiden arvioidaan vähentävän sektorin energian kulutusta noin viidellä prosentilla WM-skenaarioon verrattuna jo Kioton sitoumuskaudella. Maantiiliikenteessä dieselkäyttöisen autokannan osuus kasvaa vielä jonkin verran WM-skenaarion tasosta.

Energian kokonaiskäyttö

Tuontienergiälähteistä maakaasun, ydinpolttoaineen ja sähkön tuonti kasvavat WAM-skenaariossa Kioton sitoumuskaudella. Kioton kauden jälkeen maakaasun käytön kasvu jatkuu hidastuneena, ydinpolttoaineen käytön kasvu pysähtyy ja sähkön nettotuonti kääntyy laskuun. Öljyn ja erityisesti kivihiilen käyttö laskevat WAM-skenaarion mukaisessa kehityksessä. Tuontienergian osuus kokonaisenergiasta alenee tarkastelukaudella.

Kotimaisista energialähteistä osuuttaan kasvattavat puuperäiset polttoaineet, kierrätyspolttoaineet, peltobiomassat sekä tuulivoima. Turpeen osuus alenee, alenemisen vauhti riippuu ratkaisevasti lauhdevoiman tuotannon kokonaismäärästä ja turpeen kilpailukykyistä kivihiileen nähden. Nykyisillä hintasuhteilla turve ja kivihiili ovat suhteellisen tasavertaisessa kilpailuasemassa. (Tätä osiota vielä tarkennetaan) Kokonaisuudessaan energian hankinnan kotimaisuusaste nousee WAM-skenaariossa. Kotimaisten energialähteiden kehitystä on tarkasteltu yksityiskohtaisemmin luvussa 13.2.2.

Taulukko 59. Energian kokonaiskulutus WAM-skenaariossa, PJ ja %.

	PJ				Osuudet, %			
	2003	2010	2015	2025	2003	2010	2015	2025
Öljy	374	365	356	336	25,1	23,6	22,5	20,4
Kivihiili	244	113	104	139	16,4	7,3	6,6	8,4
Maakaasu	169	210	215	223	11,4	13,6	13,6	13,6
Ydinvoima	238	339	377	377	16,0	22,0	23,9	22,9
Sähköntuonti	18	31	34	19	1,2	2,0	2,1	1,1
Tuontien energia	1043	1058	1085	1094	70,1	68,5	68,7	66,5
Vesivoima	34	48	49	50	2,3	3,1	3,1	3,1
Tuulivoima	0,3	3	5	10	0,0	0,2	0,3	0,6
Turve	98	61	57	66	6,6	3,9	3,6	4,0
Jäteliemet	147	169	173	193	9,9	11,0	11,0	11,8
Metsätähdehake	12	41	43	46	0,8	2,7	2,7	2,8
Muu puu	130	128	127	132	8,7	8,3	8,0	8,0
Muut kotimaiset	23	36	41	52	1,5	2,3	2,6	3,2
Kotimainen energia	445	486	494	551	29,9	31,5	31,3	33,5
Kokonaiskulutus	1487	1543	1579	1644	100	100	100	100
Bioenergia	399	420	424	467	26,8	27,2	26,8	28,4
Uusiutuva energia	337	415	426	471	22,7	26,9	27,0	28,6

Uusiutuvien ja bioenergiälähteiden käyttö WAM-skenaariossa

Suomessa käytössä olevia uusiutuvia energialähteitä ovat vesivoima, tuulivoima, ympäristön lämpö ja aurinkoenergia sekä uusiutuva bioenergia, johon luetaan puuperäiset polttoaineet, peltobiomassat, biokaasu ja kierrätyspolttoaineiden biohajoava osa.

Bioenergiaan kuuluvat edellä mainittut uusiutuvat bioenergiälähteet ja turve. Niillä tuotetaan Suomessa merkittävä osa energiasta.

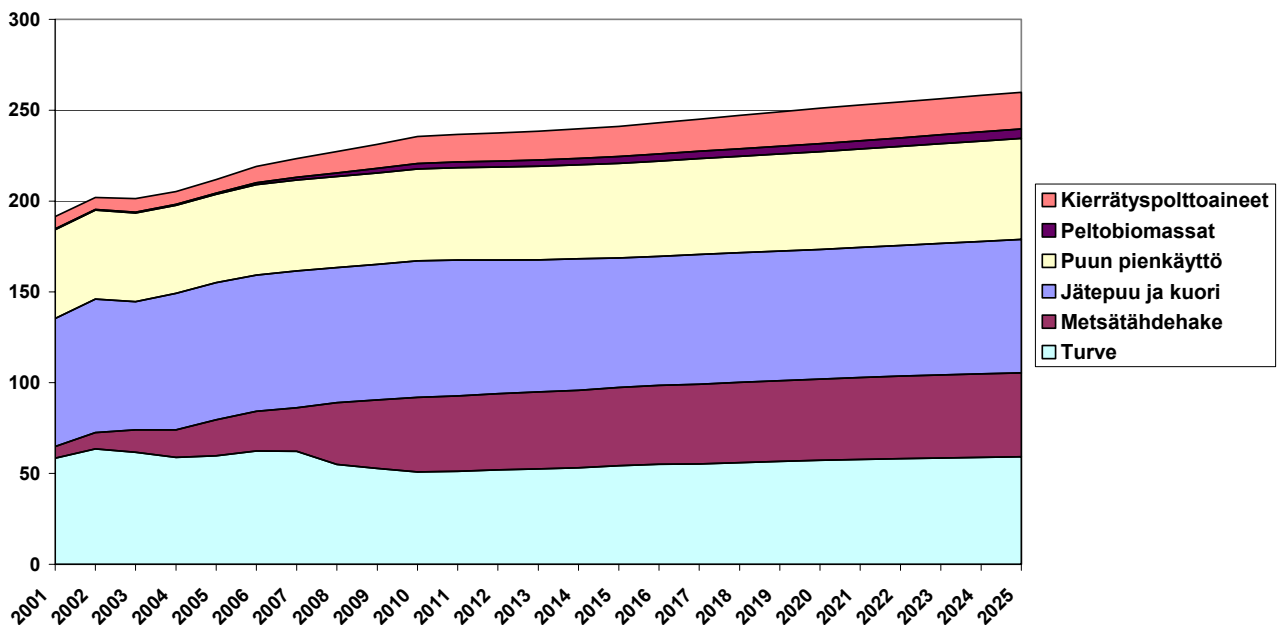
Bioenergia

Suurin osa bioenergiasta käytetään teollisuuden ja yhdyskuntien lämmön ja sähkön tuotannossa sekä talokohtaisessa lämmityksessä. Maatalous on myös merkittävä bioenergian käyttäjä. Aika ajoin lauhdevoiman tuotannossa kuluu huomattava osuus turpeen käytöstä. Metsäteollisuus tuottaa suurimman osan Suomen puuperäisten polttoaineiden tarjonnasta ja niiden osuus on noin 60 prosenttia bioenergian kokonaistarjonnasta. Metsäteollisuuden bioenergian käyttö, uusiutuvat bioenergiälähteet ja turve, kattaa yli puolet Suomen bioenergian käytöstä. Bioenergian tuotanto ja käyttö ovat siten voimakkaasti sidoksissa metsäteollisuuden tuotannon kehitykseen.

Kuvassa mm on esitetty bioenergian käytön kehitys WAM-skenaariossa mukaisessa ympäristössä teollisuudessa, yhdyskunnissa, muilla sektoreilla ja talokohtaisessa lämmityksessä. Jäteliemien sekä lauhdevoiman tuotannon bioenergian käyttöä kuvassa ei ole mukana. Bioenergian kokonaiskäyttö kasvaa skenaariossa tasaisesti koko tarkastelujakson. Metsähakkeen käytön lisäys on erittäin merkittävä, samoin kierrätyspolttoaineiden ja peltobiomassojen. Näiden polttoaineiden käytön voimakas lisääntyminen syrjäyttää väistämättä fossiilisia polttoaineita ja turvetta, kun polttoaineiden kokonaiskäytön määrä on sidoksissa lähinnä lämmön tarpeen kehitykseen. Tur-

vetta ja puuta on perinteisesti käytetty samoissa kattiloissa toisiaan täydentävinä. Metsähakkeen käytön kasvu syrjäyttää turpeen käyttöä, koska päästökaupan oloissa puuperäisten polttoaineiden kilpailukyky turpeeseen paranee.

Turpeen kilpailuasema ja sen käytön osuus pysyy suhteellisen korkeana sähkön ja lämmön yhteistuotannossa sekä lämmön erillistuotannossa. Lauhdevoiman tuotannossa turpeen käytön väheneminen voi olla hyvinkin mittava. Vähennys johtuu siitä, että lauhdevoimaa tarvitaan Kioton sitoumuskaudella ja sen jälkeenkin Suomen sähkötaseessa WAM-skenaariossa hyvin vähän. Vaikka turve olisikin lauhdevoiman tuotannossa kilpailukykyinen hiilen kanssa ei se turpeen käytön määrään kovin paljon vaikuta. Lauhdevoiman tarve voi pohjoismaisilla markkinoilla olla kuitenkin suurempi kuin Suomessa, jolloin turvelauhdevoiman tuotanto voisi olla WAM-skenaariota arviota selvästikin suurempi.



Kuva 12. Kotimaisten polttoaineiden käyttö sähkön ja lämmön yhteistuotannossa sekä lämmön erillistuotannossa WAM-skenaariossa, PJ (pl. jäteliemien käyttö)

Uusiutuvien energialähteiden kehitys

Uusiutuvien energialähteiden kehityskulku vaihtelee huomattavasti eri energiamuotojen välillä. Puuperäisistä polttoaineista jäteliemien, kuoren ja teollisuushakkeen tuotannon määrä on sidoksissa metsäteollisuuden tuotantoon, jonka vuoksi näiden energiamuotojen käyttö kasvaa varsin hitaasti. Kuoren ja teollisuushakkeen määrä jopa pienenee sahateollisuuden tuotannon oletetun vähenemisen johdosta. Vesivoiman määrää ei voida koskien suojelulakien ollessa voimassa olennaisesti lisätä. Puun pienkäytön lisääntyminen on pitkälle pientaloissa käytettyjen pellettien ja brikettien käytön kasvun varassa. Niidenkin kasvulle asettaa raaka-aineen saatavuus omat rajansa, erityisesti puupellettien osalta. Edellä lueteltujen energialähteiden käytön kasvuun ei puun pienkäyttöä lukuun ottamatta voida olennaisesti vaikuttaa energiapolitiikan keinoin. Tämä asettaa merkittävän rajoituksen uusiutuvien energialähteiden kokonaiskasvulle, sillä yllä kuvattujen

energiamuotojen osuus uusiutuvien energialähteiden kokonaiskäytöstä oli 94 prosenttia vuonna 2003.

Niiden uusiutuvien energialähteiden käyttö, joihin ilmasto- ja energiastrategian mukaisilla toimilla voidaan vaikuttaa kasvavaa hyvin nopeasti. Tällaisiin uusiutuviin energialähteisiin kuuluvat metsähake, tuulivoima, peltobiomassat, kierrätyspolttoaineet, biokaasut sekä maaperän lämmön hyödyntäminen. WAM-skenaariossa näiden energiamuotojen käyttö moninkertaistuu ja kasvuvauhti on keskimäärin 10 prosenttia vuodessa ajanjaksolla 2005 – 2015. Kaiken kaikkiaan uusiutuvien energiamuotojen kokonaiskäyttö ja tuotanto kasvaisi vuosina 2003 – 2015 kuitenkin vain keskimäärin 1,4 prosentin vuosivauhtia edellä esitettyjen syiden vuoksi. Yksityiskohtaisemmin eri uusiutuvien energialähteiden tuotannon ja käytön kehitys näkyy alla olevassa taulukossa.

Taulukko 60. Uusiutuvien energialähteiden käytön osuudet vuonna 2003 ja käytön ja tuotannon keskimääräinen kasvuvauhti vuosina 2003 – 2015, %-osuudet ja vuosikasvu %/v

	Osuudet vuonna 2003, %	Käytön/tuotannon muutos vuosina 2003-2015, %/v
Vesivoima	13,6	0,3
Kuori ja muu jätepuu	23,5	-0,8
Jäteliemet	42,6	1,0
Puun pienkäyttö	14,2	0,4
Kierrätyspolttoaine, biokaasu	1,4	4,2
Lämpöpumput	0,9	6,0
Metsähake	3,6	10,7
Ruokohelpi ja biopolttoneesteet	0,2	22,1
Tuulivoima	0,1	26,0
Uusiutuvat yhteensä	100	1,4

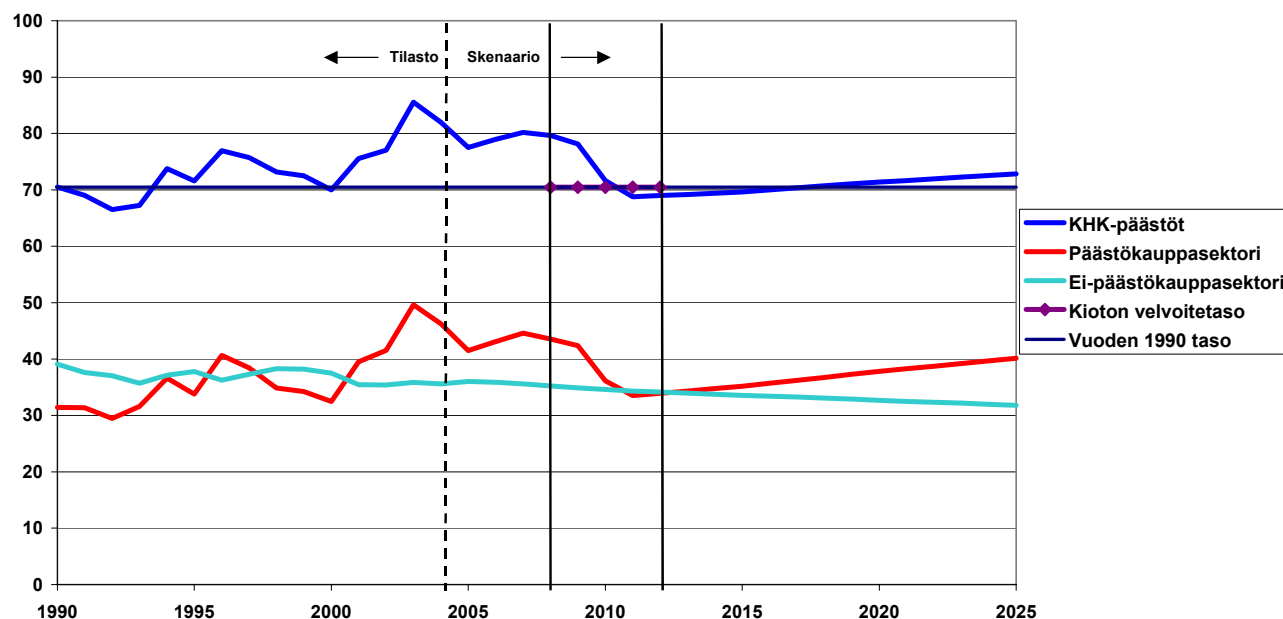
5.6 WAM-skenaarion kasvihuonekaasupäästöt

Suomen kasvihuonekaasupäästöt WAM-skenaariossa ovat varsin tiukasti sidoksissa päästöoikeuden hintaan. Samoin kuin energiataseiden arvioinnissa päästöoikeuden hinta määrittää keskeisesti myös WAM-skenaarion kasvihuonekaasupäästöjen kehityksen. Mitä korkeampi päästöoikeuden hinta sitä enemmän tehdään kotimaisia toimenpiteitä. Alhaisilla päästöoikeuden hinnoilla puolestaan kannattaa hankkia markkinoilta päästöoikeuksia päästöjen katteeksi. Päästöoikeuden hinta säätelee siten päästövelvoitteesta aiheutuvien toimenpiteiden jakautumista kotimaisiin toimiin ja joustomekanismien käyttöön. Korkeilla päästöoikeuden hinnoilla kotimaiset päästöt ovat alhaisemmat kuin alemmilla päästöoikeuden hinnoilla. Tämä ei kuitenkaan mitenkään estä päästövelvoitteiden toteutumista. Tarkastelussa käytetyt päästöoikeuden hinnat ovat samat kuin edellä eli päästökauppajaksolla 2005 – 2007 keskimäärin 15€/tCO₂ vuodessa ja sen jälkeen 20 €/tCO₂ vuodessa.

Kuvassa 13 on esitetty WAM-skenaarion mukaiset kasvihuonekaasupäästöt kokonaisuudessaan ja eriteltyinä päästökauppasektorin päästöihin ja päästökauppaan kuulumattomien alojen päästöihin. WAM-skenaarion päästöt ovat Kioton sitoumuskaudella keskimäärin 8 milj. tonnia alemmat kuin WM-skenaariossa vastaavana ajanjaksona keskimäärin. Kotimaiset toimet päästöjen

vähentämiseksi eivät kuitenkaan ole riittävät, vaan niin valtion kuin päästökauppa-sektorin yritysten on turvauduttava joustomekanismien käyttöön päästövelvoitteen toteuttamiseksi. Tämä on nähtävissä myös kuvassa 13. WAM-skenaariossa päästöoikeuden hinta Kioton sitoumuskaudella ja sen jälkeen on oletettu olevan 20 €/tCO₂. Jos päästöoikeuden hinta olisi alempi, olisivat WAM-skenaariossa päästöt huomattavasti suuremmat ja joustomekanismien käyttö samalla aktiivisempaa.

WAM-skenaariossa niin kuin WM-skenaariossakin päästöt kasvavat vain päästökauppa-sektorilla.



Kuva 13. Kasvihuonekaasupäästöt WAM-skenaariossa, milj. tonnia CO₂-ekv.

Päästökauppa-sektorilla hiilidioksidipäästöt ovat WAM-skenaariossa vuonna 2010 noin 36,3 milj. tonnia kun ne WM-skenaariossa olivat noin 43,2 milj. tonnia¹⁾. Päästöt ovat WAM-skenaariossa siten alentuneet 6,6 milj. tonnilla. Merkittävin vähennys päästöissä WM-skenaarioon verrattuna on lauhdevoiman tuotannossa, jossa tuotannon alentumisen johdosta päästöt olisivat vähentyneet noin neljällä miljoonalla tonnilla. Myös muussa energian tuotannossa päästöt vähenevät, jos uusiutuvia biopolttoaineita on saatavissa siinä määrin kuin WAM-skenaariossa oletetaan.

Taulukko 61. Päästökauppa-sektorin päästöt sektoreittain WAM-skenaariossa vuosina 1990-2025, Mt ja %.

	Mt CO ₂ -ekv.				Osuudet, %			
	1990	2003	2010	2025	1990	2003	2010	2025
Lauhdevoima	5,3	17,5	3,2	4,6	17	35	9	11
Kaukolämpö	11,1	13,9	13,2	15,2	35	28	36	38
Massa- ja paperi	5,5	5,3	4,8	4,5	17	11	13	11
Rauta- ja teräs	4,8	6,0	6,8	7,4	15	23	20	19

1) Kioton sitoumuskaudella keskimäärin WM-skenaariossa mukaiset päästöt päästökauppa-sektorilla ovat 44,7 milj. tonnia ja WAM-skenaariossa 38 milj. tonnia.

Öljynjalostus	2,1	3,1	4,2	4,2	7	6	11	10
Mineraalit	2,2	2,2	2,5	2,7	7	4	7	7
Muu	0,6	1,5	1,6	1,7	2	3	4	4
Yhteensä	31,5	49,4	36,3	40,3	100	100	100	100

Päästökauppasektorin ulkopuolisilla aloilla päästöt kokonaisuudessaan alenevat tasaisesti koko tarkastelukauden. Merkittävimmin päästöt laskevat talokohtaisessa lämmityksessä ja muiden kuin hiilidioksidipäästöjen kohdalla. Liikenteen päästöt pysyvät kutakuinkin nykytasolla.

Taulukko 62. Ei-päästökauppasektorin päästöt ja päästöjen osuudet sektoreittain WAM-skenaariossa vuosina 1990-2025, Mt ja %.

	Mt CO ₂ -ekv.				Osuudet, %			
	1990	2003	2010	2025	1990	2003	2010	2025
CO₂-päästöt								
Liikenne	12,0	12,5	12,7	12,2	31	35	37	39
Lämmitys	5,0	3,9	3,2	1,6	13	11	9	5
Muut sektorit	6,5	5,9	6,0	6,1	17	16	17	19
Muut päästöt	15,4	13,7	12,7	11,8	40	38	37	37
Yhteensä	38,9	36,1	34,6	31,8	100	100	100	100

Päästökauppasektorin osuus kokonaispäästöistä oli vuonna 1990 noin 45 prosenttia ja ei-päästökauppasektorin osuus 55 prosenttia. Suhde on kääntynyt toisinpäin ja päästökauppasektorin osuus kokonaispäästöistä kasvaa WAM-skenaarion mukaan myös jatkossa.

Taulukko 63. Kokonaispäästöt päästökauppa ja ei-päästökauppasektorilla sekä osuudet sektoreittain WAM-skenaariossa vuosina 1990-2025, Mt ja %.

	Mt CO ₂ -ekv.				Osuudet, %			
	1990	2003	2010	2025	1990	2003	2010	2025
Päästökauppa-sektori	31,5	49,4	36,3	40,3	45	58	51	56
Ei-päästökauppa-sektori	39,0	36,1	34,6	31,8	55	42	49	44
Yhteensä	70,5	85,5	70,9	72,0	100	100	100	100

WAM-skenaarion mukaiset päästöt lähteittäin käyvät ilmi taulukosta 58. Liikennepolttonesteiden ja maakaasun osuus päästöistä nousee Kioton kaudelle siirryttäessä. Kivihiilen ja turpeen päästöosuudet ovat laskussa. Terästeollisuuden kasvun mukana myös tuotantoon liittyvät prosessipäästöt kasvavat.

Taulukko 64. Päästöt lähteittäin WAM-skenaariossa, Mt CO₂ ekv.

	Päästöt, Mt CO ₂ ekv.				Osuudet, %			
	2003	2010	2015	2025	2003	2010	2015	2025
Liikennepolttonesteet	12,2	12,3	12,2	11,8	14,3	17,3	17,8	16,4
Muu öljy	15,0	14,1	13,5	12,4	17,6	20,0	19,7	17,3
Kivihiili	18,1	5,3	4,2	7,1	21,1	7,5	6,1	9,9
Koksi ja masuunikaasu	4,7	5,3	5,6	6,0	5,5	7,5	8,2	8,3
Maakaasu	9,4	11,7	12,0	12,5	11,0	16,6	17,4	17,3
Polttoturve	10,3	6,3	6,0	6,9	12,1	9,0	8,7	9,6
Muut polttoaineet	0,6	0,8	0,8	1,0	0,7	1,1	1,2	1,4
Muu CO ₂	1,4	2,3	2,3	2,5	1,7	3,2	3,4	3,4
Muut päästöt	13,7	12,7	12,1	11,8	16,1	17,9	17,6	16,4
Yhteensä	85,5	70,9	68,8	72,0	100	100	100	100

5.7 WAM-skenaarion herkkyystarkastelu

Päästöoikeuden hinta on tekijä, joka vaikuttaa olennaisesti energiasektoriin ja sitä kautta kasvi-huonekaasupäästöihin päästökaupan oloissa. Päästöoikeuden hinta on myös tekijä, johon ei Suomessa tehtävillä toimilla voida vaikuttaa. WAM-skenaariossa on käytetty päästöoikeuden hinnalle yhtä tämän hetken arviota, mutta hinta voi vaihdella paljonkin riippuen tulevista päästö-rajoituksista ja markkinatilanteesta.

Päästöoikeuden hintaan liittyvää epävarmuutta ja sen vaikutuksia on pyritty kuvaamaan herkkyystarkastelulla. Päästöoikeuden hintaa on varioitu kymmenen euroa yli ja alle kahdenkymmenen euron perusarvion. Vaikutuksia on tarkasteltu sähkön hankinnassa, hiilidioksidipäästöissä ja kotimaisten energialähteiden käytössä.

Päästöoikeuden hinnan vaihtelu vaikuttaa hiilidioksidipäästöihin useammalla mekanismilla. Polttoaineiden hintasuhteet muuttuvat, mikä ohjaa vähemmän päästöjä tuottavien polttoaineiden käyttöön. Hintasuhteiden muutokset johtavat myös erilaiseen sähkön tuotantorakenteeseen. Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla päästöoikeuden hinta vaikuttaa sähkön hintaan fossiilisten polttoaineiden käytön tullessa kalliimmaksi kuten luvussa 6.2 on kuvattu. Sähkön hinnan muutokset taas vaikuttavat sähkön kulutukseen ja eri maiden erilaisen tuotantorakenteen kautta myös sähkön nettotuontiin. Nimenomaan sähkömarkkinoilla päästökaupan vaikutukset korostuvat. Kaikki edellä mainitut mekanismit johtavat siihen, että hiilidioksidipäästöt tulevat vähenemään päästöoikeuden hinnan noustessa.

Taulukosta 59 nähdään päästöoikeuden hinnan nousun vaikuttavan sähkön kulutukseen huomattavasti. Samoin on nähtävissä, että sähkön lauhdetuotanto saa väistyä yhteistuotannon ja tuuli-voiman lisääntyessä. Päästöoikeuden hinnalla on myös selvä vaikutus sähkön tuontiin ja vientiin pohjoismaisilta sähkömarkkinoilta.

Taulukko 65. Sähkön hankinta ja kokonaiskulutus WAM-skenaariossa eri päästöoikeuden hinnoilla.

Sähkön hankinta, TWh	2003	2010			2025		
		-10 €	WAM	+10 €	-10 €	WAM	+10 €
Vesi- ja tuulivoima	9,6	13,9	14,1	14,3	16,2	16,9	17,6
Yhteistuotanto	27,9	34,0	34,4	35,0	40,5	40,9	41,6
Lauhdetuotanto	21,0	5,4	5,1	4,7	9,3	6,6	3,7
Ydinvoima	21,8	31,1	31,1	31,1	34,6	34,6	34,6
Nettotuonti	4,9	10,0	8,6	7,2	5,0	5,2	5,4
Kokonaiskulutus	85,2	94,4	93,4	92,3	105,6	104,2	102,8

Päästöoikeuden hinnan noustessa päästöt alenevat lähes lineaarisesti. Taulukossa 6.13 on esitetty päästöjen jakautuminen eri sektoreiden kesken päästöoikeuden hinnan vaihdellessa. Päästökaupan ulkopuoliseen sektoriin päästöoikeuden hinnalla on hyvin vähän vaikutusta. Vaikutukset päästökaupasta tulevat sen ulkopuoliselle sektorille lähinnä sähkön ja kotimaisten polttoaineiden hinnan kautta. Suhteellisesti eniten päästöoikeuden hintaan reagoi sähkön lauhdetuotanto, mutta selviä vähennyksiä tapahtuu myös kaukolämmön ja teollisuuden energiantuotannossa. Prosessipäästöt taas eivät juurikaan reagoi päästöoikeuden hinnan vaihteluun.

Taulukko 66. Hiilidioksidipäästöt päästökauppa- ja ei-päästökauppasektorilla eri päästöoikeuden hinnoilla.

Hiilidioksidipäästöt, Mt	2003	2010			2025		
		-10 €	WAM	+10 €	-10 €	WAM	+10 €
Päästökauppasektori	49,4	38,0	36,5	34,9	43,8	40,2	36,5
Teollisuuden prosessipäästöt	11,4	13,9	13,9	13,9	15,1	15,0	15,0
Teollisuuden energiantuotanto	6,6	6,5	5,8	5,0	6,1	5,4	4,6
Kaukolämpö	13,9	13,7	13,2	12,7	15,5	14,9	14,4
Lauhde	17,5	3,9	3,7	3,3	7,2	4,9	2,4
Ei-päästökauppasektori	22,4	21,9	21,9	21,8	19,9	19,8	19,7
Yhteensä	71,8	59,9	58,4	56,7	63,7	60,0	56,2

Kotimaisten energialähteiden käyttöön päästökauppa ja päästöoikeuden hinnan nousu saattaa vaikuttaa jopa hivenen negatiivisesti. Päästöoikeuden hinnan noustessa turpeen käyttö vähenee lauhdetuotannossa kun koko lauhdetuotanto vähenee, eikä tämä turve korvautu muilla kotimaisilla polttoaineilla. Päästöoikeuden hinnan ollessa riittävän korkea myös kivihiili alkaa korvata turvetta rannikolla. Taulukosta 61 nähdään myös, että puun ja muiden kotimaisten energialähteiden käyttöön päästöoikeuden hinnan nousulla on voimakas positiivinen vaikutus.

Muut biopolttoaineet ja kierrätyspolttoaineet on tarkasteltu erikseen ja niiden osalta päästöoikeuden hinnan vaikutusta ei ole suoraan voitu määrittää. Arvio näiden polttoaineiden käytöstä perustuu teknisiin potentiaaleihin ja alakohtaisiin selvityksiin. Näiden polttoaineiden käyttöön vaikuttavat paljolti muut poliittiset toimet kuin päästökauppa.

Taulukko 67. Kotimaisten energialähteiden käyttö eri päästöoikeuden hinnoilla

Kotimaiset energialähteet, PJ	2003	2010						2025	
		-10 €	WAM	+10 €	-10 €	WAM	+10 €		
Turve	98,4	71,0	56,3	42,6	71,8	54,7	38,8		
Jäteliemet	147,0	161,3	161,3	161,3	176,7	176,7	176,7		
Metsähake	12,3	29,2	39,6	50,0	35,3	46,3	57,3		
Teollisuuden tähdepuu	81,0	76,8	76,8	76,8	74,5	74,2	74,0		
Puun pienkäyttö	48,9	50,4	50,6	50,8	54,1	55,7	57,2		
Muut biopolttoaineet	0,6	6,0	6,0	6,0	8,8	8,8	8,8		
Kierrätyspolttoaineet	10,2	15,2	15,2	15,1	21,0	20,8	20,5		
Vesi, tuuli ja maalämpö	39,3	57,1	57,9	58,6	73,3	75,9	78,5		
Yhteensä	437,7	467,0	463,7	461,2	515,5	513,1	511,8		

Kaiken kaikkiaan päästöoikeuden hinnalla tulee olemaan merkittävä vaikutus energian hankinnan rakenteeseen ja sitä kautta hiilidioksidipäästöihin.

6 Vaikutusarviot

6.1 Arvioiden lähtökohdat

Ilmasto- ja energiastrategian taustaksi on teetetty useita tutkimuksia ja selvityksiä, joissa on arvioitu perinteisten energiapolitiikan toimien ja keskeisen uuden politiikkainstrumentin, EU:n päästökaupan, yhteisvaikutuksia. Tässä luvussa raportoidaan johtopäätöksiä kahdesta tutkimuksesta, joissa arvioitiin strategian eräiden keskeisten seikkojen vaikutusta energiatalouteen ja kansantalouteen. Energiataloudelliset vaikutusarviot tehtiin VTT:n energiatalouden mallijärjestelmillä ja kansantaloudelliset arviot Valtion taloudellisessa tutkimuskeskuksessa (VATT). Keskeisimpiä kysymyksiä, joita selvitettiin olivat:

a) Kioton sitoumuskaudella (2008 – 2012)

- Mikä olisi kustannustehokas tapa jakaa käytettävissä olevat sallitut päästömäärät (AAU) Kioton sitoumuskaudella vuosina 2008 – 2012 päästökaupasektorin ja sen ulkopuolisten toimijoiden kesken?
- Mitä voidaan sanoa päästöoikeuksien jaosta Kioton sitoumuskaudella päästökaupan kuuluvien sektoreiden välillä?
- Minkälaisia kustannuksia strategia aiheuttaa vuosina 2008 – 2012?

b) Kioton sitoumuskauden jälkeen (2013 – 2025)

- Kioton sitoumuskauden jälkeisiä tavoitteita arvioitaessa tarvitaan tietoa vaihtoehtoisten sitoumusmallien vaikutuksista energiatalouteen ja kansantalouteen. Minkälaisia kansantaloudellisia ja energiataloudellisia vaikutuksia erilaiset sitoumusmallit vuosina 2013 – 2025 aiheuttavat?

Lisäksi arvioitiin tuovatko valtion Kioton mekanismeilla mahdollisesti hankkimat sallitut päästömäärät kansantaloudellista hyötyä.

Kioton sopimuskaudelle sitoumusvelvoite on määrätty ja sen aiheuttamia vaikutuksia voidaan arvioida. Sen sijaan Kioton sitoumuskauden jälkeisille vuosille 2013 – 2025 ei ole päätetty päästöjen sitoumusvelvoitteita, jonka vuoksi tutkittavaksi valittiin neljä erilaista sitoumusvaihtoehtoa. Tarkasteluun valittiin vaihtoehdot, joissa sitoumusvelvoite kehittyisi ajallisesti suoraviivaisesti siten että velvoite olisi:

- 1) Yhtä suuri kuin Kioton velvoite koko tarkasteluperiodin ajan eli 70,5 milj. tonnia hiilidioksidiekvivalenttia vuosittain.
- 2) 10 prosenttia vähemmän kuin Kioton velvoite eli 63,4 milj. tonnia hiilidioksidiekvivalenttia vuonna 2025.
- 3) 20 prosenttia vähemmän kuin Kioton velvoite eli 56,3 milj. tonnia hiilidioksidiekvivalenttia vuonna 2025.

- 4) 30 prosenttia vähemmän kuin Kioton velvoite eli 49,3 milj. tonnia hiilidioksidiekvivalenttia vuonna 2025.

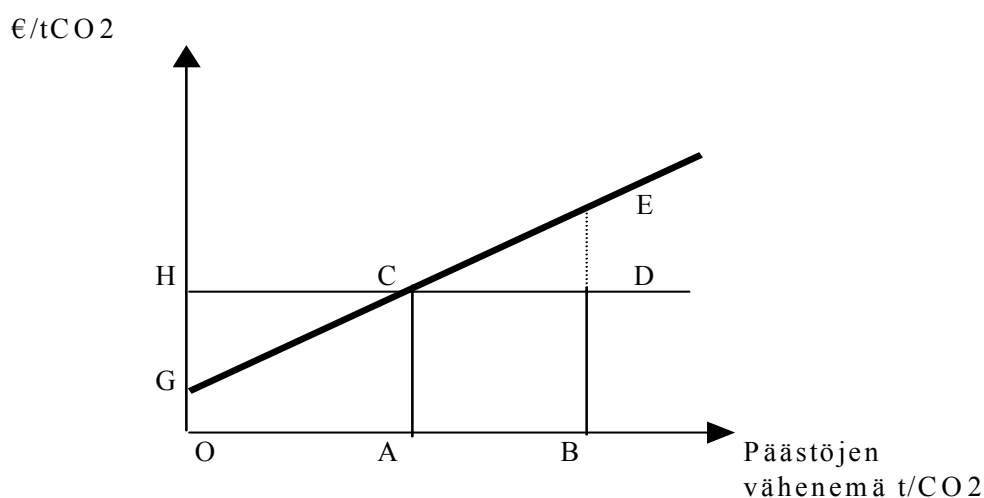
Nykyiset politiikkatoimet, kuten energiavero- ja tukijärjestelmät pidettiin arvioissa ennallaan. EU:n päästökauppa nousi uudeksi keskeiseksi politiikkainstrumentiksi. Arviot tehtiin kahdella päästöoikeuden hintavaihtoehdolla: 10 €/tCO₂ ja 20 €/tCO₂.

6.2 Energiajärjestelmän kustannukset

6.2.1 Välittömät nettomääräiset kokonaiskustannukset

Päästövelvoitteen hoidosta syntyvillä välittömillä kustannuksilla tarkoitetaan niitä lisäkustannuksia, joita aiheutuu kun energian tuotanto- ja käyttösektorit sopeutuvat päästösitoumuksesta johtuviin uusiin olosuhteisiin. Merkittävimmät kustannuserät ovat tuotantolaitosten investointi-, käyttö-, polttoaine- ja raaka-ainekustannuksia sekä päästöoikeuksien kaupasta aiheutuvia nettomääräisiä kustannuksia.

Välittömien kustannusten syntyä havainnollistetaan alla olevassa kuvassa. Pisteiden G, C ja E kautta kulkeva suora kuvaa päästöjen vähennyskustannuksia kotimaassa. Suomen päästöjen ajatellaan ylittävän käytössä olevat sallitut päästömäärät (AAU) määrällä, joka vastaa kuviossa pisteiden O ja B välistä etäisyyttä. Päästökauppasektoriin kuuluvat yritykset käyvät kauppaa päästöoikeuden hinnalla H euroa hiilidioksiditonnilta. Kansallinen päästövelvoite kannattaa tässä tapauksessa hoitaa siten, että kotimaisin toimenpitein vähennetään päästöjä pisteiden O ja A välinen määrä ja loppuosa velvoitteesta eli väli AB katetaan päästökaupan kautta hankittavilla päästöoikeuksilla. Kotimaisista toimista aiheutuvia kustannuksia kuvaa alue OGCA ja päästöoikeuksien nettohankinnan kustannuksia alue ACDB. Päästökaupalla vältetään alueen CED suuruinen kustannuserä, joka olisi tullut lisärasitteeksi, jos päästövelvoite olisi hoidettu yksinomaan kotimaisin toimenpitein.

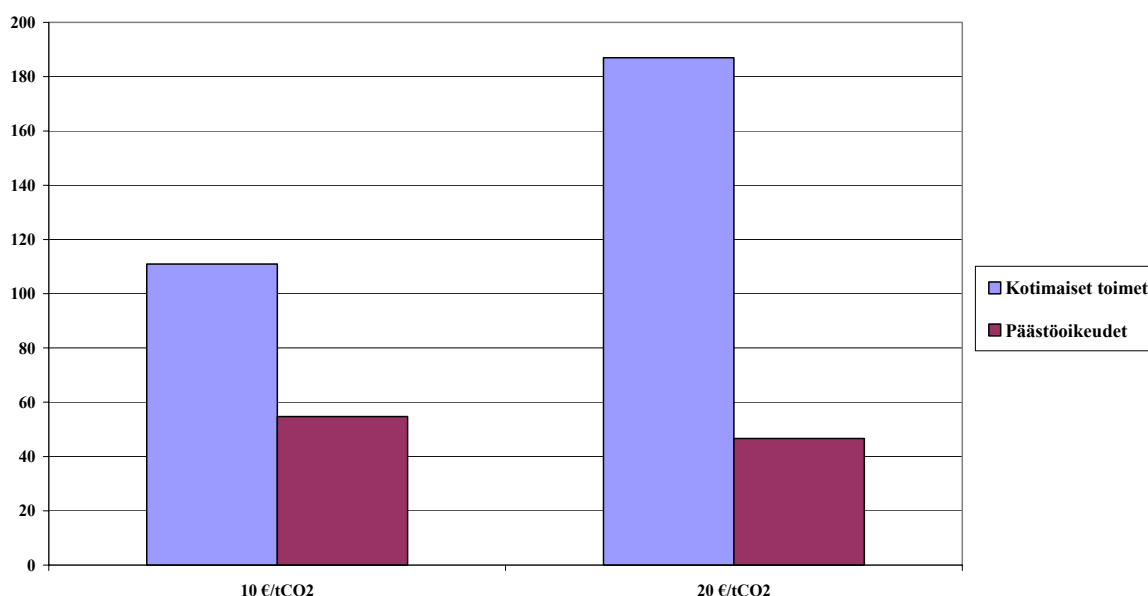


Kuva 14. Esimerkkikuva välittömien kustannusten synnystä

Päästöoikeuden hinta säätelee keskeisesti päästövelvoitteesta aiheutuvien toimenpiteiden jakautumista kotimaisiin toimiin ja päästökaupan käyttöön. Mitä korkeampi päästöoikeuden hinta sitä enemmän tehdään kotimaisia toimenpiteitä. Alhaisilla päästöoikeuden hinnoilla puolestaan kannattaa hankkia markkinoilta päästöoikeuksia päästöjen katteeksi.

Ilmasto- ja energiastrategian taustaksi tilattiin VTT:ltä selvitys, jossa arvioitiin muun muassa edellä kuvattuja välittömiä kustannuksia koko energiatalouden tasolla. Arvion lähtökohtina olivat edellisessä luvussa kuvatut sitoumusvaihtoehdot ja päästöoikeuden hinnat. Välittömiä kustannuksia tarkasteltiin sekä Kioton sitoumuskaudella että sen jälkeisellä ajalla vuoteen 2025 saakka. Selvityksessä ei huomioitu ns. nieluista aiheutuvaa lisätaakkaa Suomelle. Tämän vuoksi tehdyissä laskelmissa WM-skenaarion mukaiset päästöt ovat vuosikeskiarvona Kioton kaudella noin 10 milj. tonnia suuremmat kuin Suomen käytössä olevat sallitut päästömäärät. Nieluvaikutus huomioituna vaje olisi noin 11 milj. tonnia. Valtion osallistumista Kioton mekanismien käyttöön ei ole laskelmissa huomioitu.

Arvio Kioton sitoumuskauden välittömistä kustannuksista näkyy kuvassa 15.



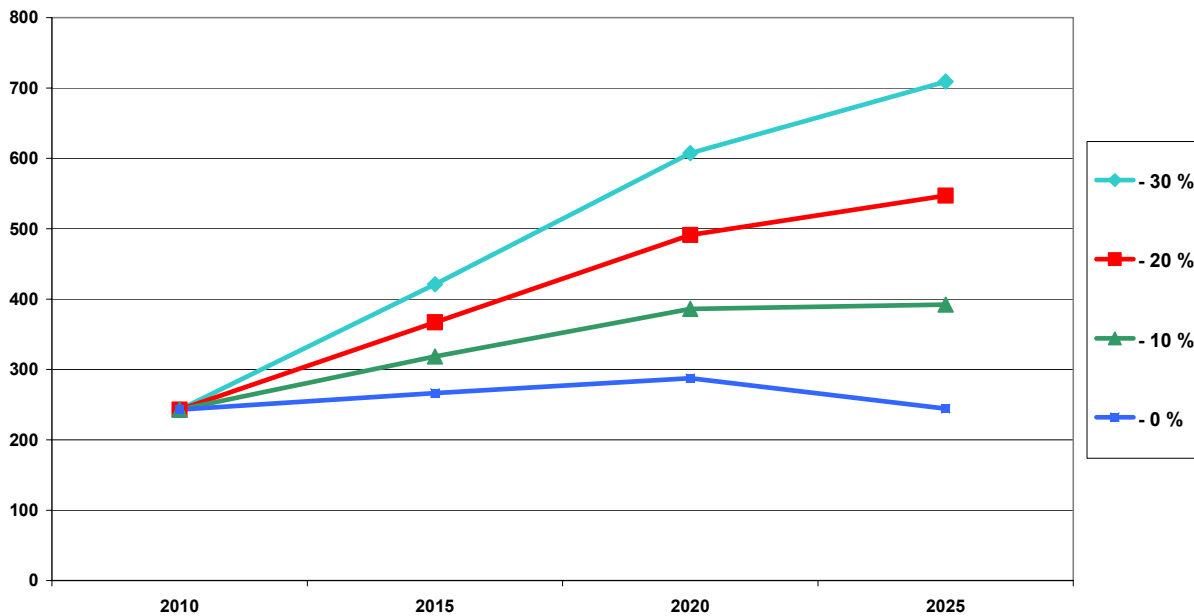
Kuva 15. Arvio päästövelvoitteen aiheuttamista välittömistä kustannuksista päästöoikeuden hinnoilla 10 ja 20 €/tCO₂

Korkeammalla päästöoikeuden hinnalla noin kolme neljäsosaa edellä mainitusta 10 milj. tonnin vajeesta katettaisiin kotimaisilla päästöjen vähennystoimilla ja neljännes hankkimalla päästöoikeuksia päästökaupan välityksellä. Alemmalla päästöoikeuden hinnalla sen sijaan vain vajaa puolet vajeesta hoidettaisiin kotimaisin toimenpitein. Päästöoikeuden hinnalla 10 €/tCO₂ päästöoikeuksia hankittaisiin markkinoilta 5,5 milj. tonnia ja 20 €/tCO₂ hinnalla 2,5 milj. tonnia. Päästövelvoitteesta aiheutuvat välittömät kustannukset olisivat alemmalla päästöoikeuden hinnalla Kioton kaudella noin 170 milj. euroa vuodessa ja korkeammalla päästöoikeuden hinnalla hieman vajaa 250 milj. euroa vuodessa.

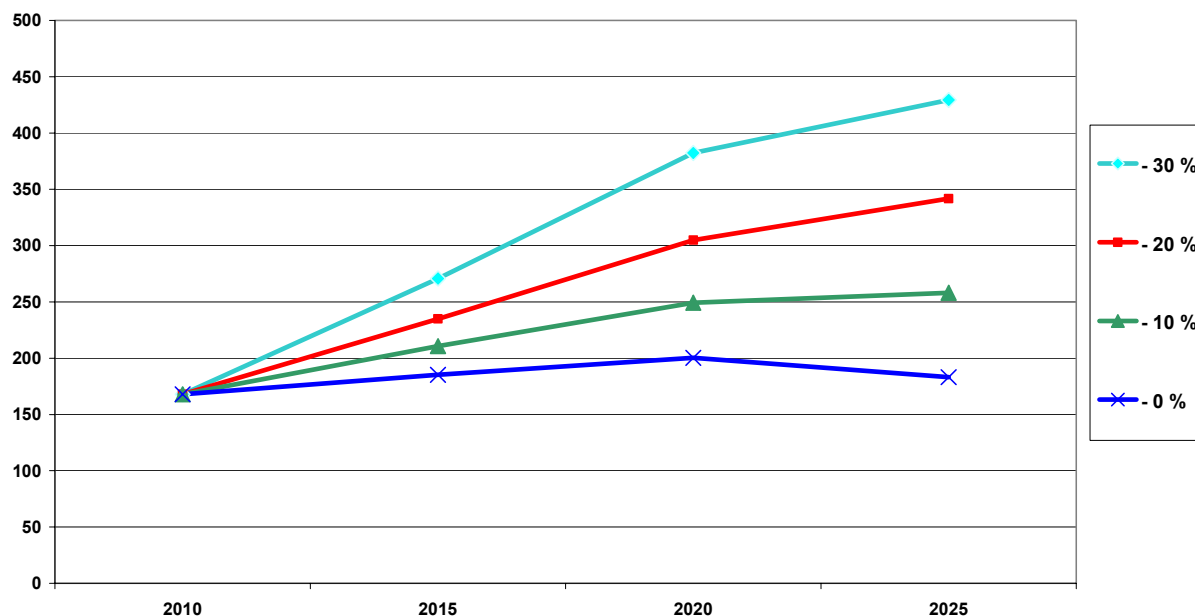
Kioton kauden jälkeen tulevien kustannusten suuruus riippuu päästövelvoitteiden tiukkuudesta ja päästöoikeuden hinnasta. Päästövelvoitteen kiristyminen ei juurikaan vaikuta kotimaisten toimenpiteiden määrään, jos päästöoikeuden hinta pysyy muuttumattomana. Saman voi havaita

myös kuvasta 14, sillä päästövelvoitteen siirtäminen kohdan B oikealle puolelle lisää vain päästöoikeuksien hankintaa markkinoilta. Päästöoikeuden hinnan muuttuminen sen sijaan vaikuttaa kotimaisten toimien määrään. Kotimaisella tavoitteen mitoituksella päästöoikeuden hintaan ei voida vaikuttaa, mutta EU-tasolla päästövelvoitteen ja päästöoikeuden hinnan välille syntyy keskinäinen riippuvuus. Kun EU:n päästövelvoite kiristyy, vaikuttaa se samalla päästöoikeuden hintaan korottavasti ja nostaa myös Suomen päästövelvoitteen hoidon kustannuksia.

Alla olevissa kuvissa on esitetty päästövelvoitteen hoidosta aiheutuvat välittömät kustannukset tarkasteluun otetuissa eri sitoumusvaihtoehdoissa ja päästöoikeuden hinnoilla. Kustannukset lisääntyvät päästösitoumusten tiukentuessa ja päästöoikeuden hinnan noustessa. Tarkastelluissa vaihtoehdoissa välittömät vuosikustannukset vaihtelevat vuoden 2025 tilanteessa vajaan 200 milj. euron ja 700 milj. euron välillä.



Kuva 16. Vaihtoehtoisista päästösitoumuksista aiheutuvat välittömät kustannukset päästöoikeuden hinnalla 10 €/tCO₂.



Kuva 17. Vaihtoehtoisista päästösitoumuksista aiheutuvat välittömät kustannukset päästöoikeuden hinnalla 20 €/tCO₂.

6.2.2 Välittömät kustannukset sektoreittain

VTT:n selvityksessä tarkasteltiin koko energiajärjestelmälle tulevia välittömiä nettokustannuksia. Seuraavassa näitä kustannuksia esitetään eri sektoreille esimerkkilaskelman avulla Kioton sitoumuskaudella. Arviointi perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön toimeksiannosta päästökauppaa ja sähkömarkkinoita tarkastelleen selvitysmiehen raporttiin, strategian taustalla oleviin skenaarioihin ja muihin alla kuvattuihin lähtökohtiin. Laskelma on esimerkinomainen, siinä pyritään hahmottamaan kustannusten ja hyötyjen suuruusluokkaa eri sektoreilla. Tulosten osuvuus riippuu siitä miten hyvin lähtöoletukset ovat kohdallaan.

Tarkastelun pitämiseksi mahdollisemman yksinkertaisena laskelmissa ei kuvata minimikustannusten tilannetta, vaan päästökauppasektorin yritysten oletetaan hoitavan päästövelvoitteensa vain päästöoikeuksia ostamalla. Laskelmassa kustannukset syntyvät päästökauppasektorin aloille siten päästöoikeuksien hankinnasta, sähkön hinnan noususta ja sähköverotuen poistosta. Päästökaupan kuulumattomille aloille kustannukset nousevat sähkön hinnan nousun kautta. Päästökaupan aiheuttaman sähkön hinnan nousun suuruus on omaksuttu selvitysmiehen raportin tuloksista. Lisäkustannusten ohella syntyy joillekin aloille myös positiivisia vaikutuksia. Niille sähkön tuottajille, jotka toimittavat sähkön asiakkaille markkinahintaan sähkön hinnan nousu merkitsee lisätuottoja. Myös strategian linjausten mukainen sähköveroluokan II veron alennus parantaa tähän veroluokkaan kuuluvien toimijoiden asemaa. Veron alennuksen suuruudeksi on laskelmassa oletettu 50 %.

Teollisuuden itselleen tuottaman sähkön ja osakkuuslaitoksistaan hankitun sähkön osalta on laskelmassa huomioitu vain päästöoikeuksien hankinnasta syntyvät kustannukset. Osakkuuslaitosten päästöoikeuksien tarve on arvioitu erillisen sähkön tuotannon keskimääräisellä päästökerroimella. Massan ja paperin tuotannossa edellä mainitut hankintalähteet ovat merkittäviä. Las-

kelmassa oletetaan alan tarvitsevan markkinasähköä vain kahden terawattitunnin määrän vuosittain Kioton sitoumuskaudella. Jos tarvittavan markkinasähkön määrä on suurempi, ovat alan sähkönhankinnan kustannuksetkin vastaavasti korkeammat. Nykyisen sähköntuotantokapasiteetin oletetaan säilyvän terästeollisuudessa ja öljynjalostuksessa vuosina 2008 – 2012.

Strategian linjausten mukaisten sähköverotukien poistuminen metsäteollisuuden jäteliemiltä, kuorelta sekä hakkeelta ja purulta merkitsisi alalle noin 27 milj. euron vuosittaisen tuen poistumista. Terästeollisuuden kohdalla koksaamo- ja masuunikaasujen sähköverotuen poistuminen merkitsisi noin kolmen miljoonan euron vuosittaista menetystä.

Päästöoikeuden hinnaksi on oletettu 20 €/tCO₂. Kustannukset kasvavat lineaarisesti päästöoikeuden hinnan kanssa. Laskelmassa oletetaan lisäksi, että valtio jakaa Kioton kaudella teollisuudelle päästöoikeuksia tarpeen mukaan, jolloin erilliselle sähkön tuotannolle ja kaukolämpösektorille ei riittäisi niiden tarvetta vastaavia päästöoikeuksia. Erillinen sähkön tuotanto joutuisi laskentaesimerkissä ostamaan päästöoikeuksia 7 miljoonan tonnin edestä vuosittain ja kaukolämpösektori 3 miljoonaa tonnia. Ei-päästökauppasektorin velvoite olisi vähentää päästöjään noin miljoonalla tonnilla vuosittain. Valtio ei tässä esimerkissä osallistuisi taakan keventämiseen Kioton mekanismeilla.

Lisäkustannukset muodostuisivat siten taulukon 62 kuvaamalla tavalla.

Taulukko 68. Esimerkilaskelma strategian aiheuttamista lisäkustannuksista, milj. euroa.

	Sähkön hinnan nousu	Päästöoikeuksien osto	Osuussähkön hinnan nousu	Sähköverotukien poistuminen	Yhteensä
Teollisuus	368	0	35	30	433
- Massa ja paperi	45	0	35	27	107
- Terästeollisuus	45	0	0	3	48
- Öljynjalostus	3	0	0	0	3
- Mineraalit	15	0	0	0	15
- Muu teollisuus	260	0	0	0	260
Kaukolämpöala	0	60	0	0	60
Erillinen sähkö	0	105	0	0	105
Palvelut	220	0	0	0	220
Muu tuotanto	22	0	0	0	22
Kotitaloudet	340	0	0	0	340
Sähkön tuonti	0	0	0	0	0
Yhteensä	950	165	35	30	1180

Sähkön hinnan noususta aiheutuisi sähkön käyttäjille 20 euron päästöoikeuden hinnalla lähes miljardin euron lisälasku. Teollisuuden osuus tästä olisi noin 370 milj. euroa. Kotitalouksille tulisi lisäkustannuksia noin 340 milj. euroa ja palvelualoille 220 milj. euroa. Päästöoikeuksia kaukolämpösektori ja erillinen sähköntuotanto joutuisivat ostamaan noin 200 milj. euron edestä. Teollisuuden osuussähkön hintaan päästöoikeuksien oston arvioidaan aiheuttavan noin 35 milj. euron lisäkustannuksen, joka on kirjattu laskelmassa kokonaisuudessaan massa- ja paperiteollisuuden kustannukseksi. Saman suuruinen määrä päästöoikeuksien hankintakustannuksia on vähennetty erillisen sähkön tuotannon kustannuksista.

Teollisuudelle aiheutuvat lisäkustannukset ovat Kioton kaudella keskimäärin vuodessa noin 430 milj. euroa, josta massa- ja paperiteollisuuden osuus on runsaat 100 milj. euroa. Metsäteollisuus-

den kustannusten nousua hillitsee merkittävä oman sähköntuotannon osuus sekä osakkuusyhtiöiden kautta hankittu sähkö. Terästeollisuudelle syntyy noin 50 milj. euron lisäkustannus. Päästökaupan ulkopuolisten teollisuuden alojen sähkönhankinta kustannukset nousevat myös merkittävästi, noin 260 milj. eurolla vuosittain.

Sähkön hinnan nousu lisää kuluttajien kustannuksia ja lisää tuloja niille tuottajille, jotka toimittavat sähkön asiakkailleen markkinahintaan. Helpotusta sähkön käyttäjien kustannuksiin syntyy puolestaan strategiassa linjatun sähköveroluokan II alennuksesta. Laskelmassa alennuksen suuruudeksi asetettu 50 %. Veron alennuksen johdosta valtio menettäisi tuloja runsaan 110 milj. euron edestä vuosittain Kioton sitoumuskaudella. Sektorikohtaiset hyödyt näkyvät taulukossa s.

Taulukko 69. Laskelma strategian aiheuttamista hyödyistä sektoreittain Kioton kaudella keskimäärin vuodessa, milj. euroa.

	Sähkön hinnan nousu	Sähköveron alennus	Yhteensä
Teollisuus	0	113	113
- Massa ja paperi	0	60	60
- Terästeollisuus	0	8	8
- Öljynjalostus	0	3	3
- Mineraalit	0	2	2
- Muu teollisuus	0	40	40
Kaukolämpöala	280	0	280
Erillinen sähkö	540	0	540
Palvelut	0	0	0
Muu tuotanto	0	0	0
Kotitaloudet	0	0	0
Sähkön tuonti	130	0	130
Yhteensä	950	113	1063

Taulukko 70. Välittömät nettokustannukset yhteensä Kioton kaudella, milj. euroa.

	Sähkömarkkina-vaikutus	Verotukien poistuminen	Teollisuuden sähköveron alennus	Kustannusten kasvu, netto, milj. €
Teollisuus	403	30	-113	320
- Massa ja paperi	80	27	-60	47
- Terästeollisuus	45	3	-8	40
- Öljynjalostus	3	0	-3	0
- Mineraalit	15	0	-2	13
- Muu teollisuus	260	0	-40	220
Kaukolämpöala	-220	0	0	-220
Erillinen sähkö	-435	0	0	-435
Palvelut	220	0	0	220
Muu tuotanto	22	0	0	22
Kotitaloudet	340	0	0	340
Sähkön tuonti	-130	0	0	-130
Yhteensä	200	30	-113	117

6.2.3 Sallittujen päästömäärien allokoinnista

Energiataloutta kuvaavilla malleilla on mahdollista arvioida miten eri suuruiset päästövelvoitteet voitaisiin hoitaa mahdollisimman kustannustehokkaasti. Kustannustehokkuus on keskeisimpiä kriteereitä kun päästövelvoitteiden taakkaa jaetaan eri osapuolille. Tuloksia on kuitenkin pidettävä vain suuntaa antavina, sillä missään mallijärjestelmässä ei voida eikä ole järkevääkään kuvata todellisuuden kaikkia kustannustekijöitä ja ominaispiirteitä. Päästövelvoitteen hoidon kustannustehokkuutta arvioitiin tilanteessa, jossa vain kotimaiset toimet olisivat käytössä. Joustomekanismien ottaminen mukaan tarkasteluun ei mallilaskelmissa juurikaan muuttaisi Kioton kauden taakanjakoa. Kioton sitoumuskaudella päästöt ilman lisätoimia ylittäisivät Suomen sitoumusvelvoitteen noin 10 milj. tonnilla ilman ns. nieluvaikutuksia. Tämän suuruisen velvoitteen VTT:n energiamallijärjestelmä allokoisi eri sektoreille taulukossa 71 kuvatulla tavalla.

Taulukko 71. Vähennysvelvoitteen allokointi sektoreittain, Mt CO₂

Vähennysvelvoite, Mt CO ₂	
Ei-päästökauppasektori	- 1
Päästökauppasektori, josta	- 9
- Teollisuus	-1
- Kaukolämpösektori	-2
- Erillinen sähköntuotanto	-6
Yhteensä	-10

Päästökauppasektorin ulkopuolisilla aloilla päästöjen vähentäminen on tehtyjen selvitysten mukaan selvästi kalliimpaa kuin päästökauppasektorilla. Päästökauppasektorin sisällä mallilaskelmat siirtäisivät kustannustehokkuuden perusteella suurimman vastuun päästösitoumuksen hoidosta erilliselle sähköntuotannolle.

Kioton sitoumuskaudella, vuosina 2008 – 2012, valtion hallussa olevat sallitut päästömäärät (AAU) tulisi VTT:n tekemien arvioiden mukaan jakaa kustannustehokkuuden perusteella eri sektoreille taulukon 72 mukaisesti. Taulukko kuvaa pääpiirteittäin mallijärjestelmän tuottamaa jakoa, jonka vuoksi jako ei summaudu täsmällisesti Suomen sitoumusvelvoitteeseen 70,5 milj. tonnia keskimäärin vuodessa.

Taulukko 72. Suomen sallittujen päästömäärien kustannustehokas allokointi sektoreille VTT:n mukaan, Mt CO₂.

AAU:t sektoreittain Kioton kaudella, keskimäärin vuodessa, Mt CO ₂	
Ei-päästökauppasektori	35
Päästökauppasektori, josta	35
- Teollisuus	21
- Kaukolämpösektori	12
- Erillinen sähköntuotanto	2
Yhteensä	70

6.3 Kansantaloudelliset vaikutukset

6.3.1 Vaikutukset Kioton sitoumuskaudella

Päästövelvoitteen hoitaminen aiheuttaa kansantaloudelle lisäkustannuksia, jonka seurauksena kansantalouden aktiviteetti alenee verrattuna tilanteeseen, jossa velvoitetta ei olisi. Mahdollisuus joustomekanismien, EU:n päästökaupan ja Kioton mekanismien, käyttöön alentaa kuitenkin merkittävästi päästövelvoitteesta syntyviä kustannuksia. Kustannukset olisivat merkittävästi suuremmat, jos käytössä olisi vain kotimaisia toimia. Ilmastopolitiikan vaikutuksia on entistä vaikeampaa arvioida, kun joustomekanismit tulevat mukaan. Keskeisin vaikuttava tekijä, päästöoikeuden hinta, ei ole kansallisessa päätäntävallassa, jonka vuoksi sille laskelmissa annetaan vaihtoehtoisia arvoja.

Taulukkoon 73 on koottu päästövelvoitteesta aiheutuvat vaikutukset kansantalouteen eräiden keskeisimpien indikaattoreiden valossa. Vaikutukset kansantalouteen ovat sitä suuremmat mitä korkeampi on päästöoikeuden hinta EU:n päästökaupassa sekä päästövähennysten hankintakustannukset Kioton mekanismeilla. Bruttokansantuote olisi Kioton kaudella joka vuosi 0,5 – 0,9 prosenttia alempi kuin ilman päästövelvoitetta. Yksityisen kulutuskysynnän kohdalla alenema olisi luokkaa 1,2 – 2,2 prosenttia ja investoinneissa 0,1 – 0,3 prosenttia. Työllisyyteen vaikutukset olisivat VATT:n arvioiden mukaan lievästi negatiiviset.

Taulukko 73. Päästövelvoitteen vaikutukset kansantalouteen Kioton sitoumuskaudella vuosina 2008 - 2012. Muutos tilanteeseen, jossa velvoitetta ei olisi, %.

Päästöoikeuden hinta	5 €/tCO ₂	10 €/tCO ₂	20 €/tCO ₂
BKT	-0,5	-0,6	-0,9
Yksityinen kulutus	-1,2	-1,4	-2,2
Investoinnit	-0,1	-0,1	-0,3

Strategian taustaksi tehdyissä selvityksissä kävi ilmi myös, että valtion osallistuminen päästövelvoitteen hoitoon Kioton mekanismeilla alentaa kansantalouden kustannuksia. Kioton sitoumuskaudella vaikutukset eivät vielä näy, mutta tulevat päästövelvoitteiden tiukentuessa selvästi esiin. Tulokset on esitetty alempana taulukossa 74.

Ilmastopolitiikan kilpailukykyvaikutukset kasautuvat muutamille energiaintensiivisille sektoreille, jotka kuuluvat päästökaupan piiriin. Arimassa asemassa ovat metallien valmistus, massa- ja paperiteollisuus, mineraaliteollisuus sekä osa kemianteollisuudesta. Suurimmat kustannuspaineet syntyvät mahdollisesti mittavastakin sähkön hinnan noususta.

6.3.2 Kioton sitoumuskauden jälkeen

EU-laajuinen tarkastelu

Kioton sitoumuskauden jälkeiselle ajalle ei ole vielä määritetty päästövelvoitteita ja muutenkin sopimusarkkitehtuuri on vielä hyvin epäselvä. Tämän vuoksi joudutaan tekemään lukuisia määriä lähtöoletuksia, kun Kioton pöytäkirjan jälkeisten vuosien vaihtoehtoisten sitoumusvelvoitteiden

vaikutuksia lähdetään arvioimaan. Tulokset ovat luonnollisesti kiinteästi sidoksissa tehtyihin oletuksiin.

Kun Kioton sitoumuskauden jälkeiselle ajalle neuvotellaan kansainvälisiä päästötavoitteita, on politiikan kustannusten kannalta keskeistä muun muassa se, miten suurimmat päästäjät saadaan mukaan sopimukseen ja miten kansainvälisiä joustomekanismeja voidaan kehittää. Näistä ei ole vielä tietoa, joten strategiaa varten tällaisia vaikutuslaskelmia ei tehty. Sen sijaan tarkasteltiin sellaista mahdollisesti ääri vaihtoehtoa, jossa EU-maat lähtevät yksin vähentämään päästöjään. Päästöjen vähennystavoitteina olivat luvussa 74 mainitut vaihtoehdot. Tällaisella valinnalla pyritään hahmottamaan eri sitoumusvelvoitteiden kustannushaarukkaa. Laskemassa EU:n päästökaupan oletetaan jatkuvan rakenteeltaan nykyisenä.

Päästöjen rajoittamisen kustannuksia on arvioitu VATT:ssa ns. GTAP-mallilla. Mallin käytössä oleva tietokanta sisältää globaalien kauppavirtojen ja kokonaistaloudellisen aineiston lisäksi tietoa energian käytön volyyymeista ja maailmankaupasta maittain. Näin mallin avulla voidaan tutkia myös energiahyödykkeiden käyttöön sisältyvien päästöjen rajoittamisen vaikutuksia. Maailmantalouden ja EU-alueen talouden kasvuarviot perustuvat EU:n komission tekemiin laskelmiin. Vaikka energiaintensiivisten toimialojen kasvu on oletettu erittäin hitaaksi, kasvavat päästöt kuitenkin ilman lisätoimenpiteitä huomattavasti EU:n perusskenaariossa. Taulukossa 74 on esitetty eri jäsenmaille laskettujen perusskenaarioiden ja vaihtoehtoisten sitoumusvelvoitteiden välinen suhteellinen ero vuoden 2025 tilanteessa. Vaikka sitoumusvelvoitteet pidettäisiin vuoden 2025 tilanteessa nykyisellään (- 0 %) perusskenaarion päästöt ylittävät merkittävästi vanhoissa jäsenmaissa sitoumustason, vain uusissa jäsenmaissa päästöt olisivat alle sitoumustason. Kun päästövelvoite on luokkaa - 30 % Kioton kauden sitoumustasosta, myös uusien jäsenmaiden päästöt ylittäisivät sitoumustason.

Taulukko 74. Sitoumusvelvoitteen ja perusskenaarion päästöjen välinen ero, %. Sitoumusvelvoite laskettuna suhteessa kunkin maan taakanjaon mukaiseen Kioton sitoumuskauden velvoitteeseen.

Sitoumusvelvoite suhteessa perusskenaarion päästöihin , %				
Sitoumusvelvoite Kioton tasosta	-0 %	-10%	-20%	-30%
Suomi	-18	-26	-34	-42
Ruotsi	-19	-27	-35	-43
Tanska	-10	-19	-28	-37
Saksa	-12	-20	-29	-38
Iso-Britannia	-16	-24	-33	-41
Vanhat jäsenmaat	-23	-31	-38	-46
Uudet jäsenmaat	28	15	2	-11

Oletus EU-maiden sitoutumisesta yksipuolisiin päästöjen vähennystoimiin johtaa jäsenmaiden kilpailukyvyyn heikkenemiseen niihin maihin verrattuna, jotka eivät osallistu päästöjen vähentämiseen. EU-alueen vienti vähenee ja tuonnin kilpailukyky paranee. Voimakkaimmin vaikutukset tuntuvat prosessiteollisuuden viennissä ja kotimarkkinoilla. Taulukossa 75 on esitetty vaikutusarviot toimialojen nettovientiin vuonna 2025 aiemmin mainituilla sitoumusvelvoitteilla.

Taulukko 75. EU-maiden nettoviennin muutos vuonna 2025, milj. dollaria (vuoden 1997-hinnoin)

Sitoumusvelvoite Kioton tasosta	-0 %	-10%	-20%	-30%
Prosessiteollisuus	-110	-1870	-3280	-5580
Muu teollisuus	0	-37	0	-990
Palvelut	20	130	100	-940

Prosessiteollisuuden nettovienti kattaa metallien valmistuksen, massa- ja paperiteollisuuden, kemianteollisuuden sekä mineraaliteollisuuden toimialat. Päästövelvoitteiden yksipuolinen kiristäminen vähentäisi näiden toimialojen vientiä yli 4 miljardilla eurolla.

Euroopan yhteisön jäsenmaiden kansantuotetta päästösitoumukset alentaisivat taulukon 7.4 mukaisesti 0,1 – 0,8 prosenttia vaihtoehdosta, jossa päästösitoumuksia ei olisi.

Taulukko 76. Vaikutukset EU-alueen bruttokansantuotteeseen, %

Sitoumusvelvoite Kioton tasosta	-0 %	-10%	-20%	-30%
Bruttokansantuote	-0,1	-0,2	-0,5	-0,8

Tarkasteltujen päästösitoumusten vaikutus kansantalouteen kasvaa tavoitteen tiukentuessa. Vaikutusten suuruus on luonnollisesti keskeisesti sidoksissa tehtyihin lähtöoletuksiin ja komission laatimaan perusskenaarioon. Komissio oletti, että energiasäästöjen teollisuuden alojen kasvu jää tulevana vuosina kaikissa vanhoissa jäsenmaissa huomattavasti pienemmäksi kuin aiemmin. Lisäksi oletettiin, että uusia politiikkatoimenpiteitä otetaan jo perusskenaariossa käyttöön. Komission perusskenaario on näin ollen perusskenaarion ja politiikkaskenaarion välimuoto. Uusien sitoumustavoitteiden kustannusten arvioinnin perustaminen tällaiseen skenaarioon aliarvioi todellisia päästöjen alentamiskustannuksia. Laskelmien läpiviemiseksi perusskenaario on oltava ja komission skenaario oli kuitenkin soveltuvin vaihtoehto. Sen ominaisuudet on huomioitava kun tuloksia arvioidaan.

Vaikutukset Suomen kansantalouteen

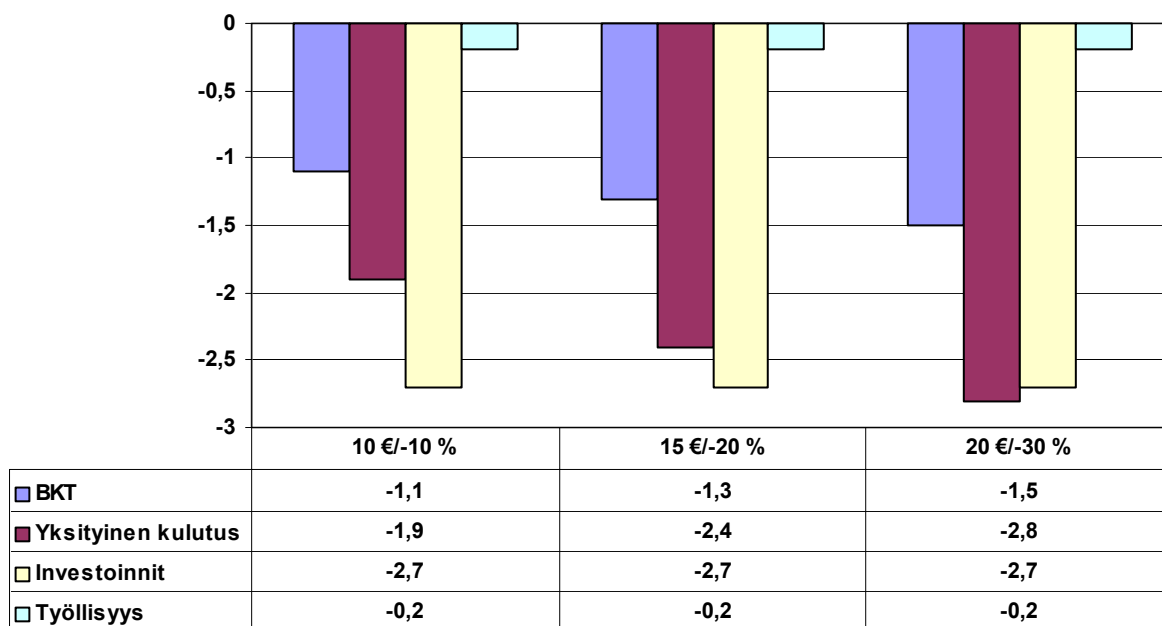
EU-laajuisia tuloksia on käytetty hyväksi arvioitaessa eri sitoumusvaihtoehtojen vaikutuksia Suomen kansantalouteen. Tarkastelukehikkona on nyt kuitenkin VATT:n Suomen kansantaloutta kuvaava mallijärjestelmä.

Kioton kauden jälkeisten sitoumustavoitteiden kansantaloudellisten vaikutusten ja kustannusten keskeisimmät tekijät ovat EU:n päästöoikeuden hinta, Kioton mekanismeilla hankittavien päästövähennysten hinta sekä luonnollisesti Suomelle tulevan päästösitoumuksen tiukkuus. EU:n päästöoikeuden hintaan vaikuttaa keskeisimmin EU-alueelle tulevan yhteisen päästötavoitteen tiukkuus Kioton kauden jälkeen. Mitä vaativampi tavoite on sitä korkeampi on päästöoikeuden hinta. Suomen kotimaisella politiikalla tähän kustannustekijään ei voida vaikuttaa.

EU:n laajuisen päästösitoumuksen tiukkuuden ja päästöoikeuden hinnan välillä on yhteys, joka pitäisi tuntea vaikutuslaskelmien tekemiseksi. Käytettävissä ei kuitenkaan ollut kunnollisia arvioita päästöoikeuden hinnan reagoinnista päästötavoitteisiin, jonka vuoksi VATT:n selvityksessä oletettiin tarkastelussa olleille tavoitetasoille niitä vastaava päästöoikeuden hinta. Tavoitetasoja vastaavat hinnat olivat vuoden 2025 tilanteessa:

- 10 % Kioton tasosta: 10 €/tCO₂
- 20 % Kioton tasosta: 15 €/tCO₂
- 30 % Kioton tasosta: 20 €/tCO₂

Näiden päästöoikeuksien ja sitoumustasojen vaikutukset kansantuotteeseen, kulutukseen, investointeihin ja työllisyyteen vuonna 2025 on esitetty kuvassa 18. Laskelmissa ei ole otettu huomioon valtion mahdollisesti Kioton mekanismeilla hankkimia sallittuja päästömääriä.



Kuva 18. Päästösitoumusten ja päästöoikeuden hinnan yhteisvaikutus kansantalouteen vuonna 2025, muutos WM-skenaariosta, %

VATT:n selvitysten perusteella näyttäisi siltä, että joustomekanismien käytön hinnalla, erityisesti EU:n päästöoikeuden hinnalla, olisi jopa suurempi vaikutus kansantalouden suureisiin kuin tarkastelluilla päästösitoumustavoitteilla. Niin päästöoikeuden hinnan nousu kuin päästösitoumuksen tiukentuminenkin alentavat kansantalouden aktiviteettia, mutta ensiksi mainitulla näyttäisi olevan tarkastelluista vaihtoehtoista suurempi paino.

Valtion osallistuminen Kioton mekanismien käyttöön

EU:n komission teettämien arvioiden mukaan joustomekanismien käyttö laskisi päästöoikeuden hintaa koko EU:n tasolla tuomalla päästövähennyksiä yhteisön päästöoikeuksien markkinoille. Tämä alentaisi päästöjen vähentämisen kustannuksia koko EU-alueella.

Useat jäsenmaat ovat ilmoittaneet valtion osallistuvan merkittävästi Kioton mekanismien käyttöön. VATT:n selvityksessä pyrittiin arvioimaan olisiko valtion osallistuminen Suomen kansantalouden kannalta edullista. Tarkastelu tehtiin Kioton sitoumuskaudelle ja vuoden 2025 tilanteessa, jossa päästöjen vähentämistavoitteeksi oletettiin 30 prosenttia vuoden 1990 tasosta. Mahdollisuudeksi käyttää Kioton mekanismeja oletettiin 50 prosenttia WM-skenaariota ja sitoumusvelvoitteen välisestä erosta.

Kioton sitoumuskaudella valtion osallistumisen kansantaloudellinen etu ei vielä tullut selvästi näkyviin, koska mahdollisuudet mekanismien käyttöön olisivat tehdyn oletuksen mukaan enimmillään vain runsaat 5 milj. tonnia. Päästövelvoitteen kasvaessa vaikutukset tulevat selvästi esille. Taulukossa 77 on esitetty vaikutuksia bruttokansantuotteeseen, kulutukseen, investointeihin ja työllisyyteen, kun vaihtoehtoina ovat valtion osallistuminen Kioton mekanismien käyttöön ja osallistumattomuus.

Taulukko 77. Eri sitoumusvelvoitteiden vaikutus kansantalouteen, kun valtion osallistuminen Kioton mekanismeihin otetaan huomioon, muutos WM-skenaariosta, %

	Valtio ei osallistu Kioton mekanismien käyttöön			Valtio osallistuu Kioton mekanismien käyttöön		
	10 € /-10%	15 €/-20 %	20 €/-30%	10 € /-10%	15 €/-20 %	20 €/-30%
BKT	-1,1	-1,3	-1,5	-0,6	-0,7	-0,8
Kulutus	-1,9	-2,4	-2,8	-1,5	-1,7	-1,9
Investoinnit	-2,7	-2,7	-2,7	0	0	0
Työllisyys	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	0

Valtion osallistuminen Kioton mekanismien käyttöön alentaa merkittävästi kansantalouden kustannuksia. Selvityksessä ei kuitenkaan kyetty arvioimaan mihin määrään saakka valtion osallistuminen olisi kokonaistaloudellisesti edullista.

Toimialakohtaisesti valtion osallistuminen Kioton mekanismeihin näkyy tuotannon osalta alla olevassa taulukossa.

Taulukko 78. Eri sitoumusvelvoitteiden vaikutus eri toimialojen tuotantoon vuonna 2025, kun valtion osallistuminen Kioton mekanismeihin otetaan huomioon, muutos WM-skenaariosta, %

	Valtio ei osallistu mekanismeihin			Valtio osallistuu mekanismeihin		
	10 € /-10%	15 €/-20 %	20 €/-30%	10 € /-10%	15 €/-20 %	20 €/-30%
PKS- teollisuus	-1,0	-1,4	-1,8	-0,9	-1,1	-1,2
-Rauta ja teräs	-3,7	-6,0	-8,3	-3,2	-5,6	-7,7
-Massa&paperi	0,0	0,1	0,3	-0,3	0,0	0,4
-Öljynjalostus	-3,4	-4,8	-6,2	-2,6	-3,3	-4,0
EPKS-teollisuus	-0,5	-0,4	-0,3	0,1	0,3	0,4
Palvelutoimialat	-1,0	-1,0	-1,1	-1,3	-1,3	-1,4

VATT:n laskelmien mukaan valtion osallistuminen Kioton mekanismeilla päästövelvoitteen hoitoon vaikuttaa pääsääntöisesti myönteisesti niin päästökauppasektorin kuin ei-päästökauppasektorinkin toimialojen tuotantomahdollisuuksiin.

6.4 Aluetaloudellisia vaikutuksia

Ilmastostrategian näkyvimmit aluetaloudelliset vaikutukset ilmenevät päästökaupan aiheuttaman polttoaineiden välisen kilpailukyvyyn muutosten kautta. Päästökauppa parantaa puun kilpai-

lukykyä muihin polttoaineisiin nähden. Eniten kilpailukykyään päästöttömiin energialähteisiin verrattuna menettävät turve, kivihiili ja raskas polttoöljy. Myös kaasun kilpailukyky heikkenee puuhun verrattaessa, mutta sen kilpailukyky paranee muihin fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna.

Puupolttoaineen käytön kasvua tapahtuu jokaisessa maakunnassa. Turpeen käyttö vastaavasti vähenee lähes jokaisessa maakunnassa, koska puu korvaa turvetta sähkön ja lämmön yhteistuotannossa. Turvelauhteen tuotantoa korvautuu pääasiassa rannikon suurissa hiililauhdevoimalaitoksissa Satakunnassa ja Pohjanmaalla. Pirkanmaalla ja Kymenlaaksossa tapahtuu pientä siirtymää turpeelta maakaasulle.

Alueellisesti päästökauppa vaikuttaa negatiivisimmin Etelä-, Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla, joissa vähentynyttä turvelauhteen käyttöä ei pystytä puulla korvaamaan. Positiivisimmat työllisyysvaikutukset jakaantuvat tasaisemmin ollen suurimpia Pohjois-Savossa ja Satakunnassa.

Työllisyyden osalta päästökaupan vaikutus heijastuu voimakkaimmin turvetuotannon ja kuljetusten työllisyyteen. Vastaavasti puupolttoaineen käytön kasvu lisää työpaikkoja. Tehtyjen selvitysten mukaan päästöoikeuden hinnalla 20€/tCO₂ turpeen tuotannon ja kuljetuksien työllisyys vähenisi noin 1170 henkilötövuotta, josta vaikutus suoriin työpaikkoihin on noin 750 henkilötövuotta. Kun turve korvautuu metsähakkeella, syntyisi käytännössä vastaava määrä työpaikkoja metsähakkeen toimituksiin. Puupolttoaineiden lisäkäytön työllisyysvaikutukset ovat noin 1090 henkilötövuotta (tästä suorat vaikutukset n. 725 htv), jolloin kotimaisten polttoaineiden työllistävyys jää päästökauppatilanteessa lievästi negatiiviseksi (80 htv).

Energiantuotantolaitokset hyödyntävät jo tällä hetkellä kaiken saamansa metsäteollisuuden sivutuotteen, eikä sivutuotemäärien ole arvioitu metsäteollisuudessa lisääntyvän. Puupolttoaineen käytön kasvun tulisiikin syntyä pääosin metsähakkeesta. Teknis-taloudellisesti korjuukelpoista metsähaketta on runsaasti Pohjois-Savon, Etelä-Savon, Keski-Suomen ja Pohjois-Karjalan maakunnissa. Itä-Suomen alueella metsähakkeen käyttöpotentiaali on hieman teknis-taloudellista tarjontapotentiaalia alhaisempi. Vastaavasti Kymenlaakson, Pohjois-Pohjanmaan ja Pohjanmaan alueilla metsähakkeen käyttöpotentiaali ylittää selkeästi tarjontapotentiaalin.

Polttoaineketjuun kohdistuvien työllisyysvaikutusten lisäksi päästökaupalla on myös muita alueellisia työllisyysvaikutuksia, joiden suuruutta on tässä vaiheessa vaikea arvioida. Päästökauppa, ilmastokysymysten ja päästöjen hallinta sekä uusiutuvan energian lisääntyvä käyttö vaikuttanevat positiivisesti laite- ja komponenttitoimittajien ja eri palvelun tarjoajien työllisyyteen. Myös tutkimus- ja kehitystoiminnan odotetaan kasvavan.