

**SUOMEN ESITYS PÄÄSTÖOIKEUKSIEN KANSALLISEKSI JAKOSUUNNITEL-
MAKSI VUOSILLE 2008–2012, LIITE 1**

**KANSALLISEN PÄÄSTÖOIKEUKSIEN
JAKOSUUNNITELMAESITYKSEN
LAADINNASSA KÄYTETYT
SKENAARIOT**

LUONNOS 29.9.2006

Sisällysluettelo

1	Tausta	3
2	Lähestymistapa	4
3	WM –skenaario	7
3.1	Keskeiset lähtökohdat	7
3.1.1	Väestö ja työvoima.....	7
3.1.2	Kansantalouden kysyntätekijöiden kehityksestä.....	8
3.1.3	Toimialoittainen kehitys	9
3.1.4	Energian maailmanmarkkinahinnat	10
3.2	Energian kulutus WM-skenaariossa.....	13
3.2.1	Teollisuus	13
3.2.2	Lämmitys	21
3.2.3	Kotitalouksien ja palvelusektorin sähkön kulutus	22
3.2.4	Liikenne	24
3.2.5	Muut.....	25
3.3	Sähkön kokonaiskulutus ja hankinta.....	26
3.4	Energian kokonaiskulutus	28
3.5	Kasvihuonekaasupäästöt WM-skenaariossa	29
3.5.1	Polttoaineperäiset hiilidioksidipäästöt	29
3.5.2	Muut hiilidioksidipäästöt	30
3.5.3	Metaani (CH ₄).....	31
3.5.4	Dityppioksidi (N ₂ O).....	32
3.5.5	Fluoratut hiilivedyt tai F-kaasut.....	33
3.6	WM-skenaarion herkkyystarkastelut	33
3.6.1	Herkkyystarkastelujen lähtökohdat ja tarkoitus.....	33
3.6.2	Muutokset energiavaltaisten toimialojen kasvussa.....	33
3.6.3	Yhteenveto herkkyystarkasteluista	35
3.7	Yhteenveto kokonaispäästöistä.....	36
4	Lähestymistapoja päästövelvoitteen hoitamiseksi	39
4.1	Joustomekanismit.....	39
4.1.1	EU:n päästökauppa	39
4.1.2	Kioton mekanismit.....	41
4.2	Päästösitoumusten toteuttaminen.....	43
4.3	Kioton sitoumuskausi.....	44
5	WAM-skenaario	49
5.1	Keskeiset lähtökohdat	49
5.2	Energiapolitiikan keinot.....	50
5.3	Ohjauskeinojen vaikuttavuus	52
5.3.1	Vaikutus energian hintaan.....	52
5.3.2	Päästökaupan vaikutus polttoainekäyttöön	56
5.4	Puu ja turve päästökaupan oloissa	57
5.4.1	Puun energiakäyttö.....	57
5.4.2	Turve	59
5.5	Energian kysyntä ja hankinta WAM-skenaariossa	60
5.6	WAM-skenaarion kasvihuonekaasupäästöt	66
5.7	WAM-skenaarion herkkyystarkastelu.....	69

1 Tausta

Tässä liitteessä esitetään arviot Suomen energiankulutuksesta sektoreittain ja energialähteittäin sekä arviot kasvihuonekaasujen kehityksestä vuoteen 2025. Arviot on laadittu samalla menetelmällä kuin vuonna 2005 hallituksen eduskunnalle antaman energia- ja ilmastopoliittisen strategian taustaraportissa esitetty WM-skenaario (With Measures –scenario, Kauppa- ja teollisuusministeriön julkaisuja 4/2006). Arvioita on kuitenkin ajantasaistettu ja muutettu sikäli kun olosuhteissa ja näkemyksissä tapahtuneet muutokset ovat antaneet siihen aihetta.

Arviot on tarkoitettu lähinnä EU:n toista päästökauppakautta 2008-2012 koskevan kansallisen päästöoikeuksien jakosuunnitelmaesityksen tausta-aineistoksi.

Laskelmat on valmisteltu ilmastopolitiikan kannalta keskeisten ministeriöiden muodostamassa työryhmässä. Työryhmä on raportoinut hallituksen nimeämälle ministerityöryhmälle, joka vastaa päästökauppadirektiivin implementoinnista.

Kauppa- ja teollisuusministeriö on vastannut teollisuuden, rakennustoiminnan, kotitalouksien ja palvelujen energian käytön laskemista sekä energian tuotantosektorien polttoaineiden ja hiilidioksidipäästöt laskennasta kokonaisuudessaan sekä laskelmien yhteensovittamisesta. Ympäristöministeriö on vastannut rakennusten lämmitysenergiälaskelmista, alue- ja yhdyskuntarakenteen analysoinnista ja jätteiden ja jätehuollon sekä työkoneiden (pois lukien maa- ja metsätaluskoneet) päästölaskelmista. Liikenne- ja viestintäministeriön tehtävänä on ollut liikenteen polttoaineiden, sähkön käytön ja päästöjen arviointi. Maa- ja metsätalousministeriölle ovat kuuluneet maa- ja metsätalouden energiankulutus (ml. niiden työkoneet) ja päästöt.

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 arviotaessa erityisesti kansantalouden tuotannon kasvu ja rakenne, väestön määrä ja rakenne, energian maailmanmarkkinahinnat sekä keskeiset energia- ja ilmastopolitiikan politiikka-toimenpiteet 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 perusskenaariotoimenpiteillä 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 sopimusapuolten 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 teko hetken tasolle. WM-skenaariotoimien 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 energiastategian WAM-skenaario on yhteensovitettu eri sektoriministeriöissä tehtyjen arvioiden pohjalta. Koska WAM-skenaariotoimenpiteet 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 päästökauppa-kausi (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 energiaintensiivisyys aleneminen jatkuu, koska energiaintensiivisten 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 energiaintensiivisten 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 yritysten 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	ei muutoksia	Turun seutu: yhteys

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-skenaariion 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 edistämispänostus 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 ilmastopoliittikan ohjauskeinoja.

Taulukko 3. Poliittikkatoimet WM-skenaariossa.

	2005 -> 2007	2008 -> 2012	2013 -> 2025
Julkinen edistämispänostus:			
- 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 kuvatun kaltaisessa tilanteessa niin yksittäisten yritysten kuin koko kansantaloudenkin tasolla korostuu tarve kohottaa työn tuottavuutta. Tuottavuus on viimeisen 25 vuoden aikana kasvanut keskimäärin 2½ 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 2½ prosenttia vuodessa.

Taulukko 4. Väestön määrä ikäluokittain WM-skenaariossa sekä muutos indeksinä vuosina 2004-2025, milj. henkeä

Ikäluokat	2004	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	2,04	1,98	1,94	1,93	1,90	0,93
45-64 vuotiaat	1,46	1,54	1,46	1,37	1,33	0,92
64- vuotiaat	0,83	0,92	1,10	1,24	1,34	1,65
Yhteensä	5,26	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 2004–2025.

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 5. 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 2004 – 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>	1990- 2004	2004- 2010	2010- 2015	2015- 2025	2004- 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.

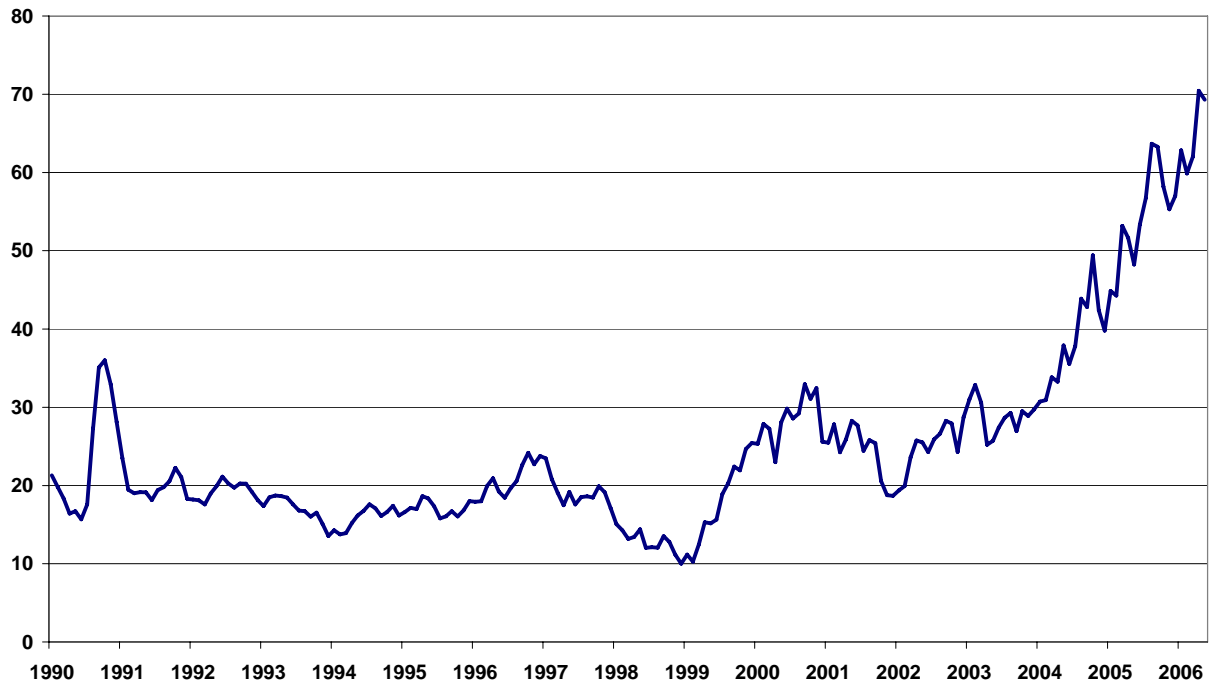
Vapaa öljyntuotanto- ja jalostuskapasiteetti on öljyn voimakkaan kulutuskasvun ja laatuvaatimusten muutosten myötä supistunut. Nämä tekijät monien muiden tekijöiden ohella ovat nostaneet öljyn maailmanmarkkinahinnan ennätyksellisen korkealle. Niin kansainvälisessä energiajärjestössä IEA:ssa kuin komissiossakin 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 öljyvart.

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.

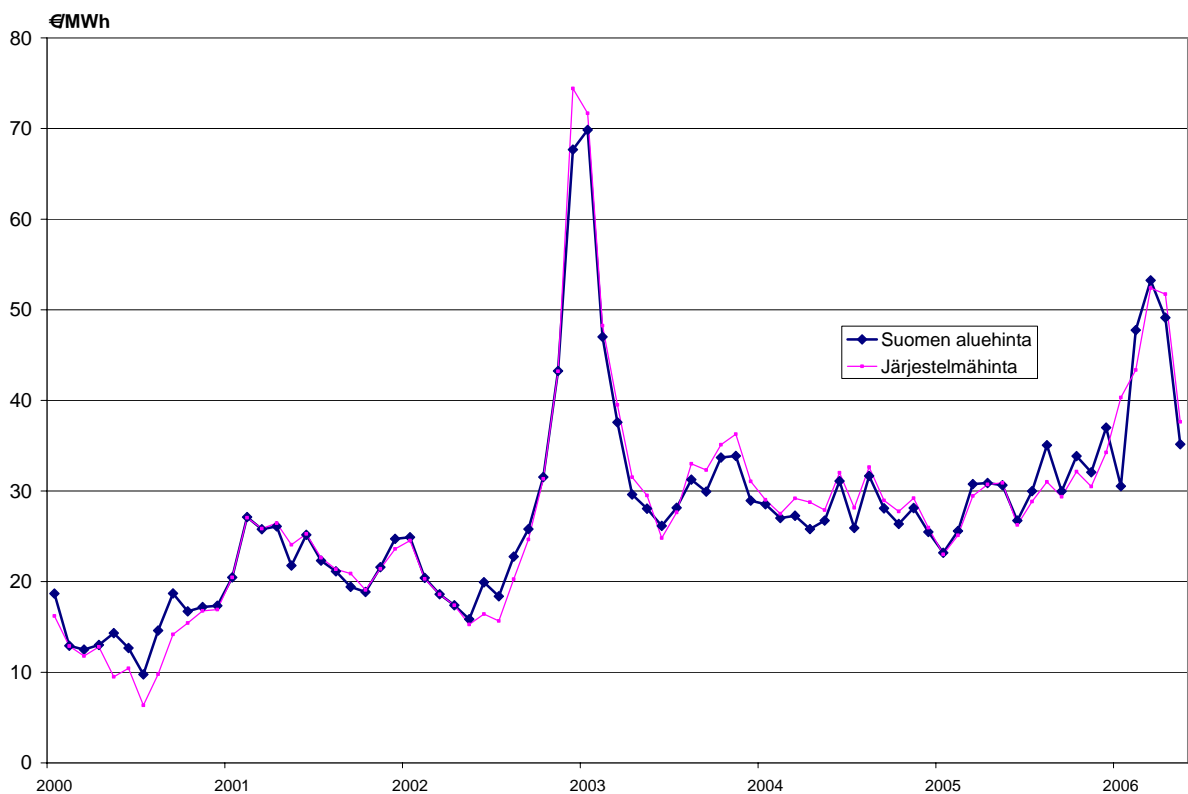
Harjoitettava ilmastopolitiikka rajoittaa kivihiilen kysynnän kasvua ja vaikuttaa sen hintaan. Kivihiilen maailmanmarkkinahinnan oletetaan kehittyvän maltillisesti. Hiilen hinnan kehityksen odotetaan olevan myös maltillisempaa kuin öljyn ja maakaasun.

Kivihiilen osuus Suomen energiataaseissa vaihtelee sen mukaan, miten vesivoimaa on saatavilla ja miten tuontisähkön hintakilpailukyky kehittyi. 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 pörssi-hinta 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 2006 normaalilla tasolla. Sähkön hintataso on vaihdellut välillä 30-50 €/MWh. Noteeraukset vuosille 2007–2011 ennakoivat 43–47 €/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 energiankäyttöarvot 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 2004–2025, 1 000 tonnia.

Paperilaji	2004	2010	2025	Indeksi, 2004=100	
				2010	2025
Puupitoiset paino- ja kirjoituspaperit	6 593	7 200	8 900	109	135
Hienopaperi	3 180	4 380	5 900	138	186
Muu paperi ja kartonki	4 012	4 400	5 100	110	127
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 kasvihuonekaasujen rajoittaminen, Espoo 2000) tekemien arvioiden mukaan viimeisen kymmenen vuoden aikana noussut hiokkeen ja hierteen valmistuksessa ja muiden massojen sekä papereiden ja kartonkien valmistuksessa pysynyt lähes ennallaan. Mekaanisten massojen sähkön tarpeen 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 2004–2025, TWh.

Massa- tai paperilaji	2004	2010	2025	Indeksi, 2004=100	
				2010	2025
Puupitoiset paino- ja kirjoituspaperit	4,8	5,4	6,9	113	144
Hienopaperi	2,5	3,4	4,6	136	184
Muu paperi ja kartonki	3,1	3,9	5,0	126	161
Mekaaniset massat	9,5	10,3	12,3	108	129
Sellu	5,6	5,5	6,6	98	118
Muut massat	0,4	0,4	0,4	100	100
Yhteensä	25,8	28,8	35,8	113	144

Puupitoisten papereiden tuotanto perustuu mekaanisten massojen käyttöön, mikä johtaa selluun perustuvia hienopapereita suurempaan sähkön kulutukseen. Puupitoisten papereiden tuotanto vaatii enemmän sähköä kuin hienopapereiden tuotanto, mutta noin puolta vähemmän raakapuuta. Tuotantoarviossa näille kahdelle 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 2004-2025.

	2004	2010	2025	Indeksi 2004=100	
				2010	2025
Prosessilämpö, TWh	52,0	57,1	61,0	110	117
Sähkön ja lämmön yhteistuotannon sähköntuotanto, TWh	12,0	13,8	16,9	115	141
Polttoaineet TWh,	79,7	88,4	96,4	111	121
Öljy	3,4	3,5	2,8	103	82
Maakaasu	13,0	14,6	14,6	112	112
Kivihiili	0,2	0,0	0,0	0	0
Turve	4,3	5,9	5,8	137	135
Puuperäiset	58,5	64,0	72,8	109	124
Muut polttoaineet	0,3	0,4	0,4	133	133

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	2004	2010	2015	2025
Sahatavara, 1000 m ³	13 460	11 000	10 000	10 000
Vaneri, 1000 m ³	1 350	1 330	1 350	1 380
Lastulevy, 1000 m ³	448	440	450	460
Kuitulevy, 1000 m ³	185	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 pelkistäjinä ei ole nykyisin taloudellista vaihtoehtoa.

Pelkistysaineiden ja energian käyttö tuotettua terästönä 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 1 400 000 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 sähkönkulutuksen lisäyksen tällä toimialalla.

Muiden metallien valmistus

Värimetallien tuotanto on kasvanut Suomessa viimeisen vuosikymmenen aikana voimakkaasti. Vuonna 2004 nikkelin tuotanto oli yli 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 kuluvalla vuosikymmenellä hidastuvan, mutta pysyvän 2 – 3 prosentin vauhdissa.

Tärkein energialähde värimetallien tuotannossa on sähkö, jota vuonna 2004 käytettiin noin 2,7 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 2004–2025.

Energiälähde	2004	2010	2025	Indeksi, 2004=100	
				2010	2025
Sähkö, TWh	5,4	7,1	8,3	131	154
Polttoaineet, PJ	76,5	85,6	94,4	112	123
Öljy	21,1	24,5	26,4	116	125
Kivihiili ja koksi ¹	48,4	53,2	59,5	110	123
Maakaasu	3,0	3,7	3,8	123	127
Reaktiolämpö	2,3	2,5	2,7	109	117
Muut polttoaineet	1,8	1,8	2,0	100	111

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 2004–2010 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 2004–2025.

Energiälähde	2004	2010	2025	Indeksi, 2004=100	
				2010	2010
Sähkö, TWh	4,8	5,2	5,6	108	117
Polttoaineet, PJ	21,3	24,1	26,3	113	123
Öljy	8,1	10,1	11,8	125	146
Kivihiili ja koksi	2,4	2,8	3,0	117	125
Maakaasu	2,1	2,3	2,6	110	124
Reaktiolämpö	5,0	5,0	5,0	100	100
Muut polttoaineet	3,7	3,9	3,9	105	105

Kemianteollisuuden tuotantorakenteen muutoksen seurauksena energiankulutuksen kasvu on vähäistä. Sähkön kulutus kasvaa vuosina 2004–2025 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 2004–2025.

Energiälähde	2004	2010	2025	Indeksi, 2004=100	
				2010	2025
Sähkö, TWh	0,9	1,4	1,3	156	144
Polttoaineet, PJ	45,7	53,2	53,2	116	116
Öljy	30,2	37,9	37,9	125	125
Kivihiili ja koksi	0,01	0,02	0,02	200	200
Maakaasu	15,5	17,4	17,4	112	112

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 2004. Tähän ryhmään kuuluvat seuraavat toimialat: elintarvikkeiden valmistus, tekstiilien, vaatteiden, nahkatuotteiden ja kenkien valmistus, graafinen tuotanto, rakennusmateriaalien tuotanto, metallituotteiden, koneiden, sähkötekniisten tuotteiden ja kulkuneuvojen valmistus, muu valmistus ja kaivannaistoiminta. Suurimmat energian käyttäjät tässä ryhmässä ovat elintarvikkeiden valmistus, rakennusaineteollisuus ja kaivannaistoiminta.

Tuotannon kehitysarviot ja energiaintensiteetti 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 2004–2025 WM-skenaariossa, %/v.

Toimiala	Tuotannon kasvu	
	2004–2010	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 2004–2010 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 2004–2025, TWh.

Toimiala	2004	2010	2025	Indeksi, 2004=100	
				2010	2025
Kaivannaistoiminta	0,6	0,6	0,6	100	100
Elintarvike	1,5	1,6	1,8	107	120
Tevanake	0,3	0,3	0,3	100	100
Graafinen	0,4	0,5	0,6	125	150
Puutavara	1,6	1,3	1,1	81	69
Kumi- ja muovituotteiden valmistus	0,8	0,9	1,1	113	138
Rakennusaine	1,0	1,1	1,2	110	120
Metallituotteet ¹	2,6	3,1	3,4	119	131
Muu tuotanto ²	1,1	0,9	1,1	82	100
Yhteensä	9,9	10,3	11,2	104	113

¹ Sisältää metallituotteiden, koneiden, sähkötekniisten tuotteiden ja kulkuneuvojen valmistuksen

² Sisältää toimialoille jakamattoman kulutuksen

3.2.1.5 Yhteenveto teollisuuden energiankäytöstä

Teollisuuden polttoainekäyttö kasvaa WM-skenaariossa vajaan prosentin vuodessa vuosina 2004–2025. 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 2004–2025, PJ.

Energiälähde				Osuudet, %		
	2004	2010	2025	2004	2010	2025
Öljy	91,2	106,6	110,1	19	20	19
Kivihiili	9,8	9,7	9,9	2	2	2
Koksi	23,4	26,4	30,5	5	5	5
Maakaasu	72,4	81,5	82,4	15	15	14
Turve	20,7	26,8	26,2	4	5	5
Masuuni- ja koksamokaasut, jätelämpö	32,9	34,9	37,4	7	7	7
Jäteliemet	157,1	169,3	193,4	33	32	34
Jätepuu, kuori ja metsähake	66,8	72,6	80,1	14	14	14
Muut	3,3	3,2	3,3	1	1	1
Yhteensä	477,3	531,0	573,2	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 2004–2025, TWh.

Toimiala	TWh			Osuudet, %		
	2004	2010	2025	2004	2010	2025
Kaivannaistoiminta	0,6	0,5	0,5	1	1	1
Elintarvike	1,5	1,6	1,8	3	3	3
Tevanake	0,2	0,3	0,3	0	1	0
Puutavarateollisuus	1,6	1,3	1,1	3	2	2
Massa- ja paperiteollisuus	25,8	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	3	2
Kemianteollisuus	4,8	5,2	5,6	10	10	9
Rakennusaine	1,0	1,1	1,2	2	2	2
Metallien valmistus	5,4	7,1	8,3	12	13	13
Metallituotteet ¹	2,6	3,1	3,4	6	6	5
Muu tuotanto ²	1,1	0,9	1,1	2	2	2
Yhteensä	46,8	52,8	62,2	100	100	100

¹ Sisältää metallituotteiden, koneiden, sähkötekniisten tuotteiden ja kulkuneuvojen valmistuksen

² Sisältää toimialoilte 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 käyttötarkoituserämuutokset.

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 tarkastelukauteksi.

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, %		
	2004	2010	2025	2004	2010	2025
Kaukolämpö	27 230	30 119	33 363	48	51	56
Öljy	10 532	9 268	5 625	19	16	9
Kaasu	640	556	444	1	1	1
Puu	6 673	6 768	6 798	12	12	11
Turve	93	95	96	0	0	0
Brikitit ja pelletit	58	172	498	0	0	1
Lämpöpumput	2 300	2 548	4 001	4	4	7
Sähkölämpö	8 847	9 137	9 139	16	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 2004–2025. 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 2004 kotitalouksissa käytetyn sähkön määrä oli 10,1 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 2004–2025 kysynnän odotetaan kasvavan vajaan prosentin vuodessa, kun vuosikasvu ajanjaksolla 1980–2004 oli noin 3 prosenttia vuodessa.

Vapaa-ajanasuntojen sähkön käyttö oli vuonna 2004 0,5 TWh. Loma-asuntojen lukumäärän ja varustetason kasvun myötä sähkön käyttö näissä kohteissa arvioidaan lisääntyvän vuosina 2004–2025 noin kaksi prosenttia vuodessa.

Asumiseen liittyvän kiinteistösähkön käyttö oli vuonna 2004 1,9 TWh. Asuntokannan kasvun mukana sähkönkäytön odotetaan lisääntyvän vajaan runsaan prosentin vuodessa vuosina 2004–2025. 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 2004 – 2025, TWh.

Kulutussektori	TWh			Indeksi, 2004=100	
	2004	2010	2025	2010	2025
Kotitaloussähkö	10,1	10,8	11,7	107	116
Kiinteistösähkö	1,9	2,1	2,4	111	126
Loma-asunnot	0,5	0,5	0,6	100	120
Yhteensä	12,5	13,5	15,3	108	122

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 prosenttia vuonna 2004. Suurin osa palveluiden tuotannosta tuotetaan siten yksityisellä sektorilla ja sen osuuden odotetaan kasvavan tarkastelukaudella. Yksityisten palveluiden keskimääräiseksi tuotannon kasvuksi vuosille 2004–2025 on talousskenaarioissa oletettu lähes kolme prosenttia vuodessa, kun julkisten palveluiden tuotannon arvioidaan kasvavan lähes puolta hitaammin. Palveluiden sähkönkäyttö oli vuonna 2004 14,2 TWh. WM-skenaariossa palveluiden sähkönkäytön oletetaan kehittyvän taulukon 19 mukaisesti.

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

Kulutussektori	2004	TWh		Indeksi, 2004=100	
		2010	2025	2010	2025
Palvelut ja julkinen kulutus	14,2	15,2	16,5	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 2004–2025. 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 2004–2025, 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 2004–2025, PJ.

Polttoaine	2004	PJ		Indeksi, 2004=100	
		2010	2025	2010	2025
Bensiini	80,6	77,1	71,6	96	89
Diesel	85,5	94,0	94,2	110	110
Kevyt polttoöljy	6,3	5,9	5,8	94	92
Raskas polttoöljy	2,0	2,3	2,2	115	110
Lentopetroli ja -bensiini	5,8	7,0	8,3	121	143
Muut polttoaineet	0,3	0,6	0,9	200	300
Yhteensä	180,3	186,9	183,0	104	101

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 2004–2025, PJ.

Polttoaine	2004	PJ		Indeksi, 2004=100	
		2010	2025	2010	2025
Kevyt polttoöljy	23,5	22,7	21,5	97	91
Raskas polttoöljy	2,7	2,6	2,0	96	74
Maakaasu	0,5	0,5	0,5	100	100
Puu	5,1	5,0	5,0	98	98
Lämpöpumput	0,0	0,0	0,2	193	804
Yhteensä	31,9	30,8	29,3	97	92

Taulukko 22. Rakennustoiminnan työkonoiden polttoainekulutus sekä kulutuksen kehitys WM-skenaariossa 2004–2025, PJ.

Polttoaine	PJ			Indeksi, 2004=100	
	2004	2010	2025	2010	2025
Kevyt polttoöljy	18,1	17,5	18,6	96	102

3.3 Sähkön kokonaiskulutus ja hankinta

Sähkön kokonaiskulutus, sisältäen sähkön siirron ja jakelun häviöt, kasvaa vuoden 2004 87,0 TWh:sta 95,7 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 2004-2025, TWh ja %.

Sektori	TWh			Osuudet, %		
	2004	2010	2025	2004	2010	2025
Teollisuus	46,8	52,9	62,2	54	55	58
Asuminen	12,5	13,5	15,3	14	14	14
Sähkölämmitys	8,8	9,1	9,1	10	10	8
Palvelut	14,2	15,2	16,5	16	16	15
Muut	1,8	1,7	1,5	2	2	1
Häviöt	3,0	3,0	2,9	3	3	3
Kokonaiskulutus	87,0	95,4	107,7	100	100	100

Vuosien 2004–2010 välillä sähkön kokonaiskulutus kasvaa WM-skenaariossa oletuksilla noin 9 TWh ja vuosina 2010 – 2025 noin 12 TWh. Koko tarkasteluperiodin aikana sähkönkulutus kasvaisi siten noin neljänneksellä nykytasosta.

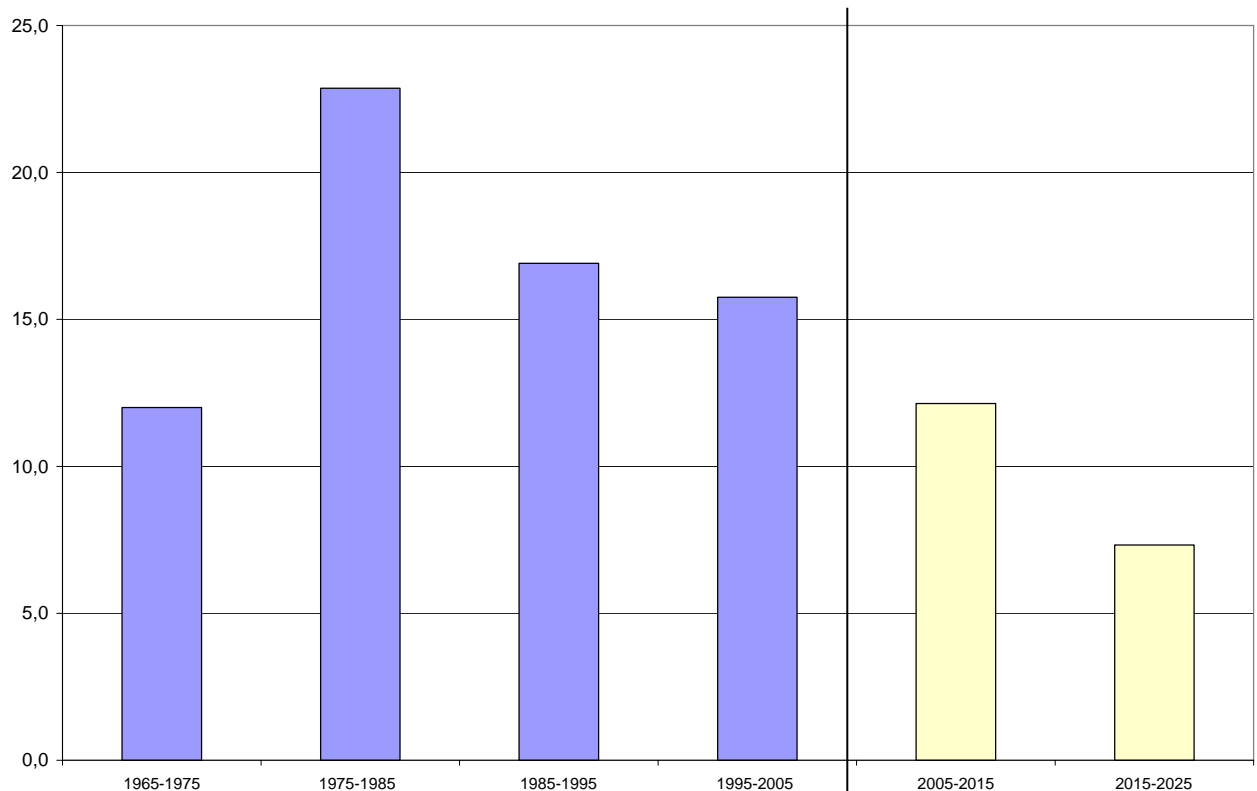
Teollisuuden osuus sähkön kokonaiskulutuksen kasvusta on runsas puolet, mikä vastaa teollisuuden nykyistä osuutta sähkönkulutuksesta. Metsäteollisuuden sähkönkulutus kasvaisi yli 3 TWh vuoteen 2010 mennessä ja noin 7 TWh jaksolla 2010 – 2025. Metallien valmistuksessa sähkönkulutuksen kasvu olisi nopeaa vuosina 2004 – 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 2004 – 2025 on selvästi hidastumassa. Kuvassa 4 on esitetty sähkön kulutuksen kasvu kymmen-vuosittain vuosina 1965 – 2025. Viimeisten 40 vuoden aikana sähkön kulutus on kasvanut 12 –

23 TWh kymmenvuotisjaksoina. WM-skenaarion mukaisessa kehityksessä kasvu hidastuisi selvästi jo vuosien 2005 – 2015 välisenä aikana ja erityisesti sitä seuraavana vuosikymmenenä.

Sähkön kokonaiskulutus kasvaisi WM-skenaariossa 16 TWh vuosina 2005 – 2015. Vuoden 2005 metsäteollisuuden työselkkaus laski massa- ja paperiteollisuuden sähkönkulutusta arviolta noin 3,5 TWh, mikä osaltaan vaikuttaa kymmenvuotiskauden kasvuarvioon. Mikäli työselkkausten aiheuttamaa sähkönkulutuksen alenemaa ei olisi ollut, olisi sähkönkulutuksen kasvu periodilla noin ollut 12,5 TWh. Tämän mukainen arvio on esitetty alla olevassa kuvassa ja taulukossa.



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

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

Sektorit	2005->2015	2015->2025
Teollisuus ¹	9,5	5,8
Kotitaloudet (asuminen)	1,9	0,9
Sähkölämmitys	0,6	0,0
Palvelut	1,5	0,8
Muut	-0,1	-0,1
Yhteensä	12,5	7,3

¹ Työaikakorjattu

Teollisuuden osuus vuosien 2005-2015 kasvusta olisi yli kaksi kolmasosaa. Myöskin seuraavan vuosikymmenen kulutuksen kasvusta teollisuuden osuus olisi kaikkein suurin.

Taulukossa 25 on esitetty sähkön hankinnan rakenne. Uuden ydinvoimayksikön oletetaan aloittavan toimintansa vuonna 2010. Tämä näkyy ydinvoimatuotannon kasvuna vuosikymmenen vaihteessa. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto lisääntyy sekä yhdyskunnissa että teollisuudessa. Tavallisen lauhdutusvoiman eli lähinnä hiilivoiman tuotanto laskee muutamalla TWh:lla vuoteen 2025 mennessä. Lauhdetuotannon määrä on kuitenkin merkittävästi korkeampi kuin 1990-luvulla. Sähkön nettotuonti laskee 3 TWh:iin vuoteen 2025 mennessä. 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 2004-2025, TWh ja prosenttia.

Tuotantotapa	TWh			Osuudet, %		
	2004	2010	2025	2004	2010	2025
Vesivoima	14,9	13,4	14,0	18	15	13
Tuulivoima	0,1	0,5	1,5	0	1	1
Yhteistuotanto, kaukolämpö	15,1	17,9	22,6	18	20	22
Yhteistuotanto, teollisuus	13,0	15,0	18,1	16	17	17
Massa- ja paperiteollisuus ja muut	12,0	13,8	16,9	15	16	16
Öljynjalostus	1,1	1,2	1,3	1	1	1
Ydinvoima	21,8	24,7	34,6	27	28	33
Tavanomainen lauhde	17,2	15,2	14,1	21	17	13
Tuotanto	82,2	87,4	104,9	94	92	97
Nettotuonti	4,9	8,0	3,0	6	8	3
Hankinta	87,0	95,4	107,9	100	100	100

3.4 Energian kokonaiskulutus

Primäärienergian kokonaiskulutus kasvaa vuoden 2004 noin 1490 PJ:sta noin 1580 PJ:een vuoteen 2010 mennessä ja edelleen noin 1700 PJ:een vuoteen 2025 mennessä. Kulutuksen kasvuvauhti aikaisempiin vuosiin nähden hidastuu selvästi. Keskimääräinen vuosikasvu välillä 2004–2025 on noin yksi prosentti vuodessa kun se vuosina 1985–2004 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 2004-2025, PJ ja prosenttia.

Energiälähde	Primäärienergia, PJ			Osuudet, %		
	2004	2010	2025	2004	2010	2025
Liikennepoltonesteet	166,4	171,1	165,9	11	11	10
Muu öljy	208,2	219,7	202,2	14	14	12
Kivihiili	171,3	154,6	150,8	12	10	9
Maakaasu	163,0	177,8	205,6	11	11	12
Turve	88,8	110,8	106,6	6	7	6
Puupolttoaineet	306,0	319,7	347,3	21	20	20
Ydinvoima	238,0	269,6	377,0	16	17	22
Vesivoima	53,5	48,2	50,4	4	3	3
Tuulivoima	0,4	1,7	5,5	0	0	0
Muut	73,6	77,6	90,2	5	5	5
Sähkön tuonti	17,5	28,8	10,8	1	2	1
Kokonaiskulutus	1486,9	1579,7	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 72 miljoonaa tonnia, josta sitten laskevat ydinvoiman myötä ja kasvaisivat vuoteen 2025 mennessä noin 72 miljoonaa tonniin. Tällöin CO₂-päästöt ylittäisivät vuonna 2010 vuoden 1990 tason noin 18 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. koksen käyttö, sillä teräksen valmistuksessa se on polttoaineena toimimisen lisäksi lopputuotteeseen sitoutuva raaka-aine. Toinen esimerkki on öljynjalostuksen sivutuotteet, kuten jalostamokaasut. Jalostamoissa raakaöljystä saadaan öljytuotteiden lisäksi esim. jalostamokaasuja, joita sitten käytetään hyödyksi energiantuotannossa.

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

Sektorit	CO ₂ -päästöt, Mt				Osuudet, %			
	1990	2004	2010	2025	1990	2003	2010	2025
Lauhdutusvoima	5,3	15,2	13,1	11,1	10	22	18	15
Kaukolämpö	11,1	13,3	15,6	17,8	20	19	22	25
Teollisuus	18,8	20,1	23,7	25,0	35	29	33	35
Talokohtainen lämmitys	5,0	3,8	3,3	2,0	9	6	5	3
Liikenne	12,3	13,1	13,4	13,1	23	19	19	18
Muut	1,2	3,0	3,3	3,1	2	4	5	4
Yhteensä	54,3	68,5	72,4	72,2	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.

Suomen kansallisessa kasvihuonekaasujen inventaariossa ilmoitetut haihtumishävikit polttoaineista olivat 0,2 Mt CO₂:ta vuonna 2004. Tämän erän oletetaan säilyvän ennallaan tarkastelujakson loppuun.

Lisäksi inventaariossa on hiilidioksidipäästöissä ilmoitettu kohta muut, joka oli 0,3 Mt vuonna 2004. Se tarkoittaa lähinnä 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 kasvavan lähinnä lisääntyvän vedynvalmistuksen tuotannon myötä.

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	2004	2010	2025	1990	2004	2010	2025
energiaperäiset tuotteet	0,3	0,3	0,3	0,3	13	15	10	10
teollisuusprosessit, kalkin käyttö	1,4	1,4	1,6	1,7	61	70	55	57
sementinvalmistus,	0,7	0,7	0,7	0,9	30	35	24	30
raakaraudan valmistus,	0,4	0,4	0,5	0,6	17	20	17	20
voimalaitosten rikinpoisto	0,1	0,1	0,1	0,1	4	5	3	3
kalkkikiven muu käyttö	0,2	0,2	0,2	0,2	9	10	7	7
teollisuusprosessit, vedyn valmistus	0,0	0,1	0,8	0,8	0	5	28	27
muut hävikit polttoainevarastoista	0,3	0,2	0,2	0,2	13	10	7	7
Yhteensä	2,3	2,0	2,9	3,0	100	100	100	100

3.5.3 Metaani (CH₄)

Suomen metaanipäästöt olivat vuonna 2004 noin 4,8 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	2004	2010	2025	1990	2004	2010	2025
jätehuolto	3,83	2,48	2,20	1,88	60	52	53	49
maatalous	2,10	1,84	1,56	1,56	33	38	37	41
polttoaineista	0,49	0,45	0,41	0,39	8	9	10	10
liikennepolttoaineet	0,10	0,05	0,03	0,03	2	1	1	1
muu poltto ¹	0,39	0,39	0,38	0,36	6	8	9	9
teollisuudesta (metalli, kemia)	0,01	0,02	0,02	0,02	0	0	0	1
Yhteensä	6,41	4,78	4,19	3,84	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 2,5 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 jokseenkin 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	2004	2010	2025	1990	2004	2010	2025
Maatalous	4,8	3,8	3,2	2,8	62	55	49	44
Maatalousmaiden päästöt	4,2	3,2	2,7	2,4	55	46	42	38
Lannankäsittely	0,7	0,6	0,5	0,4	9	9	8	6
Polttoprosessit	0,7	0,6	0,6	0,7	9	9	9	11
Typpihapon valmistus	1,6	1,5	1,7	2,0	21	22	26	32
Liikenne	0,2	0,6	0,6	0,5	3	9	9	8
Muut ¹	0,6	0,5	0,5	0,5	8	7	8	8
Yhteensä	7,7	6,9	6,5	6,3	100	100	100	100

¹liuottimet, jätteet, ns. epäsuorat typpipäästöt

Energiatuotannossa N₂O-päästöt ovat pääosin peräisin leijukerros poltosta ja jätevesilietteiden poltosta – eli alhaisessa lämpötilassa tapahtuvasta poltosta. Leijukerros poltto mahdollistaa korkean hyötysuhteen ja suhteellisen alhaiset päästöt käytettäessä heikkolaatuista polttoainetta. Näiden kattiloiden yleistyminen toisaalta edesauttaa biopolttoaineiden lisäämistä, mutta toisaalta lisää dityppioksidipäästöjä. Kuplivan leijukerros polton ja puun polton päästökertoimet ovat suhteellisen suuria.

WM-skenaariossa N₂O-kokonaispäästöjen arvioidaan laskevan hieman nykytasoltaan. Maatalouden N₂O-päästöt noudattavat maa- ja metsätalousministeriön Agenda 2007 –skenaarion mukaista kehitystä. Liikenteen suorien N₂O-päästöjen oletetaan kehittyvän 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 yläilmakehän 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 yleistyminen 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	2004	2010	2025
F-kaasut	0,09	0,74	0,99	1,31

3.6 WM-skenaarion herkkyystarkastelut

3.6.1 Herkkyystarkastelujen 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 herkkyystarkastelujen 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%).

Herkkyystarkasteluilla 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 pois lukien - tuotannot kehittyisivät seuraavasti:

Taulukko 32. Energiavalttaisten 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 asetelman mukaiseen tilanteeseen.

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

	Tuotanto 2025 kun 2004=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	25,8	33,6	19,4
Metallien valmistus	1,39	1,70	1,12	5,4	6,3	4,7
Kemian teollisuus	1,19	1,35	1,06	4,8	6,1	3,8

Kokonaispäästöjen osalta vertailu esitetään seuraavissa taulukoissa.

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

	2004	2010	2025
Kokonaispäästöt, Mt CO ₂	81,5	87,8	97,3
Muutos vuodesta 2003, Mt	-	6,3	15,8
Muutos vuodesta 2003, %	-	7,7	19,3

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

	2004	2010	2025
Kokonaispäästöt, Mt CO ₂	81,5	83,1	77,2
Muutos vuodesta 2003, Mt	-	1,6	-4,3
Muutos vuodesta 2003, %	-	2,0	-5,3

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 kasvutahti 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 herkkyystarkasteluista

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

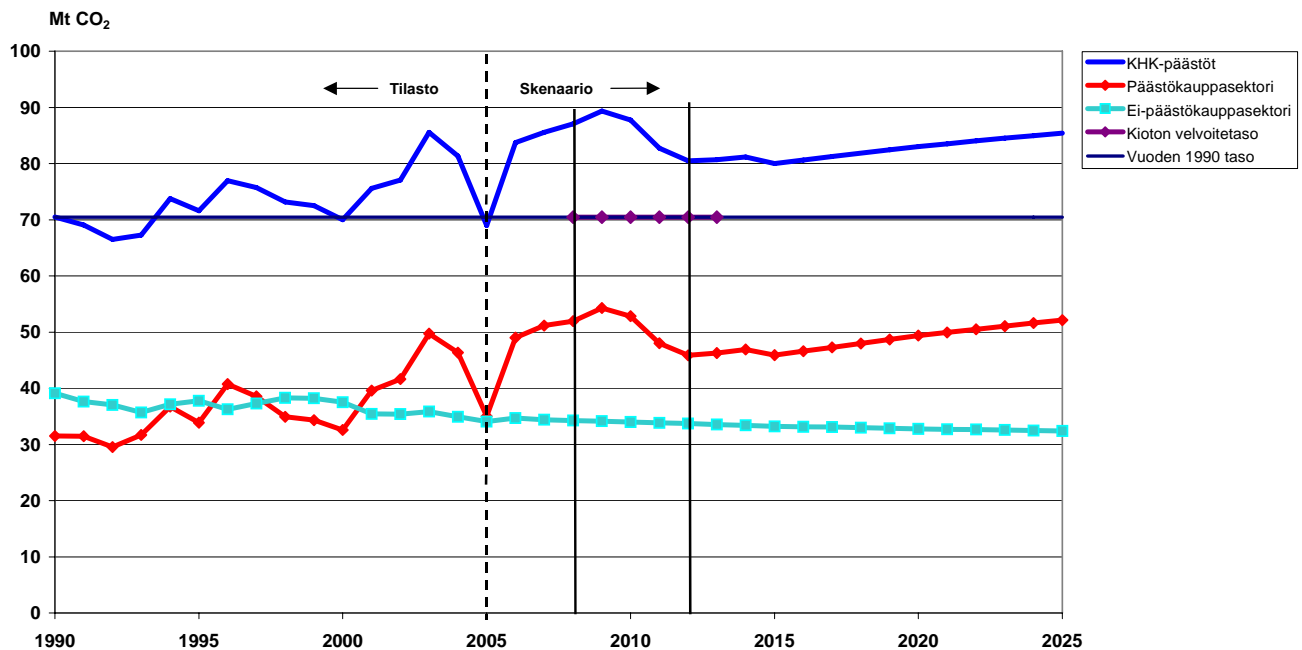
E erityisen selvästi kasvihuonekaasut ylittäisivät Kioton velvoitetason, jos energiavaltaiten toimialojen tuotanto kasvaisi oletettua nopeammin.

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

Herkkyystarkastelu	2010	2025
WM	84,5	85,4
WM energiantensiivinen teollisuus +1%/v	87,8	97,3
WM energiantensiivinen teollisuus -1%/v	83,1	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 kasvihuonekasupäästöt (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 päästökauppasektorin 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. Päästökauppasektorin päästöt sektoreittain WM-skenaariossa vuosina 1990-2025, Mt ja %.

Sektori	Mt CO ₂ -ekv.				Osuudet, %			
	1990	2004	2010	2025	1990	2004	2010	2025
Lauhdevoima	5,3	15,2	13,1	11,3	17	35	32	22
Kaukolämpö	11,1	12,8	15,0	17,4	35	28	27	34
Massa- ja paperi	5,5	5,2	6,1	5,9	17	11	11	12
Rauta- ja teräs	4,8	6,3	6,9	7,5	15	13	14	15
Öljynjalostus	2,1	3,0	4,3	4,3	7	6	6	8
Mineraalien valmistus	2,2	2,1	2,4	2,6	7	4	4	5
Muu	0,6	2,4	2,7	2,9	2	3	5	3
Yhteensä	31,5	47,0	50,4	52,0	100	100	100	100

Päästökauppasektorin ulkopuolella päästöt ovat pysyneet vuoden 1990 tason alapuolella ja saman kaltaisen kehityksen odotetaan jatkuvan myös tulevaisuudessa.

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

	Mt CO ₂ -ekv.				Osuudet, %			
	1990	2004	2010	2025	1990	2004	2010	2025
CO₂-päästöt								
Liikenne	12,0	13,1	13,4	13,1	31	33	35	35
Lämmitys	5,0	3,8	3,3	2,0	13	11	9	5
Muut sektorit	6,5	4,5	5,2	5,3	17	16	18	19
Muut päästöt	16,1	13,1	12,2	12,0	40	38	36	37
Yhteensä	39,6	34,5	34,1	32,4	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	2004	2010	2025	1990	2004	2010	2025
PK-sektori	31,5	47,0	50,4	52,0	45	58	60	59
EPK-sektori	39,6	34,5	34,1	32,4	55	42	40	44
Yhteensä	71,1	81,5	84,5	85,4	100	100	100	100

WM-skenaariossa mukaisen päästöjen polttoainekohtainen tarkastelu näkyy taulukossa 40. Eri polttoainelajien 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, %				
	2004	2010	2025	2004	2010	2015	2020	2025
Liikennepolttonesteet	13,1	13,4	13,1	16	16	16	15	15
Muu öljy	14,4	15,2	14,0	18	18	19	17	16
Kivihiili	16,0	14,5	13,9	20	17	12	15	16
Koksi ja masuunikaasu	4,7	5,2	5,8	6	6	7	7	7
Maakaasu	8,9	9,7	11,2	11	11	14	14	13
Polttoturve	9,3	11,6	11,1	11	14	13	13	13
Muut polttoaineet	0,6	0,6	0,6	1	1	0,7	0,7	0,7
Muu CO ₂	2,0	2,8	2,9	2	3	5	5	45
Muut päästöt	12,5	11,5	12,8	15	14	14	14	14
Yhteensä	81,5	84,5	85,4	100	100	100	100	100

4 Lähestymistapoja päästövelvoitteen hoitamiseksi

Ennen joustomekanismien, EU:n päästökaupan ja ns. Kioton mekanismien, käyttöönottoa kansainvälisessä ilmastopolitiikassa lähtökohtana päästöjen vähentämiseksi oli saada päästöt alenemaan kotimaisin toimenpitein tavoitetasolle. 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 globaalien 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. Päästökauppalaian soveltamisalaan kuuluvien laitosten toiminnanharjoittajien on ennen päästökaupan alkua haettava sijaintimaansa toimivaltaiselta viranomaiselta kasvihuonekaasujen päästölupa. Lupaun liittyy 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 jättävät 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 rajoittaminen 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 päästökauppasektorin päästötavoitteeseen ja ikään kuin luopuvat kansallisesta päästökauppasektorin tavoitteesta. Jäsenmaan päästökauppasektorin 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 päästökauppasektorilla vapauttaa myyntiin vastaavan määrän päästöoikeuksia, jotka käytetään jossain muualla päästöjen katteena. Kaupankäynnin yhteydessä päästöoikeuden hinta asettuu sellaiselle tasolle, että lähes kaikki liikkeellä olevat päästöoikeudet käytetään 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 päästökauppakaudelle.

Päästökaupan perusmekanismit, kuten korkea rangaistusmaksu, pitävät huolen siitä, että EU:n päästökauppasektorille asetettu päästötavoite saavutetaan, ts. päästöjen määrä ei ylitä liikkeelle laskettujen päästöoikeuksien määrää lisättynä Kioton hankemekanismissa avulla hankituilla päästöoikeuksilla. Silloin kun päästökauppajärjestelmä toimii odotetulla tavalla, ovat EU-alueen päästökauppasektorin 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 veloitteidemme mukaisiksi. Hyvin toimiva päästökauppajärjestelmä ei kaipaa muita hiilidioksidipäästöjen alentamisen ohjaustoimenpiteitä päästötavoitteiden saavuttamiseen päästökauppasektorilla. Jos yhteiskunnan tavoitteena olisi pelkästään päästöjen alentaminen, aiheuttaisivat muut toimet vain yhteiskunnallisten kustannusten nousua.

Jos jäsenmaat pyrkivät tehostamaan hiilidioksidipäästöjen alentamista päästökauppasektorilla muilla toimenpiteillä kuin päästökaupalla, ei näillä ole vaikutusta EU-alueen päästökauppasektorin päästöjen määrään. Päästöt pysyvät liikkeellä olevien päästöoikeuksien määrän suuruusina lisätynä Kioton mekanismeilla hankituilla päästöoikeuksilla. Tämä ei päde ainoastaan päästökauppasektoriin 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 Kioton mekanismit

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

Kioton pöytäkirjan mukainen päästökauppa on valtioiden välistä päästökauppaa, jota voivat käydä pöytäkirjan liitteessä B luetellut, pöytäkirjan sopimuspuolina olevat teollisuusmaat. Päästökauppa on periaatteessa sopimuspuolten välistä, mutta sopimuspuolet voivat valtuuttaa myös yrityksiä käymään päästökauppaa. 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 päästökauppaa. 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 hankemekanismien osalta siten, että kaikki Kioton pöytäkirjan ratifioineet valtiot voivat olla mukana hanketoiminnoissa. Edellytyksenä ovat Kioton mekanismeja koskevien Kioton 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 päästövähennystoimia (supplementarity). Tämä koskee sekä yleistä (valtion hankinnat) hankemekanismien käyttöä osana ilmastopolitiikkaa että toiminnanharjoittajien mahdollisuuksia käyttää hankeme-

kanismeja EU:n päästökaupan piirissä. Merkittävä osa päästövähennyksistä tulee toteuttaa siten kansallisten toimien avulla. Huomionarvoista tässä yhteydessä on kuitenkin, ettei kansainvälisesti ole määritelty 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 hankemekanismissien 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 hankemekanismissiaktiviteettien 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. Joustomekanismissien 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 mekanismeissien 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 mekanismeissien 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 hankemekanismissien käytössä korostuu EU:n päästökaupan alkamisen ja linkkidirektiivin myötä, sillä näiden odotetaan lisäävän toiminnanharjoittajien kiinnostusta mekanismeissien käyttöä kohtaan. Linkkidirektiivin tultua voimaan päästökauppasektorin toiminnanharjoittajat voivat mekanismeissien hankkimillaan päästövähennyksyksiköillä 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 päästmääräyksiköitä (AAU, Assigned Amount Unit) vuosien 2008 – 2012 sitoumuskaudella. Suomella on käytössään 355,5 milj. tonnin suuruinen määrä päästmääräyksiköitä eli vuositasolla keskimäärin 71,1 milj. tonnia. Valtio päättää miten tämä määrä jaetaan päästökauppasektorin laitosten ja päästökauppaan kuulumattomien toimijoiden kesken. Edellä kuvatussa WM-skenaariossa on huomattu, että käytössä olevat päästmääräyksiköt eivät riitä kattamaan Suomen päästöjä Kioton sitoumuskaudella. Tulevilla sitoumuskausilla päästmääräyksiköitä lienee entistä vähemmän käytettävissä.

Valtion vastuulla on luonnollisesti kansallisesta päästötaseesta huolehtiminen. Käytännössä vastuu jakautuu valtion ja päästökauppasektorin yritysten kesken sen jälkeen kun valtion päästmääräyksiköistä 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 päästmääräyksiköitä ei-päästökauppasektorin päästöjen kattamiseksi sitoumuskauden jälkeen. Kioton sitoumuskauden taseiden yhteenveto tehdään vuosina 2013 – 2014. Ei-päästökauppasektorin pääs-

töjen 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 411,4 milj. tonnia hiilidioksidiekvivalenttia ja keskimäärin 82,3 milj. tonnia vuodessa. Päästökauppasektorin (PKS) laitosten hiilidioksidipäästöt olisivat arvion mukaisesti noin 241,3 milj. tonnia koko kaudella ja keskimäärin 48,3 milj. tonnia vuositasolla. Päästökaupan ulkopuolisten sektoreiden (EPKS) päästöt olisivat kokonaisuudessaan noin 170,2 milj. tonnia ja keskimäärin 34,0 milj. tonnia vuodessa. Päästöjen kehitys vuositasolla 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)	49,5	51,7	50,4	45,9	43,7	241,3	48,3
EPKS	34,3	34,2	34,1	33,9	33,7	170,2	34,0
- CO ₂	21,8	21,9	21,9	21,8	21,7	109,1	21,8
- Muut kaasut	12,4	12,3	12,2	12,1	12,0	61,0	12,2
Yhteensä	83,8	85,9	84,5	79,7	77,4	411,4	82,3

Suomen kasvihuonekaasupäästöt alenevat reilulla kuudella miljoonalla tonnilla vuosien 2008 ja 2012 välisenä aikana. Päästöt vähentyvät lähes yksinomaan päästökauppasektorilla. Muilla sektoreilla päästöt alenevat vain 0,6 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 2010 – 2011 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	13,7	13,9	14,1	14,1	14,2	69,9	14,0
B. Teollisuuden energiantuotanto	8,2	8,3	8,4	8,4	8,4	41,6	8,3
C. Kaukolämpö-sektori	14,7	14,9	15,0	15,1	15,3	75,0	15,0
D. Lauhdevoiman tuotanto	13,0	14,7	13,0	8,2	5,8	54,6	10,9
Yhteensä	49,6	51,8	50,5	45,8	43,7	241,5	48,3

Päästökauppasektorin ulkopuolisten alojen arvioidut päästöt Kioton sitomuskaudella esitettiin taulukossa 36 jaoteltuna hiilidioksidipäästöihin ja muihin päästöihin. Taulukossa 43 hiilidioksidipäästöt on esitetty sektoreittain ja taulukossa 44 muut päästöt on esitetty kaasuttain.

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

	2008	2009	2010	2011	2012	Yhteensä	Keskimäärin vuodessa
Liikenne	13,3	13,4	13,4	13,4	13,4	67,0	13,4
Lämmitys	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	16,5	3,3
Kaukolämpö	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	2,8	0,6
Maatalous ja rakentaminen ¹	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	17,0	3,4
Teollisuus	1,2	1,0	1,0	1,2	1,2	5,7	1,1
Yhteensä	22,0	21,8	21,7	21,8	21,7	109,0	21,8

¹ Maatalouden ja rakennustoiminnan työkaluiden 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	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	0,5
Metaani	4,4	4,3	4,2	4,1	4,1	21,1	4,4
Dityppioksidi	6,7	6,6	6,5	6,5	6,4	32,8	6,5
Uudet kaasut	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	4,9	1,0
Yhteensä	12,5	12,3	12,2	12,1	12,0	61,2	12,2

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 tyyppihapon valmistus.

Päästöoikeuksien vaje ja vähennysvelvoitteet Kioton sitoumuskaudella

Suomella on käytössä Kioton sopimuskauden alussa 355,5 milj. tonnin määrä päästömääräyksiköitä (AAU). Määrä on 71,1 milj. tonnia keskimäärin vuodessa. WM-skenaarion päästöt ovat yhdessä nieluvaikutuksen kanssa 416,0 milj. tonnia eli 83,2 milj. tonnia vuodessa keskimäärin. Luvussa 4 esitettyjen päästöarvioiden mukaan Suomen päästöt nousisivat vuosina 2008 – 2012 keskimäärin 82,3 milj. tonniin. Lisäksi kasvihuonekaasunielujen käsittelystä tulisi Suomen taaseeseen 0,9 milj. tonnin vuosittainen lisärasite. Päästöt ylittäisivät Suomen käytössä olevat päästömääräyksiköt näin ollen 12,1 milj. tonnilla keskimäärin vuosittain ja koko sitoumuskaudella 60,5 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	48,3	241,3
- EPKS	34,0	170,2
Nielujen vaikutus	0,9	4,5
Yhteensä	83,2	416,0
Käytettävissä olevat AAU:t	71,1	355,5
Vaje	12,1	60,5

Päästömääräyksiköiden osoittaminen sektoreille

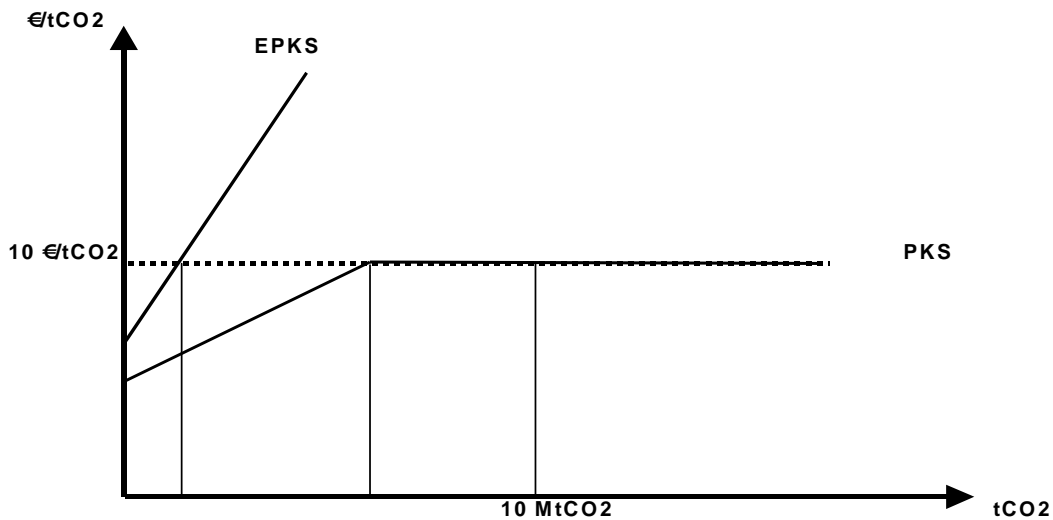
Kioton sitoumuskaudella käytössä olevat päästömääräyksiköt, 355,5 milj. tonnia, eivät riitä kattamaan syntyviä päästöjä ellei kotimaisia päästöjä selvästi leikata tai hankita lisää päästömääräyksiköitä ulkomaisilla päästöjen vähennystoimilla. Kun käytössä olevia päästömääräyksiköitä osoitetaan päästökauppasektorin ja ei-päästökauppasektorin päästöjen katteeksi, on selvää, että kaikille toimijoille niitä ei riitä tarpeen mukaan. Päästömääräyksiköiden jaossa eräänä keskeisenä lähtökohtana voisi olla päästövelvoitteiden hoidon kustannustehokkuus eri sektoreilla. Ilmasto- ja energiastrategian taustaksi teetetyissä selvityksissä¹ päästöjen vähentämisen kustannuksia pyrittiin arvioimaan.

VTT:n selvityksessä arvioitiin paljonko Kioton sitoumuskaudella vuositason käytettävissä olevista päästömääräyksiköistä olisi osoitettava päästökauppasektorille ja ei-päästökauppasektorille, kun otetaan huomioon kotimaassa tehtävien päästövähennysten kustannukset. Selvityksen mukaan ei-päästökauppasektorille myönnettävien päästömääräyksiköiden vaje jäisi noin miljoonaa tonniin vuositason. Tulos merkitsi sitä, että näiden lähtökohtien perusteella päästökauppasektorille jaettavien päästöoikeuksien määrä jäisi noin 11 milj. tonnia vuodessa pienemmäksi kuin WM-skenaarion tarvelaskelma osoittaa. Tulokset ovat luonnollisesti suuntaa 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 joustomekanismeil-

¹ VTT, 2005 b

la. 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

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.

² VATT, 2005

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 ilmastopoliittikan linjaus on valtion osallistuminen Kioton mekanismien käyttöön. Päästöjen vähennyskustannukset eivät ole etukäteen tiedossa, joten päätöksen täytyy perustua kustannusarvioihin. Valtio on vastuussa päästövähennysvelvoitteen täyttymisestä ei-päästökaupparektorin 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 koeohjelmiin 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 määritelty täsmällisesti, mutta tässä on oletettu, että valtion ja yritysten yhteen lasketut Kioton mekanismeilla toteutetut toimenpiteet eivät voisi ylittää 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 perusajatusten mukaista, jonka vuoksi valtion on jätettävä tilaa myös yritysten mekanismien käytölle.

Energia- ja ilmastostrategian 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 ilmastopoliittikan 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:

- Ei-päästökaupparektorin velvoite 1,0 milj. tonnia
- Valtion osallistuminen mekanismeihin 2,0 milj. tonnia
- Valtion koeohjelman tulokset 0,4 milj. tonnia
- Päästökaupparektorin velvoite 8,7 milj. tonnia
- **Yhteensä 12,1 milj. tonnia**

Kioton kauden jälkeisten mahdollisten sitoumusvelvoitteiden vaikutuksia arvioidaan luvussa 7.

³ VATT, 2005

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 4 esitetyillä keinoilla. Muita energiapolitiikkaan vaikuttavia tavoitteita ovat ympäristöhaittojen vähentäminen ja kestävä kehityksen periaatteisiin sopeutuminen. Lisäksi tuontien energian hinta- ja saatavuusnäkökulmat 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 välillä 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 edistämispainostus:			
- 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 herkkyytarkastelu.

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 päästö-taseen 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. Päästökauppajärjestelmän 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 kestäväen 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 sähkөөn 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.

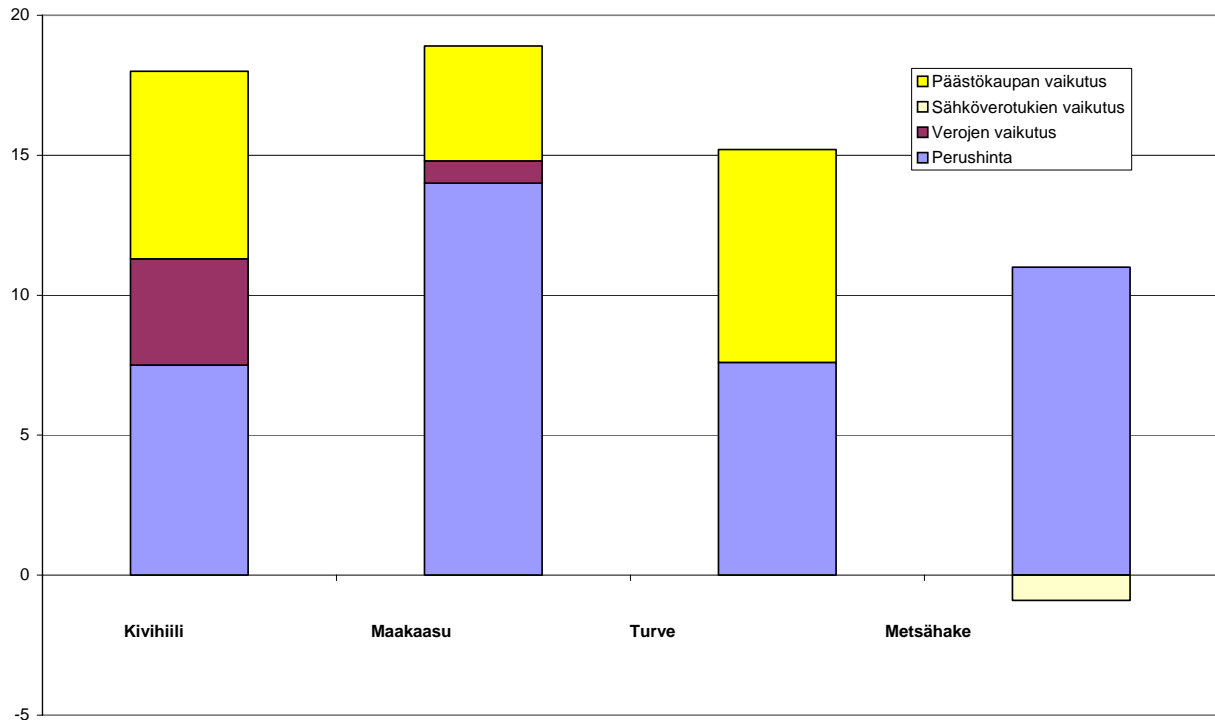
Metsähake ja turve ovat kilpailukykyisiä polttoaineita lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksissa ja erillisessä kaukolämmön tuotannossa varsinkin sisämaassa. Maakaasun kilpailuasema on myös selvästi parantunut energiaverojärjestelmän ansiosta. Raskasta polttoöljyä käytetään käytännössä pääpolttoaineena lähinnä vain lämpökeskuksissa.

Energiaverojen ja verotukien vaikutus polttoaineiden kilpailuaseemiin 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	7,6	7,6	7,6	7,6
Metsähake	11,0	11,0	9,6	10,1	9,1

EU:n päästökauppa muovaa polttoaineiden hintasuhteita uudelleen. Alla olevassa kuviossa tarkastellaan polttoainekustannuksia teollisuuden vastapainelaitoksessa, kun päästöoikeuden hinnaksi on oletettu 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 poistettu 1.7.2005 lähtien. Ilman veron poistamista turpeen kilpailukyky hiileen nähden olisikin ollut tarkastellulla päästöoikeuden hinnalla heikko erityisesti rannikkoseuduilla.

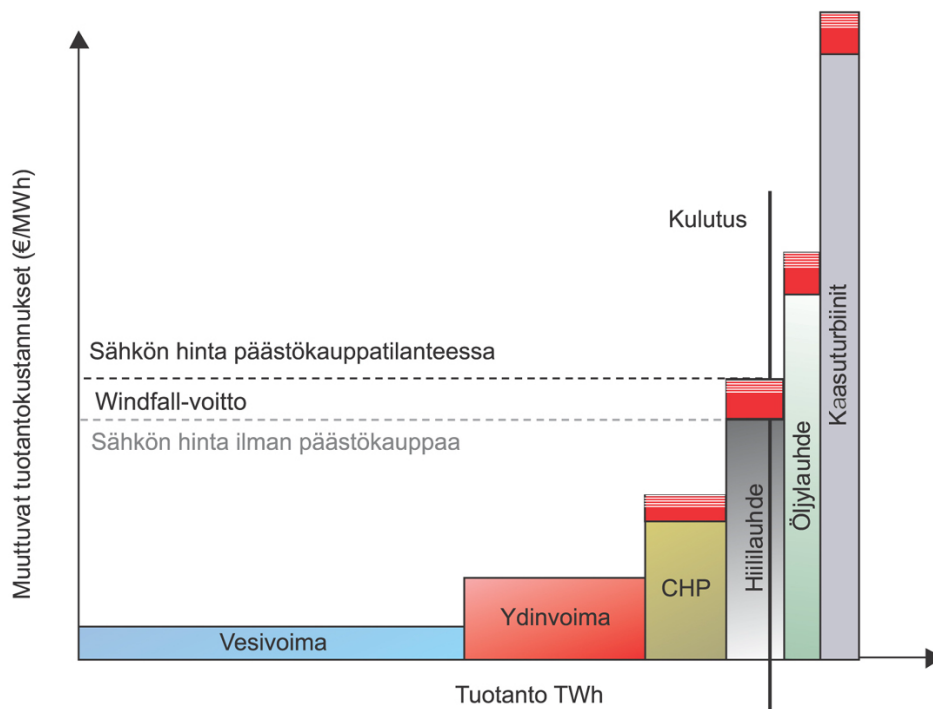
Päästökauppa näyttäisikin muodostuvan merkittävimmäksi ohjausmekanismiksi energiantuotannossa heti päästökaupan alkaessa, sillä laaja-alaisuutensa vuoksi se on tehokas jo varsin alhaisilla päästöoikeuden hinnoilla. Päästökauppa ei kuitenkaan ole energiapolitiikan tavoitteiden kannalta ongelmaton väline, 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.

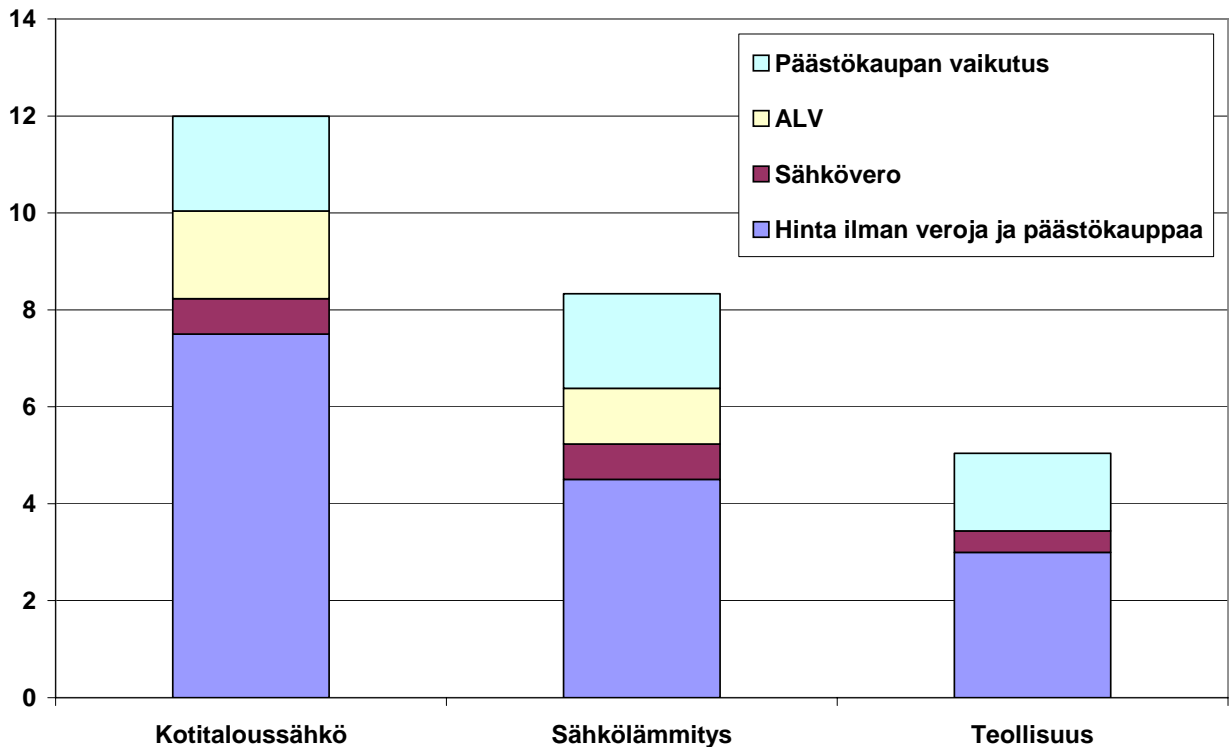
Päästöoikeuden hinta nostaa merkittävästi juuri sähkön rajatuotantomuodon eli hiililauhteen kustannuksia. Koska pääosan ajasta hiililauhteen kustannukset määräävät sähkön markkinahinnan, on päästökaupalla huomattava vaikutus sähkön markkinahintaan (kuva 9).



Kuva 9. Periaatekuva sähkön hinnan 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 pörssisähkön 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 maksettu, 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 maksettu.

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 päästökaupasektorilla 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
Turve	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 vanerinvälikkeiden 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 toimien 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 52 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 polttoainevero.

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.

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.

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-skenaarion sähkön kulutus olisi 3 TWh WM-skenaariota pienempi.

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

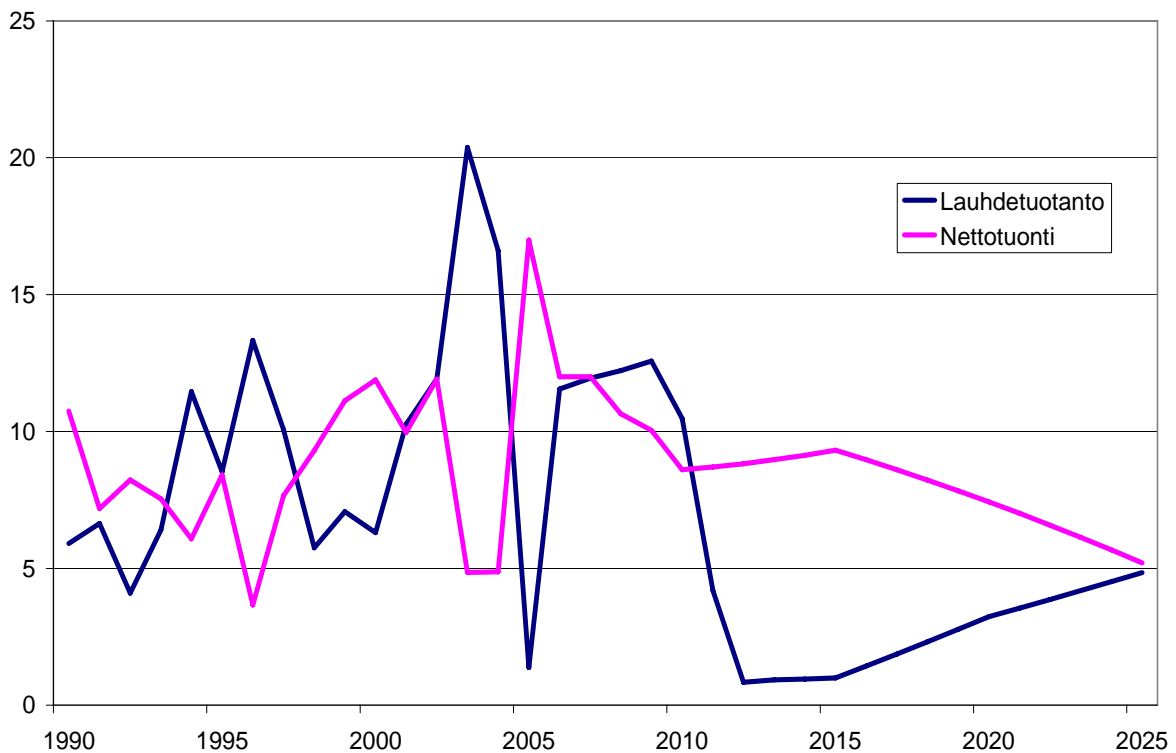
	2004	2010	2015	2025
WM-skenaario	87,0	95,4	100,4	107,7
WAM-skenaario	87,0	93,3	98,0	104,8

WAM-skenaarion 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, %		
	2004	2010	2025	2004	2010	2025
Ydinvoima	21,8	24,7	34,6	25	26	33
Vesivoima	14,9	13,4	14,0	17	14	13
Yhteistuotanto, kaukolämpö	15,1	18,9	23,5	17	20	22
Yhteistuotanto, teollisuus	13,0	15,2	18,4	15	16	18
Lauhdetuotanto	17,2	11,8	6,2	20	13	6
Tuulivoima	0,1	0,9	2,9	0	1	3
Tuotanto	82,2	84,7	99,6	94	91	95
Nettotuonti	4,9	8,6	5,2	6	9	5
Yhteensä	87,0	93,3	104,8	100	100	100

Arvio lauhdevoiman tuotannon voimakkaasta laskusta WAM-skenaariossa Kioton sitoumuskaudella näkyy kuvassa 11. Samasta kuvasta näkyy myös sähkön nettotuonnin kehitys tarkastelujaksolla. Kehityskulut perustuvat 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 ja sähkön nettotuonti WAM-skenaariossa, TWh

Teollisuuden polttoaineet

Teollisuuden polttoainekäytössä WAM-skenaariion 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, %		
	2004	2010	2025	2004	2010	2025
Öljy	91,2	98,7	102,1	19	19	18
Hiili	9,8	9,7	9,9	2	2	2
Koksi, koksi- ja masuunikaasu	23,4	55,4	61,9	5	10	11
Kaasu	72,4	84,1	84,0	15	16	15
Turpe	20,7	15,0	14,0	4	3	2
Jäteliemet	32,9	169,3	193,4	7	32	34
Teollisuuden jätetä ja kuori	157,1	61,6	68,0	33	12	12
Metsähake	66,8	23,5	24,4	14	4	4
Muut	3,3	13,9	16,0	1	3	3
Yhteensä	477,3	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 pontimina lämmitysenergian kysynnän vähentymiseen.

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 puun tarjonta pienenee. Puupolttoaineiden kokonaiskäyttö kasvaisi vielä tällä vuosikymmenellä, mutta kääntyisi sen jälkeen laskuun, jos sahateollisuudesta saatavan puuaineksen määrä vähenee arvioidulla 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, %		
	2004	2010	2025	2004	2010	2025
Öljy	9,6	6,4	6,3	5	3	2
Hiili	48,6	37,9	28,1	24	17	11
Kaasu	76,0	105,5	134,7	37	46	52
Turve	34,9	35,2	44,6	17	15	17
Jätepuu ja kuori	22,4	13,4	5,4	11	6	2
Metsähake	7,3	17,7	21,9	4	8	8
Muut bio- ja kierrätyspolttoaineet	4,5	12,1	18,4	2	5	7
Yhteensä	203,4	228,2	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 dieselnäyttöisen autokannan osuus kasvaa vielä jonkin verran WM-skenaariota 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 kivihiiilen käyttö laskevat WAM-skenaariota 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 kilpailukykyä kivihiiileen nähden. Nykyisillä hintasuhteilla turve ja kivihiihi ovat suhteellisen tasavertaisessa kilpailuasemassa. (Tätä osiota vielä tarkennetaan) Kokonaisuudessaan energian hankinnan kotimaisuusaste nousee WAM-skenaariossa.

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

	PJ				Osuudet, %			
	2004	2010	2015	2025	2003	2010	2015	2025
Öljy	375	365	356	336	25,2	24,1	22,5	20,4
Kivihiili, koksi	218	164	104	135	14,7	10,8	6,6	8,4
Maakaasu	163	197	215	223	11,0	13,0	13,6	13,6
Ydinvoima	238	270	377	377	16,0	17,8	23,9	22,9
Sähköntuonti	18	31	34	19	1,2	2,0	2,1	1,1
Tuontienergia	1012	1027	1085	1090	68,1	67,9	68,7	66,5
Vesivoima	54	48	49	50	3,6	3,2	3,1	3,1
Tuulivoima	0,4	3	5	10	0,0	0,2	0,3	0,6
Turve	89	78	57	66	6,0	5,2	3,6	4,0
Jäteliemet	157	169	173	193	10,6	11,2	11,0	11,8
Metsätähdehake	16	41	43	46	1,1	2,7	2,7	2,8
Muu puu	133	128	127	132	9,0	8,5	8,0	8,0
Muut kotimaiset	24	36	41	52	1,6	2,4	2,6	3,2
Kotimainen energia	474	486	494	551	31,9	32,1	31,3	33,5
Kokonaiskulutus	1486	1513	1579	1640	100,0	100,0	100	100
Bioenergia	402	435	420	467	26,8	27,2	26,8	28,4
Uusiutuva energia	356	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, pelto- ja metsäbiomassat, biokaasu ja kierrätyspolttoaineiden biohajoava osa.

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

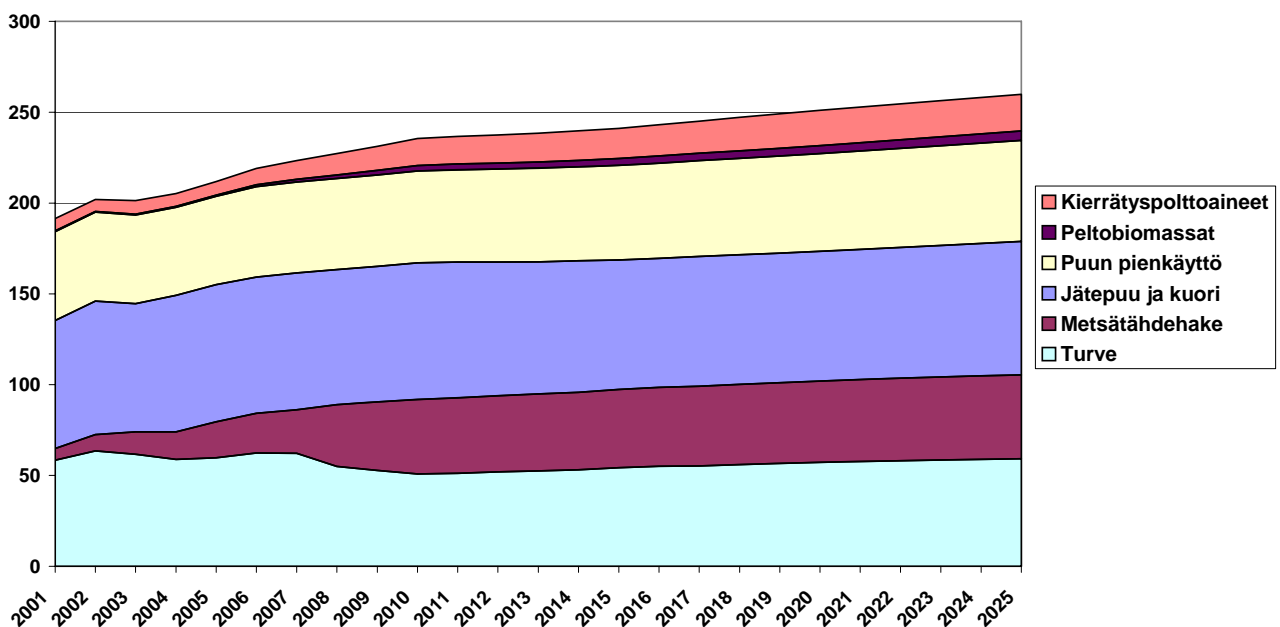
Bioenergia

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-skenaarion 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-skenaarion 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 kasvasi 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 2004-2015, %/v
Vesivoima	14,3	-0,4
Kuori ja muu jätepuu	22,6	-1,3
Jäteliemet	42,2	0,9
Puun pienkäyttö	13,0	0,6
Kierrätyspolttoaine, biokaasu	1,6	6,0
Lämpöpumput	1,5	6,4
Metsähake	4,3	10,0
Ruokohelpi ja biopoltonesteet	0,2	23,5
Tuulivoima	0,1	26,0
Uusiutuvat yhteensä	100	1,2

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.

WAM-skenaarion päästöt ovat Kioton sitomuskaudella keskimäärin 8 milj. tonnia alemmat kuin WM-skenaariossa vastaavana ajanjaksona keskimäärin. Kotimaiset toimet päästöjen vähentämiseksi eivät kuitenkaan ole riittävät, vaan niin valtion kuin päästökauppasektorin yritysten on

turvauduttava joustomekanismien käyttöön päästövelvoitteen toteuttamiseksi. 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 päästökaupasektorilla.

Päästökaupasektorilla hiilidioksidipäästöt ovat WAM-skenaariossa vuonna 2010 noin 42,2 milj. tonnia kun ne WM-skenaariossa olivat noin 50,4 milj. tonnia. Päästöt ovat WAM-skenaariossa siten alentuneet 8,2 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. Päästökaupasektorin päästöt sektoreittain WAM-skenaariossa vuosina 1990-2025, Mt ja %.

	Mt CO ₂ -ekv.				Osuudet, %			
	1990	2004	2010	2025	1990	2003	2010	2025
Lauhdevoima	5,3	15,2	8,8	4,0	16,8	32,3	20,9	10,1
Kaukolämpö	11,1	12,8	13,5	15,3	35,2	27,2	32,0	38,4
Massa- ja paperi	5,5	5,2	4,8	4,5	17,5	11,1	11,4	11,3
Rauta- ja teräs	4,8	6,7	7,4	8,0	15,2	14,3	17,5	20,1
Öljynjalostus	2,1	3,0	4,2	4,2	6,7	6,4	10,0	10,6
Mineraalit	2,2	1,7	1,9	2,1	7,0	3,6	4,5	5,3
Muu	0,6	2,4	1,6	1,7	1,9	5,1	3,8	4,3
Yhteensä	31,5	47,0	42,2	39,8	100	100	100	100

Päästökaupasektorin 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-päästökaupasektorin päästöt ja päästöjen osuudet sektoreittain WAM-skenaariossa vuosina 1990-2025, Mt ja %.

	Mt CO ₂ -ekv.				Osuudet, %			
	1990	2004	2010	2025	1990	2003	2010	2025
CO₂-päästöt								
Liikenne	12,0	13,1	12,7	12,2	30,3	38,0	37,6	39,6
Lämmitys	5,0	3,8	3,2	1,6	12,6	11,0	9,5	5,2
Muut sektorit	6,5	4,5	6,0	6,1	16,4	13,0	17,8	19,8
Muut päästöt	16,1	13,1	12,7	11,8	40,7	38,0	37,6	38,3
Yhteensä	39,6	34,5	33,8	30,8	100	100	100	100

Päästökaupasektorin osuus kokonaispäästöistä oli vuonna 1990 noin 45 prosenttia ja ei-päästökaupasektorin osuus 55 prosenttia. Suhde on kääntynyt toisinpäin ja päästökaupasektorin osuus kokonaispäästöistä kasvaa WAM-skenaariossa mukaan myös jatkossa.

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

	Mt CO ₂ -ekv.				Osuudet, %			
	1990	2004	2010	2025	1990	2003	2010	2025
Päästökauppa-sektori	31,5	47,0	42,2	39,8	44,3	57,7	55,5	56,4
Ei-päästökauppa-sektori	39,6	34,5	33,8	30,8	55,7	42,3	44,5	43,6
Yhteensä	71,1	81,5	76,0	70,6	100,0	100,0	100,0	100,0

5.7 WAM-skenaarion herkkyytarkastelu

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 päästörajoituksista ja markkinatilanteesta.

Päästöoikeuden hintaan liittyvää epävarmuutta ja sen vaikutuksia on pyritty kuvaamaan herkkyytarkastelulla. 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 5.3 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 64 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 64. 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	14,1	14,3	14,5	16,2	16,9	17,6
Yhteistuotanto	27,9	33,7	34,1	34,7	41,5	41,9	42,6
Lauhdetuotanto	21,0	12,1	11,8	11,4	9,3	6,6	3,7
Ydinvoima	21,8	24,7	24,7	24,7	34,6	34,6	34,6
Nettotuonti	4,9	10,0	8,6	7,2	5,0	5,2	5,4
Kokonaiskulutus	85,2	94,3	93,3	92,3	105,6	104,8	102,8

Päästöoikeuden hinnan noustessa päästöt alenevat lähes lineaarisesti. Taulukossa 65 on esitetty päästöjen jakautuminen eri sektoreiden kesken päästöoikeuden hinnan vaihdella. 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 65. Hiilidioksidipäästöt päästökauppa- ja ei-päästökauppasektorilla eri päästöoikeuden hinnoilla.

Hiilidioksidipäästöt, Mt	2004	2010			2025		
		-10 €	WAM	+10 €	-10 €	WAM	+10 €
Päästökauppasektori	43,7	42,2	40,6	43,4	39,8	36,1	
Teollisuuden prosessipäästöt	13,9	13,9	13,9	15,2	15,1	15,1	
Teollisuuden energiantuotanto	6,5	5,8	5,0	6,1	5,4	4,6	
Kaukolämpö	14,0	13,5	13,0	15,9	15,3	14,8	
Lauhde	9,0	8,8	8,4	7,2	4,9	2,4	
Ei-päästökauppasektori	21,9	21,9	21,8	19,9	19,8	19,7	
Yhteensä	65,6	64,1	62,4	63,3	59,6	55,8	

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 66 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 66. Kotimaisten energialähteiden käyttö eri päästöoikeuden hinnoilla

Kotimaiset energialähteet, PJ	2003	2010			2025		
		-10 €	WAM	+10 €	-10 €	WAM	+10 €
Turve	98,4	92,5	77,8	58,1	71,8	54,7	38,8
Jäteliemet	147,0	169,3	169,3	169,3	193,4	193,4	193,4
Metsähake	12,3	30,8	41,2	51,6	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	498,1	494,8	492,3	515,5	513,1	511,8

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