

An aerial photograph of a vast, deep blue lake in Finland, surrounded by numerous forested islands and peninsulas. The water is a rich, dark blue, and the surrounding land is covered in dense green coniferous forests. The sky is clear and light blue.

Suomen neljäs maaraaportti
Ilmastopimuksele

**Ilmastopimukseen ja
Kioton pöytäkirjan
toimeenpano**

Suomen neljäs maaportti
Ilmastopimukselle

Ilmastopimuksen ja
Kioton pöytäkirjan
toimeenpano

Suomen 4. maaraortin toimituskunta:

Mirja Kosonen, Tilastokeskus (puheenjohtaja 10.9–31.12.2004)

Riitta Pipatti, Tilastokeskus (puheenjohtaja 1.1.2005–)

Leo Koltola, Tilastokeskus

Juha Turkki, Kauppa- ja teollisuusministeriö

Risto Saari, Liikenne- ja viestintäministeriö

Heikki Granholm, Maa- ja metsätalousministeriö

Annu Jylhä-Pyykönen, Opetusministeriö

Alec Estlander, Suomen ympäristökeskus

Juha Kuusi, Ulkoministeriö

Nina Grandell, Valtiovarainministeriö

Annika Lindblom, Ympäristöministeriö

Kai Skoglund, Tilastokeskus (sihteeri)

Tieteellinen toimittaja:

Esko Kuusisto

Suomen ympäristökeskus

Valokuvat:

Arto Timperi sivu 65

Ilmastomuutos.info-viestintäohjelma sivu 206

Erkki Oksanen/Metla sivu 141

Maanystävät sivu 208

Futureimagebank.com sivut 33, 62, 65, 157, 159, 161, 215

Juha Hatakka sivu 195

Kimmo Skoglund sivut 60, 187

Markku Nurmi sivut 175, 180

Ulkoministeriö sivut 167, 171, 172, 173, 174, 176

Liikenne- ja viestintäministeriö sivut 55, 90, 155

VAPO sivut 81, 111

Vattenfall sivut 111, 145, 148

Esko Kuusisto muut kuvat

Kansikuva:

Lentokuva Vallas Oy

Taitto:

Riikka Turunen

ISBN 952–467–617–6 (print)

ISBN 952–467–618–4 (pdf)

Hämeen kirjapaino Oy, Tampere 2006

Sisällys

Lukijalle	7
Esipuhe	8
1 Yhteenveto	11
1.1 Kansalliset olosuhteet	11
1.2 Kasvihuonekaasuinventaario	14
1.3 Päästöjen rajoittamisen politiikat ja toimet	15
1.3.1 Poliitikanteon muodot	15
1.3.2 Poliitikat ja toimet eri sektoreilla	16
1.3.2.1 Energia	16
1.3.2.2 Muut sektorit	18
1.3.3 Verotus ja tuet	19
1.3.4 Tutkimus ja kehitys	20
1.3.5 Taloudelliset vaikutukset	21
1.4 Skenaariot ja politiikkatoimien arviointi	21
1.4.1 Perusskenaario vuosille 2005–2020	21
1.4.1.1 Skenaarion laatiminen	21
1.4.1.2 Energian ja sähkön kokonaiskulutus	23
1.4.1.3 Kasvihuonekaasupäästöt	23
1.4.2 Toimenpideskenaario	24
1.4.3 Menetelmät	26
1.5 Ilmastonmuutoksen vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus	27
1.5.1 Havaitut ilmastonmuutokset ja skenaariot	27
1.5.2 Ilmastonmuutoksen vaikutukset	27
1.5.3 Sopeutuminen ja haavoittuvuus	28
1.6 Kehitysrahoitus ja teknologian siirto	29
1.7 Tutkimus ja systemaattiset havainnot	30
1.8 Koulutus ja tietoisuuden lisääminen	31
2 Kansalliset olosuhteet	33
2.1 Maantieteellinen asema	33
2.2 Ilmasto	35
2.3 Väestö	35
2.4 Hallinto	36
2.5 Koulutus ja tutkimus	38
2.6 Rakennuskanta ja taajamarakenne	39
2.7 Talouselämä	40
2.8 Teollisuus	43
2.9 Energia	44
2.9.1 Suomen energiahuolto	44
2.9.2 Teollisuuden energiankäyttö	47
2.9.3 Lämmitysenergian käyttö	48
2.9.4 Energiamarkkinoiden muutokset	50
2.9.5 Energiaverot ja -tuot	51
2.10 Liikenne	52
2.10.1 Liikenneverkko	52
2.10.2 Tavaraliikenne	53
2.10.3 Matkustajaliikenne	54
2.10.4 Tietoliikenne	56

2.11	Maatalous	56
2.12	Metsät	58
2.12.1	Metsien maa	58
2.12.2	Metsävarat ja metsänhoito	58
2.12.3	Kansallinen metsäohjelma	60
2.12.4	Metsien suojelu	60
2.13	Jäte	61
2.13.1	Jätteen synty ja käsittely	61
2.13.2	Valtakunnallinen jättesuunnitelma	63
3	Kasvihuonekaasujen inventaario	65
3.1	Suomen kansallinen järjestelmä	65
3.2	Suomen kasvihuonekaasupäästöt	67
3.3	Päästöt sektoreittain	69
3.3.1	Energia	69
3.3.2	Teollisuusprosessit	71
3.3.3	Liuottimien ja muiden tuotteiden käyttö	72
3.3.4	Maatalous	72
3.3.5	Maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätalous (LULUCF)	74
3.3.6	Jäte	76
3.3.7	Kansainvälinen lento- ja laivaliikenne	77
3.3.8	NM VOC-, CO-, NO _x - ja SO ₂ -päästöt	77
3.4	Laadunhallinta ja epävarmuustarkastelut	78
4	Päästöjen rajoittamisen politiikat ja toimet	81
4.1	Politiikanteon muodot	81
4.1.1	Globaali taso	81
4.1.2	EU-taso	82
4.1.3	Kansallinen taso	82
4.1.4	Alueellinen taso	83
4.1.5	Kunnallinen taso	84
4.1.6	Kansalaisjärjestöt, teollisuus ja muut tahot	84
4.2	Politiikat ja toimet eri sektoreilla	85
4.2.1	Kansallinen energia- ja ilmastostrategia	85
4.2.2	Energia	86
4.2.2.1	Perusskenaarion politiikkatoimet	86
4.2.2.2	Toimenpideskenaarion politiikkatoimet	89
4.2.3	Liikenne	90
4.2.4	Teollisuusprosessit	93
4.2.5	Maatalous	94
4.2.6	Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous	95
4.2.7	Jätehuolto	97
4.2.8	Kansainväliset tankkaukset	98
4.3	Verotus ja tuet	99
4.4	Muut poikkisektoraaaliset politiikat ja toimet	101
4.5	Tutkimus ja kehitys	102
4.6	Joustomekanismien käyttö	104
4.7	Valmiuksien parantaminen, koulutus ja tietoisuuden lisääminen	104
4.8	Politiikkojen ja toimien vaikutus pitkän ajan päästötrendeihin	105
4.9	Käytöstä poistuneet politiikat ja toimet	105

4.10 Kotimaisten toimien ja Euroopan yhteisöjen lainsäädännön vuorovaikutus	106
4.11 Oheishyödyt	107
4.12 Taloudelliset vaikutukset	107
4.12.1 Vaikutukset kansantalouteen	107
4.12.2 Vaikutukset valtiontalouteen	107
5 Skenaariot ja politiikkatoimien arviointi.	111
5.1 Aiempien skenaarioiden arviointi.	111
5.2 Perusskenaario vuosille 2005–2020.	113
5.2.1 Skenaarion laatiminen	113
5.2.2 Perusskenaarion lähtökohdat	113
5.2.3 Energian kokonaiskulutus	116
5.2.4 Sähkön kokonaiskulutus ja hankinta	117
5.2.5 Kasvihuonekaasupäästöt	119
5.2.5.1 Yhteenveto kokonaispäästöistä	119
5.2.5.2 Energiantuotannon hiilidioksidipäästöt	121
5.2.5.3 Muut hiilidioksidipäästöt	122
5.2.5.4 Metaani.	122
5.2.5.5 Dityppioksidi	123
5.2.5.6 F-kaasut.	124
5.2.7 Perusskenaarion herkkyystarkasteluja	124
5.2.8 Perus- ja BAU-skenaarioiden vertailu	125
5.3 Toimenpideskenaario vuosille 2005–2020	127
5.3.1 Keskeiset lähtökohdat	127
5.3.1.1 Energia	127
5.3.1.2 Muut sektorit.	129
5.3.2 Yhteenveto päästöistä	129
5.4 Menetelmät	131
6 Ilmastonmuutoksen vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus	135
6.1 Miten Suomen ilmasto muuttuu?	135
6.1.1 Havaitut muutokset	135
6.1.2 Skenaariot	136
6.2 Ilmastonmuutoksen vaikutukset	138
6.2.1 Maatalous	138
6.2.2 Metsätalous.	140
6.2.2.1 Metsäraajat ja tuottavuus	140
6.2.2.2 Metsätuhoriskit	141
6.2.2.3 Puuntuotanto	142
6.2.2.4 Metsien muut tuotteet.	142
6.2.3 Suot.	143
6.2.4 Vesivarat	144
6.2.5 Itämeri.	146
6.2.6 Kalatalous	147
6.2.7 Luonnon monimuotoisuus	147
6.2.8 Energia	148
6.2.9 Teollisuus.	149
6.2.10 Liikenne ja tietoliikenne	149
6.2.11 Maankäytön suunnittelu ja rakentaminen.	151
6.2.12 Terveys	151
6.2.13 Matkailu ja virkistys	152
6.2.14 Vakuutustoiminta.	152

6.2.15	Ilmastonmuutos Suomen Lapissa	152
6.3	Sopeutuminen.	153
6.3.1	Kansalliset toimet	153
6.3.2	Sopeutumistarve muualla tapahtuviin muutoksiin . .	162
6.4	Haavoittuvuuden arviointi	163
7	Kehitysrahoitus ja teknologian siirto	167
7.1	Suomen kehitysyhteistyön tavoitteet	167
7.2	Monenkeskinen kehitysrahoitus.	167
7.3	Kahdenvälinen kehitysrahoitus	169
7.3.1	Metsäsektorin yhteistyö	170
7.3.2	Energiasektorin yhteistyö	170
7.3.3	Muu ilmastoasioihin liittyvä yhteistyö	170
7.4	Teknologian siirto	171
7.5	Lähialueet	176
7.6	CDM/JI-mekanismien käyttö	178
8	Tutkimus ja systemaattiset havainnot	181
8.1	Yleistä.	181
8.2	Tutkimus.	182
8.2.1	Ilmasto ja ilmastojärjestelmä	182
8.2.2	Ilmastomallit ja -ennusteet	183
8.2.3	Ilmastonmuutoksen vaikutustutkimus.	184
8.2.3.1	Keskeiset tutkimusohjelmat	184
8.2.3.2	Vaikutustutkimukset eri sektoreilla	185
8.2.4	Yhteiskuntataloudellinen analyysi	190
8.2.5	Sopeutumis- ja hillintätutkimus	191
8.3	Systemaattiset havainnot.	193
8.3.1	Ilmakehähavainnot.	194
8.3.2	Merihavainnot	196
8.3.3	Terrestriset ja sisävesien tietojärjestelmät	196
8.3.4	Kehitysyhteistyö.	197
9	Koulutus ja tietoisuuden lisääminen.	199
9.1	Ilmastoasiat Suomen koulujärjestelmässä.	199
9.2	Yleisen tietoisuuden lisääminen	200
9.2.1	Valtiovallan toimet.	200
9.2.2	Muut toimenpiteet.	207
9.3	Ilmastonmuutos suomalaisessa mediassa.	208
9.4	Kansalaisten tietotaso ja asenteet	210
9.5	Kansainvälinen toiminta	211
	Raportissa esiintyviä englanninkielisiä	
	lyhenteitä ja termejä	213
	Yksiköt ja muuntokertoimet	215
	Avainluokkatarkastelut perusvuodelle (1990)	
	ja viimeisimmälle inventaariovuodelle (2003)	
	Tier 2-menettelyn mukaisesti	216
	Summataulukot vuoden 2003 päästöistä	220
	Kiitokset	234

Lukijalle

Ilmastopimus edellyttää, että jokainen osapuoli laatii sovitun aikataulun mukaisesti 'kansallisen tiedonannon', jossa käsitellään kaikkia ilmastomuutokseen liittyviä aktiviteetteja ao. maassa. Suomen neljäs maaraportti valmistui vuoden 2006 alussa ja ensimmäistä kertaa se julkaistaan nyt myös suomeksi.

Raportti alkaa tiivistelmällä ja sitä seuraa kansallisia olosuhteita kuvaava luku. Siihen sisältyy muun muassa maankäyttö, ilmasto, eri organisaatioiden vastuut ja tehtävät ilmastokysymyksissä sekä keskeisten päästöjä aiheuttavien sektoreiden kuten energiajärjestelmän kuvaus. Kolmannessa luvussa tehdään selkoa päästöinventaarista, neljännessä luvussa kuvataan politiikkatoimet, joilla päästöjä pyritään vähentämään. Ilmastopimus haluaa esimerkiksi tietää, kuinka paljon eri toimet ovat päästöjä vähentäneet ja miten suureksi niiden vaikutus arvioidaan tulevina vuosina.

Viidennessä luvussa selvitetään, miten Suomi aikoo vähentää kasvihuonekaasupäästönsä Kioton sopimuskaudella perusvuoden 1990 tasolle. Kuudennessa luvussa kuvataan ilmastomuutoksen vaikutukset Suomessa sekä sopeutuminen yhteiskunnan eri sektoreilla. Seuraava luku sisältää tiedot Suomen kehitysavusta siltä osin kuin se liittyy Ilmastopimuksen toimenpanoon sekä ilmastomuutoksen hillintään ja siihen sopeutumiseen. Luku kahdeksan käsittelee alan tutkimusta Suomessa sekä ilmatieteellisiä ja ympäristöön liittyviä havaintoverkkoja. Viimeinen luku kertoo ilmastotiedon välittämisestä eri kansalaisryhmille.

Suomen neljäs maaraportti Ilmastopimukselle on aihepiirinsä kattavin tietopaketti. Suomennoksessa on paikoin poikettu hieman alkuperäisestä englanninkielisestä tekstistä, mutta olennainen sisältö on molemmissa sama. Raportti esimerkiksi perustuu vuoden 2003 päästöinventaarioon, vaikka suomennosta tehtäessä olisi ollut jo käytettävissä vuoden 2004 inventaario (ja alustavat tiedot vuodelta 2005). Jos suomennos olisi tältä osin päivitetty, moni muu asia olisi pitänyt muuttaa, joten tällaista päivitystä ei ole voitu tehdä. Eräitä yksityiskohtia on kuitenkin ajantasaistettu.

Esipuhe

Tämä julkaisu, Suomen neljäs maaraportti Ilmastopöytäkirjalle, perustuu uuteen kansalliseen energia- ja ilmastostrategiaan, jonka Valtioneuvosto antoi selontekona Eduskunnalle marraskuussa 2005.

Suomi ratifioi Ilmastopöytäkirjan kesäkuussa 1992 ja se astui meillä voimaan elokuun 1994 alussa. Tuon jälkeen valtioneuvosto on toimeenpannut monia politiikkoja ja toimia vähentääkseen Suomen kasvihuonekaasupäästöjä ja täyttääkseen muita ilmastopolitiikan sitoumuksia. Jälkimmäisiin kuuluvat mm. kansallisten hallinnollisten tehtävien toimeenpano sekä kehitysmaille suunnattu taloudellinen tuki. Uusi energia- ja ilmastostrategia on kattavampi kuin ensimmäinen kaikille sektoreille ulottunut ilmastostrategia toukokuulta 2001; erityisenä painopisteenä on Kioton sitoumusten täyttäminen.

Euroopan unionin jäsenenä Suomi on muiden jäsenmaiden tavoin sopinut Kioton pöytäkirjan laillisesti sitovien päästövähennystavoitteiden saavuttamisesta. Viidentoista jäsenmaan taakanjakosopimuksen mukaisesti Suomi on sitoutunut vuoden 1990 päästötasoon pöytäkirjan ensimmäisellä sopimuskaudella. Koko Euroopan unionin pitää vähentää päästöjään kahdeksalla prosentilla jaksolla 2008–2012 verrattuna vuoteen 1990.

Suomen kasvihuonekaasupäästöt ovat vaihdelleet viidentoista viime vuoden aikana huomattavasti riippuen energia-intensiivisen teollisuuden suhdanteista, vesivoiman tuotannosta, sähkön tuonnista ja muiden hiileen perustamattomien energiamuotojen saatavuudesta. Vuonna 2004 Suomen päästöt olivat runsaat kymmenen prosenttia tavoitetasoa suuremmat. Odotettavissa on, että Euroopan unionin päästökauppajärjestelmä ja oma ilmastopolitiikkamme tulevat merkittävästi vähentämään Suomen kasvihuonekaasupäästöjä.

Päästöjä ovat Suomessa vähentäneet toimet, joilla on parannettu energiatehokkuutta, lisätty uusiutuvan energian (erityisesti biomassan) tuotantoa ja käyttöä, sovellettu energiaverotusta sekä hillitty jätehuollon ja maatalouden metaanipäästöjä. Uudessa strategiassa todetaan, että lisätoimet ovat tarpeen energian tuotannossa ja kulutuksessa, liikenteessä, rakentamisessa, alue- ja kaupunkisuunnittelussa, maa- ja metsätalouden päästöjen vähentämisessä sekä jätehuollossa.

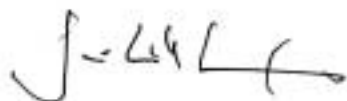
Lisäksi valtioneuvosto on päättänyt laajentaa strategiaa kahdella merkittävällä lisätoimella: Kioton joustomekanismien käyttöönotolla ja yksityiskohtaisilla suunnitelmilla, joiden avulla ilmastonmuutokseen pyritään sopeutumaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

Tärkeä virstanpylväs Kioton pöytäkirjan toimeenpanossa oli kansallisen kasvihuonekaasujen inventaariojärjestelmän perustaminen tammikuussa 2005. Tilastokeskus nimettiin kansalliseksi vastuutahoksi, joka riippumattomasti valmistelee ja toimittaa kansallisen inventaarioreportin Euroopan unionin komissiolle ja Ilmastopöytäkirjan sihteeristölle. Suomi harkitsee mahdollisuuksia osallistua päästöoikeuksien hankintaan joustomekanismien kautta; tästä syystä on nimetty kansalliset tahot vastaamaan puhtaan kehityksen mekanismeista ja yhteistoteutuksesta.

Suomen neljäs maaraportti Ilmastopimukselle on syntynyt eri viranomaisten yhteistyön tuloksena. Valmistelutoimikunnassa olivat edustettuina kauppaja- ja teollisuusministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, opetusministeriö, ulkoasiainministeriö, valtiovarainministeriö, ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus. Raportin päätoimittajana oli FT Esko Kuusisto Suomen ympäristökeskuksesta. Tilastokeskus koordinoi raportin valmistelutyötä. Valtioneuvosto hyväksyi raportin toimitettavaksi Ilmastopimuksen sihteeristölle kansallisen energia- ja ilmastostrategian valmistumisen jälkeen.

Vaikka paljon on jo tehty, paljon pitää vielä tehdä, jotta päästöjen vähentämisessä ja tulevaisuuden ilmaston suojelussa saavutetaan selvä edistysaskel.

Helsinki, joulukuussa 2005



Jan-Erik Enestam
ympäristöministeri



1 Yhteenveto

1.1 Kansalliset olosuhteet

Suomi on maailman pohjoisimpia valtioita. Pinta-alaltaan (338 145 km²) se on Euroopan seitsemänneksi suurin ja EU:n viidenneksi suurin maa. Peräti 74 % alasta luokitellaan metsämaaksi; viljelysmaan osuus on vain yhdeksän prosenttia. Järvet ja erityyppiset suot ovat luonteenomaisia Suomen maisemille.

Suomen ilmasto on kylmä, joskin useita asteita lämpimämpi kuin keskimäärin samoilla leveysasteilla. Lämmitystarve on talvikuukausina suuri. Kasvukausi on lyhyt, mikä rajoittaa maataloustuotantoa ja metsän kasvua.

Suomen väkiluku oli vuoden 2003 lopussa 5,220 miljoonaa, asukastiheys on kolmanneksi pienin Euroopassa. Väkiluvun kasvu on hyvin hidasta ja väestö ikääntyy nopeasti. Noin miljoona ihmistä asuu Helsingin seudulla. Muuttoliike haja-asutusalueilta suuriin taajamiin on voimakasta.

Suomen pitkälle teollistunut talous on nopeasti integroitumassa Eurooppaan ja globaaliin talouteen. Talouden avainsektori on teollisuus, jonka tärkeimmät toimialat ovat metsä, metalli, sähkö- ja elektroniikkatuotteet sekä koneet ja laitteet. Ulkomaankauppa on tärkeä; viennin osuus on kaksi viidesosaa bruttokansantuotteesta. Paperi- ja kartonkiteollisuuden tuotteista viedään lähes 90 %, myös perusmetallissa viennin osuus on korkea. Näin ollen vientituotteisiin käytetään myös runsaasti energiaa. Pääosa viennistä suuntautuu EU-maihin, muita tärkeitä kauppakumppaneita ovat Venäjä, Yhdysvallat ja teollistuvat kehitysmaat kuten Kiina.

Vuosikymmenten ajan Suomen talouselämää luonnehtivat nopea kasvu sekä herkkyys kansainvälisille suhdannevaihteluille. Suomi vajosi syvään lamaan 1990-luvun alussa; työttömyys kasvoi 17 prosenttiin ja bruttokansantuote laski noin kymmenen prosenttia vuodesta 1991 vuoteen 1993.

Yksityinen kulutus saavutti lamaa edeltäneen tason vuonna 1997 ja myös yritykset onnistuivat vahvistamaan taloudellisia rakenteitaan. Hallitukset ovat asettaneet etusijalle tavoitteen, että Suomen talous on saatava uuteen nousuun. Työttömyyden vähentäminen ja valtion velan pienentäminen ovat olleet keskeisellä sijalla. Viime vuosina Suomen talous onkin kasvanut nopeasti – jaksolla 1997–2003 bruttokansantuote nousi keskimäärin 3,6 % vuodessa. Vuonna 2003 Suomen bruttokansantuote oli asukasta kohti 27 500 euroa, kun se oli ollut 17 700 euroa vuonna 1990.

Viime vuosien suotuisa kehitys on nostanut Suomen kansainvälisten vertailujen kärkipaikoille. Suomi oli esimerkiksi ykkönen Maailman talousfoorumin kilpailukykyvertailussa vuosina 2001 ja 2003 sekä kakkossijalla vuonna 2002. Kestävän kehityksen indeksin (ESI) mukaisessa vertailussa Suomelle on samoin tullut viime vuosina ykköstitiloja.

Koska Suomi on paljolti riippuvainen tuontipolttoaineista, energiapolitiikan on perustuttava monipuoliseen ja luotettavaan energiahuoltoon ja omavaraisuuden parantamiseen. Myös kestävä kehitys, ympäristöasiat ja maailmanlaajuinen ilmastonmuutos edellyttävät monipuolista energian-

tuotantoa. Energiaintensiivinen perusteellisuus, kylmä ilmasto ja pitkät etäisyydet korostavat energian merkitystä Suomen kilpailukyvyille ja kansan hyvinvoinnille.

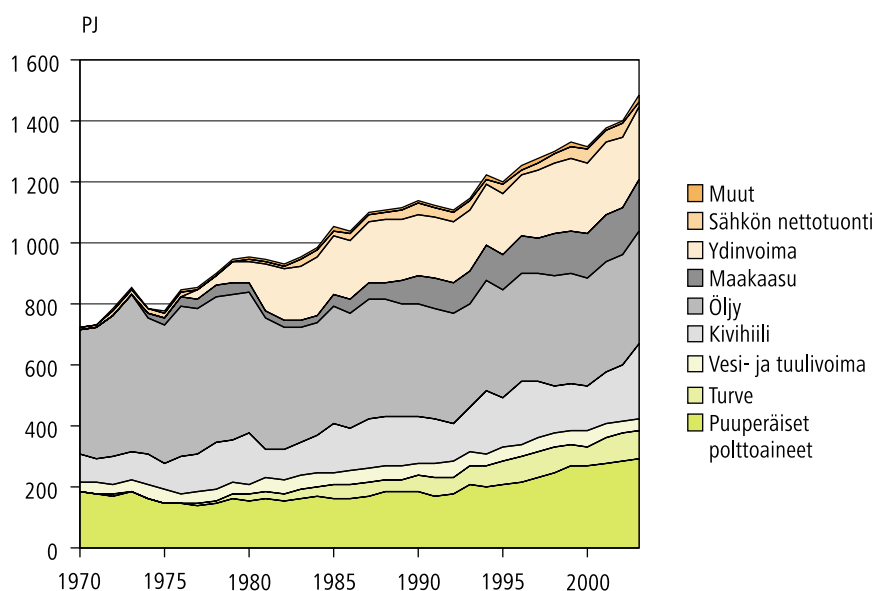
Vuonna 2003 primäärienergian kokonaiskulutus Suomessa oli 35,5 milj. öljykvivalenttitonnia (Mtoe) eli 1488 PJ (Kuva 1–1). Öljyn kulutus on selvästi alentunut, mutta se muodostaa yhä neljänneksen kokonaiskulutuksesta. Puuperäisten polttoaineiden ja maakaasun käyttö on viime vuosina lisääntynyt. Myös ydinvoiman osuus on kasvanut vuosina 1995–1998 toteutetun tehonnoston myötä. Viides ydinvoimayksikkö on rakenteilla ja se valmistunee vuonna 2009.

Uusiutuvien energialähteiden osuus primäärienergian kokonaiskulutuksesta oli 22 % vuonna 2003. Vesivoiman tuotannon vaihteluista huolimatta trendi on ylöspäin, koska erityisesti puunjalostusteollisuudessa syntyvien biopolttoaineiden käyttö on kasvanut.

Lämmön ja sähkön yhteistuotanto (CHP) tarjoaa mahdollisuuksia uusiutuvien energialähteiden kustannustehokkaaseen käyttöön. Tämä koskee sekä teollisuutta että alueellisia kaukolämpölaitoksia. Yhteistuotanto vähentää primäärienergian käyttöä Suomessa yli kymmenesosan. Yhteistuotannon osuus sähköntuotannosta on Suomessa runsas kolmannes, EU:n keskiarvo on 10 %. Alueellisesta kaukolämmöstä yhteistuotanto muodostaa kolme neljäsosaa.

Suomen teollisuus käyttää runsaasti energiaa. Vuonna 2003 teollisuuden osuus oli 50 % primäärienergian ja 54 % sähkön kulutuksesta. Suomen teollisuus on pyrkinyt monin toimin parantamaan energiatehokkuuttaan. Lisäksi metsäteollisuus tuottaa huomattavan osan energiastaan biomassalla; puujätteet, jäteliemet ja muu bioenergia ovat tehokkaassa käytössä.

Kuva 1–1 Primäärienergian kokonaiskulutus Suomessa vuosina 1970–2003.



Vuoden 1995 sähkömarkkinalaki avasi Suomen sähkömarkkinat asteittain kilpailulle. Syksystä 1998 lähtien kuluttajat, myös kotitaloudet, ovat voineet kilpailuttaa sähkötuottajansa. Sähkömarkkinoiden uudistus tähtää tehokkuuden ja ympäristöhyötyjen kasvattamiseen. Pohjoismaiden vesivoimakapasiteetti saadaan parhaalla tavalla käyttöön ja markkinat mahdollistavat myös ns. vihreän sähkön kaupan.

Suomen tie- ja katuverkko käsittää 79 000 km yleisiä teitä, 25 000 km katuja sekä 220 000 km yksityisteitä. Suomessa on 2,6 miljoonaa autoa; lukumäärä kasvoi 17,6 % jaksolla 1990–2003. Rataverkon kokonaispituus on 5 900 km. Meriliikenteen osuus Suomen ulkomaankaupasta on kolme neljäsosaa ja satamat ovat tärkeitä liikenteen solmukohtia.

Suomessa oli vuoden 2003 lopussa matkapuhelinliittymiä 4,75 miljoonaa eli 909 tuhatta asukasti kohti. Internet-liittymiä oli 1,23 miljoonaa eli 235/1000 as.

Suomi on maailman pohjoisin maatalousmaa. Maaseudulla asuvien ja maataloudesta toimeentulonsa saavien määrä on kuitenkin vähentynyt nopeasti viime vuosina. Vuonna 1990 maatiloja oli 130 000, vuonna 2003 enää 74 000. Samalla keskimääräinen tilakoko kasvoi 17 hehtaarista 30 hehtaariin. Maataloustuotanto on kuitenkin pysytellyt 1990-luvun alkupuolen tasolla.

Suomen metsien puuston kokonaistilavuus on hieman yli kaksi miljardia kuutiometriä. Kasvu on yli 80 vuoden ajan ollut suurempi kuin hakkuut ja luonnonpoistuma. Nykyään kaikkien metsien kasvu on noin 75 milj. m³ vuodessa. Noin puolet Suomen alkuperäisestä suoalasta on ojitettu metsätaloudellisista syistä, mikä on merkittävästi lisännyt puuston kasvua. Tiukasti suojeltu metsäala on noin 1,5 miljoonaa hehtaaria.

Kotimaisen raakapuun kokonaiskulutus oli 63 milj. m³ vuonna 2003. Lisäksi tuotiin 16 milj. m³ raakapuuta. Vuonna 1990 vastaavat luvut olivat 50 ja 6 milj. m³.

Suomen metsäsektorin nykyinen menestys perustuu tiiviiseen yhteistyöhön teollisuuden, kone- ja laitevalmistajien sekä raaka-aineiden tuottajien välillä. Olennaista on myös alan laaja tutkimus- ja kehitystyö. Kaikkiaan metsäklusteri työllistää Suomessa lähes 200 000 henkeä. Sen vuotuinen liikevaihto on noin 35 miljardia ja arvonlisäys noin 12 miljardia euroa. Vuotuiset investoinnit tutkimus- ja kehitystyöhön ovat noin 250 milj. euroa. Metsäklusterin osuus on lähes 10 % Suomen BKT:stä, noin 30 % teollisuustuotannosta ja yli kolmannes vientituloista.

Suomessa syntyi jätteitä ja niihin rinnastettavia sivutuotteita vuonna 2003 noin 119 miljoonaa tonnia. Suurimmat erät olivat rakentamisessa kertyvät ylijäämämaat (32,7 Mt), kaivos- ja louhostoiminnassa syntyvä sivukivi, rikastushiekka ja muu maa-aines (25,0 Mt), maatalouden lanta ja olki (21,3 Mt) sekä metsätalouden hakkuutähteet (23,0 Mt). Teollisuudessa jätteitä kertyi vuonna 2003 kaikkiaan 12,0 milj. tonnia. Kiinteän yhdyskuntajätteen määrä oli 2,3 milj. tonnia.

Jätteistä hyödynnetään koko kansantaloudessa noin 40 prosenttia. Suurina määrinä hyödynnetään erityisesti ylijäämämaita, lantaa ja olkia. Teollisuus hyödynsi jätteistään noin 70 % joko energiana tai raaka-aineena. Yhdyskuntajätteestä hyödynnettiin vuonna 2003 runsas kolmannes, kuten myös rakennus- ja purkujätteestä.

Jätevero korotettiin 23 euroon tonnilta vuoden 2003 alussa. Erillisenä kerätty orgaaninen jäte ja puhdistamoliete on jätetty verotuksen ulkopuolelle, jotta näiden jätemuotojen biologista käsittelyä voitaisiin edistää.

1.2 Kasvihuonekaasuinventaario

Tilastokeskus on ollut kansallinen kasvihuonekaasuinventaarion vastuuyksikkö tammikuusta 2005 alkaen. Inventaarion valmistelussa Tilastokeskus on läheisessä yhteistyössä useiden asiantuntijalaitosten ja ministeriöiden kanssa. Tilastokeskus on tehnyt asiantuntijalaitosten kanssa erilliset sopimukset tiettyjen päästötietojen tuottamisesta.

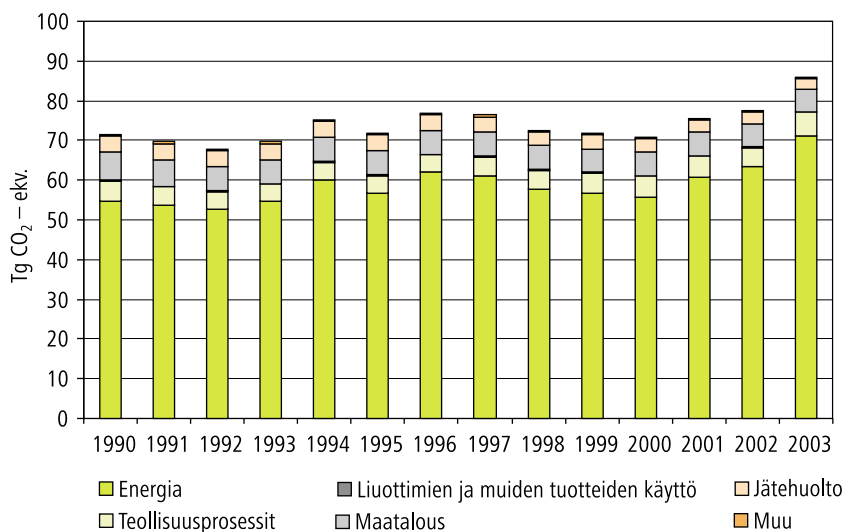
Suomen kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt olivat 86,0 Tg CO₂-ekv. vuonna 2003 (Kuva 1–2). Määrä oli runsaat 20 % suurempi kuin perusvuonna 1990 ja 11 % suurempi kuin vuonna 2002. Pääasiallisimpana syynä vuoden 2003 poikkeuksellisen suuriin päästöihin oli vesivoiman niukkuus pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla. Tämä lisäsi hiili- ja turvelauhdevoiman tuotantoa Suomessa.

Energiasektori oli merkittävin kasvihuonekaasujen lähde; sen osuus vuoden 2003 kokonaispäästöistä oli 83 %. Tämän sektorin korkea osuus johtuu useista tekijöistä; Suomen teollisuuden energiaintensiivisyydestä, suuresta lämmitysenergian tarpeesta, pitkistä kuljetusetäisyyksistä ja harvasta asutuksesta. Energiaperäiset hiilidioksidipäästöt vaihtelevat vuosittain pääasiassa taloudellisten suhdanteiden, energiahuollon rakenteen ja sääolojen myötä. Näistä syistä energiasektorin CO₂-päästöt kasvoivat 16,2 Tg (+30 %) vuodesta 1990 vuoteen 2003, mutta vain 8,3 Tg (+15 %) vuodesta 1990 vuoteen 2002. Energiasektorin kaikki kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 2003 noin 16,8 Tg CO₂-ekv. suuremmat kuin vuonna 1990.

Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt eivät juuri muuttuneet jaksolla 1990–2001, mutta kasvoivat 1,7 % vuonna 2002 ja saman verran vuonna 2003. Näistä päästöistä lähes 90 % on peräisin tieliikenteestä; matkustajamäärät kasvoivat 13 % ja kuljetukset 23 % jaksolla 1990–2003. Parantunut polttoainetehokkuus ja dieselkäyttöisten autojen osuuden kasvu hidastivat kuitenkin henkilöliikenteen CO₂-päästöjen kasvua, mutta tavaraliikenteen päästöt sitä vastoin lisääntyivät.

Vuonna 2003 Suomen maataloussektorin kasvihuonekaasupäästöt olivat 5,7 Tg CO₂-ekv. eli 6,7 % kokonaispäästöistä. Maatalouden päästöt

Kuva 1–2 Suomen kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain vuosina 1990–2003.



ovat CH₄- ja N₂O-päästöjä. Kokonaisuutena maatalouden päästöt ovat selvästi vähentyneet, yli 19 % jakson 1990–2003 aikana. Tähän olivat syinä erityisesti orgaanisten maiden viljelyn supistuminen sekä kotieläinten määrän ja typpilannoitteiden käytön väheneminen.

Teollisuusprosessien kasvihuonekaasupäästöt muodostivat 7 % Suomen kokonaispäästöistä vuonna 2003. Näihin sisältyy CO₂-, CH₄-, N₂O- ja F-kaasupäästöjä. Prosessiteollisuuden päästöt ovat kasvaneet noin 9 % vuodesta 1990, mutta niiden osuus kokonaispäästöistä on pysynyt melko vakaina. Liuottimien ja muiden tuotteiden käytöstä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt ovat Suomessa pienet, vain 0,1 % kaikista päästöistä.

Jätesektorin kokonaispäästöt olivat 2,8 Tg CO₂-ekv. vuonna 2003. Tämä oli 3,2 % Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Jätesektorin päästöt muodostuvat CH₄- ja N₂O-päästöistä. Kaikkiaan jätesektorin päästöt ovat vähentyneet runsaat 30 % vuodesta 1990. Väheneminen on johtunut lähinnä vuoden 1993 jätelainsäädännön toimeenpanosta.

LULUCF-sektori (Land Use, Land Use Change and Forestry - maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätalous) kokonaisuutena on Suomessa hiilidioksidin nielu. Sektorin päästöt, joita tulee viljelymailta, ruohikkoalueilta, metsämaiden maaperästä, turvetuotantoalueilta ja metsien lannoituksesta sekä metsäpaloista ovat selvästi pienemmät kuin sektorin nielut. Nielu muodostui puuston kasvuun ja kuolleeseen orgaaniseen ainekseen sitoutuneesta hiilestä metsämailla. Vuonna 2003 LULUCF-sektorin kokonaisnielu oli 17,8 Tg CO₂-ekv., mikä on noin viidennes muiden sektoreiden kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä Suomessa.

Suomessa tankatut kansainvälisen liikenteen polttoaineet synnyttivät päästöjä 3,1 Tg CO₂-ekv. vuona 2003. Tämä vastasi 3,6 % osuutta Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Noin kaksi kolmasosaa päästöistä oli peräisin laivaliikenteestä, yksi kolmannes lentoliikenteestä. Vuotuiset vaihtelut olivat suuret vuoteen 1999 saakka, minkä jälkeen määrä on vakiintunut. Typen oksidien päästöt alenivat 26 %, hiilimonoksidin 20 %, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden 35 % ja rikkidioksidin 59 % jakson 1990–2003 aikana.

Laadunhallinta ja epävarmuustarkastelut ovat olennainen osa kasvihuonekaasujen inventaarion valmistelua. Vuoden 2003 inventaarion (LULUCF-sektori mukana) kokonaisepävarmuus oli -14...+15 % keskiarvosta 95 % luotettavuusrajoilla. Ilman LULUCF-sektoria epävarmuus oli -4...+8 %. Trendin epävarmuus oli -18...+23 prosenttiyksikköä, kun LULUCF-sektori oli mukana, ja ilman sitä -6...+4 prosenttiyksikköä. Kaasukohtainen epävarmuus oli pienin hiilidioksidilla, ±2 %, sektorikohtainen energiolla, -2...+3 %. Molemmat tulokset viittaavat vuoteen 2003. Muille kaasuille ja sektoreille epävarmuudet olivat oleellisesti suuremmat.

1.3 Päästöjen rajoittamisen politiikat ja toimet

1.3.1 Poliitikanteon muodot

Suomi ratifioi YK:n ilmastopimuksen (UNFCCC) 3. toukokuuta 1994. Suomi allekirjoitti Kioton pöytäkirjan 29. toukokuuta 1998 ja ratifioi sen yhdessä 14 muun EU-maan kanssa 31. toukokuuta 2002.

Suomi liittyi Euroopan unioniin vuoden 1995 alussa. Yhteisönsisäiset politiikkatoimet (CCPM) ovat EU:n ilmastopolitiikan keskeinen perusta, joka täydentää jäsenmaiden kansallista ilmastopolitiikkaa. Jäsenvaltiot ovat kuitenkin vastuussa EU:n taakanjakosopimuksen mukaisista päästöväh-

nysvelvoitteistaan. Suomen velvoite on päästöjen vähentäminen vuoden 1990 tasolle Kioton sitoumuskaudella 2008–2012.

Suomessa on laaja ilmastopolitiikkaa hoitava hallintokehys. Valtioneuvosto ja eduskunta ovat kansainvälisesti vastuussa tärkeistä päätöksistä, joiden on oltava EU-lainsäädännön mukaisia. YK:n Ilmastopöytäkirja kuuluu ympäristöministeriön toimialaan.

Kauppa- ja teollisuusministerin johdolla työskentelevä ilmasto- ja energiapolitiikan ministerityöryhmä on ollut vastuussa mm. Kansallisen energia- ja ilmastostrategian laatimisesta. Tämä ryhmä valmisteleekin myös Suomen linjaukset kansainvälisiin ilmastoneuvotteluihin ennen kuin ne menevät EU-ministerivaliokunnan käsittelyyn.

Kauppa- ja teollisuusministeriön johtamalla ilmasto- ja energiapolitiikan virkamiesyhdyshenkilöillä on keskeinen rooli ilmastopoliittisten asioiden valmistelussa. Ympäristöministeriön johtama Ilmastofoorumi pyrkii lisäämään ilmastomuutosta koskevaa tietoisuutta ja edistämään ilmastopolitiikan toimeenpanoa. Foorumissa ovat edustettuina ministeriöt ja muut valtion organisaatiot, alue- ja kunnallishallinto, työelämän järjestöt, teollisuus ja ympäristöalan kansalaisjärjestöt.

Suomessa on laaja ympäristöhallinto, josta päävastuu on ympäristöministeriöllä. Ympäristöministeriö vastaa myös rakennusmääräyksistä ja aluesuunnittelusta. Maa- ja metsätalousministeriö sekä liikenne- ja viestintäministeriö ovat vastuussa ilmastoasioista omilla hallinnonaloillaan. Lisäksi ulkoasiainministeriö ja valtiovarainministeriö ovat tärkeitä toimijoita ilmastomuutoksen hillintää koskevissa asioissa. Opetusministeriö rahoittaa ilmastokysymyksiin liittyvää koulutusta ja alan tutkimusta yliopistoissa.

Kaksi kansallista organisaatiota on ilmastomuutoksen osalta keskeisellä sijalla. Motiva Oy on riippumaton, ei-kaupallinen yhtiö, jonka päätehtävänä on tuottaa tietoa energiansäästön ja uusiutuvien energiamuotojen vaikutuksista eri käyttäjäryhmille. Teknologian kehittämiskeskus (Tekes) on keskeisin julkinen rahoitus- ja asiantuntijajärjestö tutkimuksen ja teknologian kehittämisen alalla.

Alueelliset ja paikalliset viranomaiset tekevät lukuisia päätöksiä, jotka vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin. Päätökset koskevat esimerkiksi liikenteen ja maankäytön suunnittelua, jätehuoltoa sekä energian kulutusta ja tuotantoa. Nämä viranomaiset työskentelevät monin tavoin päästöjen vähentämiseksi. Niillä on esimerkiksi omia energian säästöohjelmia ja -sopimuksia ja ne edistävät uusiutuvien energialähteiden käyttöä.

Useat hallinnon ulkopuoliset tahot ovat keskeisesti mukana Suomen ilmastopolitiikassa. Ympäristöalan kansalaisjärjestöt sekä liike- ja työelämän järjestöt ovat mukana työryhmissä, seminaareissa ja virallisissa valtuuskunnissa.

1.3.2 Poliitikat ja toimet eri sektoreilla

1.3.2.1 Energia

Uuden kansallisen energia- ja ilmastostrategian valmistelu käynnistyi vuoden 2003 lopulla ministerityöryhmän johdolla. Esitys päästökauppalaiksi luonnosteltiin vuonna 2004 eri hallinnonalojen ja toimijoiden yhteistyönä. Ehdotus kansalliseksi päästöoikeuksien jakosuunnitelmaksi kaudelle 2005–2007 toimitettiin EY-komissiolle ja muille jäsenvaltioille maaliskuussa 2004.

Valtioneuvosto antoi Eduskunnalle 30. marraskuuta 2005 selonteon ”Lähiajan energia- ja ilmastopolitiikan linjauksia – kansallinen strategia

Kioton pöytäkirjan toimeenpanemiseksi”. Tämä selonteko määrittelee keskeisiksi toimiksi EU:n päästökauppajärjestelmän käyttöönoton sekä kotimaiset toimet kuten energian säästö ja uusiutuvan energian käytön edistäminen. Koska päästövähennysten kustannukset Suomessa ovat korkeat, valtioneuvosto on päättänyt hankkia päästövähennyksiä joustomekanismeilla lieventääkseen talouselämälle ja kuluttajille koituvia kustannuksia. Energia- ja ilmastostrategia takaa energian luotettavan saannin kilpailukykyiseen hintaan ja parantaa energiatehokkuutta. Strategia tulee myös lisäämään uusiutuvien energialähteiden käyttöä.

Suomen energiapolitiikan yleistavoitteena on taata energian saatavuus kilpailukykyiseen hintaan. Suomen energialähteet ovat monipuoliset; tuonin osuus on noin 70 % energian kokonaiskäytöstä. Kahden viime vuosikymmenen aikana öljyn ja hiilen osuudet ovat pienentyneet, puuperäisten polttoaineiden, turpeen, maakaasun ja ydinvoiman merkitys on puolestaan kasvanut. Teollisuuden osuus energian kokonaiskulutuksesta on noin puolet ja se kasvaa yhä.

Valtiovallan suora puuttuminen energialähteiden valintaan on Suomessa harvinaista. Taloudellisia ohjauskeinoja kuten verotusta ja tukia on kuitenkin käytetty parantamaan energiatehokkuutta ja edistämään kotimaisten energialähteiden kuten turpeen ja biomassan käyttöä.

Perusskenaariossa eli WM-skenaariossa tehokkain päästövähennystoimi on uuden ydinvoimayksikön rakentaminen. Se vähentää hiilidioksidipäästöjä noin 8 Tg vuonna 2010 verrattuna tilanteeseen, että vastaava määrä sähköä tuotettaisiin hiililauhdevoimalla, joka on Suomessa sähköntuotannon marginaalinen muoto.

Suomen sähkömarkkinat ovat osa pohjoismaisia markkinoita ja kaikki kuluttajat ovat voineet vaihtaa sähköntoimittajaa marraskuusta 1998 lähtien. Kuluttajat voivat myös valita sähköä, joka on tuotettu uusiutuvilla energialähteillä ja on hieman kalliimpaa. Energiaverotus on keskeisellä sijalla Suomen energia- ja ilmastostrategioissa. Tämän instrumentin samoin kuin sähkömarkkinalain vaikutuksen suuruutta hiilidioksidipäästöihin on kuitenkin vaikea arvioida.

Energiansäästöohjelma käsittää kaikille talouselämän sektoreille ulottuvia, erityyppisiä toimia. Vain osa niistä on toistaiseksi otettu käyttöön; nämä toimet sisältyvät perusskenaarioon. Kun energiansäästöohjelmaa valmisteltiin, siihen sisältyvien toimien kokonaisvaikutukseksi arvioitiin 3–4 Tg vuodelle 2010. Ohjelmaan ei kuitenkaan ole voitu käyttää niin paljon voimavaroja kuin oli suunniteltu, joten todellinen päästövähennys jäänee tätä pienemmäksi.

Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelma hyväksyttiin vuonna 1999. Tavoitteena on lisätä näiden energialähteiden osuutta 30 % vuodesta 2001 vuoteen 2010. Tuolloin osuus olisi 31,5 % sähkökulutuksesta. Vuonna 2001 bioenergia (turve ei sisälly) kattoi 20 % primäärienergian ja 10 % sähkökulutuksesta. Nämä osuudet olivat teollisuusmaiden korkeimpien joukossa. Keskeisiä uusiutuvan energian edistämistoimia ovat investointiavustukset, verotus, tuet ja tutkimus. Edistämishjelman kokonaisvaikutukseksi vuodelle 2010 arvioitiin ohjelmaa laadittaessa 4–5 Tg.

Energiasektorin keskeisin lisätoimi toimenpideskenaariossa on EU:n päästökauppadirektiivin mukainen päästöoikeuksien jako. Päästökaupan käyttöönoton arvioidaan vähentävän hiilidioksidipäästöjä 0,8 Tg/a kaudella 2005–2007, Kioton sitoumuskaudelle 2008–2012 vähennysarvio on 5,9 Tg/a.

Suomi käynnisti vuonna 1999 CDM/JI -koeohjelman parantaakseen valmiuksia joustomekanismien käyttöön. Koeohjelma muodostuu pääosin

kahdenvälisistä CDM- ja JI-hankkeista. Suomen tavoitteena on hankkia koeohjelman avulla noin 0,4 Tg CO₂-ekv. suuruiset vuotuiset päästövähennemät. Joustomekanismien lisäkäytön avulla tullaan hankkimaan 2,0 Tg CO₂-ekv. suuruiset vähennykset vuodessa jaksolla 2008–2012, joten vuotuinen kokonaisvähennys jaksolla on 2,4 Tg CO₂-ekv.

1.3.2.2 Muut sektorit

Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt ovat viime vuosina lisääntyneet jonkin verran. Ajoneuvoverouudistus on viivästynyt, uusien autojen energiatehokkuus ei ole parantunut ja suurten käytettyjen henkilöautojen tuonti on ollut merkittävää. Perusskenaarion politiikkatoimia liikennesektorilla ovat vapaaehtoiset sopimukset autoteollisuuden kanssa, julkisen ja kevyen liikenteen edistäminen, ekologinen ajotapa ja energiansäästösopimukset. Kaikkien näiden yhteisvaikutukseksi on arvioitu noin 1 Tg CO₂-ekv. vuonna 2020.

Liikennesektorin politiikat ja toimet ovat melko samankaltaiset perus- ja toimenpideskenaarioissa. Useimmat hiilidioksidipäästöjä vähentävät toimet ovat jo nyt käytössä ja ne on otettu käyttöön muista syistä kuin päästövähennysten takia. Mahdollisia lisätoimia voisivat olla polttoaineveron korotus, eheyttävän ja tiiviin yhdyskuntarakenteen ylläpito sekä biopolttoainien lisääntyneen käyttö. Nämä toimet voisivat vähentää päästöjä noin 0,5 Tg CO₂-ekv. vuonna 2020.

Teollisuusprosessien kasvihuonekaasupäästöt ovat Suomessa melko alhaiset ja vuodesta toiseen vakaat. F-kaasujen päästöt ovat kuitenkin kasvaneet nopeasti ja ne muodostivat vuonna 2003 viidenneksen teollisuusprosessien päästöistä. Ilman lisätoimia niiden osuus tulee olemaan noin 15 % vuonna 2010. EU valmistelee F-kaasuja koskevaa direktiiviä, joka tulee esim. rajoittamaan näiden kaasujen käyttöä tietyissä kohteissa ja edellyttämään säännöllisiä tarkastuksia vuotojen estämiseksi. Direktiivi rajoittaa myös F-kaasujen käyttöä autojen ilmastointijärjestelmissä. Kaikkiaan näiden toimien arvioidaan vähentävän Suomen F-kaasupäästöjä 0,4 Tg CO₂-ekv. vuodessa Kioton sitoumuskaudella.

Perusskenaarion toimina maataloussektorilla ovat EU:n yhteinen maatalouspolitiikka Agenda 2000 ja nitraattiasetus. Agenda 2000 -ohjelmaan sisältyy maatalouden ympäristöohjelma vuosille 2000–2006. Pää tavoitteena ei ole kasvihuonekaasujen vähentäminen, mutta yhdessä maatalouden rakennemuutosten kanssa ohjelma on mahdollistanut huomattavat päästövähennemät. Vuonna 1990 maataloussektorin kasvihuonekaasupäästöt olivat 7,1 Tg CO₂-ekv., vuonna 2003 enää 5,7 Tg CO₂-ekv.

Maatalouden ympäristöohjelma arvioitiin vuonna 2005 ja uusi, kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä tukeva ohjelma on valmisteilla. Maataloussektorille ei ole kehitetty toimenpideskenaariota. Lisätoimien käyttökelpoisuutta on kuitenkin arvioitu.

Nykytietämyksen valossa ei voida varmuudella sanoa, ovatko maatalousmaiden kivennäismaat Suomessa hiilidioksidin lähteitä vai nieluja. Orgaanisten maiden viljelyn CO₂-päästöjen on arvioitu laskevan 1,9 milj. tonnista 1,0 milj. tonniin vuodesta 1990 vuoteen 2010. Kalkituksen hiilidioksidipäästöjen arvioidaan vastaavasti vähenevän 0,6 milj. tonnista noin 0,4 milj. tonniin. Suomi ei käytä Kioton pöytäkirjan artiklan 3.4. mukaisia maatalousmaihin liittyviä toimia (viljelysmaan hoito, laidunmaan hoito, uuden kasvipeitteen muodostaminen) päästövähennystavoitteeseen pyritäessä Kioton pöytäkirjan ensimmäisellä sitoumuskaudella.

Metsäntutkimuslaitoksen laskelmien mukaan maatalousmaiden ja laidunmaiden metsittäminen luo hiilinielun, jonka suuruus olisi keskimäärin 0,3–0,6 Tg CO₂ vuodessa kaudella 2008–2012. Toisaalta metsien raivaus maatalouskäyttöön toisi tuolla kaudella 0,25–0,50 Tg CO₂ suuruisen päästölähteen. Näiden toimien nettovaikutus hiilivarastoihin tulisi siis olemaan hyvin pieni. Metsien raivausta pelloiksi on rajoitettu, sillä vuodesta 2004 lähtien raivatut pellot eivät ole maatalouden tukijärjestelmän piirissä. Metsien raivaaminen rakennetuksi maaksi aiheuttaisi noin 0,9 Tg CO₂ suuruisen vuosittaisen nettopäästön kaudella 2008–2012.

Kioton pöytäkirjan artikla 3.4. tarjoaa Annex I –maille mahdollisuuden ottaa metsien hoitotoimien vaikutukset osittain huomioon päästölaskennassa. Suomen osalta metsänhoidosta saatava nielu olisi korkeintaan 0,59 Tg CO₂ vuodessa jaksolla 2008–2012. Useiden epävarmuuksien ja riskien takia Suomi ei tule käyttämään tätä mahdollisuutta Kioton pöytäkirjan ensimmäisellä sitomuskaudella.

Kaatopaikkoja, jätteen synnyn vähentämistä ja kierrätystä koskevat säädökset sekä jätevero vähensivät merkittävästi jätesektorin kasvihuonekaasupäästöjä 1990-luvulla. Nämä toimet sisältyvät myös kansallisen energia- ja ilmastostrategian perusskenaarioon.

Vuonna 2002 hyväksytty uusi kansallinen jätesuunnitelma sisälsi jätemääriä ja muita seikkoja koskevia tavoitteita vuodelle 2005. Lisäksi biohajoavan yhdyskuntajätteen vientiä kaatopaikoille vähennetään EU:n jätedirektiivin mukaisesti; vuonna 2006 jätemäärä on enintään 75 %, vuonna 2009 enintään puolet ja vuonna 2016 enintään 35 % vuoden 1994 määrästä.

Toimenpideskenaarion lisätoimina jätesektorilla ovat kaatopaikka-kaasun talteenotto, jätemäärän vähentäminen, biojätestrategia ja jäteverotuksen kehittäminen. Näiden toimenpiteiden yhteisvaikutukseksi on arvioitu 0,1 Tg CO₂-ekv. suuruinen päästövähennys vuodelle 2010. Uuden, vuoteen 2015 tähtäävän kansallisen jätesuunnitelman valmistelu käynnistyi vuonna 2005. Suunnitelma valmistuu vuoden 2006 aikana; sen sisältö tullessaan sovittamaan muihin asiaankuuluviin suunnitelmiin ja ohjelmiin.

1.3.3 Verotus ja tuet

Suomi otti ensimmäisenä maana käyttöön hiilidioksidiveron vuonna 1990. Aluksi tietyt polttoaineet ja sektorit oli vapautettu verosta. Myöhemmin energiaverotusta on muutettu merkittävästi ja moneen kertaan. Alhaisesta, mutta ”puhtaasta” CO₂-verosta on siirrytty selvästi korkeampaan ja vähemmän hiilidioksidista riippuvaan verotukseen. Vuonna 2003 verotaso oli vuoteen 1990 verrattuna 15-kertainen.

Paitsi merkittävä valtion verotulojen lähde, energiaveron on keskeinen energia- ja ympäristöpolitiikan väline. Sen avulla pyritään hillitsemään energiankulutuksen kasvua sekä suuntaamaan energian tuotantoa ja kulu-tusta vähemmän päästöjä aiheuttaviin vaihtoehtoihin.

Nykyinen energiaverojärjestelmä on ollut käytössä vuodesta 1997. Energiaverot ovat valmisteveroja, joita peritään liikenteen ja lämmityksen polttoaineista sekä sähköstä. Energiaveron jakautuu perus- ja lisäveroon. Perusvero on luonteeltaan fiskaalinen ja se peritään vain öljytuotteilta. Lisäveron kohteena ovat öljytuotteet, muut fossiiliset polttoaineet ja sähkö. Vuodesta 2003 alkaen polttoaineiden lisävero on ollut 18,05 euroa hiilidioksiditonnilta. Maakaasulle on myönnetty 50 % alen-

nus lisäveroon. Sähköntuotantoon käytetyn turpeen vero ja verotuet poistettiin heinäkuussa 2005.

Sähköä verotetaan kulutuksen yhteydessä; tuotantoon käytettyjä polttoaineita ei veroteta. Veroluokkia on kaksi; teollisuus ja kasvihuoneyritykset maksavat alemman, luokan II mukaisen veron. Energiaverojärjestelmään sisältyy myös erilaisia tukia. Energiapolitiikan kannalta näistä tärkeimpiä ovat uusiutuviin lähteisiin perustuvan energiantuotannon tuet.

Lämmöntuotannon kiinteitä polttoaineita kuten puuta, biokaasua ja kierrätyspolttoaineita ei veroteta. Tuulivoima, alle 1 MW vesivoimalat, puuperäisillä ja kierrätyspolttoaineilla sekä biokaasulla tuotettu sähkö ovat olleet verotuksen piirissä vuoden 2003 alusta. Kaikkiaan tukia maksettiin noin 36 milj. euroa vuonna 2003.

Ajoneuvo- ja polttoaineverot ovat Suomessa olleet perinteisesti kansainvälisessä vertailussa korkeat. Vuonna 2003 valtion tulot autoverosta olivat 1,3 mrd. euroa, ajoneuvoverosta 0,5 mrd. euroa ja polttoaineverotuksesta 2,2 mrd. euroa. – Jäteveroa sovelletaan kunnallisille kaatopaikoille vietyihin jätteisiin, maa-ainekset pois lukien. Vuonna 2003 jätevero oli 23 euroa tonnilta, vuonna 2005 se nostettiin 30 euroon. Veron maksaa kaatopaikan haltija.

Energiaverotukseen liittyvät tuet ovat myös keskeisellä sijalla Kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa. Niitä myönnetään energiainvestoinneille, kehitys- ja energiansäästöhankeille, uusiutuvien energialähteiden käytön edistämiseen sekä energian tuotannon ja käytön ympäristövaikutusten lieventämiseen. Korkein tuki perinteisen teknologian uusille investoinneille on 30 %, uuden teknologian sekä tuuli- ja aurinkoenergian investoinneille 40 %.

Suomen nykyisessä energiaverojärjestelmässä on kolme elementtiä, jotka EY-komissio on tulkinnut valtion tukimuodoiksi ja hyväksynyt ne vain väliaikaisesti. Nämä ovat porrastettu sähkövero, veronpalautukset energiaintensiiviselle teollisuudelle ja sähköntuotannon verotuet.

Jotta teollisuuden kansainvälinen kilpailukyky voitaisiin turvata EU:n päästökauppajärjestelmän tultua voimaan, teollisuuden sähköveroa aiotaan alentaa. Mustalipeällä ja muilla kierrätyspolttoaineilla tuotetun sähkön verotuet tullaan myös poistamaan.

1.3.4 Tutkimus ja kehitys

Useat tärkeät kansalliset tutkimus- ja kehitysohjelmat vaikuttavat kasvihuonekaasujen päästöihin. Energiateknologian kehittäminen kuuluu kansallisen energia- ja ilmastopolitiikan keskeisiin tavoitteisiin. Energian käyttöä ja päästöjä voidaan vähentää hyödyntämällä korkeatasoista teknologiaa, jonka vientiä pyritään myös edistämään.

Uuden teknologian kehittäminen, edistäminen ja kaupallistaminen on suunnattu niille sektoreille ja osaamisalueille, jotka soveltuvat hyvin Suomen lähtökohtiin. Näin ollen energian säästö ja bioenergian hyödyntäminen ovat keskeisellä sijalla.

Valtion tutkimus- ja kehitystuki on paljolti kanavoitu kauppa- ja teollisuusministeriön alaisen Teknologian edistämiskeskuksen (Tekes) kautta. Tekes hoitaa ja rahoittaa hankkeita, joissa kehitetään teollisia tuotteita ja tuotantomenetelmiä, tukee sovellettua tutkimusta yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa, ja on myös mukana yritysten ja tutkimusorganisaatioiden yhteishankkeissa. Muita rahoittajia ovat Suomen Akatemia ja Suomen itenäisyyden juhlarahasto (Sitra). Myös ministeriöt ja useat säätiöt rahoitta-

vat ilmastonmuutokseen liittyvää tutkimusta. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) on ollut useiden energiateknologian tutkimusohjelmien koordinaattorina. Useissa tutkimuslaitoksissa ja yliopistoissa tehdään ilmastomuutoksen hillintään liittyvää tutkimusta.

1.3.5 Taloudelliset vaikutukset

Päästövelvoitteen hoitaminen hidastaa kansantalouden kasvua verrattuna tilanteeseen, jossa velvoitetta ei olisi. Valtion taloudellisen tutkimuskeskuksen (VATT) mukaan bruttokansantuote pienenee arviolta 0,9 % Kioton sitoumuskaudella, jos päästöoikeuden hinta on 20 euroa hiilidioksidonnilta. Yksityinen kulutus vähenee 2,2 % ja investoinnit 0,3 %. Jos päästöoikeuden hinta on 10i/t CO₂, vastaavat alenemat ovat 0,6 %, 1,4 % ja 0,1 %.

Valtion toimet päästöjen vähentämiseksi joustomekanismien avulla pienentävät kansantalouden kustannuksia. Kioton sitoumuskaudella vaikutus tulee olemaan suhteellisen pieni, mutta se kasvaa myöhemmin päästövähennystavoitteiden ennakoitujen tiukennusten myötä.

Valtiontalouden osalta energia- ja ilmastostrategia muuttaa joiltakin osin energiaverojärjestelmää ja myös energiatukien jakoperusteita. Jos teollisuuden ja kasvihuoneviljelyn sähkövero oletetaan alennettavan 50 %, valtion verotulot vähenevät noin 120 milj. euroa vuodessa. Energiaan liittyvien verojen kokonaiskertymä olisi tällöin Kioton sitoumuskaudella noin 8 % pienempi kuin vuonna 2003.

Merkittävin vaikutus valtiontalouteen syntyy joustomekanismien käytöstä. Valtio aikoo rahoittaa noin 10 Tg suuruisen päästövähennysoikeuksien hankinnan vuosien 2008–2012 aikana.

Valtion rahoitus teknologiatutkimukselle ja tuotekehittelylle jatkuu Kioton sitoumuskaudella. Tätä rahoitusta samoin kuin investointien energia-avustuksia tullaan suuntaamaan aiempaa enemmän uuteen teknologiaan. Erityisesti päästökauppasektorilla vain uuden teknologian hankkeet tulevat olemaan energia-avustusten piirissä.

1.4 Skenaariot ja politiikkatoimien arviointi

1.4.1 Perusskenaario vuosille 2005–2020

1.4.1.1 Skenaarion laatiminen

Taulukossa 1–1 on esitetty yhteenveto perusskenaarion eli WM-skenaarion keskeisistä lähtökohdista kolmelle eri kaudelle. Energiasektorin osalta on oletettu, että viides ydinvoimayksikkö otetaan käyttöön vuoden 2009 jälkipuoliskolla. Maakaasuverkkoa kehitetään niin, että se saavuttaa Turun seudun tämän vuosikymmenen lopulla. Maakaasu on kilpailukykyinen polttoaine teollisuuden ja yhdyskuntien energiantuotannossa niillä alueilla, joille verkko ulottuu.

Teollisuuden vastapainetuotanto, so. yhdistetty lämmön ja sähkön tuotanto (CHP), riippuu pääosin metsäteollisuuden lämmöntarpeesta. Hiilen käytön lauhdevoimalaitoksissa oletetaan kasvavan uuden ydinvoimayksikön valmistumiseen saakka ja kääntyvän sitten laskuun. Puupolttoaineiden kilpailukykyyn oletetaan yhä paranevan, vaikkei sitä tukevia veroratkaisuja ole sisällytetty perusskenaarioon.

Taulukko 1–1 Perusskenaarion lähtökohdat ja oletukset.

	2005–2007	2008–2012	2013–2020
Kansainvälinen toimintaympäristö	Vakaa	Vakaa	Vakaa
Polttoaineiden maailmanmarkkinahinnat	Vakaa hintakehitys	Vakaa hintakehitys	Vakaa hintakehitys
Taluskasvu	3 %/ vuosi	2,5 %/ vuosi	yli 2 %/ vuosi
Väestö	Kasvaa hitaasti; ikääntyy	Kasvaa hitaasti; ikääntyy	Kasvaa hitaasti; ikääntyy
Ydinvoiman tuotanto	Nykyinen	Lisäystä 1600 MW vuonna 2009/2010	Ei muutosta
Sähkön tuonti ja kapasiteetti	Nykyinen ja yhteys Viroon (350 MW)	Ei muutosta	Ei muutosta
Vesivoiman tuotanto	Ei lisäystä	Ei lisäystä	Ei lisäystä
Maakaasuverkko	Nykyinen	Laajenee Turun seudulle	Ei muutosta
Puuenergian kilpailukyky	Paranee hieman	Paranee hieman	Paranee hieman
Uusiutuvan energian käyttö	Osuus kasvaa hieman	Osuus kasvaa hieman	Osuus kasvaa hieman
Teknologian kehitysvauhti	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen
Energiainvestoinnit	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen
Energiansäästö	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen
Energiaverotus ja -normit	Vuoden 2005 taso	Vuoden 2005 taso	Vuoden 2005 taso
Liikennepoliittikka	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen
Maatalouspolitiikka	Agenda 2000*	Agenda 2000*	Agenda 2000*
EU:n päästökauppa	Ei huomioitu	Ei huomioitu	Ei huomioitu
Joustomekanismit	Ei huomioitu	Ei huomioitu	Ei huomioitu

*) perustuu EU:n yhteiseen maatalouspolitiikkaan

Turve kilpailee luontaisella markkina-alueellaan puun kanssa lämmön ja sähkön yhteistuotannossa. Turpeen käyttö kasvaa yhdyskuntien sähkön ja lämmön tuotannossa. Teollisuudessa turpeen käyttö pysyy vakaana, mutta lauhdevoiman tuotannossa turve ei tehtyjen oletusten pohjalta ole kilpailukykyinen.

Tuulivoiman tuotanto kasvaa lähivuosina yli 10 % vuosivauhdilla, myöhemmin hieman tätä hitaammin. Maalämmön osuus rakennusten lämmityksessä tulee kasvamaan nykyisestä erityisesti rivitaloissa. Jätteen hyödyntäminen kaukolämmön tuottamisessa pysyy nykytasolla, kaatopaikkojen metaanin käyttö kasvaa selvästi.

Nopeita teknologisia edistysaskeleita ei tarkastelujakson aikana ole odotettavissa. Paras kaupallinen teknologia otetaan asteittain käyttöön ja yhä tehokkaampaa teknologiaa tulee saataville. Energiaverotuksen reaalitason ei oleteta muuttuvan eli verot nousevat vain inflaation tahdissa. Energiaverotuksen rakenne säilyy nykyisellään, samoin autoihin kohdistuvat verot.

Euroopan unionin päästökaupan ja joustomekanismien käyttö eivät sisälly perusskenaarioon, vaikka edellinen on jo käytössä ja jälkimmäistä voidaan täysimääräisesti hyödyntää Kioton sitoumuskaudella. Poisjättämisen perustana oli säilyttää perusskenaario selväpiirteisenä ja helpottaa vertailua toimenpideskenaarioon.

1.4.1.2 *Energian ja sähkön kokonaiskulutus*

Primäärienergian kokonaiskulutus oli 1490 PJ vuonna 2003; vuonna 2010 sen ennakoitaan olevan 1580 PJ ja vuonna 2020 noin 1680 PJ. Keskimääräinen kasvu jaksolla 2003–2020 on vain 0,6 % vuodessa, kun se oli yli 2 % vuodessa jaksolla 1990–2003.

Öljyn, turpeen ja vesivoiman käyttö energialähteinä pysyy lähes nykyisellä tasolla, joten niiden suhteelliset osuudet pienenevät. Merkittävä kasvua tapahtuu perusskenaariossa ydinenergian osalta; myös maakaasun ja puupölyjen polttoaineiden käyttö lisääntyy, sähkön tuonti puolestaan pienenee.

Rakennusten lämmönkulutus kasvaa rakennuskannan kasvun myötä noin 0,5 % vuodessa jaksolla 2003–2020. Kaukolämmön markkinaosuuden arvioidaan kasvavan kuusi prosenttiyksikköä jaksolla 2003–2020, puun osuus lämmön lähteenä pysyy nykytasolla. Sähkölämmityksen osuus alenee noin yhdellä, öljylämmityksen noin kymmenellä prosenttiyksiköllä. Maalämmön osuus kaksinkertaistuu, mutta pysyy kokonaisuuteen nähden vähäisenä.

Bensiininkulutuksen aleneminen jatkuu tieliikenteessä koko tarkastelujakson ajan. Dieselöljystä valtaosa käytetään tavarankuljetuksessa ja kulutus riippuukin pitkälti teollisuuden ja palveluiden kuljetusvaltaisten toimialojen kehityksestä.

Maataloustuotannon ei oleteta kasvavan perusskenaariossa. Polttoaineiden kokonaiskäyttö vähenee maataloudessa hieman tarkastelujakson aikana. Puun sekä muiden biopolttoaineiden käyttö kasvaa, kun taas polttoöljyjen käyttö vähenee.

Sähkön kokonaiskulutus, sisältäen siirron ja jakelun häviöt, kasvaa 85,2 TWh:sta vuonna 2003 noin 95,5 TWh:iin vuonna 2010 ja noin 105 TWh:iin vuonna 2020. Keskimääräinen vuotuinen kasvu on noin 1,2 prosenttia eli kaksi kertaa niin suuri kuin primäärienergian kulutuksen kasvu.

Kotitaloudet tarvitsevat lisää sähköä lähinnä uusien laitteiden takia, vaikka niiden energiatehokkuus paranee. Lämmitykseen käytetyn sähkön määrä pysyy tarkastelukaudella lähes ennallaan. Palvelutoimialojen tuotanto kasvaa suhteellisen voimakkaasti, mikä näkyy myös sähkönkulutuksen huomattavana kasvuna perusskenaariossa.

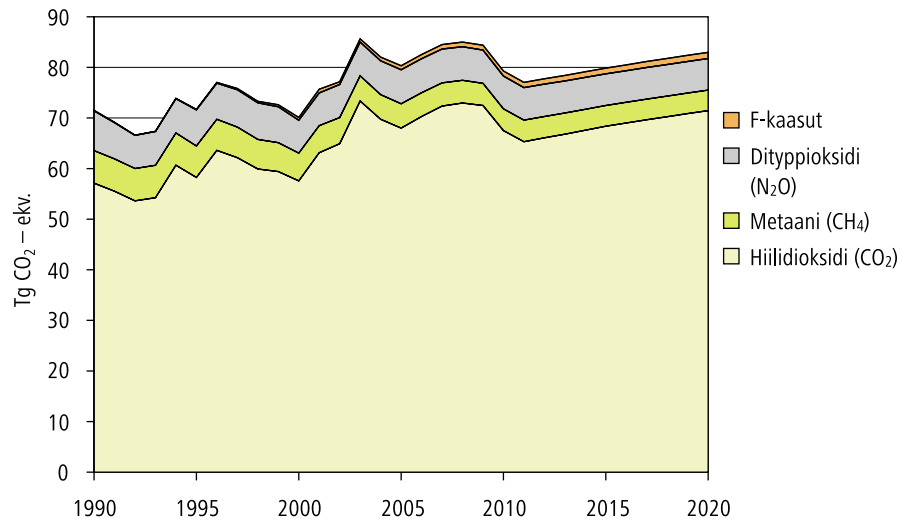
1.4.1.3 *Kasvihuonekaasupäästöt*

Kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt perusskenaariossa vuosina 1990–2020 on esitetty kuvassa 1–3. Perusvuoteen 1990 verrattuna kokonaispäästöjen odotetaan kasvavan 14 % vuoteen 2010 mennessä, vuoteen 2020 mennessä kasvu on 19 %. Hiilidioksidipäästöjen osalta vastaavat kasvut ovat 20 % ja 27 %. Muiden kaasujen kuin hiilidioksidin osalta kasvu tulee olemaan pieni. Erityisesti kaatopaikkojen metaanipäästöt vähenevät.

Vuonna 2003 päästökauppasektorin osuus kokonaispäästöistä oli 57 % ja ei-päästökauppasektorin osuus 43 %. Edellisen arvioidaan vähenevän 54 prosenttiin vuoteen 2010 mennessä (pääasiassa uuden ydinvoimayksikön takia), mutta kasvavan jälleen 57 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Tuolloin päästökauppasektorin päästöt olisivat 47,4 Tg CO₂-ekv. ja ei-päästökauppasektorin 34,6 Tg CO₂-ekv. Muutokset vuodesta 2003 ovat pienet, vastaavasti vain +2 % ja –1 %. Vuoteen 1990 verrattuna vastaavat muutokset ovat +52 % ja –10 %.

Laskennan johtopäätös on, että Suomen kasvihuonekaasupäästöt ylittävät perusskenaariossa oletuksilla tavoitetason Kioton sitoumuskaudella 2008–2012. Keskimääräiset vuotuiset päästöt ovat tuolloin 79,9 Tg

Kuva 1–3 Kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt perusskenaariossa vuosina 1990–2020 (ilman LULUCF-sektoria).



CO₂-ekv. (ilman LULUCF-sektoria). Suomen päätös koskien Kioton pöytäkirjan artikloja 3.3 ja 3.4 kasvattaa kokonaispäästöjä määrällä 0,9 Tg, vaikka LULUCF-sektori kokonaisuutena on nettonielu. Sitoumuskauden keskimääräiset vuotuiset päästöt ovat seuraavat:

Kasvihuonekaasupäästöt	79,9 Tg
Artiklan 3.3 nettovaikutus	0,9 Tg
Yhteensä	80,8 Tg
Sallitut päästömääräyksiköt	71,5 Tg
Katettava vaje	9,3 Tg

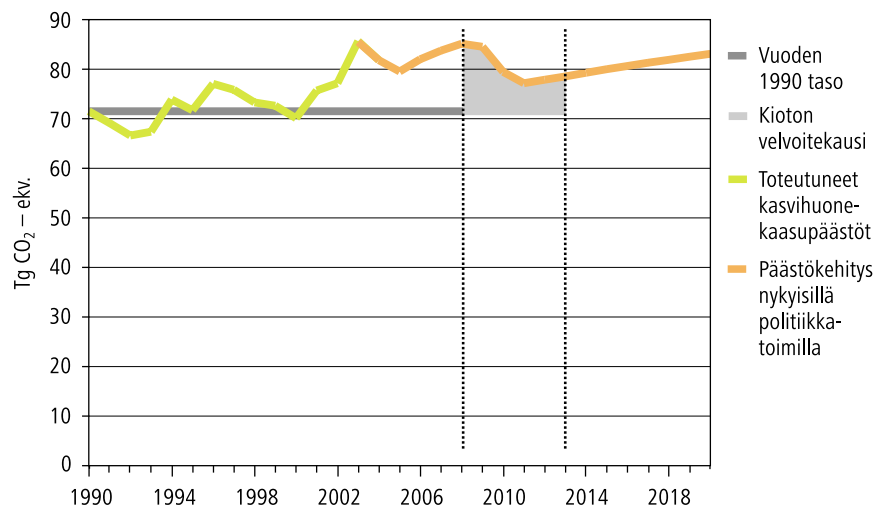
Perusskenaarion oletukset johtavat siihen tulokseen, että fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta peräisin olevat hiilidioksidipäästöt lisääntyvät primäärienergian ja sähkön kulutuksen kasvun myötä. Päästöt olisivat vuonna 2008 noin 68 Tg, josta ne laskevat ydinvoiman myötä määrään 63 Tg vuonna 2010. Vuoteen 2020 mennessä ne jälleen kasvavat noin 66 teragrammaan. Vuonna 2010 hiilidioksidipäästöt ylittäisivät vuoden 1990 tason noin määrällä 9 Tg.

Perusskenaariossa metaanipäästöjen arvioidaan edelleen alenevan, kun päästöt maataloudesta vähenevät, samoin jätteistä peräisin olevat päästöt tehtyjen jätehuoltopäätösten seurauksena. N₂O-kokonaispäästöjen arvioidaan säilyvän nykytasolla, mutta paineita päästöjen kasvulle on. F-kaasupäästöjen arvioidaan olevan vuonna 2010 noin 1,0 Tg CO₂-ekv., kun ne vuonna 2003 olivat 0,8 Tg CO₂-ekv.

1.4.2 Toimenpideskenaario

Toimenpide- eli WAM-skenaario sisältää perusskenaarioon kuulumattomia lisätoimia. Kansantalouden kehitykseen liittyvät lähtökohdat ja energian maailmanmarkkinahinnat on tässä skenaariossa oletettu kutakuinkin samoiksi kuin perusskenaariossa. Myös ydinvoiman, vesivoiman, maa-

Kuva 1–4 Perusskenaarion mukaiset kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt sekä niiden ja Kioton sitoumuskauden velvoitetason erotus.



vat päätökset nostavat päästöjä 0,9 Tg, joten niiden kokonaismäärä on 71,0 Tg. Todettakoon, että vuoden 2010 päästöt eivät kuitenkaan ole samat kuin jakson 2008–2012 keskiarvo.

Kuvassa 1–4 on esitetty perusskenaarion mukaiset päästöt sekä niiden ja Kioton sitoumuskauden velvoitetason erotus. Tämä erotus tullaan kattamaan luvussa 4 esitetyin toimin. Noin kolme neljännestä katetaan kotimaisin toimin mukaan lukien EU:n päästökauppa, loput katetaan Kioton joustomekanismien avulla.

1.4.3 Menetelmät

Kuten aiemmin jo todettiin, energia- ja ilmastostrategia valmisteltiin sektorikohtaisesti. Kullakin ministeriöllä oli vastuu omaa sektoriaan koskevista skenaarioista. Sektoreittainen päästövähennystoimien kustannustehokkuus arvioitiin ministeriöiden ja tutkimuslaitosten käytössä olevilla malleilla ja laskentajärjestelmillä, kauppa- ja teollisuusministeriö yhdisti sektorikohtaiset skenaariot.

Energiasektoria koskevat laskelmat tehtiin TIMES-mallilla, joka kattaa Suomen koko energiantuotannon ja -kulutuksen, sisältäen teollisuuden, asumisen, palvelujen ja liikenteen sektorit. Lisäksi malliin on liitetty jätehuolto ja maatalous samoin kuin F-kaasut päästövähennystoimineen.

Taloudelliset vaikutukset laskettiin kahden CGE-mallin avulla. Päästörajoitustoimien kotimaisia vaikutuksia tutkittiin EV-hybridimallilla, jossa on yhdistetty energiasektorin tekninen malli ja keskeisten teollisuusalojen 'top-down' CGE-malli. EU:hun liittyvien asioiden osalta käytettiin GTAP-E -mallia.

Maataloussektorilla käytettiin Suomen maatalouden dynaamista alueellis-sektoraalista mallia (DREMFA). Se on tyypillinen alueellisesti jaettu hintatasapainomalli, jossa ei kuitenkaan ole yksilöityjä, ennalta määriteltyjä tuotantofunktioita, vaan tarjonta määräytyy mallin sisäisten tuotantofunktioiden ja riippuvuussuhteiden kautta. Ulkomaankaupan toiminnot sisältyvät malliin.

1.5 Ilmastomuutoksen vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus

1.5.1 Havaitut ilmastomuutokset ja skenaariot

Suomen keskilämpötila kohosi 0,76 °C viime vuosisadan aikana. Lämpenemistä tapahtui kahden ensimmäisen ja kolmen viimeisen vuosikymmenen aikana, näiden välillä ilmasto viileni hieman, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi. Keväät lämpenivät eniten. Lämpötilan vuorokausivaihtelu pieneni, jälleen pääosin keväisin. Vastaava muutos on havaittu laajalti pohjoisen pallonpuoliskon maa-alueilla, samalla pilvisuus on kasvanut.

Suomen sadannassa ei havaittu merkitsevää koko maata koskevaa trendiä. Suomen sadeoloja luonnehtii suurehko vuosikymmenten välinen vaihtelu, joka hankaloittaa trendien tilastollista määrittelyä. Lumiolojen osalta voidaan todeta, että maksimivesiarvot ovat 1980-luvun lopulta lähtien kasvaneet Itä- ja Pohjois-Suomessa, mutta pienentyneet maan etelä- ja länsiosissa.

Suomen ensimmäiset ilmastoskenaariot kehitettiin vuonna 1991 SILMUssa (Suomalainen ilmastomuutoksen tutkimusohjelma). Globaalien ilmastomallien pohjalta luotiin kolme lämpötilan ja sadannan skenaariota Suomelle. Ne olivat keskiskenaario eli ”paras arvaus” sekä epävarmuuksiltaan määrittelemättömät ääriskenaariot.

Uudet, aiempaa laajemmat skenaariot kehitettiin FINSKEN-hankkeessa. Vuoteen 2100 ulottuvat skenaariot koskivat neljää keskeistä aihepiiriä: ilmasto, merenpinta, alailmakehän otsoni sekä rikin ja typen laskeumat. Lisäksi laadittiin skenaariot kuvaamaan sosio-ekonomista kehitystä Suomessa. Näitä skenaarioita pidettiin tärkeinä arvioitaessa yhteiskunnan kykyä sopeutua globaalien muutosten haasteisiin.

FINSKEN hahmotteli kaksi tulevaisuuden maailmaa, kulutus-orientoituneen ”A-maailman” ja yhteiskunnan ohjausta painottavan ”B-maailman”. Edellistä luonnehtii voimakas talouskasvu Suomessa ja muualla, jolloin CO₂-päästöt, otsonin lisäys ja typpilaskeuma ovat suuret. Myös ilmastomuutos on tällöin voimakas. B-maailmassa talous kasvaa hitaammin kuin A-vaihtoehdossa, mikä hillitsee päästöjä ja ilmastomuutosta.

Näissä skenaarioissa vuoden keskilämpötila on 2020-luvulla noussut 1–3 °C ja sadanta lisääntynyt 0–15 % verrattuna perusjaksoon 1961–1990. Vastaavat muutokset ovat 2050-luvulla 2–5 °C ja 0–30 % sekä 2080-luvulla 2–7 °C ja 5–40 %. Sekä lämpötilan että sadannan muutokset ovat ”A-maailmassa” selvästi voimakkaammat kuin ”B-maailmassa”.

1.5.2 Ilmastomuutoksen vaikutukset

Ilmastomuutoksen vaikutuksia on selvitetty Suomessa laajasti. Parhaiten tutkittuja sektoreita ovat maatalous, metsätalous, vesivarat, kalastalous ja liikenne. Eräillä muilla sektoreilla (esim. rakentaminen, terveys, vakuutus ja matkailu) tutkimusaktiiviteetin taso on ollut melko matala.

Tuloksista voidaan esittää seuraavaa:

- Metsätalous: havumetsien levittäytyminen pohjoiseen tundra-alueille, lehtimetsien leviäminen havumetsäalueille; Pohjois-Suomen metsien kasvu on jo nopeutunut ja arvioitu lisäys 2080-luvulle on 70 % nykyisestä

- Vesivarat: talviviltaamat kasvavat; kevät- ja kesäviltaamat pienenevät; sulamisvesitulvien riski alenee
- Maatalous: viljelyalueet siirtyvät pohjoista kohti 120–150 km/ °C; Suomen vehnäsadot kasvavat ja vuosien välinen vaihtelu pienenee; perunasadot kasvavat erityisesti Pohjois-Suomessa; kasvituholaisten esiintymisalueet siirtyvät pohjoista kohti ja tuholaissukupolvien lukumäärä kasvaa
- Liikenne: teiden lumi- ja jääolot edellyttävät lisää liukkaudentorjuntaa; merialueiden jääolojen helpottuminen alentaa väylien ja satamien ylläpitokustannuksia
- Energia: lämmitysastepäiväluvut pienenevät 20–30 % ja jäähdytysastepäiväluvut kasvavat yli kaksinkertaisiksi 2080-lukuun mennessä; bioenergian tuotantopotentiaali kasvaa, samoin vesivoiman tuotantopotentiaali talvella
- Matkailu ja virkistys: talven lumiolut muuttuvat epävakaaiksi; Itämeren rannikko houkuttelee nykyistä enemmän kesäturisteja
- Terveys: punkkien aiheuttamien tautien esiintymisriski kasvaa; haitallisen UV-säteilyn riski kasvaa.

1.5.3 Sopeutuminen ja haavoittuvuus

Ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategian tarve tuotiin esille kansallisen ilmastostrategian eduskuntakäsittelyssä maaliskuussa 2001. Strategian valmistelu käynnistyi vuoden 2003 jälkipuoliskolla maa- ja metsätalousministeriön johdolla. Työhön osallistuivat monet ilmastonmuutoksen ja sen vaikutusten tutkijat sekä muut eri toimialojen asiantuntijat ja edustajat.

Strategialuonnos oli laajalla lausuntokierroksella eri organisaatioissa ja myös kansalaiset saattoivat kommentoida luonnosta internetin kautta. Sopeutumisstrategia perustuu Suomen ilmastoa ja taloudellista kehitystä koskeviin skenaarioihin. Strategian tarkoituksena on parantaa ja tukea yhteiskunnan kykyä sopeutua ilmastonmuutokseen.

Viranomaisten yleisiin keinovalikoimiin kuuluvat hallinnolliset toimet ja suunnittelu, normatiiviset (lainsäädännölliset) ja taloudelliset-tekniiset keinot. Haasteena on, että ilmastonmuutoksen, sen vaikutusten ja sopeutumistoimien aikaskaala on hyvin pitkä. Vaikutusketjut voivat myös olla monimutkaisia ja epävarmuuksia on yhä runsaasti.

Eri sektoreilla on käytettävissä muun muassa seuraavia sopeutumistoimia:

- Metsätalous: muutokset metsänhoitotoimissa (luonnollinen uudistaminen, harvennus, korjuun ajoitus, kiertoaikojen lyhentäminen)
- Vesivarat: säännöstelyohjeiden muuttaminen talvivarastokapasiteetin lisäämiseksi; tulva-aukkojen suurentaminen; vesistöalueen hoitotoimien muuttaminen
- Maatalous: kasvinjalostus; viljalajien ja -lajikkeiden muutokset; viljelykäytäntöjen muutokset; laidunkauden pidentäminen; maankäytön muutokset ja joustavampi maankäyttö
- Liikenne: talvikunnossapidon muutokset; ajoneuvojen suunnittelun parantaminen
- Energia: valmistautuminen vesivoimantuotannon ja säännöstelyn muutokseen; valmistautuminen energiankulutuksen vähenemiseen
- Matkailu ja virkistys: keinolumen käyttö; investoinnit hiihtomatkojen vaihtoehtoihin

- Terveys: tietoisuuden lisääminen; seurantamenetelmien kehittäminen; taudinaiheuttajien torjunta; rakennussuunnittelun parantaminen.

Toimialojen sopeutumistarve muualla maailmassa tapahtuviin muutoksiin juontuu erilaisista kytkennöistä. Ilmastolle herkkää maataloutta EU:n maatalouspolitiikka säätelee todennäköisesti jatkossakin vahvasti. Matkailu taas on toimiala, jossa ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat suoraan näkyä kuluttajien mieltymyksissä ja valinnoissa. Vaikutukset voivat olla yleisiä tai heijastua toimialalta toiselle.

Monien muiden teollisuusmaiden tapaan Suomen haavoittuvuus ilmastomuutoksen vaikutuksille on melko alhainen. Pohjois-Suomen luonto ja asukkaat ovat kuitenkin alttiina suurehkoille riskeille.

Pahimpia ilmastonmuutoksen seurauksia Suomessa voivat olla muualla maapallolla koettujen haittojen heijastusvaikutukset. Nopeasti kohoavat elintarvikkeiden hinnat, kehitysmaiden väestön aliravitsemus sekä muut terveysuhat saattavat edellyttää suuria ponnistuksia kaikilta rikkailta mailta.

1.6 Kehitysrahoitus ja teknologian siirto

Suomen kehitys yhteistyön tavoitteet on määritelty valtioneuvoston kehityspoliittisessa ohjelmassa, joka hyväksyttiin vuonna 2004. Keskeisimpänä päämääränä on vaikuttaa äärimmäisen köyhyyden poistamiseen maailmasta. Painopisteenä ovat köyhimmät eli LDC-maat, erityisesti pitkäaikaiset yhteistyömaat (Tansania, Etiopia, Mosambik, Kenia,ambia, Nepal, Vietnam ja Nicaragua).

Ympäristöuhkien torjuminen kuuluu myös Suomen kehityspoliittikan päätavoitteisiin. Suomi tukee laaja-alaisesti hankkeita ja ohjelmia, jotka pyrkivät lieventämään globaaleja uhkia estämällä ympäristön pilaantumista. Luonnonvarojen kestävää käyttöä pyritään edistämään. Keskeistä on myös ympäristön kannalta kestävä kehityksen tukeminen köyhyyden vähentämiseksi yhteistyömaissa.

Monenkeskisessä yhteistyössä Suomi on tuonut painokkaasti esiin kehityksen ympäristönäkökohdat. Suomi on aktiivisesti osallistunut UNCED-prosessiin ja tukenut Agenda 21:n toimeenpanoa eri kanavien kautta. Uutena lisäresurssina ympäristöongelmien ehkäisemiseksi ja hillitsemiseksi Suomi rahoitti Maailmanlaajuisen ympäristörahoituksen (GEF) toimintaa 19 milj. eurolla vuosina 2002–2004. Tämä rahoitus vie eteenpäin Suomen tavoitteita edistää ympäristösopimuksia ja kehittää niiden seuranta.

Kahdenvälisessä kehitysrahoituksessa Suomella oli vuosina 2001–2003 kaikkiaan 13 suoraan ympäristökysymyksiin liittyvää kehityshanketta tai -ohjelmaa. Niiden kokonaisrahoitus oli ao. vuosina noin 16 milj. euroa. Ilmastomuutoksen hillintä metsäsektorilla oli laajin rahoituskohde. Myös energiasektorille ja sopeutumistoimiin kohdistuva tuki oli huomattava.

Suomella on erityisiä ohjelmia ja rahoitusjärjestelyjä ympäristömyönteisen teknologian siirtämiseksi kehitysmaihin. Esimerkkeinä tämän aihepiirin kahdenvälisistä hankkeista ja ohjelmista ovat Mosambikin ja Karibian alueen sääpalvelujen kehittäminen sekä energia- ja ympäristöyhteistyö Keski-Amerikan valtioiden kanssa.

Suomi on aktiivisesti edistänyt ja tukenut lähialueiden ympäristöohjelmia. Vuosina 1991–2004 ympäristöministeriön rahoitus Virolle, Latvialle, Liettualle sekä Luoteis-Venäjälle oli kaikkiaan 144 miljoonaa euroa. Tästä 103 milj. euroa käytettiin investointeihin ja 41 milj. euroa teknisen avun hankkeisiin.

Baltian maiden liittyminen Euroopan unioniin toukokuussa 2004 muutti Suomen yhteistyön tällä suunnalla normaaliksi EU-maiden väliseksi yhteistyöksi. Kaikki aiemmin sovitut hankkeet viedään kuitenkin päätökseen. Tuki teknisen avun hankkeille tulee lisäksi jatkumaan ainakin lähivuosien ajan. Tilanne ja kehitys Unionin uusissa naapurimaissa, erityisesti Ukrainassa ja Valko-Venäjällä, heijastuu myös Suomen lähialueille. Näiden maiden osalta lähialuestrategiassa todetaan, että hankkeita voidaan toteuttaa harkinnan mukaisesti.

Suomen CDM/JI -koeohjelma käynnistyi vuonna 1999. Keskeisimpänä tavoitteena on kehittää Suomen valmiuksia näiden hankemekanismissien soveltamisessa. Ohjelmaa johtaa ulkoasiainministeriö eri ministeriöiden edustajista koostuvan ohjausryhmän tuella. Suomen ympäristökeskus on toiminut ohjelman konsulttina syksystä 2000 lähtien.

Koevaiheen toimenpiteet jakautuvat kolmeen osaan: (i) kahdenväliset CDM ja JI -hankkeet (noin 9 milj. i), (ii) investoinnit Maailmanpankin hiilirahastoon (PCF, 10 milj. \$) ja (iii) investoinnit Itämeren alueen hiilirahastoon (TGF, 1,75 milj. i).

Koeohjelma on saanut yli 130 CDM/JI -hanke-esitystä. Keväällä 2005 oli käynnissä kuusi kahdenvälistä CDM- ja neljä JI-hanketta, jotka olivat eri vaiheissa. Yhtä lukuun ottamatta hankkeet olivat pieniä; arviot hankekohdaisista päästövähennyksistä olivat välillä 10–500 Gg CO₂-ekv.

Vaikka monia haasteita ja epävarmuuksia on yhä jäljellä, monien hankkeiden toimeenpano on osoittanut, että näiden mekanismissien soveltaminen on sekä mahdollista että kannattavaa. Myös toiminnan jakaminen kahdenvälisiin hankkeisiin ja rahastoinvestointeihin voidaan nähdä onnistuneeksi ratkaisuksi.

1.7 Tutkimus ja systemaattiset havainnot

Ilmastonmuutosta koskevaa tutkimusta tehdään Suomessa useissa tutkimuslaitoksissa, yliopistoissa ja muissa organisaatioissa. Yksityiskohtaista selvitystä alan tutkimusaktiiviteeteista ei ole tehty. Toisaalta onkin melko vaikeaa erottaa ilmastokysymyksiin liittyvä tutkimus vaikkapa energia-alan tai yleisen meteorologian tutkimuksesta. Laajasti tulkiten tutkimuksen volyyymi on laaja; esimerkiksi väitöskirjoja on julkaistu kaikkiaan noin kuusikymmentä.

Kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa todetaan, että lisää tutkimusta tarvitaan ilmastonmuutoksen syiden, mekanismissien ja vaikutusten ymmärtämiseksi. Tärkeä aihepiiri on myös nykyisten ja uusien sopeutus- ja hillintämenetelmien kehittäminen. Viime vuosina tutkimus onkin painottunut tähän suuntaan ja tämä trendi voimistuu lähitulevaisuudessa.

Pääosa tutkimuksesta on tehty laajojen ohjelmien puitteissa; ensimmäinen tällainen oli Suomalaisen ilmastonmuutoksen tutkimusohjelma SILMU. Tämä ohjelma toteutettiin vuosina 1990–1995, rahoitus oli 2–3 milj. euroa vuodessa. Kaikkiaan tämä ohjelma käsitti yli 60 hanketta, joissa oli mukana noin 200 tutkijaa. Aiheet oli jaoteltu neljään ryhmään: ilmakehä, vesistöt, maaekosysteemit ja ihmisen toiminta.

Toinen laaja Suomen Akatemian ohjelma oli globaaliilmastonmuutoksen tutkimusohjelma FIGARE, joka toteutettiin vuosina 1999–2002. Aihepiiri oli laajempi kuin SILMUssa; mukana oli mm. sosioekonomisia ja kansainvälisiä hankkeita. Ohjelman kokonaisrahoitus oli 6,7 miljoonaa euroa. FIGAREen sisältyi kaikkiaan 36 hanketta, jotka muodostivat 18 tutkimuskokonaisuutta; tutkijoita oli mukana noin 230.

Hillintätoimien osalta merkittävä edistysaskel oli Teknologia ja ilmastonmuutosohjelma ClimTech vuosina 1999–2003. Ohjelman tavoitteena

oli edistää ilmastonmuutosta rajoittavan teknologian tutkimusta, kehitystä ja käyttöönottoa sekä tukea kansallisten ja kansainvälisten ilmastotavoitteiden saavuttamista. Ohjelman kokonaisrahoitus oli noin 5 milj. euroa, josta Tekesin osuus oli vajaat 4 milj. euroa. Koordinoinnista vastasi VTT, hankkeita oli 27 kuudella eri osa-alueella.

Vuonna 2004 Tekes käynnisti uuden teknologiaohjelman, ClimBus (Business Opportunities in Mitigating Climate Change). Ohjelma tukee suomalaisten yritysten liiketoiminnan ja kilpailukyvyn kehittämistä. ClimBus käynnistyi kesäkuussa 2004 ja jatkuu viisi vuotta, vuoden 2008 loppuun. Ohjelman kokonaisbudjetti on noin 70 miljoonaa euroa, josta Tekesin rahoitusosuus on noin puolet.

Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ja Suomen sopeutumiskyvyn selvittämiseksi toteutettiin FINADAPT-ohjelma vuosina 2004–2005. Koordinoijana oli Suomen ympäristökeskus, kokonaisrahoitus oli 0,6 milj. euroa. Keskeisenä tavoitteena oli tutkia suomalaisen ympäristön ja yhteiskunnan kykyä sopeutua ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Menetelminä olivat kirjallisuusselvitykset, asiantuntija-arviot, mallintaminen ja skenaariot, eri toimijoiden vuorovaikutus sekä kyselyt.

Suomen ilmastotutkimuksen tieteellisen tason osalta on syytä mainita kaksi kansainvälisesti arvostettua tutkimusryhmää. Helsingin yliopiston fyysiikan osastolla on tehty aerosolitutkimusta yli 20 vuotta. Aihepiirin parissa työskentelee noin 35 tutkijaa. Osastolla on myös kansainvälisen ILEAPS-ohjelman (Integrated Land Ecosystem - Atmosphere Process Study) projektitoimisto, jolla on kiinteä yhteistyö Ilmatieteen laitoksen kanssa.

Joensuun yliopiston ilmastomuutoksen metsäekologisten ja metsätaloudellisten vaikutusten tutkimusryhmä on Suomen Akatemian nimeämä huippuyksikkö. Sen tavoitteena on syventää boreaalisen vyöhykkeen metsien ekologista tutkimusta ja parantaa valmiuksia hoitaa näitä metsiä kestävä metsätalouden periaatteita noudattaen.

Systemaattisten havaintojen osalta Ilmatieteen laitos on vastuussa meteorologisista havaintojärjestelmistä. Merentutkimuslaitos hoitaa havaintoja merialueilla, Suomen ympäristökeskuksen havaintoverkot kattavat veden kiertokulun ja sisävesien tilan sekä terrestriiset seurannat.

Suomi on 1970-luvun alkupuolelta lähtien osallistunut aktiivisesti maailman ilmatieteellisen havaintojärjestelmän rakentamiseen. Järjestelmä käsittää sekä ilmakehän fysikaaliset että kemialliset muuttujat. Suomi osallistuu myös Maailman ilmatieteen järjestön GAW-ohjelmaan (Global Atmosphere Watch). Ilmatieteen laitoksen arktisessa tutkimuskeskuksessa tehdään tärkeitä mittauksia ja tutkimusta korkeiden leveysasteiden herkässä ympäristössä.

Kymmenen viime vuoden aikana Suomen kokonaisrahoitus kansainvälisiin meteorologian alan kehitysyhteistyöhankkeisiin on ollut noin 15 milj. euroa. Hankkeita on toteutettu noin 30 maassa eri puolilla maailmaa. Päävastuu hankkeista on ollut Ilmatieteen laitoksella.

1.8 Koulutus ja tietoisuuden lisääminen

Ilmastonmuutosta koskevat kysymykset ovat osa ympäristökasvatusta Suomen kouluissa. Virallisissa opetusstrategioissa ilmastonmuutosta käsitellään usein yhdessä muiden kestävä kehityksen uhkatekijöiden kanssa. Perusopetuksessa kaikki oppilaat perehtyvät ilmastokysymyksiin ja ilmastomuutokseen, sen syihin ja seurauksiin. Lukiossa tietämystä syvennetään. Yleisenä periaatteena on, että ilmastokysymykset ovat osana kestävä kehitys.

tyksen aihekokonaisuutta ja että ne sisältyvät kaikkiin oppiaineisiin, ei vain esimerkiksi fysiikkaan ja biologiaan. Yliopistoissa ilmastonmuutoksen opetus on läheisessä yhteydessä alan tutkimukseen.

Laajapohjaisen, ympäristöministeriön johtaman Ilmastofoorumin tehtävänä on erityisesti ilmastonmuutosta koskevan tietoisuuden lisääminen. Foorumissa on noin 60 jäsentä, jotka edustavat ministeriöitä, teollisuutta, ympäristöalan kansalaisjärjestöjä, tutkimuslaitoksia ja työelämän järjestöjä. Foorumin kokoukset tarjoavat mahdollisuuden tiedon välittämiseen ja näkökantojen esittämiseen.

Useat ministeriöt ovat jakaneet tietoa ilmastonmuutokseen sopeutumisesta ja sen hillinnästä. Ministeriöiden välinen yhteistyö tehostui vuonna 2002, kun Ilmastonmuutoksen viestintäohjelma käynnistyi. Tämä ohjelma koostuu viestintähankkeista ja kampanjoista, joiden avulla kerrotaan ilmastonmuutoksen vaikutuksista ja hillinnän keinoista. Hankkeet ja kampanjat on suunnattu eri kohderyhmille, esimerkiksi energia- ja jätealan yrityksille, yhteisöille ja kunnallisille toimijoille, opettajille sekä maa- ja metsätalouden yrittäjille. Vuoden 2004 loppuun mennessä Ilmastonmuutoksen viestintäohjelmalle tuli 132 hanke-esitystä, joista 30 hyväksyttiin. Kokonaisrahoitus oli tuohon mennessä 730 000 euroa.

Kunta- ja aluehallinto toimivat monin tavoin kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ja lisäävät kansalaisten tietoa ilmastoasioista. Suomen Kuntaliiton ilmastokampanjassa on mukana 48 kuntaa, joiden osuus on lähes puolet maamme väestöstä. Useissa kunnissa on laskettu kasvihuonekaasupäästöt ja laadittu toimenpideohjelmia päästöjen vähentämiseksi.

Useat ympäristöalan kansalaisjärjestöt ovat aktiivisesti lisänneet tietoisuutta ilmastokysymyksistä. Niillä on laajat nettisivut ilmastosta, kasvihuonekaasuista ja muista aiheista. Ne ovat myös pitäneet seminaareja, valokuvanäyttelyitä ja kampanjoita.

Suomen tiedotusvälineet ovat käsitelleet ilmastokysymyksiä laajasti. Viidettä ydinvoimalaa koskeva keskustelu ja poliittinen väittely velloivat vahvoina 1990-luvun lopulla. Ne lisäsivät myös selvästi median mielenkiintoa ja kansalaisten tietoisuutta ilmastokysymyksistä. Ilmastokysymyksiin liittyviä kulttuuritapahtumia ja näyttelyitä on myös järjestetty eri puolilla Suomea.

Suomalaisten tietämystä ja mielipiteitä ilmastoasioista on kartoitettu useissa tutkimuksissa. Ne ovat esimerkiksi osoittaneet, että kansalaiset tuntevat ilmastonmuutoksen globaalit vaikutukset melko hyvin ja ovat niistä huolestuneita. Rankkoja sateita, tulvia ja myrskyjä piti vakavana uhkana noin puolet kansalaisista; seuraavina olivat köyhyyden lisääntyminen kehitysmaissa, hyönteisten ja kasvitautien aiheuttamat tuhot sekä pahenevat kuivakaudet.

Suomi on myös ollut mukana useissa kansainvälisissä ilmastokampanjoissa ja ohjelmissa. Esimerkiksi Ilmastonmuutoksen viestintäohjelmalla on ollut yhteyksiä useisiin Euroopan maihin. Suomi on ollut aktiivinen arktisten alueiden ilmastokysymyksissä kuten ACIA-raportin (Arctic Climate Impact Assessment) valmistelussa. Suomi aikoo myös olla painokkaasti mukana Kansainvälisen polaarivuoden 2007–2008 toteuttamisessa, mikä on merkittävä mahdollisuus edistää ilmastotietoisuutta pohjoisilla alueilla.



2 Kansalliset olosuhteet

2.1 Maantieteellinen asema

Suomi sijaitsee 60. ja 70. leveyspiirin välillä, neljäsosa pinta-alasta on napa-piirin pohjoispuolella. Etelässä ja lännessä Suomella on pitkälti Itämeren rantaviivaa lukuisine saarineen. Kokonaispinta-alan (338 145 km²) mukaan Suomi on Euroopan valtioista seitsemäs ja EU-maista viides. Yhteistä rajaa on Ruotsin kanssa 586 km, Norjan kanssa 727 km ja Venäjän kanssa 1 269 km.

Suurin osa maata on loivasti kumpuilevaa peruskallioaluetta. Lähes koko Suomi kuuluu pohjoiseen havumetsävyöhykkeeseen; metsämaan osuus maapinta-alasta on 74 %, viljelysmaata on vain 9 % . Sisävesiä on runsaat 33 500 km² eli 10 % valtakunnan kokonaisalasta. Järviä on noin 190 000, saaria noin 180 000, niistä lähes puolet merialueilla. Lapissa maisemaa luonnehtivat tunturit.

Suomen maankäyttö on muuttunut jossain määrin vuoden 1990 jälkeen (Taulukko 2–1). Metsämaiden ja rakennettujen alueiden osuus on kasvanut, viljelysmaiden ja soiden osuus on pienentynyt. Uutta metsää on lähinnä syntynyt viljelysmaille (754 km²) ja soille (635 km²), samalla rakennetut alueet ovat vähentäneet metsäalaa (617 km²). Viljelysmaata on myös siirtynyt niityiksi (370 km²) ja rakennetuksi maaksi (47 km²).

Itse asiassa Suomen pinta-ala kasvoi ainakin 50 km² jaksolla 1990–2003 maankohoamisen takia. Tätä ei ole kuitenkaan otettu huomioon taulukossa 2–1.

Taulukko 2–1 Maankäyttö Suomessa vuonna 1990 ja jakson 1996–2003 aikana. Luokittelu perustuu IPCC:n ohjeistoon vuodelta 2004. Yhdeksäs valtakunnanmetsien inventointi tehtiin vuosina 1996–2003; taulukon kolmannen sarakkeen lukuarvot voidaan tulkita keskiarvoiksi tämän jakson aikana (METLA 2005a).

Maankäyttöluokitus	1990 (km ²)	1996–2003 (km ²)
Metsämaa	224 219	224 837
Viljelysmaa	27 705	26 831
Ruohikkoalueet	741	1 111
Kosteikot	27 192	26 378
Asutus	12 666	13 365
Muu maankäyttö	11 950	11 951
Vesialueet	33 672	33 672
Yhteensä	338 145	338 145



Kuva 2–1 Suomen neljä vuodenaikaa. Maan suuri etelä-pohjois-
ulottuvuus sekä mereisyyden ja mantereisuuden alueelliset
erot johtavat vuodenaikojen pituuden huomattavaan
vaihteluun. Kesä kestää eri puolilla Suomea 45–130 vrk,
syksy 45–85 vrk, talvi 105–210 vrk ja kevät 45–60 vrk.



2.2 Ilmasto

Suomen ilmastolla on sekä merellisiä että mantereisia piirteitä. Vuoden keskilämpötila on useita asteita korkeampi kuin näillä leveysasteilla keskimäärin, mikä johtuu erityisesti Golfvirran vaikutuksesta. Myös Itämeri ja runsas järvisyys kohottavat lämpötilaa.

Lounais-Suomessa vuoden keskilämpötila on noin 5,5 °C, pohjoista ja itää kohti se alenee. Nolla-isotermin kulkee hieman napapiirin eteläpuolella. Maan eri osien väliset lämpötilaerot ovat suurimmillaan tammikuussa, jolloin Lapissa on paikoin keskimäärin 12 °C kylmempää kuin etelärannikolla; kesä-heinäkuussa vastaava ero on vain 5 °C.

Vuotuinen lämmitystarveluku (sisälämpötilan 17 °C mukaan laskettuna) on Helsingissä 3 400–4 800, Rovaniemellä 5 500–7 000. Kasvukausi (vuorokauden keskilämpötila yli 5 °C) on lyhyt; etelärannikolla noin 170–180 vrk, napapiirillä noin 130 vrk.

Suomen ilmastoa luonnehtivat sateiden epäsäännöllisyys ja sään nopeat vaihtelut. Kesällä sade tulee usein ukkoskuuroina, muina vuodenaikoina rintamasateet ovat vallitsevia. Vuoden keskisadanta on maan etelä- ja keskiosissa 600–750 mm, Pohjanmaan rannikolla hieman tätä pienempi. Pohjois-Suomessa sataa 550–650 mm.

Sadannan vuodenaikaisvaihtelu on samankaltainen maan eri osissa. Maaliskuu on keskimäärin vähäsateisin, eniten sataa heinä–elokuussa, mutta varsin runsaasti myös syyskuukausina. Pienimmät vuosisadannat ovat olleet Lapissa noin 300 mm, Etelä-Suomessa ylitetään joskus 900 mm. Suurin havaittu vuorokausisadanta on ollut lähes 200 mm, mutta jo yli 50 mm arvot ovat harvinaisia. Rannikoita lukuun ottamatta yli puolet vuoden päivistä on sadepäiviä.

Etelä-Suomessa noin 30 % vuoden sademäärästä tulee lumena ja lumi-peatteen kesto on noin neljä kuukautta. Lapissa vastaavat arvot ovat 50–70 % ja 6–7 kuukautta. Järvet jäätyvät Lapissa jo lokakuussa, Etelä-Suomessa joulukuun alkupuolella. Ankarina talvina Itämeri voi jäätyä lähes kauttaaltaan, lauhimpina talvina jäätyvät vain Perämeri ja Suomenlahden itäosa.

Tuulet puhaltavat Suomessa yleisimmin lounaasta, harvimminkin koillisesta. Muiden ilmansuuntien väliset erot tuulten yleisyydessä ovat pienehköt. Keskimääräinen tuulen nopeus on sisämaassa 3–4 m/s, rannikoilla vähän tätä korkeampi ja merialueilla 5–7 m/s. Pilvisyys on runsasta erityisesti syksyllä ja talvella (65–85 %); se kasvaa jonkin verran maan luoteisosista kaakkoa kohti.

2.3 Väestö

Suomen väkiluku oli vuoden 2003 lopussa 5,220 miljoonaa, vuoden 1990 päättyessä se oli 4,998 miljoonaa. Keskimääräinen asukastiheys on vain 17,1 asukasta neliökilometrillä, kolmanneksi vähiten Euroopassa Islannin ja Norjan jälkeen. Väestöennuste vuodelle 2010 on 5,310 miljoonaa, vuodelle 2020 se on 5,412 miljoonaa.

Väestö keskittyy maan eteläosiin. Pääkaupunkiseudulla asuu noin miljoona ihmistä, Helsingin väkiluku oli vuoden 2003 lopussa noin 559 000. Lapin läänin osuus valtakunnan alasta on lähes kolmannes, mutta asukkaita oli vuoden 2003 lopussa vain 187 000.

Maan sisäinen muuttoliike haja-asutusalueilta taajamiin on voimakasta. Vuosina 1990–2003 tämä nettomuutto oli 106 000 henkeä. Erityisesti Lapissa ja Itä-Suomessa haja-asutusalueiden väkiluku on voimakkaasti vähentynyt.



Vuoden 2003 nettomuutto taajamakuntiin ja taajama-alueille oli 4293 henkeä. Tämä on selvästi vähemmän kuin 1990-luvun jälkipuoliskolla, jolloin ylitettiin 10 000 henkeä vuodessa. Uutena piirteenä on taajamakeskustojen väkiluvun väheneminen (1 141 henkeä vuonna 2003), kun samalla ympärysalueiden väestö kasvoi 5 319 hengellä. Taajamissa asuvien osuus oli 82,5 % vuonna 2003, vastaava luku vuonna 1990 oli 79,7 %.

Väestö ikääntyy; yli 65-vuotiaiden osuus oli vuoden 2003 lopussa 15,6 %, vuoden 1990 lopussa se oli 13,5 %. Tämä kehitys tulee kiihtymään – vuonna 2040 jo runsas neljännes suomalaisista on yli 65-vuotiaita.

Maan viralliset kielet ovat suomi ja ruotsi, jälkimmäistä puhuu äidinkielenään 5,6 % väestöstä. Saame on äidinkielenä pienillä väestöryhmillä Pohjois-Lapissa. Ulkomaan kansalaisia asui Suomessa vuoden 2003 lopussa noin 107 000.

2.4 Hallinto

Presidentti valitaan Suomessa kuudeksi vuodeksi, hän voi hoitaa virkaa korkeintaan kaksi kautta. Helmikuussa 2000 presidentiksi valittiin Tarja Halonen, ja uudelleen vuoden 2006 alussa. Suomen hallituksen on nautittava eduskunnan luottamusta; kansanedustajat (200) valitaan neljäksi vuodeksi. Nykyinen hallitus on istunut pääministeri Matti Vanhasen johdolla vuodesta 2003. Vanhanen on Suomen Keskustan puheenjohtaja.

Suomi liittyi Euroopan unioniin 1. tammikuuta vuonna 1995. Suomi liittyi myös Euroopan rahaliiton (EMU) kolmanteen vaiheeseen ja otti käyttöön yhteisvaluutta euron vuonna 1999 (käteisrahana vuoden 2002 alusta). Vaikka Suomi on pysytellyt puolustusliittojen ulkopuolella, maamme pyrkii aktiivisesti vahvistamaan EU:n yhteistä ulko- ja turvallisuuspolitiikkaa.

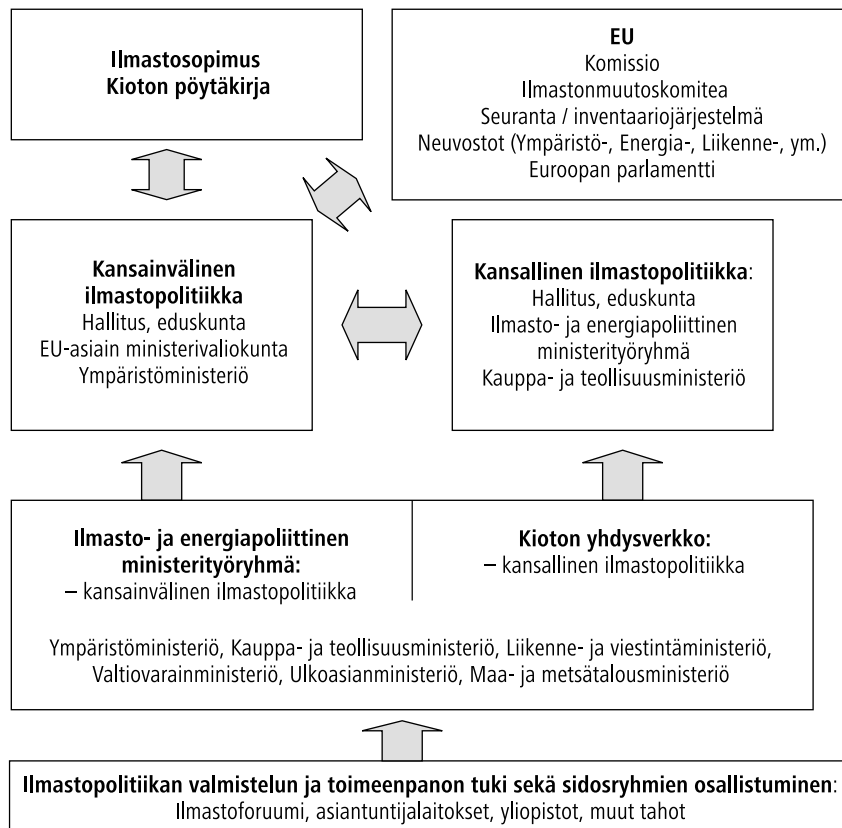
Ahvenanmaan maakunta koostuu 6 554 saaresta lounaisimmassa Suomessa. Väestöä on noin 26 300, heistä 95 % ruotsinkielisiä. Ahvenanmaan itsehallintolaki, jota viimeksi tarkistettiin vuonna 1991, antaa Maapäiville laajat lainsäädäntövaltuudet. Ne koskevat mm. kunnallisverotusta, maankäytön suunnittelua ja ympäristönsuojelua.

Suomen ilmastopolitiikan rakenne on esitetty kuvassa 2–2. Valtioneuvosto ja eduskunta ovat kansainvälisesti vastuussa tärkeistä päätöksistä, joiden on oltava EY-lainsäädännön mukaisia. Tästä syystä myös EU-ministerivaliokunta on mukana kaaviossa. YK:n Ilmastopöytäsohje kuuluu ympäristöministeriön toimialaan.

Valtioneuvostolla ja eduskunnalla on keskeinen rooli myös kotimaisessa ilmastopolitiikassa. Kauppa- ja teollisuusministerin johdolla työskentelevä ilmasto- ja energiapolitiikan ministeriryhmä on ollut vastuussa mm. Kansallisen energia- ja ilmastostrategian laatimisesta. Tämä ryhmä valmistelee myös Suomen linjaukset kansainvälisiin ilmastoneuvotteluihin ennen kuin ne menevät EU-ministerivaliokunnan käsittelyyn.

Kauppa- ja teollisuusministeriön johtamalla ilmasto- ja energiapolitiikan virkamiesyhdyksverkolla on keskeinen rooli ilmastopoliittisten asioiden valmistelussa. Ympäristöministeriön johtama Ilmastofoorumi pyrkii lisäämään ilmastomuutosta koskevaa tietoisuutta ja edistämään ilmastopolitiikan toimeenpanoa. Foorumissa ovat edustettuina ministeriöt ja muut valtion organisaatiot, alue- ja kunnallishallinto, työelämän järjestöt, teollisuus ja ympäristöalan kansalaisjärjestöt. Foorumin jäsenet voivat myös tehdä ilmastotutkimusta koskevia aloitteita.

Kuva 2–2 Ilmastopoliitiikan organisointi Suomessa.



Suomen kestävä kehityksen politiikka

Suomen kestävä kehityksen toimikunta perustettiin vuonna 1993. Tämä laaja-pohjainen, pääministerin johtama toimikunta pyrkii edistämään ja koordinoimaan kestävä kehitystä Suomen hallinnossa ja koko yhteiskunnassa. Suomen ensimmäinen kestävä kehityksen ohjelma hyväksyttiin valtioneuvoston periaatepäätöksenä kesäkuussa 1998. Ohjelman tarkoituksena on edistää ekologisesti kestäväyttä ja sen taloudellisia, sosiaalisia ja kulttuurisia edellytyksiä.

Globaalit, alueelliset, kansalliset ja paikalliset ympäristöongelmat eivät vaikuta ainoastaan ympäristön tilaan, vaan niillä on usein myös merkittäviä taloudellisia, poliittisia ja sosiaalisia seurauksia. Siksi on tärkeää, että taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävä kehityksen näkökulma sisällytetään läpäisyperiaatteella kaikkiin politiikkoihin. Ensimmäiset EU:n kestävä kehityksen sektoristrategiat laadittiin Euroopan yhteisön perussopimuksen mukaisesti Suomessa liikenteen, energian ja maatalouden toimintaloikoilla. Ilmastonmuutosta koskevat asiat ovat näissä strategioissa keskeisesti mukana.

Sektoristrategiat ja -ohjelmat ovat olleet merkittäviä välineitä, kun ratkaistaan ympäristöongelmia tai edistetään ja toimeenpannaan kestävän kehityksen mukaisia politiikkatoimia. Integraatio on myös sitouttanut eri hallinnonaloja kestävän kehityksen edistämiseen ja lisännyt sektoreiden "omistajuutta" tässä kysymyksessä. Konkreettisesti kestävän kehityksen periaate näkyy useissa ohjaukeinoissa, kuten lainsäädännössä, verotuksessa, kansallisten opetussuunnitelmien perusteissa tai ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Vuonna 2001 käynnistettiin selvitys kestävän kehityksen toteutumisesta ja hallituksen ohjelman vaikutuksista eri hallinnonaloilla. Myös jatkotoimien ja ohjelman tarkistamisen tarve tuli arvioida. Selvityksen esiin tuomat haasteet ja muu viime vuosien kehitys muodostivat perustan uudelle kestävän kehityksen strategialle (Kohti kestäviä valintoja. Kansallisesti ja globaalisti kestävä Suomi), joka hyväksyttiin kesäkuussa 2006.

Suurimmat haasteet kestävän kehityksen integroinnille ovat poikkisektoraalisilla politiikka-alueilla, joilla vaaditaan eri hallinnonaloilta yhteisiä tavoitteita ja ponnistuksia. Tällaisia ovat erityisesti Kansallinen energia- ja ilmastostrategia sekä Biodiversiteettisopimuksen kansallinen toimintaohjelma. Lisätoimia tarvitaan kansallisten ohjelmien ja EU:n kestävän kehityksen strategian yhteennivomista varten synergian ja lisäarvon löytämiseksi.

Ekotehokkuuden sekä kestävän kulutuksen ja tuotantotapojen edistäminen on ollut Suomen painopistealue Johannesburgin huippukokouksesta 2002 lähtien. Näiden asioiden edistäminen vähentää myös kasvihuonekaasujen päästöjä. Ympäristöministeriö ja kauppa- ja teollisuusministeriö asettivat vuonna 2003 Kestävän kulutuksen ja tuotannon toimikunnan (KULTU). Sille annettiin tavoitteeksi lisätä materiaalien ja energian käytön tehokkuutta tuotteiden elinkaaren kaikissa vaiheissa sekä edistää ympäristökasvatusta ja ympäristöteknologiaan perustuvaa tuotantoa ja osaamista. KULTU sai 73 toimenpide-ehdotusta sisältävän ohjelmansa valmiiksi kesäkuussa 2005.



2.5 Koulutus ja tutkimus

Yleinen oppivelvollisuus koskee Suomessa kaikkia 7–15 –vuotiaita. Kuusi-vuotiaille tarkoitettuun esiopetukseen osallistui vuonna 2003 noin 98 % ikäluokasta. Kuusitoista vuotta täyttäneille koulutus on vapaaehtoista; vaihtoehtoina ovat 3–4 vuotta kestävä lukio tai 2–5 vuotta kestävä ammatillinen koulutus. Tämän toisen asteen koulutuksen aloitti vuonna 2004 yhteensä 95,4 % ikäluokasta.

Suomen korkeakoulujärjestelmä muodostuu kahdesta rinnakkaisesta sektorista: ammattikorkeakouluista ja yliopistoista. Yliopistoja on 20; kaikki ovat valtion omistamia ja niiden verkko kattaa koko maan. Yliopiston aloittaa vuosittain noin 21 000 opiskelijaa eli kolmannes ikäluokasta. Ammattikorkeakoulujärjestelmä luotiin 1990-luvulla; sen pohjana olivat aiemmat toisen asteen jälkeistä ammatillista koulutusta antaneet oppilaitokset. Ammattikorkeakouluja on yhteensä 29, niiden aloittajamäärä on vuosittain noin 25 000. Vuonna 2003 yliopistoissa oli kaikkiaan 174 000 ja ammattikorkeakouluissa 129 000 opiskelijaa. Naisten osuus kaikista opiskelijoista oli 54 %.

Vuonna 2003 oli 37 prosentilla väestöstä keskiasteen koulutus ja neljänneksellä korkeakoulutasoinen tutkinto.

Kaikissa Suomen kouluissa on nettiyhteys. Vuoden 2003 loppuun mennessä oli 2,9 miljoonaa suomalaista käyttänyt internetiä, heistä runsaat 80 % oli säännöllisiä käyttäjiä. Suomen kirjastoverkko on tiheä ja noin puolet kansalaisista hyödyntää sen tarjoamia palveluita. Sanomalehtien päivittäinen leikki on väkilukuun suhteutettuna EU:n korkein, noin 530 lehteä tuhatta asukasta kohti.

Suomen koulujärjestelmä menestyi hyvin kansainvälisessä PISA-vertailussa vuonna 2003. Neljäkymmenen maan joukossa Suomi sijoittui kärkeen matematiikassa, lukemisessa ja luonnontieteissä. PISAssa seurattiin 15-vuotiaiden ikäluokkia kolmen vuoden ajan OECD-maissa.

Vuonna 1996 valtioneuvosto hyväksyi ohjelman, jolla pyrittiin nostamaan tutkimuksen ja tuotekehityksen osuus bruttokansantulosta 2,9 prosenttiin vuonna 1999, kun tuo osuus oli ollut 2,35 % vuonna 1995. Julkiseen rahoitukseen tämä merkisi vuositasolla 250 miljoonan euron lisäystä, joka suunnattiin taloutta ja työllisyyttä edistäviin innovaatioihin. Mainittu ohjelma ja yksityisen sektorin voimakas panostus johtivat tavoitetason saavuttamiseen jo vuonna 1998. Kasvu on jatkunut ja vuonna 2003 kokonaisrahoitus oli jo 3,5 % BKTL. Kansainvälisessä vertailussa tämä on korkeimpien joukossa.

Yksityisen sektorin osuus tutkimusrahoituksesta on ollut viime vuosina noin 70 %. Yliopistojen osuus kokonaisrahoituksesta on 20 % luokkaa, valtion tutkimuslaitosten noin 10 %. Viimeksi mainittu osuus oli vielä 1990-luvun alussa nykyiseen verrattuna kaksinkertainen.

Tutkijakoulutuksen kehittäminen on ollut Suomen tiedepolitiikan painostealueena yli vuosikymmenen ajan. Vuonna 1995 luotiin tutkijakoulujärjestelmä, post-doc -ohjelmia on kehitetty ja naistutkijoiden asemaa kohennettu. Vuonna 2003 opetusministeriön rahoituksella toimi 114 tutkijakoulua, jotka ovat pääosin usean yliopiston yhteisiä. Niissä oli yhteensä yli 4 000 tutkijaa vuonna 2003. Samana vuonna valmistui 1 257 väitöskirjaa, kaksi ja puoli kertaa niin paljon kuin vuonna 1990. Ilmastoaihepiiriin painottuneita väitöskirjoja on Suomessa vuoden 1990 jälkeen julkaistu ainakin kuusikymmentä.

2.6 Rakennuskanta ja taajamarakenne

Suomea voidaan luonnehtia pienten kaupunkien ja asuinyhteisöjen maaksi. Suuret asutuskeskukset sijaitsevat lähinnä maan eteläosissa, pohjoista ja itää kohti kaupunkien koko pienenee. Useimmat tärkeät kaupungit ovat rannikolla jokisuissa tai sisämaassa järvien rannoilla.

Suomen kokonaisrakennusala on 470 milj. m², josta asuinrakennusten osuus on noin puolet. Toimisto-, liike ja teollisuusrakennusten osuus on vajaat 40 %, loppuosan muodostavat vapaa-ajan asunnot, maatalousrakennukset ja muut pienet ulkorakennukset. Vapaa-ajan asuntojen lukumäärä oli vuoden 2003 lopussa noin 466 000.

Suomen rakennuskanta on melko uutta: vain 19 % rakennuksista on tehty ennen vuotta 1950. Asuinrakennusten lattiapinta-ala oli vuonna 2003 noin 37 m² henkeä kohti, kun vastaava luku oli ollut 31 m² vuonna 1990 ja vain 19 m² vuonna 1970. Asuntojen keskikoko vuonna 2003 oli 77 m². Keskimäärin suomalaisilta kuluu asumiseen viidennes käytettävissä olevista tuloista.

Rivi- ja kerrostalohuoneistoja on kumpiakin noin 40 % kaikista asunnoista. Vailla viemäriä ja vesijohtoa on pari prosenttia asunnoista, vailla vesivessaa

vajaat viisi prosenttia. Puutteellisesti varustettuja asuntoja on nykyään lähinnä maaseudulla, myös vanhusten asumistaso saattaa olla heikohko.

Vaikka puun käyttö on merkittävästi vähentynyt kaupunkirakentamisessa, puu on yhä pientalojen yleisin rakennusmateriaali. Noin 90 % omakotitaloista on puurunkoisia, samoin lähes kaikki loma-asunnot. Lukumääräisesti yli 80 % Suomen kaikista rakennuksista on tehty puusta, tilavuudesta puun osuus on uusrakentamisesta noin kolmannes. Tulevaisuuden tavoitteina on luoda uusia viihtyisiä puutaloalueita ja edistää puurakentamisen teknologiaa.

Kylmän ilmaston takia rakennuksia on lämmitettävä Suomessa suuren osan vuotta. Hyvän lämpöeristyksen takia vuotuinen lämmitysenergian tarve kuutiometriä kohti on samaa luokkaa kuin huomattavasti etelämpänä sijaitsevilla mailla. Vuodesta 1970 lähtien uusissa rakennuksissa on ollut kolminkertaiset ikkunat, nykyään yli kaksi kolmannesta uusista omakotitaloista varustetaan poistolämmön talteenotolla.

Ekologisesti kestävä rakentaminen ja suunnittelun edistämiseksi on toimeenpantu pilottihankkeita ja arkkitehtikilpailuja. Esimerkkinä mainittakoon Viikin asuinalue Helsingissä. Sen rakentamisessa noudatettiin ympäristön laatumormit täyttäviä ekologisia periaatteita. Huomiota kiinnitettiin muun muassa energian ja luonnonvarojen käytön tehokkuuteen sekä haitallisten jätteiden ja päästöjen välttämiseen.

Kansallisessa rakennuspoliittisessa ohjelmassa asetettiin vuonna 2003 useita uusia tavoitteita, joilla pyritään edistämään kestävää rakentamista, mukaan lukien energiankulutus ja materiaalien elinkaaritarkastelut. Huomiota kiinnitettiin myös kestävä kehityksen periaatteiden arviointiin, ennen kaikkea rakennusten ympäristöluokitteluun sekä EU:n energiategokkuusdirektiivin toimeenpanoon.

Uusrakentamisen tarpeeksi on lähitulevaisuudessa arvioitu noin 30 000 asuntoa vuodessa, ja tarve voi pysytellä tällä tasolla melko pitkään. Syinä ovat väestön muuttuva ikärakenne, kotitalouksien henkilöluvun pieneneminen ja muuttoliike taajama-alueille. Rakentamista jarruttaa kohtuuhintaisen tonttimaan puute kasvualueilla.

Uusi maankäyttö- ja rakennuslaki tuli voimaan vuonna 2000. Se antaa paikallisille viranomaisille lisää päätösvaltaa maankäyttöä koskevissa ratkaisuissa. Laki painottaa yhdyskuntarakenteeseen liittyviä seikkoja ja palvelujen saatavuutta. Lain sisältämien mahdollisten toimenpiteiden kirjo on huomattavasti laajempi kuin aiemmin.

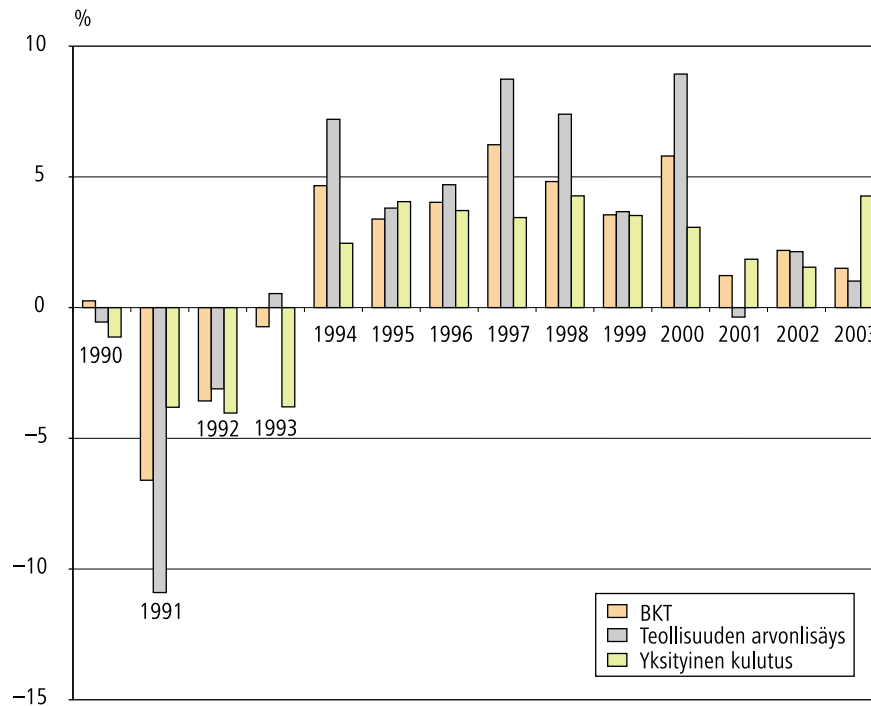
2.7 *Talouselämä*

Suomen pitkälle teollistunut talous on nopeasti integroitumassa Eurooppaan ja maailmantalouteen. Talouden avainsektori on teollisuus, jonka tärkeimmät toimialat ovat metsä, metalli, sähkö- ja elektroniikkatuotteet sekä koneet ja laitteet. Ulkomaankauppa on tärkeä; viennin osuus on kaksi viidesosaa bruttokansantuotteesta. Kylmä ilmasto ja energiaintensiivinen teollisuus johtavat korkeaan energiankulutukseen ja suuriin kasvihuonekaasupäästöihin.

Suomen kansantaloutta luonnehti vuosikymmenten ajan nopea kasvu ja herkkyys kansainvälisille suhdannevaihteluille. Viime vuosikymmenen alussa Suomi ajautui syvään lamaan. Bruttokansantuote aleni noin 10 prosentilla vuodesta 1991 vuoteen 1993.

Toisaalta lama antoi sysäyksen rakenteellisille muutoksille, jotka olivat välttämättömiä Suomen talouden avautuessa ja integroitua Euroopan unioniin. Yksityinen kulutus ja BKT kääntyivät vuonna 1994 nousuun (Kuva

Kuva 2–3 Bruttokansantuotteen, teollisuuden arvonlisäyksen ja yksityisen kulutuksen muutokset vuosina 1990–2003.

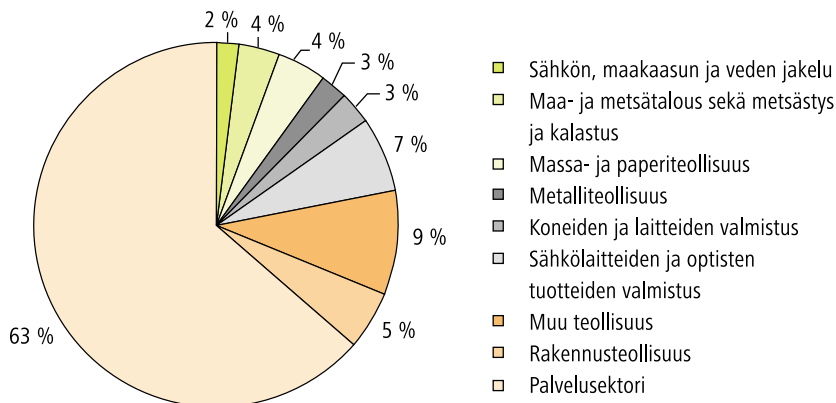


2–3). Vuoteen 2000 mennessä BKT oli noussut 30 % eli viiden prosentin vuosivauhdilla. Vuonna 2001 nousu taittui voimakkaasti mutta kasvu jatkui taas loivana vuosina 2002–2003.

Yksityinen kulutus kasvoi 24 % vuosina 1994–2000. Sekin aleni tämän jälkeen hieman, mutta kääntyi kasvuun vuonna 2003. Teollisuuden arvonlisäys kasvoi koko ajan vuosina 1993–2000, yhteensä kasvua kertyi 53 %. Vuonna 2001 muutos oli –0,2 %, seuraavana vuonna se oli jälleen positiivinen.

Suomen markkinahintainen bruttokansantuote oli 27 496 euroa asukasta kohti vuonna 2003, kun se oli ollut 17 666 euroa vuonna 1990. Eri sektoreiden osuudet BKT:stä on esitetty kuvassa 2–4.

Kuva 2–4 Eri sektoreiden osuudet bruttokansantuotteesta vuonna 2003. (Tilastokeskus 2004).



Rakenteelliset muutokset tukivat talouden nopeaa kasvua. Vuonna 1990 viennin osuus bruttokansantuotteesta oli 23 %, vuonna 1999 se oli kiinnunut 39 prosenttiin ja on pysytellyt tällä tasolla. Erityisen voimakasta viennin kasvu on ollut sähkö- ja elektroniikkateollisuudessa, jonka osuus viennistä oli vuonna 1999 noin 28 %. Vuonna 2003 osuus oli 23 %. Paperiteollisuuden osuudet viennistä olivat vastaavina vuosina 23 % ja 19 %.

Sähkö- ja elektroniikkateollisuuden kasvua kuvastaa selvimmin Nokian nousu maailman johtavaksi matkapuhelinten valmistajaksi ja yhdeksi Euroopan suurimmista yhtiöistä. Useat muut suomalaiset yritykset ovat kansainvälistyneet investoimalla ulkomaille; eräät niistä ovat sektoreillaan maailman viiden suurimman joukossa.

Suomen koko vienti oli 46,4 mrd. euroa ja tuonti 36,8 mrd. euroa vuonna 2003. Ylijäämä, 9,6 mrd. euroa, oli noin neljänneksen suurempi kuin kolmena edeltävänä vuotena. Pääosa viennistä suuntautui EU-maihin; Saksan osuus koko viennistä oli 12 %, Ruotsin 10 % ja Iso-Britannian 8 %. Yhdysvaltojen ja Venäjän osuudet olivat 8 %. Myös Suomen kauppa teollistuvien kehitysmaiden kanssa on ollut viime vuosina kasvussa, esimerkiksi tuonti Kiinasta oli 1,6 mrd. euroa vuonna 2003.

Yksityinen kulutus saavutti lamaa edeltäneen tason vuonna 1997. Myös kotitalouksien ja yritysten lainanotto- ja investointihalukkuus pysyivät laman jälkeen matalina usean vuoden ajan. Yritykset keskittyivät vahvistamaan taloudellisia rakenteitaan, kotitaloudet vähentämään velkataakkaansa. Vähitellen tilanne korjautui ja sekä yritysten että kotitalouksien taloudellinen asema on nyt yleisesti ottaen hyvä. Vuonna 2003 yksityinen kulutus käypiin hintoihin oli 69 % suurempi kuin vuonna 1990. Toisaalta tuloerot ovat selvästi kasvaneet.

Suomen työttömyysaste oli 1980-luvun lopulla vain runsas kolme prosenttia ja monilla toimialoilla vallitsi työvoimapula. Laman seurauksena työttömyys kasvoi rajusti. Vuonna 1994 se oli peräti 17 %, josta se aleni 10 prosenttiin vuoteen 1999 mennessä, mutta oli yhä 9 % vuonna 2003. Alueelliset erot ovat suuret; Etelä-Suomessa työttömyys oli 5–10 %, mutta Lapissa ja Itä-Suomessa 15–17 % vuonna 2003.

Suomen valtiontaloudessa on perinteisesti vallinnut tasapaino ja julkinen velka pysytteli 1980-luvun lopulle asti kansainvälisesti hyvin matalana. Laman seurauksena vaje kasvoi jyrkästi 1990-luvun alkuvuosina; vuonna 1994 se oli 60 % vuotuisesta bruttokansantuotteesta. Vuonna 2003 vastaava osuus oli yhä 45 %.

Pääministeri Matti Vanhasen hallitusohjelmassa vuodelta 2003 todettiin, että Suomen talous on saatava uuteen nousuun. Päätavoitteiksi asetettiin työttömyyden vähentäminen ja valtion velan pienentäminen. Tuloveron alentaminen todettiin tärkeäksi, samoin eläkeuudistus. Suomen väestö ikääntyy jopa nopeammin kuin useimmissa muissa EU-maissa.

Viime vuosien suotuisa kehitys on nostanut Suomen kansainvälisten vertailujen kärkipaikoille. Suomi oli esimerkiksi ykkönen Maailman talousfoorumin kilpailukykyvertailussa vuosina 2001 ja 2003 sekä kakkossijalla vuonna 2002. Kestävän kehityksen indeksin (ESI) mukaisessa vertailussa Suomelle on samoin tullut viime vuosina ykköstitiloja.

2.8 Teollisuus

Sähkö- ja elektroniikkateollisuus, metsäteollisuus sekä metalli- ja koneteollisuus ovat Suomen kansantalouden kolme keskeistä teollista toimialaa.

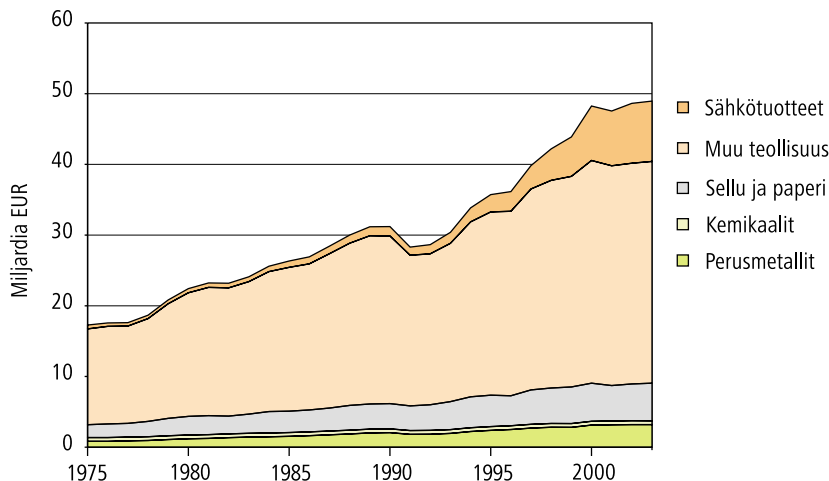
Teollisuuden rakenne on muuttunut Suomessa viime vuosina nopeammin ja voimakkaammin kuin useimmissa muissa maissa. Laman aikana katosi paljon heikoimmin tuottavaa toimintaa, mikä nopeutti tuottavuuden kasvua useilla toimialoilla. Korkean teknologian merkitys on kasvanut ja sen osuus on Suomessa OECD-maiden korkein. Tätä kehitystä on erityisesti vauhdittanut tietoliikennetekniikka. Toisaalta keskikorkean teknologian osuus on meillä pienehkö, mikä osin johtuu sitä matalammaksi luokitellun metsäteollisuuden laajuudesta.

Kuvassa 2–5 on esitetty Suomen teollisuustuotannon jakauma päätoimialoittain. Yleisesti teollisuustuotannon ja bruttokansantuotteen kehitys ovat olleet samankaltaiset. Laman jälkeinen tuotannon nopea laajeneminen erityisesti elektroniikkateollisuudessa muutti kuitenkin koko teollisuuden rakennetta merkittävästi. Tämän takia teollisuuden energiankulutus on kasvanut hitaammin kuin teollisuustuotanto tai BKT.

Suomen teollistuminen käynnistyi 1800-luvulla metsävarojen hyödyntämisen myötä. Metsäsektorin nykyinen menestys ja tuotteiden korkea laatu perustuvat tiiviiseen yhteistyöhön teollisuuden, kone- ja laitevalmistajien sekä raaka-aineiden tuottajien välillä. Olennaista on myös alan laaja tutkimus- ja kehitystyö. Kaikkiaan metsäklusteri työllistää Suomessa lähes 200 000 henkeä. Sen vuotuinen liikevaihto on noin 35 miljardia ja arvonlisäys noin 12 miljardia euroa. Metsäklusterin osuus on lähes 10 % Suomen BKT:stä, noin 30 % teollisuustuotannosta ja yli kolmannes vientituloista. Missään muussa maassa ei ole yhtä laajaa ja monimuotoista metsävaroihin perustuvaa yritysten ja tietotaidon keskittymää.

Myös ympäristöteknologia on tärkeä ja nopeasti kasvava teollisuuden toimiala Suomessa. Vuonna 2003 sen liikevaihto oli noin 2,1 miljardia euroa. Kun suomalaisyritysten toiminta ulkomailla lasketaan mukaan, liikevaihto kohoaa 3,4 miljardiin euroon. Ympäristöteknologia työllistää Suomessa noin 9 000 henkeä.

Kuva 2–5 Suomen teollisuustuotannon jakauma päätoimialoittain vuosina 1975–2003 (vuoden 2000 hinnoin).



Noin puolet ympäristötekniikan liikevaihdosta syntyy erilaisista asiantuntijapalveluista. Ilman ja ilmastonsuojelun osuus tuotevalikoimasta on kasvanut, mutta pääosa alan ulkomaisesta liikevaihdosta muodostuu yhä vesihuoltoalan teknologiasta ja palveluista. Noin kolmanneksella alan yrityksistä on tutkimukseen ja kehitykseen liittyvää yhteistyötä ulkomaisien laitosten kanssa.

Suomen teollisuus oli 1980-luvulle asti lähes kokonaan kotimaisessa omistuksessa ja lainsäädäntö asetti tiukat rajat ulkomaisen omistuksen kasvattamiselle. EU-jäsenyys poisti vuonna 1995 nämä rajoitukset ja esimerkiksi Nokian osakkeista lähes 90 % on ulkomaalaisten hallussa; pääomistajia ovat amerikkalaiset eläkesäätiöt. Noin viidennes teollisuudesta oli pitkään valtio-omisteista, mutta sittemmin valtio on myynyt huomattavan osan omistuksistaan.

Suomen teollisuus on huolissaan tulevaisuudesta. 'Kiina-ilmiö' supistaa perinteistä teollisuutta ja tuotanto siirtyy maihin, joissa kustannustaso on kotimaata alhaisempi. On ilmeistä, että perinteisen teollisuuden työpaikojen määrä Suomessa tulee yhä laskemaan.

2.9 Energia

2.9.1 Suomen energiahuolto

Koska Suomi on paljolti riippuvainen tuontipolttoaineista, energiapolitiikan on perustuttava monipuoliseen ja luotettavaan energiahuoltoon ja omavaraisuuden parantamiseen. Energiaintensiivinen perusteollisuus, kylmä ilmasto ja pitkät etäisyydet korostavat energian merkitystä Suomen kilpailukyvyille ja kansan hyvinvoinnille.

Suomen energiapolitiikka perustui 1960-luvulle saakka vesivoimalla tuotettuun sähköön ja puun laajaan hajakäyttöön. Koska vesivoimaa oli rajallisesti, hiilen ja öljyn käyttö alkoi pian kasvaa ja uusien energialähteiden tarve tuli ilmeiseksi. Kaasuputki Neuvostoliitosta Itä-Suomeen valmistui vuonna 1973, myöhemmin se ulotettiin Helsingin seudulle ja eräisiin muihin Etelä-Suomen kaupunkeihin. Ensimmäinen ydinvoimayksikkö otettiin käyttöön vuonna 1977, kolme muuta vuosina 1979–1982. Myös energiatuotannon tuotanto käynnistyi 1970-luvulla.

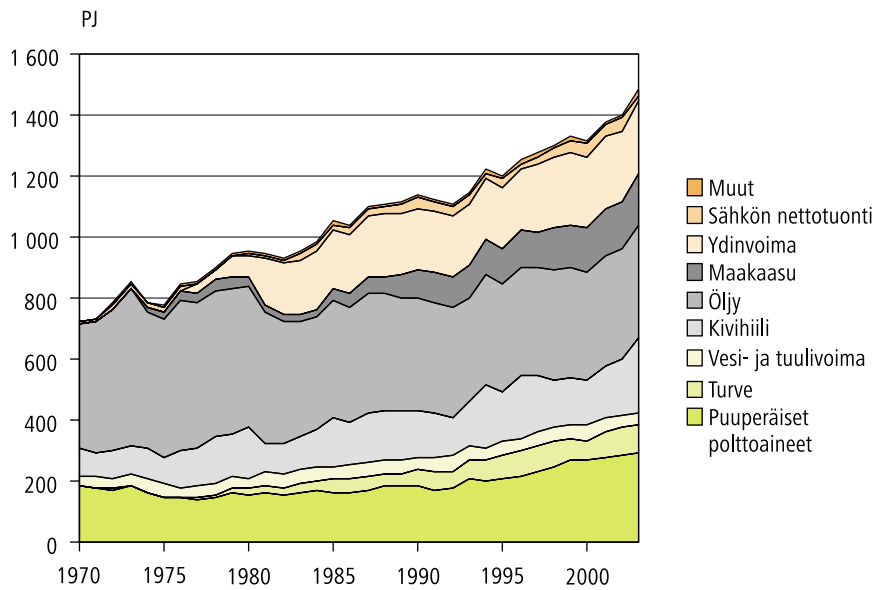
Vuonna 2003 primäärienergian kokonaiskulutus Suomessa oli 35,5 milj. öljykvivalenttitonnia (Mtoe) eli 1 488 PJ (Kuva 2–6). Öljyn kulutus on selvästi alentunut, mutta se muodostaa yhä neljänneksen kokonaiskulutuksesta. Puuperäisten polttoaineiden ja maakaasun käyttö on viime vuosina lisääntynyt. Myös ydinvoiman osuus on kasvanut vuosina 1995–1998 toteutetun tehonnoston myötä.

Suomen energiariippuvuus eli tuontien energian osuus primäärienergiasta oli 1970-luvun lopulla noin 80 %, nykyään se on 67 %. Selvästi kotimaisia energialähteitä ovat puupolttoaineet, vesivoima, tuuli ja turve.

Turve luokitellaan kansainvälisesti fossiiliseksi polttoaineeksi ja sen polton hiilidioksidipäästöt sisällytetään kokonaan kansalliseen kasvihuonekaasujen inventaarioon. Suomessa turve luokitellaan hitaasti uusiutuvaksi biopolttoaineeksi, joka erotetaan sekä fossiilisista polttoaineista (esim. hiili) että uusiutuvasta biomassasta (esim. puu). Turpeen polton CO₂-päästöt lasketaan ja raportoidaan kuten fossiilisten polttoaineiden päästöt.

Ydinvoiman käytön kasvu 1980-luvun alkupuolella leikkasi voimakkaasti hiilen käyttöä sähkön tuotantoon (Kuva 2–7). Koska ydinvoiman rakentami-

Kuva 2–6 Primäärienergian kokonaiskulutus Suomessa vuosina 1970–2003.

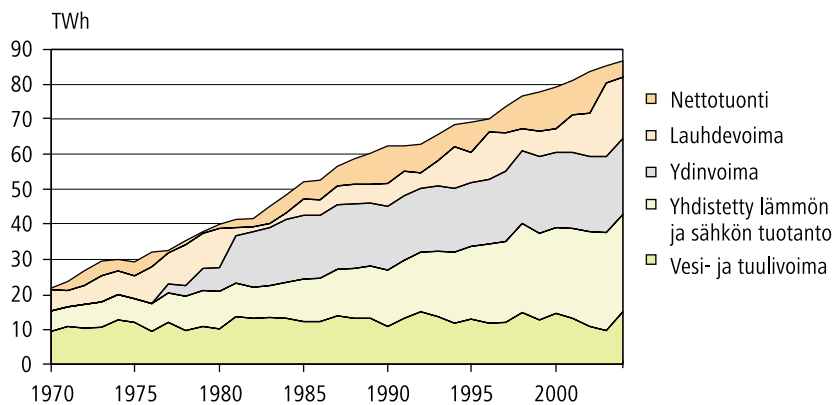


nen pysähtyi, uusien energialähteiden kuten turpeen, biomassan ja maakaasun hyödyntäminen kasvoi. Ydinenergian osuus sähköntuotannon energialähteistä on kuitenkin yhä yli 40 %. Sähkön kulutuksesta ydinvoiman osuus oli 26 % vuonna 2003, jolloin sähkön kokonaiskulutus oli 85,2 TWh.

Toukokuussa 2002 eduskunta hyväksyi niukalla enemmistöllä Suomen viidennen ydinvoimayksikön rakentamisen. Sijaintipaikkana on Olkiluodon saari Eurajoen kunnassa. Tämä Teollisuuden Voima Oy:n omistama laitos valmistunee vuonna 2009.

Kotimaassa tuotettiin vuonna 2003 sähköä 80,4 TWh. Tuotanto käsitti vesivoimaa ja vähän tuulivoimaa, yhdistettyä sähkön ja lämmön tuotantoa (kaukolämpö, teollisuus), ydinvoimaa ja perinteistä laudevoimaa. Nettotuonnit Venäjältä ja pohjoismaisilta markkinoilta vaihtelevat merkittävästi

Kuva 2–7 Sähköntuotanto Suomessa tuotantomuodoin vuosina 1970–2003.



vuosittain, lähinnä vesivoimatilanteen mukaan. Jaksolla 1990–2003 suurin nettotuonti oli 11,9 TWh (2002), pienin 3,7 TWh (1996). Sähkön vienti oli jaksolla 1990–2002 keskimäärin vain 0,7 TWh, mutta vuonna 2003 peräti 7,0 TWh. Ruotsin ja Norjan vesivarat olivat tuolloin hyvin niukat.

Vuosikymmenten ajan sähkön tuotanto ja kulutus kasvoivat Suomessa bruttokansantuotetta nopeammin. Vuodesta 1994 lähtien tilanne on ollut päinvastainen. Syynä on talouden rakennemuutos, erityisesti energiaintensiivisen teollisuuden osuuden pieneneminen.

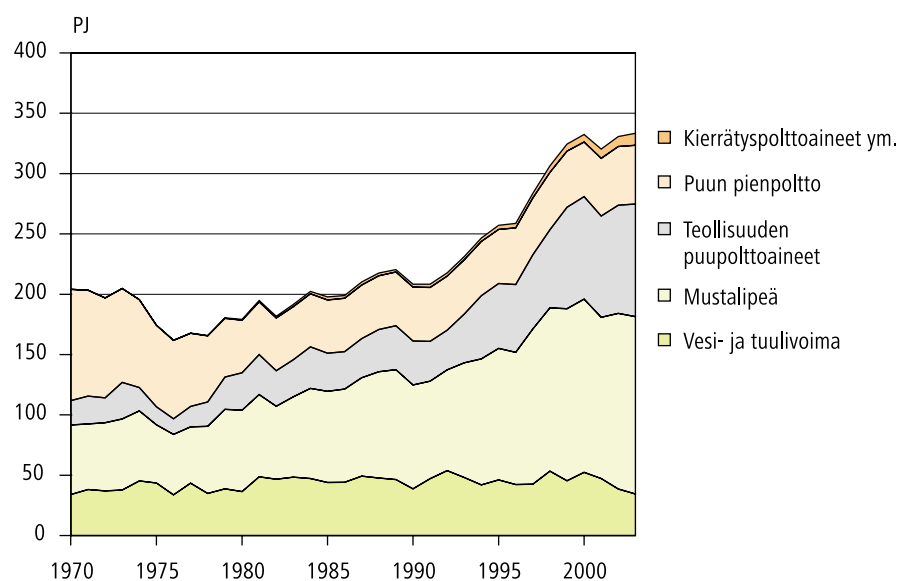
Uusiutuvien energialähteiden osuus primäärienergian kokonaiskulutuksesta oli 22 % vuonna 2003 (Kuva 2–8). Vesivoiman tuotannon vaihteluita huolimatta trendi on ylöspäin, koska erityisesti puunjalostusteollisuudessa syntyvien biopolttoaineiden käyttö on kasvanut. Euroopan unionissa uusiutuvan energian osuus on keskimäärin 6 %.

Lämmön ja sähkön yhteistuotanto (CHP) tarjoaa mahdollisuuksia uusiutuvien energialähteiden kustannustehokkaaseen käyttöön. Tämä koskee sekä teollisuutta että alueellisia kaukolämpölaitoksia. Yhteistuotanto vähentää primäärienergian käyttöä Suomessa yli kymmenesosan. Yhteistuotannon osuus sähköntuotannosta on Suomessa runsas kolmannes, EU:n keskiarvo on 10 %.

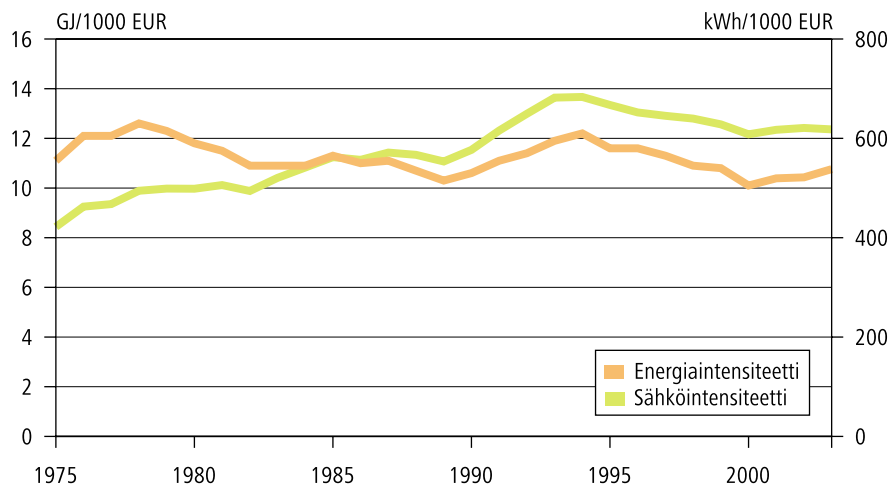
Rakennetun tuulivoiman teho kasvoi Suomessa nopeasti 1990-luvulla valtioneuvoston tukiohjelman myötä. Vuonna 1992 tehoa oli vasta noin 1 MW, vuonna 2003 noin 50 MW. Suomalaisyrietykset ovat kehittäneet onnistuneita teknisiä ratkaisuja roottoreiden lapojen jääongelmiin.

Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen laaja käyttö aiheuttaa Suomessa huomattavia hiilidioksidipäästöjä. Vesi-, ydin- ja bioenergian käyttö sekä lämmön ja sähkön yhteistuotanto johtavat kuitenkin siihen, että CO₂-päästöt primäärienergiayksikköä kohti ovat alhaisemmat kuin useissa muissa Euroopan maissa.

Kuva 2–8 Uusiutuvien energialähteiden ja biomassan osuus Suomen energiantuotannossa vuosina 1970–2003.



Kuva 2–9 Energia- ja sähkötehokkuuden indeksit Suomessa vuosina 1975–2003.



Suomen kansantalouden energiatehokkuusindeksi, so. primäärienergian tuotanto jaettuna bruttokansantuotteella, laski hieman 1980-luvulla. Sitten se kääntyi nousuun, mutta alkoi taas laskea vuonna 1994 (Kuva 2–9). Jälkimmäinen käänne heijastelee teollisuuden rakennemuutosta.

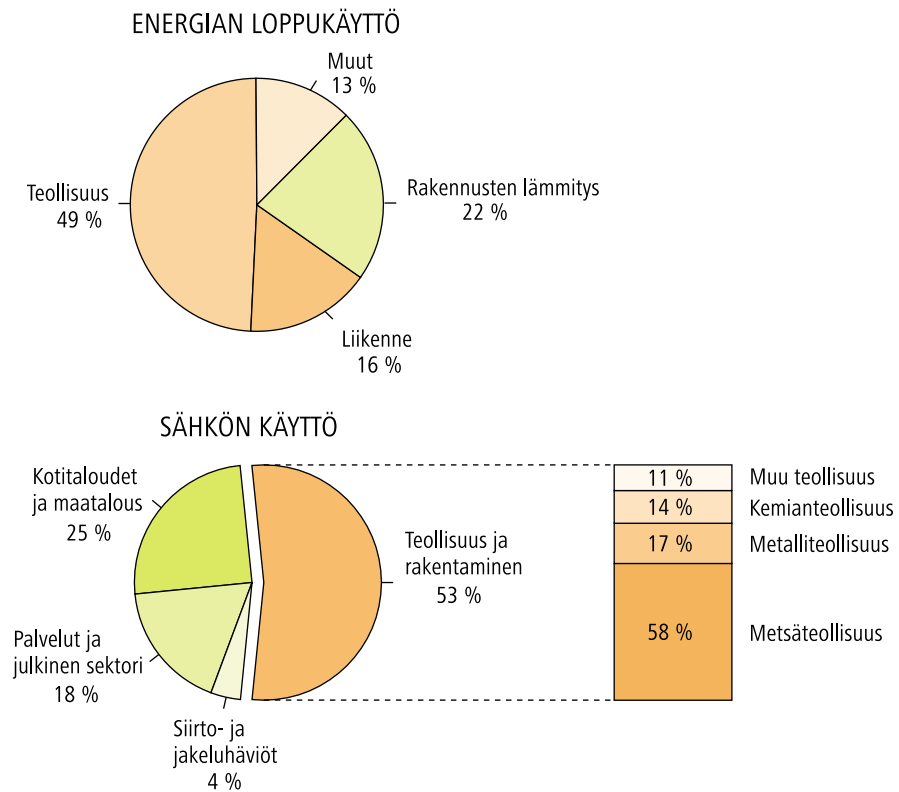
2.9.2 Teollisuuden energiankäyttö

Suomen teollisuus käyttää runsaasti energiaa. Vuonna 2003 teollisuuden osuus oli lähes 50 % primäärienergian ja 53 % sähkön kulutuksesta (Kuva 2–10). Huomattava osa energiantensiivisen teollisuuden tuotteista menee vientiin. Paperi- ja kartonkituotteista viedään lähes 90 %, myös perusmetallissa vientituotteiden osuus on korkea.

Suomen teollisuus on pyrkinyt monin toimin parantamaan energiatehokkuuttaan. Esimerkiksi vuosina 1980–1990 teollisuustuotanto kasvoi kolmanneksen, mutta energiankulutus vain noin viidenneksen. Lisäksi metsäteollisuus tuottaa huomattavan osan energiastaan biomassalla; puujätteet, jäteliemet ja muu bioenergia ovat tehokkaassa käytössä. Kaikki Suomen sellutehtaat tuottavat itse lämmitysenergiansa ja lisäksi huomattavia määriä energiaa alueelliseen kaukolämpöverkkoon.

Parantaakseen kannattavuuttaan teollisuus kilpailuttaa yhä useammin sähköntuotantonsa avoimilla sähkömarkkinoilla. Sähkötehokkuus, jolla tässä tarkoitetaan sähkönkulutusta jaettuna puunjalostus-, perusmetalli- ja kemian teollisuuden tuottamalla arvonlisällä, parani 1990-luvulla lähes 10 %, mutta on viime vuosina vähän laskenut. Energiatehokkuus kohentui puunjalostusteollisuudessa noin 20 % jaksolla 1990–2003.

Kuva 2–10 Energian ja sähkön loppukäyttö sektoreittain vuonna 2003.



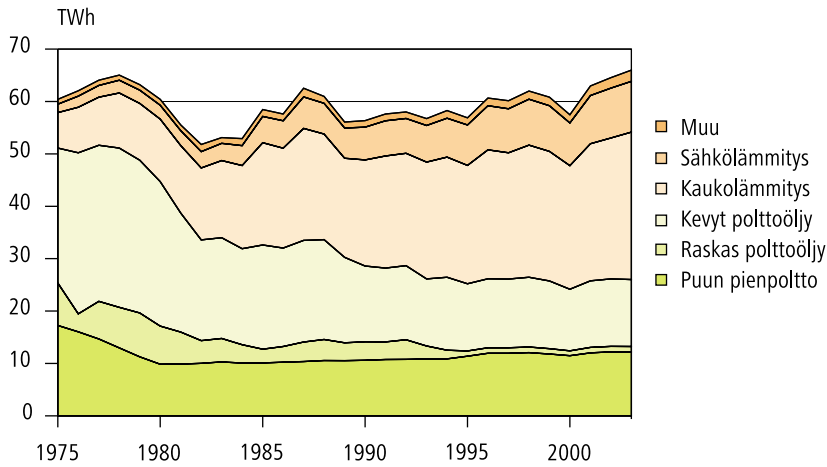
2.9.3 Lämmitysenergian käyttö

Maailman pohjoisimpiin kuuluvana valtiona Suomi tarvitsee runsaasti lämmitysenergiaa. Tämä onkin suurin hiilidioksidipäästöjen lähde kotitalouksissa sekä julkisella ja palvelusektorilla. Kolmen viime vuosikymmenen aikana energiankulutusta on kuitenkin onnistuttu vähentämään 40 % lämmitettyä tilavuusyksikköä kohti. Tähän on paljolti vaikuttanut rakennustuotannon vaatimusten kiristyminen erityisesti 1970-luvulla. Eristysmateriaalien ja ikkunoiden tekninen kehitys on säästänyt energiaa, samoin lämmön ja sähkön yhteistuotanto, kaukolämpöverkot, lämmön talteenotto sekä ilmastointi- ja tuuletusjärjestelmien kehittyminen.

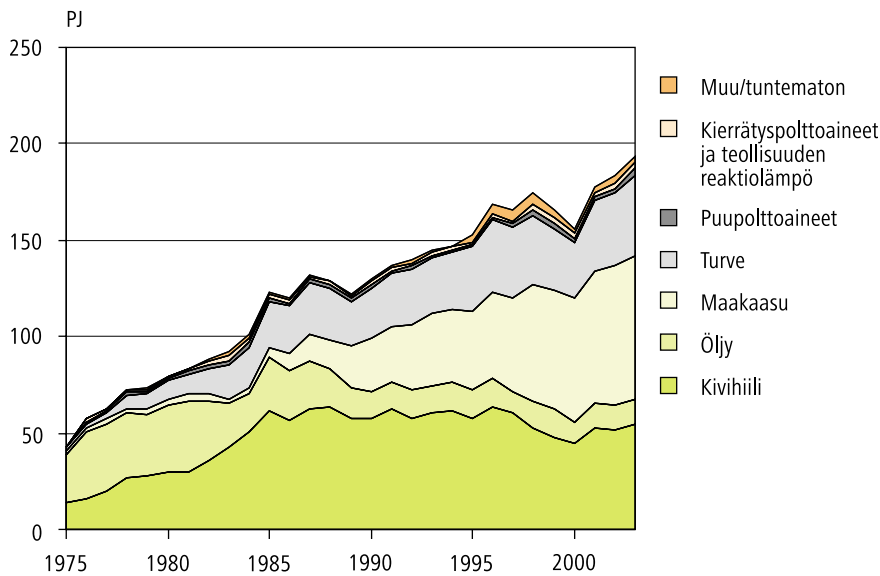
Lämmityksen energianlähteet ovat muuttuneet merkittävästi vuoden 1990 jälkeen (Kuva 2–11). Raskaan polttoöljyn käyttö on vähentynyt 69 %, kevyen polttoöljyn 12 %. Samaan aikaan maakaasusta ja lämpöpumpuista saadun energian määrä on kasvanut yli kaksinkertaiseksi, joskin se on yhä vähäinen. Puun pienpoltto on lisääntynyt 15 %, sähkölämmitys 25 % ja kaukolämpö 32 %.

Kaukolämmön osuus lämmityksen kokonaisenergiasta oli 42 % vuonna 2003 (Kuva 2–12). Kerrostaloista noin puolet on kaukolämmön piirissä. Kevyt polttoöljy on menettänyt markkinaosuuttaan sähkölämmitykselle 1980-luvulta lähtien ja viime vuosina rivitaloissa myös lämpöpumpuille. Puun pienpoltto on usein lisälämmön lähteenä, mutta maaseudulla se an-

Kuva 2–11 Asuin-, liike- ja julkisten rakennusten lämmityksen energialähteet jaksolla 1975–2003.



Kuva 2–12 Kaukolämmön sekä lämmön ja sähkön yhteistuotannon energialähteet jaksolla 1975–2003.



taa myös peruslämmön. Omakotitaloissa lämpöpumput ovat jo yhtä yleisiä kuin öljylämmitys.

Kaukolämpöjärjestelmissä käytetään monia energialähteitä. Hiili ja öljy ovat paljolti korvautuneet maakaasulla niillä alueilla, joille kaasuverkko ulottuu. Kotimaisena polttoaineena turve on säilyttänyt kilpailukykyä erityisesti sisämaassa. Valtiovallan ja teollisuuden toimet ovat parantaneet puun käyttöedellytyksiä erityisesti teollisuuden sivutuotteiden osalta. Kaukolämpöverkot ulottuvat nyt lähes kaikille alueille, joilla ne ovat kustannustehokkaita.

Lämmön ja sähkön yhteistuotannon osuus alueellisissa kaukolämpöverkoissa on kolme neljäsosaa ja lähes koko potentiaali on hyödynnetty. Yhteistuotanto parantaa tehokkuutta erityisesti verrattuna erilliseen laudevoiman tuotantoon, ja vähentää merkittävästi energiantuotannon CO₂-päästöjä.

2.9.4 Energiamarkkinoiden muutokset

Vuoden 1995 sähkömarkkinalaki avasi Suomen sähkömarkkinat asteittain kilpailulle (Energiamarkkinavirasto 1995). Syksystä 1998 lähtien kuluttajat, myös kotitaloudet, ovat voineet kilpailuttaa sähköntuottajansa. Sähkömarkkinoiden uudistus tähtää tehokkuuden ja ympäristöhyötyjen kasvattamiseen. Pohjoismaiden vesivoimakapasiteetti saadaan parhaalla tavalla käyttöön ja markkinat mahdollistavat myös ns. vihreän sähkön kaupan.

Markkinoiden avautuminen on vaikuttanut merkittävästi sähkökauppaan. Aiemmin jakeluyhtiöt ja suurkuluttajat tekivät pitkäaikaisia tukkumyyn-tisopimuksia sähkön tuottajien kanssa. Nyt tukkumyynti tapahtuu pääosin Pohjoismaisessa sähköpörssissä (Nord Pool), jonka Elspot-hinta muodostaa sähkön markkinahinnan. Pörssin ohella sähkökauppaa käydään ns. OTC-markkinoilla (Over the Counter) ja suoraan ostajien ja myyjien välillä.

Sähkökaupan muutokset ovat johtaneet merkittäviin hinnanvaihteluihin pohjoismaisilla markkinoilla. Vaihtelut johtuvat paljolti vesivoiman tuotannosta, joka riippuu sademäärästä ja sähkön kysynnästä. Esimerkiksi kesällä 2002 hinta oli noin 15 euroa megawattitunnilta, mutta paha kuivuus ja kylmät säät nostivat sen tasolle 100 euroa/MWh tammikuussa 2003.

Kotimaisilla sähkömarkkinoilla tapahtui merkittävä uudistus vuonna 1997, kun kaksi jakeluyritystä, IVO (Imatran Voima Oy) ja TVO (Teollisuuden Voima Oy) yhdistivät verkkonsa. Tämä kansallinen jakeluyhtiö, Finngrid, toimii Energiamarkkinaviraston alaisena ns. systeemioperaattorina. Finngridin on ylläpidettävä kansallista sähköhuoltoa teknisesti soveliaimmalla tavalla. Yhdessä muiden pohjoismaisten jakeluyhtiöitten kanssa Finngrid vastaa myös sähköjärjestelmän tarvitseman varavoiman saatavuudesta.

Kansalliset ilmastotavoitteet vaikuttavat myös maakaasun rooliin Suomen energiapolitiikassa. Vuoden 2001 ilmastostrategiassa asetettiin energiantuottajille tavoitteeksi hyödyntää lämmön ja sähkön yhteistuotantomahdollisuudet kokonaisuudessaan, erityisesti maakaasun ja uusiutuvien energiamuotojen avulla.

Suomella on nykyään vain yksi maakaasun toimittaja, Venäjä. Minkään toisen EU-maan kaasuverkkoon ei ole yhteyttä. Tämän tilanteen perusteella Suomelle on myönnetty poikkeuksia EU:n sisämarkkinoiden kaasusäännöksistä. Vuonna 2000 voimaan tullut Suomen kaasumarkkinalaki tarjoaa suurkuluttajille (vähintään 5 milj. m³/vuosi) mahdollisuuden keskinäiseen kaasukauppaan. Tätä varten on perustettu Kaasupörssi Oy.

Suomen kaasuverkko kattaa maan etelä- ja kaakkoisosat. Tällä alueella maakaasun osuus on noin kolmannes yhteistuotannon polttoaineista. Markkinoiden kehittäminen edellyttää kaasuverkon laajentamista länteen.

Suomen energiainfrastruktuurin pitkän ajan tavoitteena on maakaasun toimittajavaihtoehtojen lisääminen. Tämä on tärkeää sekä saannin varmistamisen että markkinoiden toimivuuden kannalta. Eri vaihtoehtoja on selvitetty monissa tutkimuksissa, mutta päätöksiä ei ole vielä tehty.

Kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosasto seuraa jatkuvasti myös muita energiainfrastruktuuria, esimerkiksi öljyn ja lämmitysenergian käyttöä. Ministeriö valvoo sekä kilpailutilannetta että toimitusvarmuutta ja tekee tarpeen mukaan aloitteita markkinoiden toimivuuden parantamiseksi.

Euroopan unionin päästökaupasta muodostuu eittämättä merkittävä tekijä energiamarkkinoilla. Päästökauppalakia sovelletaan lämpöteholtaan yli 20 MW polttolaitosten CO₂-päästöihin, samoin tätä pienempiin laitoksiin, jos ne on yhdistetty kaukolämpöverkkoihin. Lisäksi lain piiriin kuuluvat öljynjalostamot ja koksiiunit sekä eräät teräs-, kivennäis- ja metsäteollisuuden laitokset. Päästökaupan piiriin kuuluvalla laitoksella on oltava päästö-lupa; tällaisia laitoksia on Suomessa noin 530.

2.9.5 Energiaverot ja -tuet

Energiaverot muodostavat valtiolle merkittävän tulolähteen, lähes kolme miljardia euroa vuodessa eli noin 9 % kaikista verotuloista. Taloudellisen merkityksen ohella energiaverotus on keskeinen energia- ja ympäristöpolitiikan väline. Sillä pyritään hillitsemään energian kulutusta sekä lisäämään vähäpäästöisten vaihtoehtojen osuutta energian tuotannossa ja käytössä.

Nykyinen energiaverojärjestelmä on ollut käytössä vuodesta 1997. Energiaverot ovat valmisteveroja, joita peritään kuljetuksen ja lämmityksen polttoaineista sekä sähköstä. Lisäksi energiatuotteille on asetettu huoltovarmuusmaksu.

Energiaverot jakautuvat perus- ja lisäveroihin. Perusvero on luonteeltaan fiskaalinen ja se kohdistuu vain öljytuotteisiin. Bensiinin ja dieselöljyn perusvero on porrastettu niiden laadun ja ympäristövaikutusten mukaan. Lisäveron kohteena ovat öljytuotteet, muut fossiiliset polttoaineet ja sähkö. Polttoaineiden lisävero määräytyy niiden hiilisisällön perusteella. Vuodesta 2003 alkaen polttoaineiden lisävero on ollut 18,05 euroa hiilidioksiditonnilta. Maakaasulle on myönnetty 50 % alennus lisäveroon, turpeen vero ei ole perustunut hiilen määrään.

Sähköä verotetaan kulutuksen yhteydessä; tuotantoon käytettyjä polttoaineita ei veroteta. Veroluokkia on kaksi. Teollisuus ja kasvihuoneyrittäjät maksavat alemman, luokan II mukaisen veron, muut kuluttajat luokan I veron.

Energian käytön ja polttoaineiden valinnan ohjauksen ohella energiaverojärjestelmässä on muita ilmasto- ja energiapolitiikan tavoitteita edistäviä rakenteita, jotka voidaan tulkita myös verotuiksi. Näitä ovat energiantuotannolle maksetut verotuet ja energiaintensiivisen teollisuudet veronpau-laukukset. Näiden lisäksi eräät verotusjärjestelmän piirteet on tarkoitettu suosimaan tiettyjä energialähteitä ja tuotantomuotoja. Näitä ovat maakaasulle ja turpeelle myönnetty poikkeukset hiilidioksidiverosta sekä yhdistetyn lämmön- ja sähköntuotannon verotus, joita ei kuitenkaan pidetä suorina tukina.

Energiantuotannon tuet otettiin käyttöön vuoden 1997 verouudistuksessa. Tällöin siirryttiin myös sähköntuotannon polttoaineiden verotuksesta kulutusperusteiseen verotukseen. Tavoitteena oli, ettei pienten, uusiutuvia energialähteitä ja turvetta käyttävien laitosten kilpailukyky heikkenisi. Näin luotua verotukimallia on sittemmin sovellettu muutoinkin, erityisesti uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön tukemiseen. Viimeksi tukea laajennettiin vuonna 2003 ja se kattaa nykyään lähes kaiken uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön, suuria laitoksia lukuun ottamatta.

Vuoden 2003 alusta lähtien sähköntuotannon tuki ei ole enää sidottu veroluokkaan. Tuolloin määriteltiin kolme tukiluokkaa; tuulivoimalla ja metsähakkeella tuotetun sähkön tuki on 6,9 euroa/MWh, kierrätyspolttoaineella tuotetun sähkön 2,5 euroa/MWh ja muun sähkön 4,2 euroa/MWh. Kaikkiin tukia maksettiin noin 36 milj. euroa vuonna 2003.

Energiaintensiivisten yritysten veronpalautusta on pidetty tarpeellisena, jotta energiaverotusta voidaan käyttää ohjauksena ilman kohtuutonta rasi-tetta suurkuluttajille. Palautuksia on maksettu vuosittain noin 15 milj. euroa.

Euroopan unioni on hyväksynyt Suomen energiantuotannon verotuet 31.12. 2006 saakka. Veronpalautusjärjestelmä on voimassa vuoden 2011 loppuun.

2.10 Liikenne

2.10.1 Liikenneverkko



Suomen liikenneverkko koostuu tie-, rautatie-, vesi- ja lentoliikenteen infrastruktuurista. Verkon keskeiset osat kuuluvat yleiseurooppalaiseen TEN-verkkoon (Trans-European Transport Network). Tie- ja katuverkko käsittää 79 000 km tiehallinnon ylläpitämiä yleisiä teitä (65 % päällystetty), 25 000 km kuntien ylläpitämiä katuja sekä 220 000 km yksityisteitä. Suomessa on noin 600 km moottoriteitä ja 150 km moottoriliikenneteitä. Rata-verkon kokonaispituus on 5 900 km; lähes puolet, 2 400 km, on sähköistetty. Väkilukuun suhteutettuna Suomen rataverkko on Euroopan tihein.

Meriliikenteen osuus Suomen ulkomaankaupan kuljetuksista on kolme neljäsosaa. Satamaverkko on tiheä, mutta useimmat satamat ovat pieniä ja liikennevirrat hajanaisia. Jäänmurtajilla on suuri merkitys; kahdeksan murtajaa avustaa rahti- ja matkustaja-aluksia 23 satamaan, jotka pidetään avoinna ympäri vuoden. Normaalityyppisenä murtajia tarvitaan Perämeren satamissa puolen vuoden ajan, Suomenlahdella noin kolme kuukautta.

Suomen lentoasemaverkosto on tiheä. Säännöllisen lentoliikenteen piirissä on 25 Finavian ylläpitämää ja neljä kuntien vastuulla olevaa kenttää. Noin 95 % kansainvälisestä lentoliikenteestä kulkee Helsinki–Vantaan lentoaseman kautta.

Suomen ankara talvi nostaa kuljetusverkon rakentamis- ja ylläpitokustannukset suuriksi. Roudan tunkeutuminen maaperään on otettava huomioon ja rakennettava riittävät lämpöeristykset. Teiden liukkautta on torjuttava suolauksella, mikä edellyttää pohjavesialueilla suojakerrosten rakentamista teiden varsille. Lumen auraus, hiekoitus ja routavaurioiden korjaus aiheuttavat lisäkustannuksia.

Liikennesektorin menot olivat valtion vuoden 2003 budjetissa lähes 1,2 mrd. euroa. Pääosa oli osoitettu maanteiden, rautateiden ja vesiväylien rakentamiseen ja ylläpitoon. Vuodesta 1990 liikennesektorin rahoitus on vähentynyt yli 10 %. Samalla on tapahtunut selvä siirtyminen uudisrakentamisesta olemassa olevan liikenneverkon ylläpitoon.

Muiden rahoituskeinojen tarve on nopeassa kasvussa, sillä valtion tämänhetkiselä rahoituksella ei liikenneverkon tasoa pystytä ylläpitämään. Liikenneinfrastruktuurin ministerityöryhmä suositti raportissaan vuonna 1998 sadan miljoonan euron lisärahoitusta, mutta se jäi toteutumatta. Uusi ministerityöryhmä listasi helmikuussa 2004 päähankkeet, joihin voimavarat suunnataan. Lisäpalvelut tuotetaan kilpailutettuina yksityisiltä markkinoilta esimerkiksi ns. elinkaarimallilla.

Rataverkko heikkeni pahoin 1980-luvulla ja sen kunnossapitoon on viime vuosina osoitettu lisärahoitusta. Vuonna 2004 kokonaisrahoitus oli 235 milj. euroa, noin kolmanneksen enemmän kuin kymmenen vuotta aiemmin. Lentoasemien ylläpitoon ja rakentamiskustannuksiin käytettiin vuonna 2003 noin 55 milj. euroa, vesiväyliin noin 100 milj. euroa.

2.10.2 Tavaraliikenne

Suomessa kuljetetaan tavaraa asukasta kohti enemmän kuin missään muualla Euroopassa. Rahtikilometrien määrä väkilukuun suhteutettuna on EU-maiden keskiarvoon verrattuna noin kaksinkertainen. Syynä ovat pääosin pitkät kuljetusmatkat ja teollisuuden rakenne. Erityisen merkittävää on puunjalostus- ja metalliteollisuuden raaka-aineiden ja tuotteiden kuljetus.

Tieliikenteen osuus kotimaan tavarakuljetuksista on yli kaksi kolmasosaa (Taulukko 2–2). Rautateillä liikkuu 23 % tavarasta, mikä on selvästi enemmän kuin EU:ssa keskimäärin. Sisävesien alusliikenteen osuus on noin 8 %.

Euroopan unioni on ottanut Suomen erityisolosuhteet huomioon esim. sallimalla 25-metrinen yhdistelmien eli ns. moduulirekkojen käytön kotimaan tavaraliikenteessä. Pitkiä ajoneuvoyhdistelmiä voidaan koota eri tavoin EU-normien mukaisista vetoautoista ja perävaunuista. Muiden EU-maiden kuljetusyrittäjät voivat siten kilpailla tasaveroisesti Suomen rajojen sisäpuolella.

Vuonna 1990 moottoribensiinin osuus oli 51 % liikenteen polttoaineista, dieselöljyn osuus oli 40 %. Autojen lukumäärä ja tieliikenteen kuljetusosuus itse asiassa vähenivät vuodesta 1990 vuoteen 1996. Dieselöljyn kulutus kääntyi 1990-luvun lopulla nousuun tavarakuljetusten lisääntymisen myötä. Vuodesta 2003 lähtien dieselöljyä on käytetty enemmän kuin bensiiniä (Kuva 2–13).

Euromääräisesti yli 60 % Suomen viennistä suuntautuu Euroopan unioniin ja EFTA-maihin, noin 7,5 % Venäjälle. Kaikki rajanylityspaikat huomioon ottaen Suomesta kulki Venäjälle 250 000 raskasta ajoneuvoa ja lähes 1 320 000 henkilöautoa vuonna 2003.

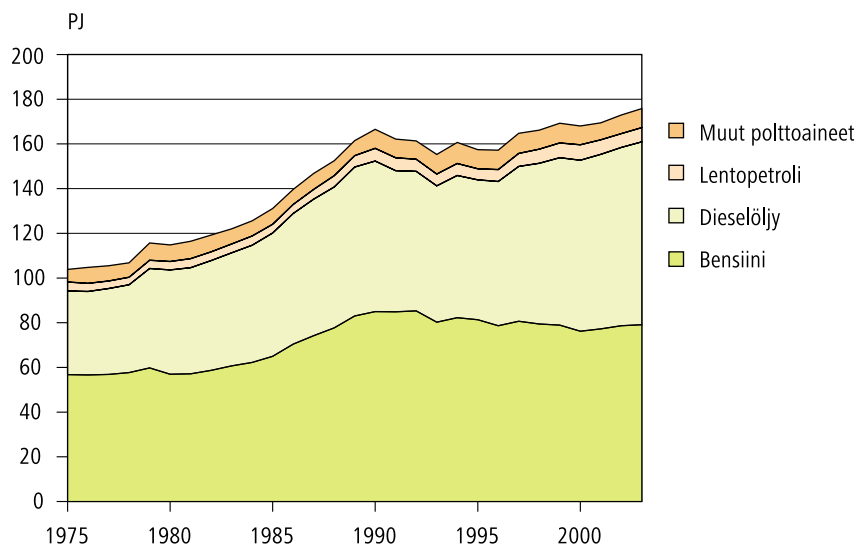
Oma kauppalaivasto on Suomelle tärkeä. Liikenne- ja viestintäministeriö on ehdottanut, että valtio ottaisi käyttöön EU:n sallimat meriliikenteen tukitoimet, jotka ovat jo käytössä eräissä jäsenmaissa.

Lentoliikenteen osuus rahtikuljetusten määrästä on vähäinen, mutta niiden arvosta se on yli kymmenesosa. Kyse on pääosin pitkälle jalostetuista tuotteista kuten elektroniikasta. Kulutustavaroiden ja elektroniikan, esimerkiksi matkapuhelinten, vienti on kasvussa ja sen myötä myös lentokuljetusten osuus.

Taulukko 2–2 Eri kuljetusmuotojen osuus kotimaan tavaraliikenteessä jaksolla 1970–2003.

	Tonnikilometriä tavaraliikenteessä (miljoonaa tonnikilometriä)					
	1970	1980	1990	1995	2000	2003
Tavaraliikenne yhteensä	23 421	31 917	38 691	35 810	41 487	40 770
Rautatieliikenne	6 270	8 335	8 357	9 293	10 107	10 047
Tieliikenne	12 800	18 400	26 300	23 239	28 616	27 795
Vesiliikenne	4 350	5 180	4 032	3 275	2 760	2 926
Ilmailu	1	2	2	3	4	2

Kuva 2–13 Liikennepolttoaineiden kulutus Suomessa vuosina 1975–2003.

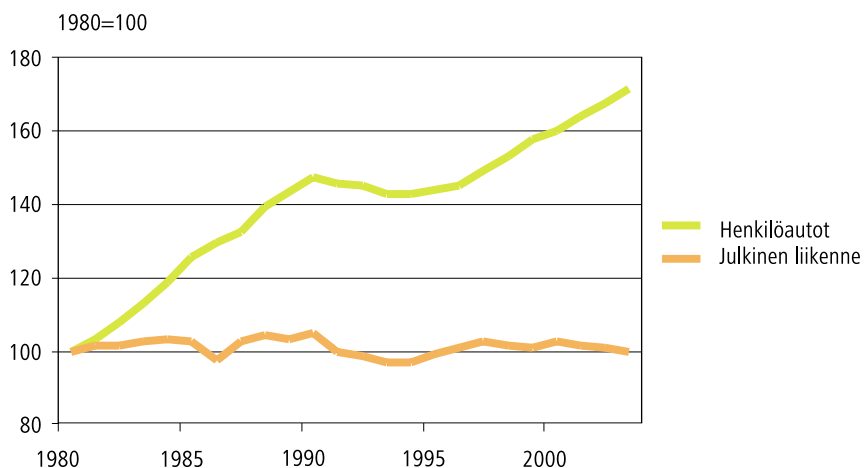


2.10.3 Matkustajaliikenne

Suomalainen käyttää matkustamiseen keskimäärin 83 minuuttia päivässä ja kulkee 45 kilometrin matkan. Noin 80 % matkasta taitetaan nykyään henkilöautolla; vielä vuonna 1980 julkisen liikenteen osuus oli puolet (Kuva 2–14). Vuoden 2003 julkisessa liikenteessä bussia käytti 60 % ja junaa 26 % matkustajista.

Suomalaiset matkustavat enemmän kuin muiden EU-maiden kansalaiset. Syinä ovat pitkät etäisyydet, hajanainen yhdyskuntarakenne ja matkat vapaa-ajan asunnoille. Matkustajaliikenteen kokonaissuorituksen on arvioitu kasvavan nykytasolta noin 30 % vuoteen 2020 mennessä.

Kuva 2–14 Joukkoliikenteen ja henkilöautoliikenteen kehitys vuosina 1980–2003. Indeksit perustuvat henkilökilometreihin; niitä oli yhteensä 48 060 miljoonaa vuonna 1980 ja 73 240 miljoonaa vuonna 2003.





Kuva 2–15 Noin kaksi kolmannesta Helsingin keskustaan suuntautuvista työmatkoista tehdään joukkoliikennevälineillä; juna käyttää päivittäin noin 132 000 matkustajaa (Kuva: Liikenne- ja viestintäministeriö).

Suosituimpana julkisen liikenteen muotona ovat siis linja-autot, joilla voi saavuttaa myös haja-asutusalueet. Junia käytetään erityisesti pitkiin kaupunkien välisiin matkoihin sekä pääkaupunkiseudun lähiliikenteessä (Kuva 2–15). Helsingissä on myös metro ja raitiotieverkko. Etelä-Suomesta Lappiin matkustetaan tavallisesti lentäen.

Suomessa on 2,6 miljoonaa autoa; määrä kasvoi 17,6 % jakson 1990–2003 aikana. Henkilöautoja on lähes 2,3 miljoonaa eli 433 tuhatta asukasta kohti. Vaikka autokannan uudistuminen on vauhdittunut, henkilöautojen keskimääräinen ikä on meillä korkeimpia vanhoissa EU-maissa.

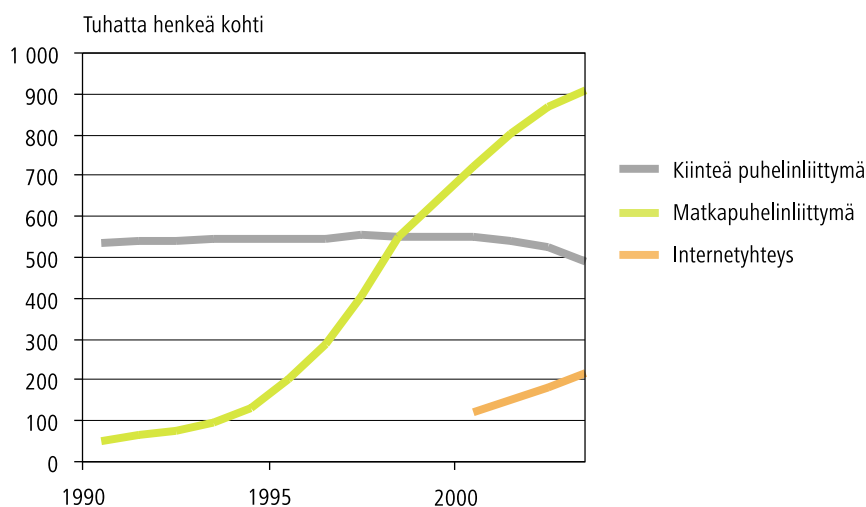
Ns. vähäpäästöisiksi luokiteltujen henkilöautojen osuus oli 63 % vuonna 2003, vuonna 1990 se oli 4 %. Muille autoille vastaavat osuudet olivat 27 % ja 0 %.

Muutto asutuskeskuksiin jatkuu Suomessa. Se suuntautuu erityisesti tietyille kaupunkialueille, joilla tehdään julkisia investointeja kevyen liikenteen kehittämiseksi. Aikuisväestö kulkee nykyään viidesosan matkoistaan pyörällä tai jalan; myös talvipyöräily on lisääntymässä.

Valtio tukee joukkoliikennettä ostamalla palveluja alan yrityksiltä. Erityisesti valtio rahoittaa tärkeää mutta liiketaloudellisesti kannattamatonta juna- ja bussiliikennettä haja-asutusalueilla.

Kuljetusverkkojen kehitys parantaa liikenneturvallisuutta. Valtioneuvosto on asettanut tavoitteeksi liikennekuolemien vähentämisen alle 250:een vuoteen 2010 mennessä. Vuonna 2003 tieliikenteessä kuoli 379 henkilöä eli noin seitsemän sataatuhatta asukasta kohti. Suomen tieturvallisuus oli mainittuna vuonna viiden parhaan joukossa Euroopassa.

Kuva 2-16 Lanka- ja matkapuhelinliittymien sekä Internet-liittymien lukumäärä Suomessa vuosina 1990–2003.



2.10.4 Tietoliikenne

Suomi on viime vuosina ollut kansainvälisissä uutisotsikoissa esillä tietoyhteiskuntana. Vuoden 2003 lopussa Suomessa oli matkapuhelinliittymiä 4,75 miljoonaa eli 909 tuhatta asukasti kohti. Internet-liittymiä oli 1,23 miljoonaa eli 235/1 000 as. (Kuva 2-16).

Suomi oli ensimmäinen maa, joka myönsi lisenssit kolmannen sukupolven matkapuhelinverkoille. Neljä operaattoria sai lisenssin ja 3G-verkkojen toiminta käynnistyi syyskuussa 2004.

Tietoliikenneteknologian kasvu jatkuu Suomessa nopeana lähivuosien ajan. Merkittävä muutos tulee olemaan radio- ja televisiolähetysten digitalisointi. Digi-TV-lähetykset alkoivat syksyllä 2001; analogiset lähetykset lopetetaan vuonna 2007.

2.11 Maatalous

Suomi on maailman pohjoisin maatalousmaa. Maaseudulla asuvien ja maataloudesta toimeentulonsa saavien määrä on kuitenkin vähentynyt nopeasti viime vuosina. Vuonna 1990 maatiloja oli 130 000, vuonna 2003 enää 74 000. Samalla keskimääräinen tilakoko kasvoi 17,3 hehtaarista 30,5 hehtaariin. Maataloustuotanto on kuitenkin pysytellyt 1990-luvun alkupuolen tasolla.

Maataloutta harjoitetaan kaikkialla Suomessa, joskin se on Lapissa pääosin porotaloutta. Koska Suomi on etelä-pohjoissuunnassa lähes 1 100 km pituinen, ilmasto vaihtelee suuresti. Termisen kasvukauden (vuorokauden keskilämpötila yli +5 °C) pituus on etelässä lähes kuusi kuukautta, pohjoisessa 2–3 kuukautta. Tehollisen lämpötilan summa vaihtelee välillä 500–1300 °C, kesän keskisadanta välillä 180–220 mm. Keski-Euroopassa kasvukausi on noin 260 vrk, Etelä-Euroopassa yli 300 vrk. Tämä tarkoittaa, että Suomen kasvukausi on liian lyhyt monille muualla viljellyille kasvilajeille ja -lajikkeille, ja hallankestävyyttä onkin meillä kehitetty. Hehtaarisadot jäävät Suomessa kuitenkin pienemmiksi kuin Keski- ja Etelä-Euroopassa. Myös ankarat talvemme pienentävät satoja ja rajoittavat syysviljojen viljelyä.



Useimmat viljatilat sijaitsevat etelässä, karjatilat ovat keskittyneet maan keski-, itä- ja pohjoisosiin. Vaikka maitoa tuotetaan kaikkialla maassa pohjoisinta Lappia myöten, päätuotantoalueet ovat Pohjanmaa, Pohjois-Savo ja Pohjois-Karjala. Näiden osuus on yli puolet Suomessa tuotetusta maidosta. Sika- ja siipikarjatilat ovat pääosin lännessä ja etelässä, samoin leipäviljaa tuottavat tilat. Rehuviljaa kasvatetaan kaikkialla paitsi Pohjois-Lapissa.

Pääosa Suomen maataloustuotannosta on peräisin perhetiloilta. Lähes 90 % toimivista tiloista on yksityisten henkilöiden omistuksessa, näistä 11 % on suurtiloja ja perheyrittäjiä. Loput ovat osakeyhtiöiden, osuuskuntien, yritysten, kuntien tai seurakuntien omistamia. Viljelijöiden keski-ikä on lähes 50 vuotta, päätoimiset maatalouden harjoittajat ovat nuorempia kuin osa-aikaiset.

Kasvinviljely on päätuotantomuotona noin puolella tiloista. Viljanviljelyn osuus on 72 %, muiden kasvien 22 %, loput ovat puutarhatiloja. Lypsykarjatalous on päätuotantomuotona 30 prosentilla tiloista. Noin 7 % on erikoistunut lihanautojen kasvatukseen, 6 % sikatalouteen. Siipikarjataloutta ja luomutuotantoa harjoittaa kumpaakin 2 % tiloista, tämän verran on myös hevostiloja. Lammas- ja porotalouden sekä metsätilojen osuudet ovat kukin prosentin luokkaa.

Käytössä olevan maatalousmaan ala oli 22 120 km² vuonna 2003. Nurmi- kasvien osuus oli 28 %, ohran 24 %, kauran 19 % ja vehnän 9 %. Nämä osuudet ovat pysyneet melko vakaina vuodesta 1990. Lypsylehmien määrä on sitä vastoin vähentynyt; vuonna 1990 se oli 490 000, vuonna 2003 enää 334 000.

Ruoka- ja juomatuotteita ostetaan Suomessa vuosittain noin 13 miljardilla eurolla. Kotimaisen maatalous- ja puutarhatuotannon arvo oli 3,4 miljardia euroa vuonna 2003. Näiden sektoreiden arvonlisä kansantaloudessa oli samana vuonna 1,2 miljardia euroa eli 1,3 % bruttokansantuotteesta. Vuonna 1990 vastaava osuus oli 3,7 %.

Maatalous ja puutarhaviljely ovat läheisesti yhteydessä elintarviketeollisuuteen, joka käyttää yli neljä viidesosaa tuotannosta. Vuonna 2003 tämän teollisuuden bruttoarvo oli 8,8 miljardia euroa eli hieman alle 9 % koko teollisuustuotannosta. Elintarviketeollisuuden arvonlisä oli 2,0 miljardia euroa, 6,3 % koko teollisuuden arvonlisästä.

Suomessa on kolme maatalouden tukimuotoa. EU:n maatalouspolitiikan (Common Agricultural Policy, CAP) mukainen tuki kasvinviljelylle ja kotieläintaloudelle liittyy kiinteästi yhteisön sisämarkkinoiden järjestelyihin. Tämä tuki maksetaan kokonaan EU:n budjetista; se muodostaa neljänneksen kaikista maatalouden tuista. Suomen ja EU:n yhdessä rahoittamien maaseudun kehitystukien osuus on noin 40 %. Kolmantena on kansallinen tuki, jonka osuus koko tukipaketista on noin kolmannes.

Maataloustuotteiden myynti muodosti 51 % viljelijäväestön tuloista vuonna 2001. Tukien osuus oli 41 %, muiden kuin maatalouteen liittyvien toimintojen osuus 9 %.

Lannoitteiden myynti maataloille väheni 10–15 % jakson 1990–2003 kuluessa. Torjunta-aineiden käyttö lisääntyi. Polttoaineiden kulutus väheni maataloudessa hieman, se oli 29 PJ vuonna 1990 ja 26 PJ vuonna 2003. Öljytuotteet ja maakaasu muodostavat nykyään noin 80 % kokonaiskulutuksesta; öljyä käytetään koneissa, kaasua erityisesti kasvihuoneviljelyssä. Loppuosa energiankulutuksesta on lähinnä puun käyttöä lämmitykseen.

2.12 Metsät

2.12.1 Metsien maa



FAO:n määritelmän mukainen Suomen metsämaiden kokonaisala on 224 837 km². Se perustuu yhdeksänteen valtakunnanmetsien inventointiin vuosina 1996–2003 sekä havaittuihin maankäytön muutoksiin koelaloilla. Tämän alan voidaan arvioida vastaavan vuoden 2000 tilannetta.

Todettakoon, että vuonna 2003 LULUCF-sektorilla raportoitu Suomen metsäala on 230 087 km².

Tämä on kansallisiin määritelmiin perustuva metsän ja kitumaiden yhteisala. Puuston hiilisisällön muutokset ovat molemmilla pinta-aloilla käytännössä samat, koska runkokuun tilavuus ei juuri muutu FAO:n määritelmään sisältymättömillä mailla – sekä kasvu että poistuma ovat näillä alueilla olemattomat.

Suomessa kasvaa noin 20 luonnonvaraista puulajia. Yleisimmät ovat mänty (*Pinus silvestris*), kuusi (*Picea abies*) sekä raudus- ja hieskoivu (*Betula pendula*, *B. pubescens*). Tavallisesti metsikössä on kaksi tai kolme valta- puulajia. Pelkkiä mäntymetsiä kasvaa kallioisilla alueilla, harjujen lailla ja rämeillä. Kuusi on vallannut erityisesti runsasarvinteisia alueita, koivu kasvaa tavallisesti sekametsissä, mutta on myös puhtaita koivikoita.

Noin puolet kaikista metsämaista on sekametsiä. Harvinaisemmat puulajit esiintyvät useimmiten yksittäisinä puina. Lounais-Suomessa ja etelärannikolla on kapea vyöhyke, jossa on tammia, vaahteroita, saarnia ja lehmuksia.

Noin kolmannes Suomen metsistä uudistetaan nykyään luontaisesti, kaksi kolmannesta keinotekoisesti. Luonnollinen uudistaminen perustuu siemenpuiden jättämiseen hakkuualueelle. Keinotekoisessa uudistamisessa alue kylvetään tai istutetaan päätehakuun jälkeen. Vuosittain Suomen metsiin istutetaan yli 150 miljoonaa tainta.

2.12.2 Metsävarat ja metsänhoito

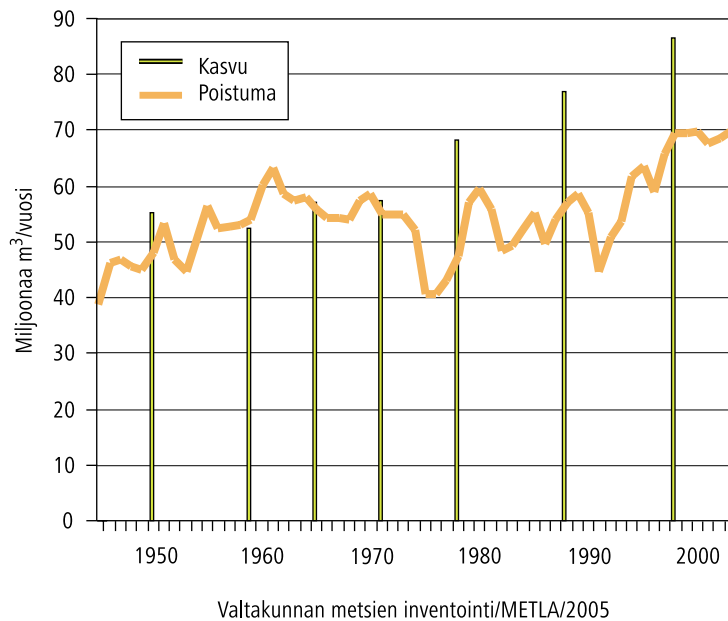
Suomen metsien puuston kokonaistilavuus oli 2,09 miljardia kuutiometriä vuonna 2003. Kasvu on pitkään ollut suurempi kuin hakkuut ja luonnonpoistuma (Kuva 2–17). Jakson 1990–2003 aikana kasvu vaihteli välillä 74–87 milj. m³/vuosi, kokonaispoistuma välillä 45–70 milj. m³/vuosi. Kokonaispoistuma sisältää hakkuukertymän, hakkuutähteet ja luonnonpoistuman. Vuotuisesta hakkuualueesta noin puolet on harvennushakkuuta, toinen puoli hakataan avoimeksi tai siemenpuuasentoon.

Kasvun lisäys on mahdollistanut myös hakkuiden lisäämisen. Kasvu on kiihtynyt metsänhoidon kehittymisen ja parannustoimien kuten ojitusten myötä. Noin puolet Suomen alkuperäisestä suoalasta on ojitettu metsätaloudellisista syistä. Nykyään luonnontilaisia soita ei enää ojiteta, mutta kunnostusojituksia tehdään aiemmin ojitetuilla alueilla. Kaikkiaan metsien kasvu on lisääntynyt 1950-luvun alkupuolelta lähtien noin 30 miljoonalla kuutiometrillä vuodessa eli runsaat 50 prosenttia.

Hakkuukertymä Suomen metsistä oli 61,1 milj. m³ ja kokonaispoistuma 69,9 milj. m³ vuonna 2003. Vuonna 1990 vastaavat luvut olivat 48,9 and 55,1 milj. m³.

Viime vuosisadan alkupuolelle asti puuta käytettiin Suomessa pääasiassa polttoaineena. Nykyään polttopuun osuus on vain noin 5 % puun kokonaiskulutuksesta. Teollisuuden raakapuusta kemiallinen selluteollisuus

Kuva 2–17 Puuston vuotuinen kasvu ja poistuma Suomen metsissä jaksolla 1946–2003.



käytti 44 %, sahat 35 %, mekaaninen selluteollisuus 15 % sekä vaneri- ja muu teollisuus 6 %.

Vuosittain hakatun raakapuun arvo on viime aikoina ollut 1,3–1,8 miljardia euroa. Noin 80 % tästä summasta palautuu yksityisille metsänomistajille, joita on noin 400 000. Yhteiskunnan muutokset ovat vaikuttaneet myös metsien omistukseen; yhä useammat metsänomistajat ovat kaupunkilaisia, joiden pääasiallinen toimeentulo on muualla. Myös naismetsänomistajien lukumäärä on kasvussa.

Metsänomistajille on tarjolla hyvät asiantuntijapalvelut. Suomessa on noin 250 metsänhoitoyhdistystä, joilta saa metsänhoitoa ja hakkuita koskevia tietoja ja muita palveluja. Yhdistysten laissa määritelty tehtävä on edistää yksityismetsien hoitoa ja taata samalla metsänhoidon taloudellinen, ekologinen ja sosiaalinen kestävyys.

Puunkorjuu on pitkälle koneistettu, vain erityistilanteissa sovelletaan muita menetelmiä. Metsäteollisuuden yritykset ostavat puun yleensä pysytkäppana, jolloin yritys siis vastaa puunkorjuusta. Metsänomistaja voi myös tehdä hankintakaupan ja hoitaa itse puutavaran tienvarteen.

Metsäteollisuuden yrityksillä ei ole omia puunkorjuukoneita, vaan ne käyttävät pieniä aliorakoitsijoita. Hakkuu perustuu ns. lajittelumenetelmään. Runko katkotaan heti kaadon jälkeen saha- ja kuitupuuksi, laadun ja läpimitan mukaan. Raakapuun kuljetus muodostaa merkittävän osan kaikista kuljetuksista Suomen teillä; vuotuinen kuljetusmäärä on noin 60 miljoonaa tonnia.

Hakkuiden lisäksi metsätalouteen sisältyvät hoito- ja uudistustoimet. Metsien uudistamiseen, taimikoiden hoitoon, lannoitukseen, kunnostusojituksiin ja metsäteiden rakentamiseen käytetään vuosittain noin 200 milj. euroa. Valtion tuki kattaa tästä neljänneksen, metsänomistajat maksavat kolme neljänestä.

2.12.3 Kansallinen metsäohjelma



Valtioneuvosto hyväksyi Suomen kansallisen metsäohjelman maaliskuussa 1999. Ohjelma on laadittu täyttämään kansainvälisen metsäpolitiikan vaatimukset, mutta sillä on kauaskantoisia vaikutuksia myös Suomessa.

Kansallisen metsäohjelman visiona on kestävä metsänhoito Suomessa vuonna 2010:

- Metsät turvaavat kestävä kehityksen
- Metsät ovat terveet ja monimuotoiset
- Metsätalous kannattaa ja työllistää
- Metsistä saadaan virkistystä ja henkistä pääomaa
- Suomalainen metsäosaaminen on huippuluokkaa
- Suomi on aktiivinen kansainvälisessä metsäpolitiikassa.

Ohjelman toteuttaminen ja seuranta perustuu laajaan yhteistyöhön julkisen ja yksityisen sektorin välillä. Kokonaisvastuu on maa- ja metsätalousministeriön johtamalla metsätoimikunnalla. Siinä samoin kuin kolmessa toista alueellisessa metsätoimikunnassa ovat edustettuina hallinnon eri sektorit, teollisuus, kansalaisjärjestöt ja asiantuntijaorganisaatiot.

Metsätalouden investoinnit ja tuotantokapasiteetti ovat kehittyneet kansallisen metsäohjelman suuntaviivojen mukaisesti. Metsänhoitoon ja parannustoimiin investoidaan nyt vuosittain noin 250 milj. euroa eli 50 milj. euroa enemmän kuin vuonna 1998. Kotimaisen raakapuun teollinen käyttö ei kuitenkaan ole viime vuosina kasvanut, vaikka metsäteollisuuden tuotantokapasiteetti on lisääntynyt. Metsäohjelmassa asetettu käyttötavoite vuodelle 2003 oli 68 milj. m³. Raakapuun tuonti on merkittävästi noussut, pääosa tulee Venäjältä. Vuonna 2000 metsähakkeen käyttö energiantuotantoon oli 0,7 milj. m³, vuonna 2003 se oli jo 2,1 milj. m³.

2.12.4 Metsien suojelu

Puuntuotannon ohella on viime vuosikymmeninä kiinnitetty erityistä huomiota metsien suojeluun ja monimuotoisuuteen. Monien ohjelmien ja päätösten pohjalta on suojeltujen metsien ala kolminkertaistunut 1970-luvun alkupuoleen verrattuna. Suojelutason määrittelystä riippuen Suomen metsistä oli vuonna 2002 suojelun piirissä 4,1–7,7 %, kaikista metsä- ja kitumaista 7,2–12,1 %.

Syksyllä 2002 hyväksyttiin Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelma (METSO). Sitä johtavat yhdessä maa- ja metsätalousministeriö ja ympäristöministeriö. Ohjelmaan sisältyy mm. luonnonarvokauppa, joka käynnistyi Satakunnassa vuonna 2003. Tähän käytettiin mainitun vuoden aikana 0,4 milj. euroa; yli 140 maanomistajaa suojeli 228 hehtaaria metsiä kymmeneksi vuodeksi. Suojellut alueet ovat pääosin runsaslahopuustoisia kangasmetsiä.

Yhtenä METSON keskeisistä tavoitteista on metsien monimuotoisuuden suojelu maanomistajien omien aloitteiden ja vapaaehtoisuuden pohjalta. Ohjelmaa johtavat ministeriöt järjestivät kaksivaiheisen tarjouskilpailun suojeltavista kohteista vuonna 2003. Lisäksi Suomen ympäristökeskuksen hankkeessa tutkitaan yhteistyöverkkojen evaluointia.

Kestävä metsänhoidon indikaattorien tarkistaminen käynnistyi syksyllä 2003. Aiemmat indikaattorit olivat vain vuodelta 2001, mutta tarkistus katsottiin välttämättömäksi, koska tutkimustieto ja kansainvälinen yhteistyö oli-

vat luoneet uusia näkökulmia asiaan. Suomalaiset indikaattorit perustuvat yhteiseurooppalaisiin kestävänsä metsänhoidon kriteereihin ja indikaattoreihin, jotka oli päivitetty ministerikonferenssissa Wienissä vuonna 2003.

2.13 Jäte

2.13.1 Jätteen synty ja käsittely

Suomessa syntyi jätteitä ja niihin rinnastettavia sivutuotteita vuonna 2003 noin 119 miljoonaa tonnia (Taulukko 2–3). Suurimmat erät olivat rakentamisessa kertyvät ylijäämämaat (32,7 Mt), kaivos- ja louhustoiminnassa syntyvä sivukivi, rikastushiekka ja muu maa-aines (25,0 Mt), maatalouden lanta ja olki (21,3 Mt) sekä metsätalouden hakkuutähteet (23,0 Mt). Teollisuudessa jätteitä kertyi vuonna 2003 kaikkiaan 12,0 milj. tonnia, josta suurimpina erinä puu- ja kuorijätteet, metallien jalostuksen ja metallituotteiden valmistuksen kuonat, kemianteollisuuden jätteet (erityisesti kipsi)

Taulukko 2–3 Jätteiden kertymät ja käsittely Suomessa 2003.

Toimiala	Yhteensä	Josta hyödynnetty		Käsitelty muulla tavoin	Kaato- paikalle
		Aineskäyttö	Energia- käyttö		
1 000 tonnia					
Tuotannon jätteet					
Maatalous ¹⁾	21 300	21 140	–	–	160
Metsätalous ²⁾	22 950	–	1 400	21 550 ³⁾	–
Mineraalien kaivu	25 000	6 000	–	19 000 ⁴⁾	–
Teollisuus	11 953	3 092	4 110	663	4 088
Energiatuotanto	1 488	750	11	–	727
Rakentaminen	34 120	9 240	–	24 360	520
– Talonrakentaminen ⁵⁾	1 420	540	–	360	520
– Jättemaa ⁶⁾	32 700	8 700	–	24000 ⁹⁾	–
Yhdyskuntajätteet	2 325	663	207	55	1 400
– josta:					
Kotitalousjäte	981	299	91	25	566
Muu kiinteä yhdyskuntajäte	1 344	364	116	30	834
Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamojen liete⁷⁾	150	96	2	42	10
Yhteensä	119 286	40 981	5 730	65 670	6 905
– josta:					
Ongelmajäte	1 310	179	103	273	755
Pakkausjäte ⁸⁾	451	221	55	14	161

¹⁾ Lanta, märkäpaino, ²⁾ Hakkuutähde, tuorepaino, ³⁾ Metsään jäävä osa, ⁴⁾ Läjitys, sedimentointi, ⁵⁾ Ilman jättemaata, ⁶⁾ Arvio, ⁷⁾ Kuiva-aineksi laskettuna, ⁸⁾ Ilman uudelleenkäytettyjä pakkauksia, ⁹⁾ Maankaatopaikat, ml. kaatopaikat



sekä elintarviketeollisuuden nestemäiset jätteet. Erityisesti väkilukuun suhteutettuna Suomen jätemäärä on eurooppalaisittain korkea.

Kiinteän yhdyskuntajätteen määrä oli 2,3 milj. tonnia. Edellä mainittuja pienempiä jätemääriä olivat energiantuotannon tuhka ja kuona, uudis- ja purkurakentamisen materiaalit sekä jäteveden puhdistuksen lietteet.

Jätteistä hyödynnetään koko kansantaloudessa noin 40 prosenttia eli noin 50 milj. tonnia. Suurina määrinä hyödynnetään erityisesti ylijäämämaita, lantaa ja olkia. Teollisuus hyödynsi jätteistään noin 70 % joko energiana tai raaka-aineena. Yhdyskuntajätteestä hyödynnettiin vuonna 2003 runsas kolmannes, kuten myös rakennus- ja purkujätteestä.

Teollisuuden jätteistä yli puolet on peräisin metsäteollisuudesta. Toimialoista seuraavina ovat suuruusjärjestyksessä kemian teollisuus, metallien jalostus ja metallituotteiden valmistus, elintarviketeollisuus ja ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus. Muutokset jätemäärien kertymisessä ja jätemäärien suhteellisissa osuuksissa olivat viime vuosikymmenellä jopa yllättävän vähäisiä. Ne olivat pikemminkin suhdannevaihteluja tai tuotannon volyyminmuutoksia kuin rakenteellista muutosta jätteen tuotossa tai -tuotannossa.

Yhdyskuntajäte koostuu pääosin pakkauksista, orgaanisesta jätteestä ja jät-paperista. Vuosittain yhdyskuntajätettä syntyy Suomessa lähes 500 kiloa asukasta kohti, tästä kotitalouksissa vajaan 200 kiloa. Runsas kolmannes yhdyskuntajätteestä siis hyödynnetään, loppu (1,6 Mt) päättyy kaatopaikoille.

Pakkauksia käytettiin Suomessa 1,2 milj. tonnia vuonna 2003. Koska noin kaksi kolmasosaa kierrätetään tai hyödynnetään muulla tavalla, todellinen pakkausjätteen määrä on noin 0,45 milj. tonnia vuodessa. Yli puolet pakkausjätteestä on paperia tai kuitua, vaikka näiden osuus pakkausmateriaaleista on selvästi tätä pienempi. Jätteen uusiokäyttö on Suomessa Euroopan korkeimpia, noin 75 % vuonna 2003.

Pullojen ja tölkkien kierrätysaste on nykyisin noin 98 %. Palautus ja uudelleenkäyttö säästää raaka-aineita, pienentää pakkausteollisuuden päästöjä, vähentää roskaantumista ja kaatopaikoille päätyvän pakkausjätteen määrää.

Kaatopaikat ovat yhä tärkeitä jätteen sijoitus- ja käsittelypaikkoja. Niiden lukumäärän supistaminen, käsittelytason parantaminen ja kaatopaikoille viedyn biojätteen voimakas vähentäminen ovat eurooppalaisen jätehuollon tavoitteita. Vuoden 2001 alussa Suomessa oli 276 toimivaa kaatopaikkaa, kymmenen vuotta aiemmin määrä oli ollut kaksinkertainen. Toiminnassa olevia ja suljettuja kaatopaikkoja on Suomessa kaikkiaan lähes 1900. Erilaisia tuotannosta ja kulutuksesta syntyneitä jätteitä vietiin vuonna 2000 kaatopaikoille yhteensä lähes 8 milj. tonnia. Noin 60 % tästä jätteestä oli peräisin teollisuudesta.

Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilla syntyi vuonna 2000 lietettä kuiva-aineena ilmaistuna 0,16 milj. tonnia, todellinen määrä eli märkäpaino oli noin 1,1–1,2 milj. tonnia. Lietettä käytetään maanparannusaineena viherrakentamisessa ja maataloudessa, kaatopaikoille viedään alle kymmenesosa.

Vuonna 2000 syntyi ongelmajätettä 1,2 milj. tonnia. Suurimpia ryhmiä ovat metallurgian ja orgaanisen kemian prosessijätteet, jäteöljyt, liuottimet ja termisten prosessien jätteet. Osa ongelmajätteistä käsitellään tai hyödynnetään syntypaikalla jätteen tuottajan toimesta, osa käsitellään valtakunnallisessa ongelmajätelaitoksessa tai muissa käsittelylaitoksissa.

Kiinteän yhdyskuntajätteen käsittelyn strategia perustuu Suomessa polttokelpoisen jätteen erottamiseen syntypaikalla sekä biojätteen erilliskäsittelyyn. Jälkimmäinen tapahtuu lähinnä kompostoimalla. Lisäksi Suo-

messä on yksi anaerobinen mädätyslaitos, joka käsittelee noin 25 000 tonnia biojätettä ja 15 000 tonnia lietettä vuodessa.

Myös kiinteän yhdyskuntajätteen polttolaitoksia on Suomessa tällä hetkellä vain yksi, kapasiteetiltaan 50 000 tonnia vuodessa. Lisäksi syntypaikalla erotettua yhdyskuntajätettä käytetään energiantuotantoon yhteispoltoissa sekä teollisuuden että yhdyskuntien sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa.

Orgaanista jätettä käsiteltiin vuonna 2002 noin 140 000 tonnia biojätelaitoksissa. Tämä määrä oli noin 15 % kaikesta orgaanisesta jätteestä. Vuonna 2002 oli toiminnassa noin 50 biojätelaitosta, vuonna 2008 niitä tulee olemaan noin 80.

Jätevero korotettiin 23 euroon tonnilta vuoden 2003 alussa. Erillisenä kerätty orgaaninen jäte ja puhdistamoliete on jätetty verotuksen ulkopuolelle, jotta näiden jätemuotojen biologista käsittelyä voitaisiin edistää.

2.13.2 Valtakunnallinen jätesuunnitelma

Hallituksen hyväksymä valtakunnallinen jätesuunnitelma tuli voimaan syyskuussa 2002. Sitä tullaan noudattamaan vuoden 2005 loppuun tai siihen asti, kun uusi jätesuunnitelma hyväksytään. Suunnitelma perustuu jätelakiin ja EU:n jätedirektiiveihin. Suunnitelmassa on kuvattu jätehuollon nykyinen toimintakenttä Suomessa ja asetettu määrällisiä ja muita tavoitteita vuodelle 2005.

Määrällisillä tavoitteilla pyritään vähentämään jätteiden syntyä ja tehostamaan niiden hyödyntämistä. Tavoitteet vaihtelevat jätetyypeittäin. Yhdyskunta-, teollisuus- ja rakennusjätteiden määriä tulisi vähentää 15 % vuoteen 2005 mennessä, kun lähtökohtina ovat BKT:n kasvulla korjatut vuoden 1994 jätemäärät. Myös ongelmajätteen vähentämistavoite on 15 %, mutta vertailuvuosi on 1992.

Vuonna 2005 tulisi yhdyskunta-, teollisuus- ja rakennusjätteestä hyödyntää 70 %, ongelmajätteestä vähintään 30 %. Saastuneiden maa-alueiden lukumäärän vähentämiselle ei ole asetettu numeerista tavoitetta, mutta uusia ei saisi syntyä.

Muiden tavoitteiden osalta mainittakoon ongelmajätteiden synnyttämien riskien pienentäminen sekä jätteistä tai jätehuollosta aiheutuvien ympäristö- ja terveysriskien estäminen. Jätesuunnitelmassa asetetut tavoitteet ovat lähinnä ohjeellisia eivätkä sitovia. Ne on kuitenkin haluttu ilmaista niin konkreettisesti, että ne antavat yhteiskunnan eri sektoreille selkeän viestin toimia jätteiden syntyä vähentävällä ja ehkäisevällä tavalla.

Jätesuunnitelman tavoitteiden saavuttaminen voi osoittautua kaikille osapuolille edulliseksi, koska näin voidaan vähentää huomattavasti raaka-aineiden ja energian kulutusta. Samalla päästöt vähenevät.

Uusi valtakunnallinen jätesuunnitelma on valmisteilla ja työ on tarkoitus saada päätökseen vuoden 2006 aikana. Painopiste tulee siirtymään kohti teollista ekologiaa ja jätteiden synnyn ehkäisyä.



3 Kasvihuonekaasujen inventaario

3.1 Suomen kansallinen järjestelmä

Kioton pöytäkirjan artiklan 5.1 mukaan pöytäkirjan osapuolilla on oltava käytettävissään kansallinen arviointijärjestelmä (National System) kasvihuonekaasujen päästöjen ja nielujen arvioimista, raportointia ja raportoinnin arkistointia varten viimeistään vuoden 2006 lopussa. Euroopan parlamentin päätöksen 280/2004 mukaan kyseinen kansallinen järjestelmä tuli perustaa jo vuoden 2005 loppuun mennessä. Suomi oli ensimmäisiä maita, jotka perustivat kyseisen kansallisen arviointijärjestelmän. Valtioneuvoston 30. tammikuuta 2003 tekemän periaatepäätöksen mukaisesti järjestelmä aloitti toimintansa 1.1.2005. Tilastokeskus nimettiin Suomen kansallisen järjestelmän¹ vastuuyksiköksi ja sen lainsäädännöllisen aseman määrittävät edellä mainittu periaatepäätös, ympäristöministeriön ja Tilastokeskuksen sopimus sekä Tilastokeskusta koskevat säädökset (48/1992, 280/2004).

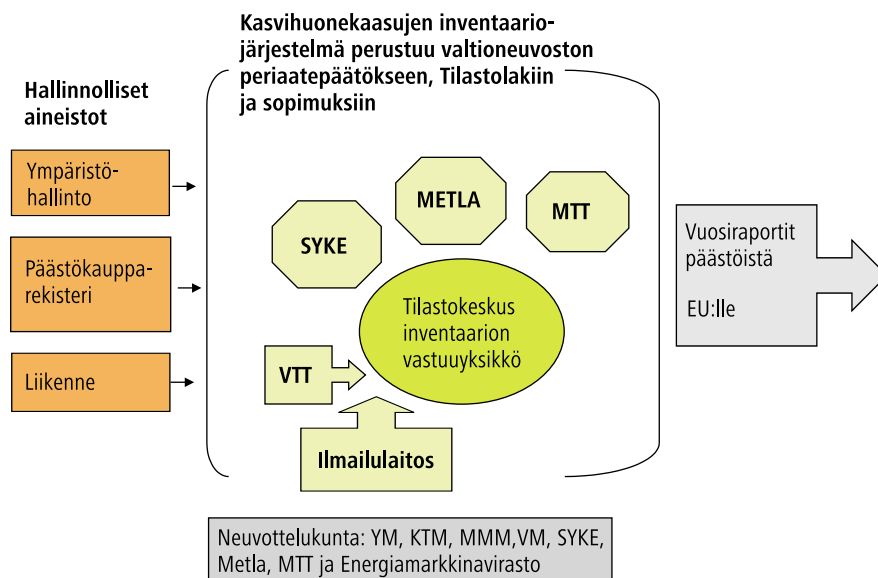
Kansallisen järjestelmän rakenne on esitetty kuvassa 3-1. Tilastokeskus vastaa inventaarion kokoamisesta ja julkistamisesta. Lisäksi Tilastokeskus tuottaa energiasektorin ja teollisuusprosessien (paitsi F-kaasut: HFC, PFC ja SF₆) päästöarviot. Suomen ympäristökeskus (SYKE) laskee F-kaasujen ja jätesektorin sekä liuottimien ja muiden tuotteiden käytöstä aiheutuvat NMVOC-päästöt. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT) arvioi maatalouden päästöt sekä LULUCF-sektorilla (Land Use, Land-Use Change and Forestry; maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous) raportoitavat maatalousmaiden CO₂-päästöt. Metsäntutkimuslaitoksella (Metla) on yleisvastuu LULUCF-sektorin päästöarvioista, VTT ja Finavia (entinen Ilmailulaitos) tuottavat tietoja liikenteen päästöarvioita varten.

Inventaarion valmisteluun osallistuvien asiantuntijalaitosten roolit ja vastuut on määritelty Tilastokeskuksen ja asiantuntijalaitosten välisissä sopimuksissa. SYKE:n, MTT:n ja Metlan osalta voimavarat inventaarion valmisteluun ohjataan asianomaisten ministeriöiden (YM ja MMM) tulossopimusten kautta. VTT:n ja Finavian tehtävät perustuvat vuotuisiin toimeksiantosopimuksiin Tilastokeskuksen kanssa; pitkäaikaiset puitesopimukset takaavat yhteistyön jatkuvuuden. Lisäksi muut ilmastopolitiikan valmisteluun osallistuvat ministeriöt huolehtivat, että niiden hallinnonalalla kerätyt tiedot ovat inventaarion käytettävissä.

Valtioneuvoston periaatepäätöksen mukaisesti ministeriöt tuottavat kansainvälisiin raportointeihin tarvittavan tiedon ilmastopolitiikan sisällöstä, toimeenpanosta ja vaikutuksista. Tilastokeskus on tehnyt yhteistyösopimukset

¹ Suomen kansallisen järjestelmän yksityiskohtainen rakenne on kuvattu inventaarioyksikön nettisivuilla: <http://www.stat.fi/tup/khkinv/index.html>

Kuva 3–1 Suomen kansallinen kasvihuonekaasujen inventaariojärjestelmä.



asianomaisten ministeriöiden kanssa. Menettely vastaa horisontaalisesti organisoitua suomalaisen ilmastopolitiikan valmistelua. Tilastokeskus avustaa ministeriöitä kansainvälisen raportoinnin teknisessä valmistelussa.

Kaikki mukana olevat asiantuntijalaitokset ovat jäseninä inventaariotyöryhmässä, joka tukee vuotuisen inventaation tuottamista. Tilastokeskus on myös perustanut neuvottelukunnan, johon on kutsuttu asiantuntijalaitosten ja ministeriöiden edustajat. Neuvottelukunta hyväksyy kansallisen järjestelmän laskentaprosessia kuvaavien protokollien muutokset ja tarkastelee inventaariossa saavutettua laatutasoa². Lisäksi neuvottelukunta koordinoi inventaation ja raportoinnin kehittämistä palvelevaa tutkimusta sekä alan kansainvälistä yhteistyötä (UNFCCC, IPCC, EU), mukaan lukien inventaation tutkimukset.

Tilastokeskuksen Kasvihuonekaasujen inventaarioyksikössä työskenteli seitsemän henkilöä syyskuussa 2005.

Vuotuisen inventaation laadintaa ohjaavat sille asetetut periaatteet: läpinäkyvyys, johdonmukaisuus, vertailtavuus, kattavuus, tarkkuus ja oikea-aikaisuus. Menetelmät, aktiviteettidatan (päästömäärien arvioinnissa käytetyt lähtötiedot) keruu ja päästökerrointen valinta noudattavat Hallitusten välisen ilmastopaneelin (IPCC) ohjeita (Revised 1996 IPCC Guidelines, IPCC Good Practice Guidance). Suomen inventaariossa ovat vaativimmat Tier 2- ja Tier 3 -tason menetelmät yleisesti käytössä. Useimmissa päästöluokissa on käytettävissä yksityiskohtainen aktiviteettidata; päästökertoimet ja muut pa-

2 Tilastokeskus hyväksyy kansallisen inventaation itsenäisesti, ministeriöiden virallista kannanottoa ei tarvita. Tilastokeskus tulee myös tuottamaan raportin, jonka perusteella Suomen sallittu päästömäärä kiinnitetään. Tämän raportin hyväksyy hallitus.

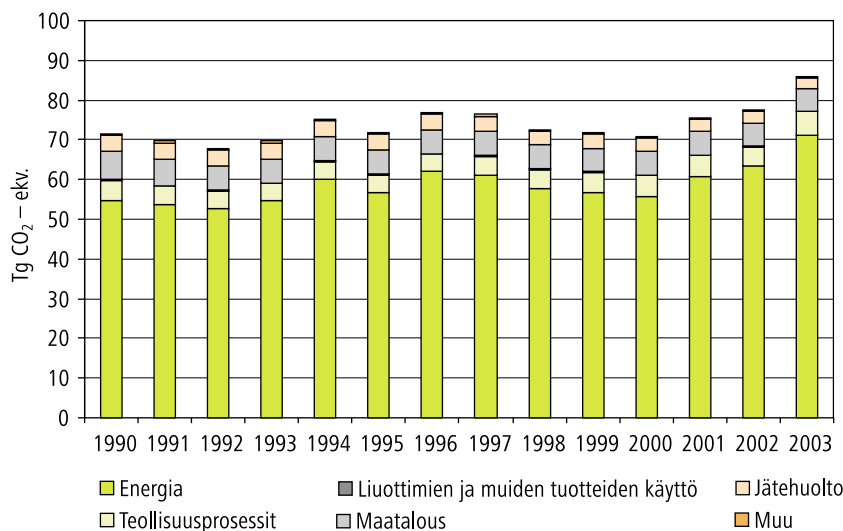
rametrit perustuvat suomalaisiin tutkimustuloksiin. Energian ja teollisuusprosessien sektoreilla käytetään laitos- ja prosessikohtaisia tietoja. Menetelmät, aktiviteettidatan keruu, päästökertoimet ja muut parametrit on yksityiskohtaisesti määritelty raportointiasiakirjoissa, jotka on liitetty Suomen kansallisen järjestelmän kuvauksiin (ks. alaviite 1).

3.2 Suomen kasvihuonekaasupäästöt

Yhteenveto Suomen kasvihuonekaasujen päästöistä ja nieluista³ vuosina 1990–2003 on esitetty kuvassa 3–2. Yksityiskohtaisempia tietoja on tämän raportin liitteen 1 taulukoissa. Suomen kokonaispäästöt vuonna 2003 olivat 86,0 Tg CO₂-ekv., mikä oli 20 % (14,5 Tg) enemmän kuin vuonna 1990.

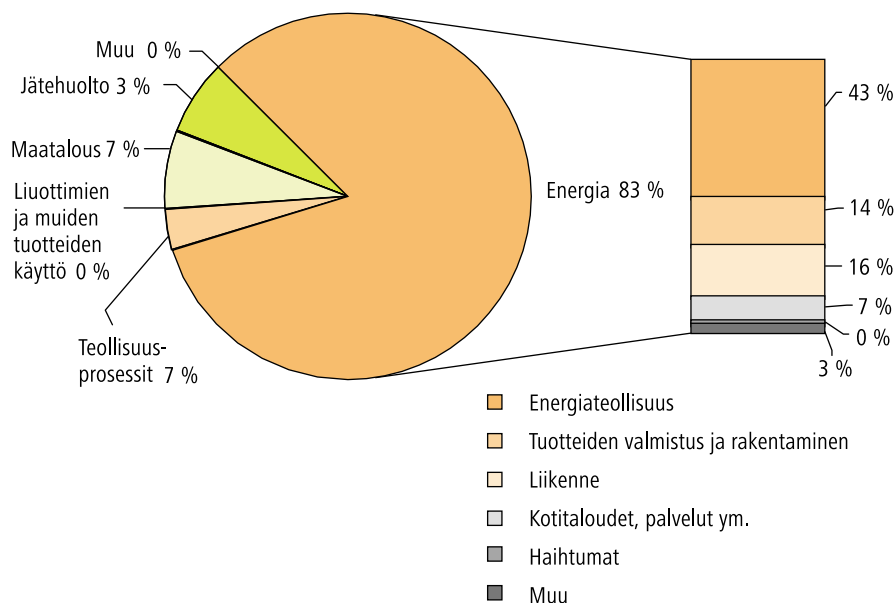
Energiasektori on Suomen merkittävin kasvihuonekaasujen lähde; sen osuus vuoden 2003 kokonaispäästöistä oli 83 % (Kuva 3–3). Tämän sektorin korkeaan osuuteen vaikuttavat useat tekijät, mm. Suomen teollisuuden energiaintensiivisyys, suuri lämmitysenergian tarve, pitkät kuljetusetäisyydet ja harva asutus. Energiaperäiset hiilidioksidipäästöt vaihtelevat vuosittain pääasiassa taloudellisten suhdanteiden, energihuollon rakenteen ja sääolojen myötä. Näistä syistä energiasektorin CO₂-päästöt kasvoivat 16,2 Tg (+30 %) vuodesta 1990 vuoteen 2003, mutta vain 8,3 Tg (+15 %) vuodesta 1990 vuoteen 2002. Energiasektorin kaikki kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 2003 noin 16,8 Tg CO₂-ekv. suuremmat kuin vuonna 1990.

Kuva 3–2 Suomen kasvihuonekaasutase vuosina 1990–2003. Päästöt on jaoteltu sektoreittain.



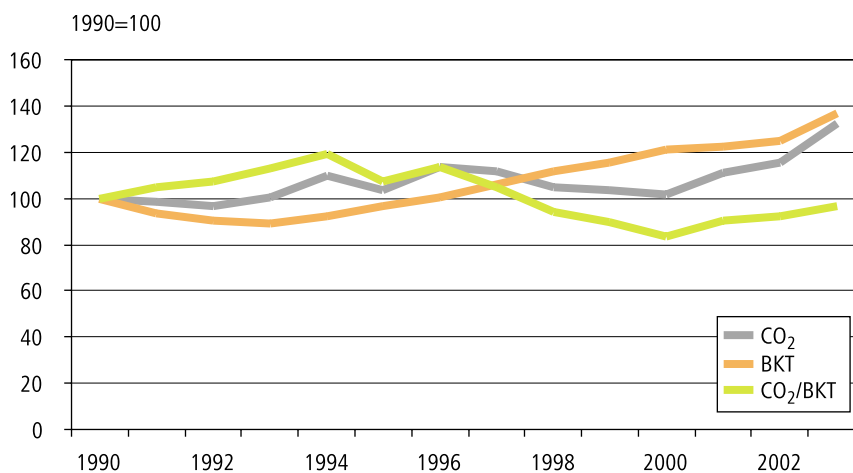
3 Tässä Maaraportissa esitetyt päästöt ja nielut ovat samat kuin Euroopan unionille tammi-kuussa 2006 toimitetussa raportissa (Draft Report to facilitate the estimation of Finland's assigned amount under the Kyoto Protocol). Ilmastopimukselle 15.4. 2006 toimitetussa virallisessa vuoden 2006 inventaarioraportissa esitetyt luvut ovat tarkentuneet jonkin verran tässä esitetyistä luvuista. Uusin inventaarioraportti löytyy Tilastokeskuksen internetsivuilta: www.tilastokeskus.fi/kasvihuonekaasut.

Kuva 3–3 Suomen kasvihuonekaasupäästöjen lähteet sektoreittain vuonna 2003. Suuren osuutensa takia energiasektorin päästöt on jaoteltu edelleen.



Suomen talouden hiilidioksidi-intensiivisyys kasvoi 1990-luvun alkupuolella, mutta laski vuosikymmenen jälkipuoliskolla (Kuva 3–4). Tämä lasku johtui erityisesti energiateollisuuden voimakkaasta kasvusta. Intensiivisyys oli matalin vuonna 2000, mutta on sen jälkeen kasvanut. Tämän syynä on ollut energihuollon rakenteen muutos; vesivoiman niukkuus pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla kasvatti hiilen ja muiden fossiilisten polttoaineiden osuutta sähköntuotannossa. Tämä näkyi myös Suomen kasvihuonekaasupäästöjen selvänä lisääntymisenä erityisesti vuonna 2003.

Kuva 3–4 Suomen CO₂-päästöt, bruttokansantuote ja talouden energiaperusteinen CO₂-intensiivisyys vuosina 1990–2003.



Teollisuusprosessien päästöt (CO₂, CH₄, N₂O ja F-kaasut) olivat vuonna 2003 noin 7 % Suomen kokonaispäästöistä. Prosessiteollisuuden päästöt ovat kasvaneet noin 9 % (~0,5 Tg CO₂-ekv.) vuoden 1990 tasosta, mutta niiden osuus kaikista kasvihuonekaasupäästöistä on pysynyt lähes ennallaan. Liuottimien ja muiden tuotteiden osuus päästöistä on Suomessa pieni, vain noin 0,1 %.

Maatalous on myös merkittävä kasvihuonekaasujen päästölähde Suomessa. Vuonna 2003 tämän sektorin osuus kokonaispäästöistä oli noin 6,7 % (5,7 Tg CO₂-ekv.). Maatalouden päästöt ovat CH₄ - ja N₂O- päästöjä ja ne ovat laskeneet yli 19 % vuodesta 1990; syinä ovat olleet orgaanisten viljelysmaiden alan, karjan lukumäärän ja typpilannoitteiden käytön väheneminen. Myös lannan käsittelymenetelmät ovat muuttuneet. Suomen EU-jäsenyys on johtanut moniin muutoksiin maatalous- ja tukipolitiikassa.

Jätesektori tuotti 3,2 % (2,8 Tg CO₂-ekv.) Suomen päästöistä vuonna 2003. Nämä CH₄ - ja N₂O-päästöt ovat laskeneet yli 30 % vuodesta 1990. Kehityksen taustalla on vuoden 1993 jätelainsäädäntö.

LULUCF-sektori on kokonaisuutena hiilidioksidin nielu, jonka suuruus on noin viidennes muiden sektoreiden kaikista päästöistä. Metsien hiilivarasto on kasvussa; vuonna 2003 tämän sektorin nettohielu oli 17,8 Tg CO₂-ekv.

3.3 Päästöt sektoreittain

3.3.1 Energia

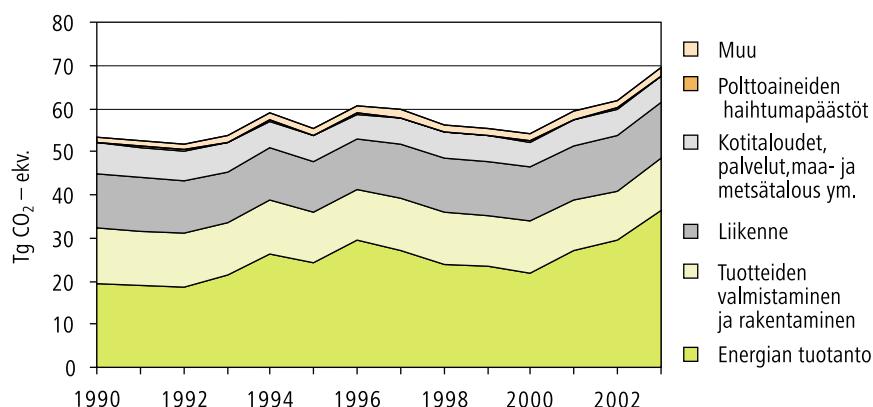
Energiantuotanto on keskeisin ihmistoiminnan kasvihuonekaasupäästöjen lähde Suomessa. Vuonna 2003 energiasektorin päästöt olivat 71,3 Tg CO₂-ekv. eli selvästi suurimmat jakson 1990–2003 aikana. Valtaosa päästöistä oli fossiilisten polttoaineiden käytössä vapautunutta hiilidioksidia, jonka määrä vuonna 2003 oli 69,6 Tg eli 80,9 % kaikista Suomen kasvihuonekaasupäästöistä.

Kuten aiemmin todettiin, kuivuudesta johtunut alhainen vesivoiman tuotanto pohjoismaisille sähkömarkkinoille oli keskeisin syy vuoden 2003 korkeaan päästötasoon. Sähkön tuotanto Suomessa kasvoi 12 % edellisvuoteen verrattuna. Hiilen käyttö lisääntyi yli 40 %, mikä vastaa runsaan viiden teragramman CO₂-päästöjä. Sähkön nettotuonti väheni 59 % ja kotimaisen vesivoiman tuotanto 12 %. Vuonna 2002 sähkön nettotuonti Ruotsista oli 4,0 TWh, vuonna 2003 nettovienti oli 6,4 TWh. Venäjältä Suomi toi vuonna 2002 sähköä 7,9 TWh, kun määrä vuonna 2003 oli 11,3 TWh.

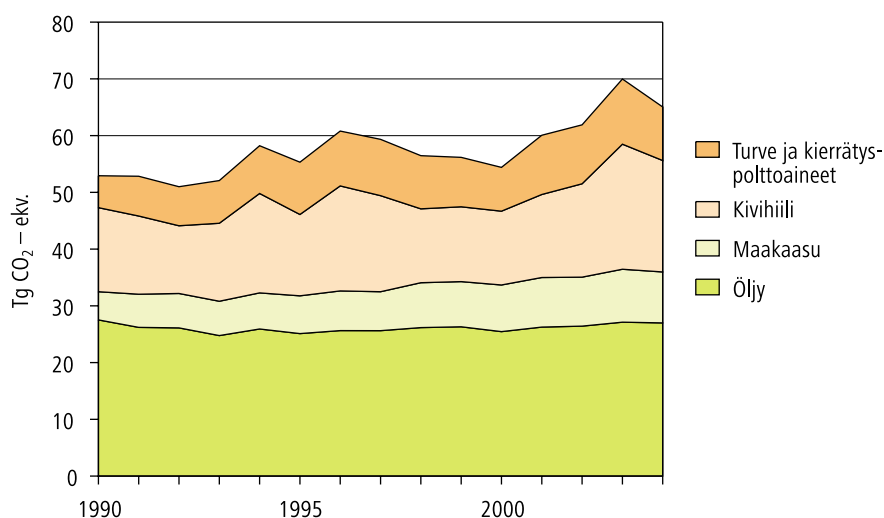
Energiasektorin N₂O-päästöt olivat 1,4 % Suomen kaikista kasvihuonekaasupäästöistä vuonna 2003. Ne syntyivät lähinnä leijupetipoltossa ja liikenteessä. Energiasektorin CH₄-päästöt johtuivat pääasiassa epätäydellisestä palamisesta, niiden osuus valtakunnan kokonaispäästöistä oli vain 0,5 %. Polttoaineiden haihtuma- ja karkauspäästöjen (CO₂ ja CH₄) osuus oli 0,2 % kokonaispäästöistä, niiden lähteinä olivat hajapäästöt ja soihdutus öljynjalostamoilla ja muoviteollisuudessa sekä maakaasun siirto ja jakelu.

Energiateollisuus aiheutti yli 40 % energiasektorin päästöistä vuonna 2003 (Kuva 3–5). Prosessiteollisuuden ja rakennustoiminnan käyttämän energian tuotanto aiheutti päästöistä 17 %. Liikenteen osuus oli noin 19 %. Energiasektorilla nestemäisten polttoaineiden osuus oli noin 39 %, kiinteiden 32 %, kaasumaisten 13 % ja muiden (turve ja kierrätyspolttoaineet) 16 % energiaperäisistä CO₂-päästöistä vuonna 2003 (Kuva 3–6).

Kuva 3-5 Polttoaineiden käytön hiilidioksidipäästöt sektoreittain vuosina 1990–2003.



Kuva 3-6 Polttoaineiden käytön hiilidioksidipäästöt polttoaineittain vuosina 1990–2004.



Energian kulutus on kasvanut Suomessa lähes kolme neljäsosaa 1970-luvun puolivälin energiakriisin jälkeen. Laman takia kasvu pysähtyi muutamaksi vuodeksi 1990-luvun alkupuoliskolla, mutta on sen jälkeen jatkunut. Vuosina 1990–2003 energiankulutus kasvoi 24 %, samaan aikaan polttoaineiden käytön hiilidioksidipäästöt lisääntyivät 31 %. Vuotta lyhyemmälle jaksolle, 1990–2002, vastaavat muutokset olivat 23 % ja 16 %. Jälkimmäiset arvot kuvaavat kehitystä paremmin kuin edelliset; CO₂-päästöt ovat kasvaneet energiankulutusta hitaammin. Hiili ja turve ovat korvautuneet maakaasulla, ydinvoimaloiden teho on kasvanut ja energiatehokkuus parantunut. Vuonna 2003 Pohjoismaissa vallitsi kuivuus ja vesivoiman tuotanto oli poikkeuksellisen pieni.

Teollisuuden energiantuotannon hiilidioksidipäästöt olivat vuonna 2003 alhaisemmat kuin vuonna 1990, mutta selvää trendiä ei ole. Noin puolet päästöistä oli peräisin rauta- ja terästeollisuudesta, runsas kolmannes päästöistä sellu- ja paperiteollisuudesta. Teollisuuden energiantuotannon CH₄- ja N₂O-päästöt ovat vaihdelleet vuosittain merkittävästi, mutta niissäkään ei ole selvää trendiä.

Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt eivät juuri muuttuneet jaksolla 1990–2001, mutta kasvoivat 1,7 % vuonna 2002 ja saman verran vuonna 2003. Näistä päästöistä lähes 90 % on peräisin tieliikenteestä; matkustajamäärät kasvoivat 13 % ja kuljetukset 23 % jaksolla 1990–2003.

Parantunut polttoainetehokkuus ja dieselkäyttöisten autojen osuuden kasvu pienensivät matkustajaliikenteen CO₂-päästöjä vuosina 1990–2001. Käännös päästöjen kasvuun tämän jälkeen johtuu useista tekijöistä. Julkisen liikenteen tukia on leikattu ja kevyen liikenteen edistämistoimet ovat olleet tehottomia. Keskimääräiset etäisyydet kotoa työpaikalle ovat kasvaneet suurilla taajama-alueilla, koska kohtuuhintaisia asuntoja ei ole ollut saatavissa keskustan läheltä. Isojen autojen osuus on kasvanut; huomattava määrä käytettyjä, runsaasti polttoainetta kuluttavia autoja on tuotu erityisesti Saksasta.

3.3.2 Teollisuusprosessit

Teollisuusprosessien kasvihuonekaasupäästöt muodostivat 7 % Suomen kokonaispäästöistä vuonna 2003. Hiilidioksidin osuus oli noin 63 %, dityppioksidin 23 % ja F-kaasujen 12 %. Tärkeimmät hiilidioksidin lähteet olivat teräksen sekä mineraalituotteiden (sementti, kalkki ja sooda) tuotanto, dityppioksidin päälähde oli typpihapon valmistus. Vuonna 2003 sementintuotannon, muiden mineraalituotteiden tuotannon ja typpihapon valmistuksen päästöt olivat teollisuusprosessien päästöistä vastaavasti 39 %, 20 % ja 21 %.

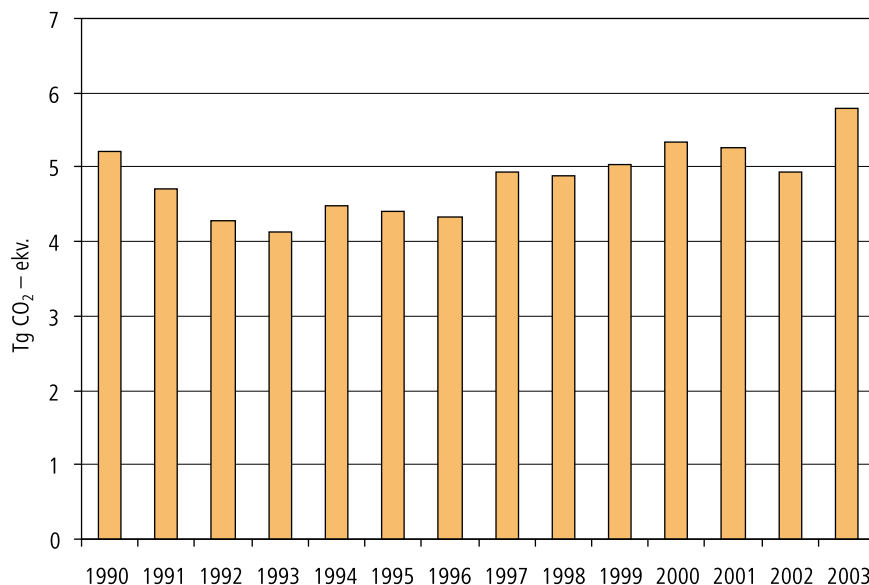
F-kaasujen päästöt muodostivat yhteensä 0,8 % Suomen kokonaispäästöistä. Tämän suhteellisen matalan osuuden selittää teollisuuden suurten pistelähteiden puuttuminen Suomesta; globaalisti ne selittävät suurimman osan F-kaasujen päästöistä.

Teollisuusprosessien päästöt pienenevät 1990-luvun alkupuolella lähinnä laman takia, mutta sittemmin päästöt ovat kasvaneet (Kuva 3–7). CO₂-päästöt vähenivät merkittävästi 1990-luvun alussa, mutta vuodesta 1996 ne ovat kasvaneet ja päätyneet vuoden 1990 tasolle. N₂O-päästöt ovat hieman alentuneet. CH₄-päästöt ovat kasvaneet yli 60 %, mutta niiden osuus tämän sektorin päästöistä on hyvin pieni. Merkittävin muutos tällä sektorilla on ollut F-kaasujen päästöjen kasvu, joka on ollut kuusinkermainen vuodesta 1990.

Typpihapon tuotanto vaihteli välillä 430–550 Gg jaksolla 1990–2003. Vedyn valmistuksen päästöt olivat vuonna 2003 noin 147 Gg eli 0,2 % Suomen kokonaispäästöistä, raaka-aineena on meillä tavallisimmin maa-kaasu. Teoriassa kaikki hiilivetyjen sisältämä hiili vapautuu prosesseissa, mutta käytännössä pieni osa raaka-aineesta ei osallistu reaktioon.

Vuonna 1990 lähes kaikki F-kaasujen päästöt olivat rikkiheksafluoridia (SF₆), vuonna 2003 tämän kaasun osuus oli enää 3 %. HFC-kaasujen käyttö on kasvanut merkittävästi jäädytys- ja ilmastointilaitteissa; niiden osuus kaikista vuoden 2003 F-kaasupäästöistä oli 82 %.

Kuva 3-7 Teollisuusprosessien kasvihuonekaasupäästöt vuosina 1990–2003.



3.3.3 Liuottimien ja muiden tuotteiden käyttö

Tämän sektorin ainoa suora kasvihuonekaasujen päästölähde Suomessa on di-typpioksidin käyttö erityisesti teollisissa ja lääketieteellisissä sovelluksissa. Sairaalat ja hammaslääkäriasemat käyttävät di-typpioksidia kivun ja pelon lievitykseen sekä vierotushoitoon. Teollisuudessa sitä voidaan käyttää elintarvikkeiden säilytyksessä. Kaikista di-typpioksidin käyttömuodoista ei ole riittävästi tietoja.

Kaikki käytetty di-typpioksidi tuodaan Suomeen. Koko tarkastelujakson 1990–2003 ajan päästöt ovat olleet noin 0,2 Gg vuodessa eli alle 0,1 % Suomen kokonaispäästöistä.

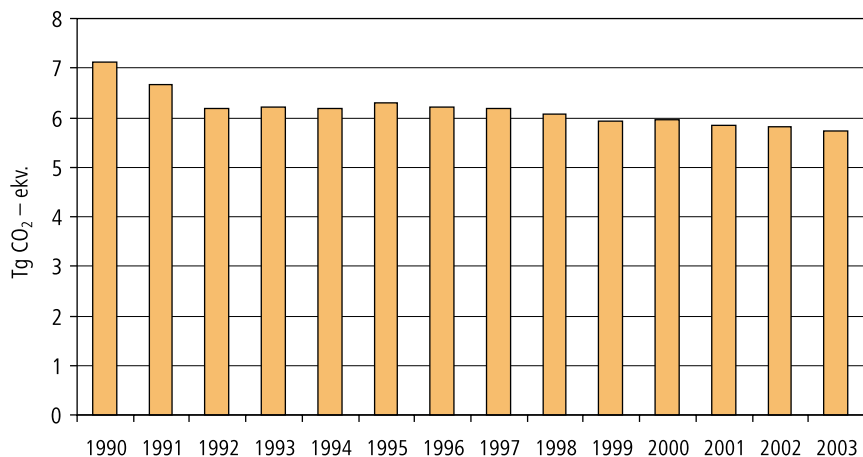
Tässä päästoluokassa Suomi raportoi myös NMVOC-päästöt, joilla on epäsuora kasvihuonevaikutus. Puolet päästöistä on peräisin maalien käytöstä, puolet muista lähteistä. Päästöt ovat pienentyneet 45 % vuodesta 1990 lähtien. NMVOC-kaasujen ilmakehässä tapahtuvan hapettumisen synnyttämät CO₂-päästöt sisältyvät myös inventaarioon. Tällä sektorilla niiden määrä oli noin 64 Gg CO₂ vuonna 2003 eli noin 0,07% Suomen kasvihuonekaasupäästöistä.

3.3.4 Maatalous

Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt muodostuvat pääosin karjan ruoansulatuksen metaanista sekä lannan käsittelyn metaanista ja di-typpioksidista. Lisäksi niihin sisällytetään maatalousmaidien suorat ja epäsuorat N₂O-päästöt. Suorien päästöjen lähteitä ovat keinolannoitteet, lannanlevitys, viljely-kasvien typensidonta, oljet ja muut kasvintähteet ja orgaanisten maidien viljely. Epäsuoria lähteitä ovat ilmakehän typpilaskeuma sekä typen huuhtoutuminen vesistöihin.



Kuva 3–8 Suomen maataloussektorin kasvihuonekaasupäästöt vuosina 1990–2003.



Vuonna 2003 Suomen maataloussektorin kasvihuonekaasupäästöt olivat 5,7 Tg CO₂-ekv. Maataloussektorin osuus vuoden 2003 kokonaispäästöistä oli 6,7 %. Vuonna 1990 maatalouden päästöt olivat 7,1 Tg CO₂-ekv.

Maatalouden päästöt vähenivät runsaat 19 % jakson 1990–2003 aikana (Kuva 3–8). Syynä muutokseen oli erityisesti talouden rakennemuutos, joka kasvatti keskimääräistä tilakokoa ja vähensi pienten tilojen lukumäärää. Myös kotieläinten määrä väheni; hevosten määrä on kuitenkin viime vuosina lisääntynyt. Viljelijät ovat myös vähentäneet typpilannoitteiden käyttöä. Tämä on johtunut pääosin maatalouden ympäristöohjelman tavoitteesta alentaa vesistöjen ravinnekuormitusta.

Maatalousmaiden dityppioksidin muodosti 58 % maatalouden päästöistä ja 3,9 % Suomen kokonaispäästöistä vuonna 2003. Nämä päästöt ovat kuitenkin vähentyneet 24 % vuodesta 1990 (13,9 Gg) vuoteen 2003 (10,5 Gg). Syynä ovat olleet kotieläinten lukumäärän pieneneminen (vähemmän lantaa maaperään) sekä keinolannoitteiden käytön ja viljeltyjen orgaanisten maiden alan supistuminen. Eräät muuttujat, kuten kasvinjäänteiden määrään vaikuttavat vuotuiset hehtaarisadot, aiheuttavat aikasarjoissa heilahtelua, mutta nämä eivät suuresti muuta yleistä N₂O-trendiä.

Kotieläinten ruoansulatuksen metaanipäästöt, 76,7 Gg vuonna 2003, muodostivat 28 % maatalouden kokonaispäästöistä. Vuodesta 1990 määrä on laskenut 16 %, erityisesti karjan lukumäärän myötä. Esimerkiksi lypsylehmiä oli 490 000 vuonna 1990, mutta enää 334 000 vuonna 2003.

Lannan käsittelyn N₂O-päästöt olivat 1,8 Gg ja CH₄-päästöt 12,2 Gg vuonna 2003. Edellisen osuus maatalouden kokonaispäästöistä oli 9,6 %, jälkimmäisen 4,4 %. Dityppioksidin osalta määrä väheni 17 % jakson 1990–2003 aikana; CH₄-päästöt heilahtelivat, mutta kasvoivat hieman. Näiden muutosten pääasiallisena syynä oli lietelantamenetelmän yleistyminen. Se kasvattaa CH₄-päästöt noin kymmenkertaisiksi verrattuna kuivalantamenetelmään tai laidunnan päästöihin, mutta vähentää N₂O-päästöjä noin 20-kertaisesti.

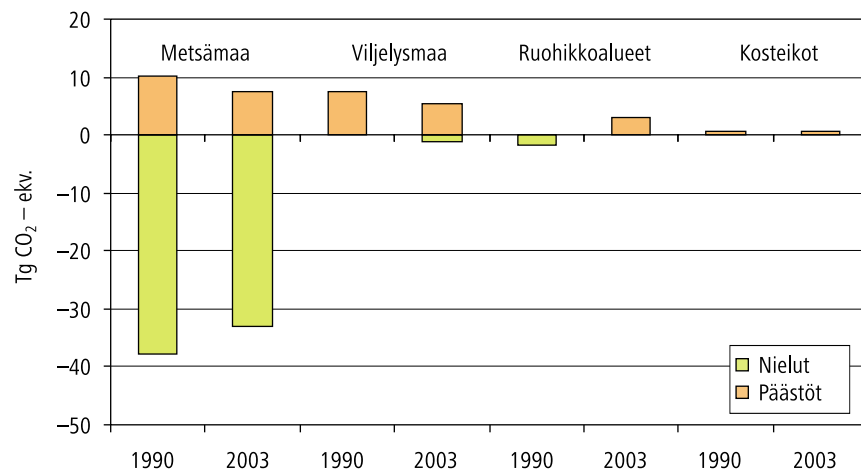
3.3.5 Maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätalous (LULUCF)

LULUCF-sektorin päästöt ja nielut raportoidaan neljästä maankäyttöluokasta: metsämaa, viljelysmaa, ruohikkoalueet ja kosteikot (turvetuotantoalueet). Metsämaan osalta raportointiin sisältyvät puuston biomassan, kuolleen orgaanisen aineksen ja maaperän orgaanisen aineksen hiilivarastojen muutokset. Muissa maankäyttöluokissa raportoidaan vain maaperän hiilivarastojen muutokset. Lisäksi tällä sektorilla raportoidaan metsien lannoituksen suorat N₂O-päästöt, metsäpalojen aiheuttamat CO₂-, N₂O- ja CH₄-päästöt sekä viljelysmaan kalkituksen CO₂-päästöt.

LULUCF-sektori kokonaisuutena on Suomessa hiilidioksidin nielu (Kuva 3–9). Päästöt ovat siis pienemmät kuin nielut. Suurin osa nieluista syntyy metsän kasvusta; puuston kasvu ylittää hakkuiden ja luonnollisen poistuman summan. Myös kuolleen orgaanisen aineksen hiilivaraston kasvu metsämailla on ollut merkittävä nielu raportointijakson aikana. Vuonna 2003 LULUCF-sektorin suurimpia päästölähteitä olivat orgaanisten metsämaiden ja viljelysmaiden päästöt. LULUCF-sektorin kokonaisnielu oli 17,8 Tg CO₂-ekv. vuonna 2003. Tämä oli noin viidennes muiden sektoreiden kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä Suomessa.

Puuston kasvu on lisääntynyt Suomessa. Vuonna 2003 runkopuun kasvu oli noin 11 % suurempaa kuin vuonna 1990 (Taulukko 3–1). Pääasiallisena syynä kasvun lisäykseen on ollut metsien hoidon ja käsittelyn tehostuminen, esimerkiksi ojituksen vaikutus. Lisäksi hyvässä kasvuvaiheessa olevien nuorten metsien suhteellinen osuus on lisääntynyt erityisesti Pohjois-Suomessa.

Kuva 3–9 LULUCF-sektorin nielut ja päästöt vuosina 1990 ja 2003. Metsämaiden nielut käsittävät puubiomassan ja kuolleen orgaanisen aineksen hiilivaraston kasvun. Myös kivennäismaiden maaperä oli nielu molempina tarkasteluvuosina. Päästöjä syntyi orgaanisista metsämaista, metsäpaloista ja metsien typpilannoituksesta. Viljelysmaiden luokassa sekä kivennäismaat että orgaaniset maat olivat vuonna 1990 nettopäästölähteitä, mutta vuonna 2003 kivennäismaat muodostivat nettonielun. Kosteikoiden luokkaan sisältyvät turvetuotantoalueiden päästöt.



Puuston poistuman vuotuinen vaihtelu oli tarkastelujaksolla 1990–2003 huomattava, 44,6–70,0 milj. m³. Poistuma sisältää hakkuukertymän (so. eri tarkoituksiin hakatun runkopuun määrä), hakkuutähteet ja luonnonpoistuman. Viime vuosina kaupalliset hakkuut ovat olleet 53–56 milj. m³ vuodessa; 1990-luvun alkupuolella ne olivat selvästi tätä alhaisemmat laman ja heikon markkinatilanteen takia.

Ei-kaupallinen runkopuun poistuma koostuu kotitarvesahauksesta ja pientalokiinteistöjen polttopuusta. Edellinen on noin miljoona kuutiometriä vuodessa, jälkimmäinen noin 5 milj. m³. Näin ollen vuotuinen hakkuukertymä on ollut viime aikoina 59–62 milj. m³. Loput vuosittaisesta poistumasta koostuu luonnonpoistumasta ja metsään jätetyistä hakkuutähteistä. Luonnonpoistuma on noin 2,8 milj. m³/a, hakkuutähteiden määrä on männylle 4–10 %, kuuselle 5–12 % ja lehtipuulle 10–31 %.

Puuston hiilitase on vaihdellut kasvun ja poistuman mukaan välillä 20–42 Tg CO₂/a (Taulukko 3–1). Hakkuut ovat olleet 1990-luvun jälkipuoliskolta lähtien poikkeuksellisen suuret verrattuina pitkän ajan keskiarvoihin.

Puuston hakkuukertymä ja vastaavat CO₂-päästöt on arvioitu vuosittain metsäteollisuusyritysten raportoimien hakkuiden perusteella. Kotitalouksien puunkäyttö perustuu kyselytutkimuksiin, hakkuutähteen määrä puutavaran laatuvaatimukseen ja runkokäyrä –malleihin. Luonnonpoistuma on arvioitu valtakunnan metsien inventoinneissa.

Myös metsien kasvun laskennan perustana ovat valtakunnan metsien inventoinnin koealat. Niillä mitataan runkopuun tilavuuden lisäys, josta otetaan viiden mittauksen edeltäneen vuoden keskiarvo. Valtakunnan metsien inventointi on tehty yhdeksän kertaa, ensimmäisen kerran vuosina 1921–1924. Kymmenes inventointi käynnistyi vuonna 2004. Siinä mitataan vuosittain viidesosa koealoista, jolloin koko maa on käyty läpi viidessä vuodessa ja metsävaratilastot koko maalle voidaan päivittää vuosittain. Osasyynä tähän aiemman käytännön muutokseen on mm. kasvihuonekaasujen inventaario.

Taulukko 3–1 Puuston kasvu, poistuma ja hiilitase Suomessa vuosina 1990–2003.

Vuosi	Tilavuus (miljoonaa m ³)			Tg CO ₂		
	kasvu	poistuma	tase	sidonta	vapautuminen	tase
1990	77,5	55,1	22,4	100,7	72,1	28,6
1991	77,5	44,6	32,9	100,7	58,6	42,1
1992	77,9	51,0	27,0	101,2	66,7	34,5
1993	78,7	53,8	24,9	102,1	70,4	31,7
1994	78,4	61,7	16,8	101,7	80,6	21,2
1995	79,4	63,6	15,8	103,0	83,1	19,9
1996	79,4	59,0	20,4	103,0	77,0	26,1
1997	82,8	65,8	17,0	107,4	85,9	21,5
1998	86,3	69,4	16,9	111,8	90,4	21,3
1999	86,7	69,4	17,3	112,2	90,4	21,8
2000	86,7	70,0	16,7	112,2	91,1	21,1
2001	86,7	67,7	19,0	112,2	88,2	24,0
2002	86,7	68,7	18,0	112,2	89,5	22,8
2003	86,7	69,9	16,8	112,2	90,9	21,3

3.3.6 Jäte

Jätesektorin päästöt muodostuvat Suomen inventaariossa pääosin kaatopaikkojen CH₄-päästöistä, joita synnyttävät kiinteät yhdyskunta-, teollisuus-, rakennus- ja purkujätteet sekä yhdyskunta- ja teollisuuslietteet. Myös kompostoinnin CH₄- ja N₂O-päästöt otetaan huomioon. Muita päästöeriä ovat jätevedenkäsittelyn ja käsittelemättömien yhdyskuntajätevesien aiheuttamat CH₄-päästöt sekä vesistöistä vapautuva N₂O, joka on peräisin kalankasvatuksen sekä yhdyskunta- ja teollisuusjätevesien aiheuttamasta vesistöjen typpi-kuormituksesta.

Jätesektorin kokonaispäästöt olivat 2,8 Tg CO₂-ekv. vuonna 2003. Tämä oli 3,2 % Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Kiinteän kaatopaikkajätteen metaani muodosti yli 90 % jätesektorin päästöistä, jotka ovat vähentyneet runsaat 30 % vuodesta 1990 (Kuva 3–10). Vähenneminen selittyy lähinnä vuoden 1993 jätelainsäädännön toimeenpanolla; lisäksi 1990-luvun alkupuolen lama vähensi jätemääriä. Jätelaissa pyritään vähentämään jätteen syntyä, lisäämään materiaalien kierrätystä sekä vähentämään kaatopaikoille vietävän jätteen määrää vaihtoehtoisten käsittelymenetelmien kuten kompostoinnin avulla sekä hyödyntämällä jätteitä energiantuotannossa.

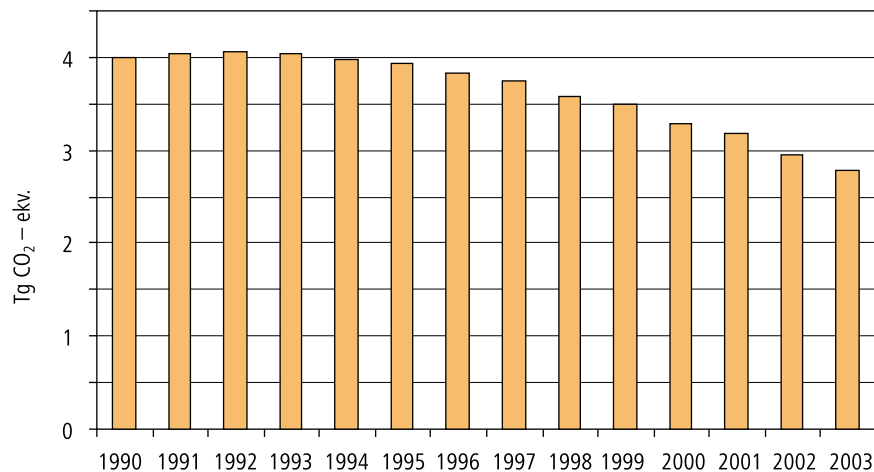
Syntyneestä jätteestä noin 80 % vietiin 1990-luvun alussa kaatopaikoille. Uuden lainsäädännön myötä tämä osuus oli vuonna 2000 pudonnut kiinteän yhdyskuntajätteen osalta noin 60 prosenttiin. Suotuisaa kehitystä on tapahtunut myös teollisuusjätteen käsittelyssä sekä yhdyskunta- ja teollisuuslietteiden osalta.

Jäteveden käsittelyn päästöt (CH₄ ja N₂O) ovat myös vähentyneet, joskaan eivät merkittävästi. Tämän toiminnan CH₄-päästöt olivat 0,13 Tg CO₂-ekv. ja N₂O-päästöt 0,11 Tg CO₂-ekv. vuonna 2003, alenemat vuodesta 1990 olivat vastaavasti 13 % ja 21 %.

Kaatopaikkakaasun talteenotto oli vielä 1990-luvun alussa hyvin vähäistä. Vuonna 1998 määrä saavutti tason 10 Gg CH₄ ja oli vuonna 2003 jo 32 Gg CH₄. Kompostoinnin päästöt olivat noin 0,1 Tg CO₂-ekv. vuonna 2003 eli vajaa 0,1 % Suomen kaikista päästöistä. Nämä päästöt kolminkertaistuivat jakson 1990–2003 aikana.

Myös NMVOC-päästöt kaatopaikoilta ja jäteveden käsittelystä on sisällytetty Suomen inventaarioon.

Kuva 3–10 Jätesektorin kasvihuonekaasupäästöt vuosina 1990–2003.



3.3.7 Kansainvälinen lento- ja laivaliikenne

Suomessa tankatut kansainvälisen liikenteen polttoaineet synnyttivät päästöjä 3,1 Tg CO₂-ekv. vuonna 2003. Tämä vastasi 3,6 % osuutta Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Noin kaksi kolmasosaa päästöistä oli peräisin laivaliikenteestä, yksi kolmannes lentoliikenteestä. Vuotuiset vaihtelut olivat suuret vuoteen 1999 saakka, minkä jälkeen määrä on vakiintunut.

3.3.8 NMVOC-, CO-, NO_x- ja SO₂-päästöt

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (NMVOC), hiilimonoksidin (CO), typen oksidien (NO_x) ja rikkidioksidin (SO₂) päästöt⁴ on esitetty kuvassa 3–11. Kaikissa päästöissä on laskeva trendi; NO_x-päästöt vähenivät 26 %, CO-päästöt 20 %, NMVOC-päästöt 35 % ja SO₂-päästöt 59 % jakson 1990–2003 aikana.

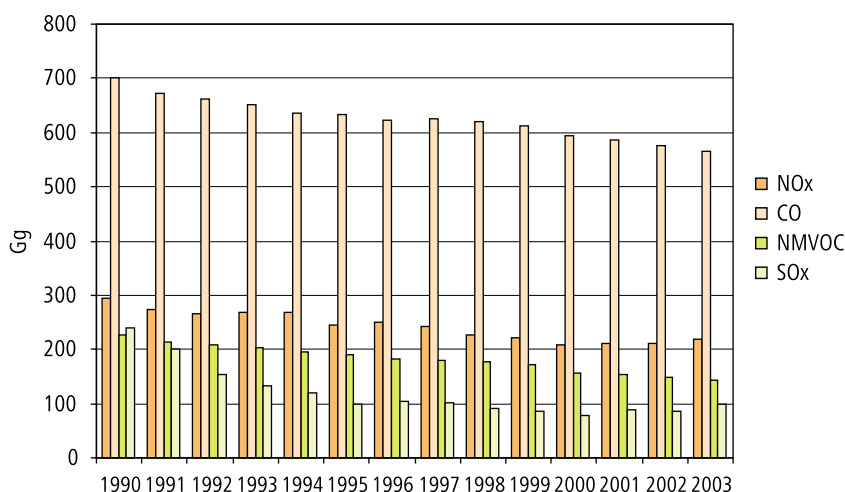
Typen oksideja syntyi vain energiasektorilla; kokonaispäästöt olivat 218 Gg vuonna 2003. Liikenne synnytti näistä päästöistä 39 %, energiantuotanto 28 % sekä tuotteiden valmistus ja rakentaminen 20 %.

Myös kaikki hiilimonoksidipäästöt, 564 Gg, olivat peräisin energiasektorilta. Tieliiikenteen osuus oli noin puolet, muun liikenteen ja työkoneiden noin viidennes sekä kiinteiden lähteiden (mm. puun pienpoltto) vajaa kolmannes.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöt olivat 144 Gg vuonna 2003. Yli kaksi kolmasosaa oli peräisin energiasektorilta, jonka päästöistä liikenne tuotti 47 % sekä puun pienpoltto, metsä- ja maatalouden ja kalastuksen työkoneet 34 %. Polttoaineiden haihtumapäästöjen osuus energiasektorin päästöistä oli 11 %. Viidennes NMVOC-päästöistä oli peräisin liuottimien ja muiden tuotteiden käytöstä, 8 % teollisuusprosesseista.

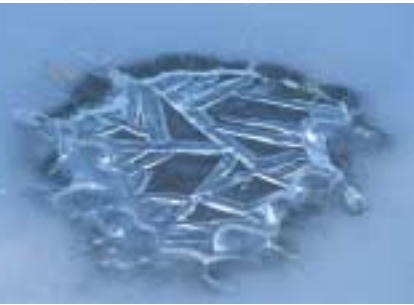
Vuoden 2003 rikkidioksidipäästöt olivat 99 Gg, josta 89 % oli peräisin energiasektorilta. Sen SO₂-päästöistä energiantuotannon osuus oli 64 %, tuotteiden valmistuksen ja rakentamisen osuus 22 %.

Kuva 3–11 Suomen NMVOC-, CO-, NO_x- ja SO₂-päästöt vuosina 1990–2003.



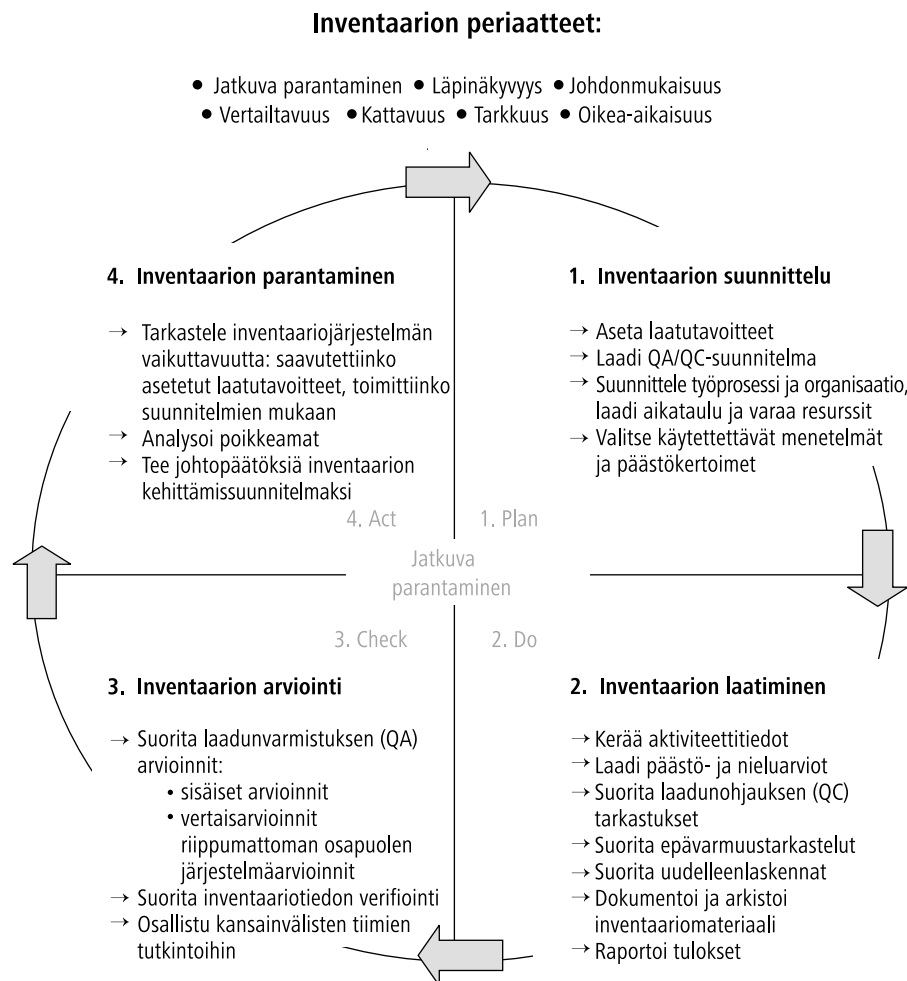
4 Näiden kaasujen päästöarvioita ei ole päivitetty vastaamaan kasvihuonekaasujen (CO₂, CH₄ ja N₂O) päästöjen uudelleenlaskennan tuloksia Suomen tuoreimmassa inventaariossa (ks. alaviite 3).

3.4 Laadunhallinta ja epävarmuustarkastelut



Laadunhallinta ja epävarmuustarkastelut ovat olennainen osa kasvihuonekaasujen inventaarioiden laadintaa. Laadunhallinta on jatkuva prosessi, joka alkaa inventaarioiden periaatteiden – läpinäkyvyys, johdonmukaisuus, vertailtavuus, kattavuus, tarkkuus ja oikea-aikaisuus – tarkastelulla (Kuva 3–12). Vuosittaiset, konkreettiset laatutavoitteet perustuvat näihin periaatteisiin. Seuraavia vaiheita ovat laadunohjaussuunnitelman laatiminen ja tarkoituksenmukaisten laadunohjauksen menettelyjen (esim. rutiinitarkistukset, dokumentointi) toteuttaminen. Laadunohjauksen menettelyt painottuvat asetettujen laatutavoitteiden ja inventaarioon kohdistuvien vaatimusten täyttämiseen. Tämän lisäksi suunnitellaan ja toteutetaan laadunvarmistuksen menettelyt. Inventaarioiden parantamisvaiheessa tehdään toteutettujen laadunhallinnan toimien ja niiden tulosten pohjalta johtopäätöksiä tarvittavista parantamistoimista.

Kuva 3–12 Suomen kansallisen kasvihuonekaasujen inventaariojärjestelmän laadunhallinta.



Kansallisen inventaariojärjestelmän laatukäsikirja on valmisteilla. Se sisältää ohjeet, taulukkopohjat, vuosisuunnitelmat, menetelmien ja työprosessien kuvaukset sekä laadunvarmistuksen tarkistuslistat.

Inventaarion epävarmuusarviot perustuvat VTT:n kehittämään KASPER-malliin (Monni & Syri 2003). Epävarmuudet yhdistetään Monte Carlo -simuloinnilla, joten tulokset vastaavat IPCC:n nykyistä Tier 2 -tasoa. Mallin ensimmäinen versio kehitettiin vuoden 2001 inventaariota varten, nykyinen versio kattaa kaikki päästösektorit (Monni et al. 2004). Myös avainluokkien⁵ määrittämisessä käytetään epävarmuustarkastelujen tuloksia, joten ne helpottavat inventaarion järjestelmällistä parantamista.

Vuoden 2003 inventaarion (LULUCF-sektori mukana)⁶ kokonaisepävarmuus oli -14...+15 % keskiarvosta 95 % luotettavuusrajoilla. Ilman LULUCF-sektoria epävarmuus oli -4...+8 %. Trendin epävarmuus oli -18...+23 %, kun LULUCF-sektori oli mukana, ja ilman sitä -6...+4 %. Trendin epävarmuus on hyvin herkkä vuosien välisiä riippuvuuksia koskevista oletuksista. Kun epävarmuustarkastelut tehtiin Tier 1 -menetelmän pohjalta, vastaavat epävarmuudet olivat ilman LULUCF-sektoria kokonaispäästöille ±16 % ja trendille ±19 %.

Kaasukohtaiset epävarmuudet vuonna 2003 olivat seuraavat: hiilidioksidi ±15 % (LULUCF mukana) ja ±2 % (ilman LULUCF-sektoria), metaani ±20 %, dityppioksidi -40...+100 % ja F-kaasut -0...+20 %. Vastaavat sektorikohtaiset epävarmuudet olivat: energia -2...+3 %, teollisuusprosessit -0...+40 %, liuottimien ja muiden aineiden käyttö -30...+40 %, maatalous -40...+120 %, LULUCF ±50 % ja jäte ±40 %.

5 Avainluokka on päästöjen tai nielujen luokka, joka on kansallisessa inventaariossa etusijalla suuruutensa ja/tai muutosnopeutensa takia. Avainluokkia koskevan analyysin tulokset vuodelle 2003 on esitetty tämän raportin liitteessä 1.

6 Epävarmuusarviot ja avainluokka-analyysit noudattavat Ilmastositomukselle vuonna 2005 toimitettua inventaarioreporttia.

VIITTEITÄ

- Monni, S. & Syri, S. 2003. Uncertainties in the Finnish 2001 Greenhouse Gas Emission Inventory. *VTT Research Notes 2209*, 132 p. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2003/T2209.pdf>
- Monni, S., Syri, S. & Savolainen, I. 2004. Uncertainties in the Finnish greenhouse gas emission inventory. *Environmental Science and Policy* 7(2), pp. 87–99.
- Oinonen, T. 2004. Finnish 2002 inventory of HFC, PFC and SF₆ emissions. *The Finnish Environment* 686, 61 p. <http://www.environment.fi/publications>.
- Pipatti, R. 2001. Greenhouse gas emissions and removals in Finland. *VTT Research Notes 2094*. 154 p. <Http://www.inf.vtt.fi/pdf/tiedotteet/2001/T2094.pdf>
- Statistics Finland. 2005. National Greenhouse Gas Inventory System in Finland, 40 p.
- Statistics Finland. 2005. Greenhouse Gas Emissions in Finland 1990–2004. National Inventory Report to the European Union – 15 January 2006. 264 p.
- Tilastokeskus. 2004. Suomen tilastollinen vuosikirja 2004, 718 s.
- Tomppo, E. 2005. The Finnish National Forest Inventory, methods and data analysis using field data only. Finnish Forest Research Institute. A manuscript for a book to be published by Kluwer.
- Tuhkanen, S. 2002. Mitigation of greenhouse gases from waste management in Finland. Methane (CH₄) emissions from landfills and landfill gas recovery. *VTT Research Notes 2142*, 46 p.
- Ympäristöministeriö. 2003. Kaasutyöryhmän loppuraportti. Kehittämisehdotuksia kansalliseksi järjestelmäksi koskien kasvihuonekaasupäästötojen laskemista. *Suomen ympäristö* 548, 152 s.



4 *Päästöjen rajoittamisen politiikat ja toimet*

4.1 *Politiikanteon muodot*

4.1.1 *Globaali taso*

Suomi osallistuu aktiivisesti kansainväliseen yhteistyöhön maailmanlaajuisien ympäristöongelmien ratkaisemiseksi ja edistää kansainvälistä ympäristöpolitiikkaa. Suomi ratifioi YK:n ilmastopöytäkirjan (UNFCCC) 3. toukokuuta 1994. Suomi allekirjoitti Kioton pöytäkirjan 29. toukokuuta 1998 ja ratifioi sen yhdessä 14 muun EU-maan kanssa 31. toukokuuta 2002.

Suomi on allekirjoittanut lukuisia YK:n ympäristöjulistuksia ja -sopimuksia, esimerkiksi seuraavat:

- Ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskeva yleissopimus (1979)
- Otsonikerroksen suojelua koskeva Wienin yleissopimus (1985)
- Montrealin pöytäkirja (1987)
- YK:n ilmastomuutosta koskeva puitesopimus ja Agenda 21 (1992)
- Metsien kestävä käytön periaatejulistus (1992)
- Biologista monimuotoisuutta koskeva yleissopimus (1994)
- Aavikoitumissopimus (1995)

Suomi on myös Kansainvälisen energiajärjestön (IEA) jäsen. Suomi osallistuu aktiivisesti Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön (ICAO) ja Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) työhön, jolla pyritään vähentämään lento- ja meriliikenteen kasvihuonekaasupäästöjä.

Suomi osallistuu monenkeskiseen ja kahdenväliseen kehitysyhteistyöhön, joka usein liittyy suoraan ilmastomuutoksen hillintään. Suomi esimerkiksi rahoittaa hillintätoimia Maailman ympäristörahasen (GEF) kautta. Kehitysyhteistyötä käsitellään tarkemmin luvussa 7, jossa on myös kuvattu Suomen CDM/JI -koeohjelma. Se käynnistettiin vuonna 1999 lisäämään Suomen valmiuksia joustomekanismeihin pohjautuvien hankkeiden käytössä.

Suomella on myös tiivistä yhteistyötä ympäristönsuojelussa ja ilmastomuutoksen hillinnässä muiden Pohjoismaiden ja Itämeren alueen valtioiden kanssa. Pohjoismaat perustivat vuonna 2003 Itämeren alueen hiilirahaston (TGF), joka rahoittaa konkreettisia päästövähennysten ostohankkeita. Itämeren alueella hyväksyttiin ensimmäisenä maailmassa yhteiset kestävä kehityksen periaatteet Baltic 21 -prosessissa, joka käynnistyi vuonna 1996.

4.1.2 EU-taso

Suomi liittyi Euroopan unioniin vuoden 1995 alussa. Yhteisönsisäiset politiikkatoimet (CCPM) ovat EU:n ilmastopolitiikan keskeinen perusta, joka täydentää jäsenmaiden kansallista ilmastopolitiikkaa. Jäsenvaltiot ovat kuitenkin vastuussa EU:n taakanjakosopimuksen mukaisista päästövähennysvelvoitteistaan. Suomen velvoite on päästöjen vähentäminen vuoden 1990 tasolle Kioton sitoumuskaudella 2008–2012.

Suomen energia- ja ilmastostrategia noudattaa EU-tasolla Euroopan ilmastonmuutosohjelmaa (ECCP), joka hyväksyttiin kesäkuussa 2000. Tämän ohjelman tavoitteena on Kioton pöytäkirjan toimeenpanon edellyttämien toimien identifiointi ja kehittäminen. ECCP sisältää joukon EU-tason politiikkatoimia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi, tärkeimpänä EU:n päästökauppajärjestelmä (ETS), joka otettiin käyttöön vuoden 2005 alussa. Unionin viimeaikainen lainsäädäntö käsittää mm. seuraavat direktiivit ja säädökset:

- Uusiutuvan energian sähköntuotannon direktiivi (syyskuu 2001)
- Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (tammikuu 2003)
- Biopolttoaineiden käytön edistäminen tieliikenteessä (toukokuu 2003)
- Kasvihuonekaasujen päästökauppadirektiivi (lokakuu 2003)
- Energiatuotteiden minimiverodirektiivi (lokakuu 2003)
- Päätös EY:n kasvihuonekaasupäästöjen seurannasta ja Kioton pöytäkirjan toimeenpanosta (helmikuu 2004)
- Yhteistuotannon (CHP) edistämisdirektiivi (helmikuu 2004)
- Kioton sopimuksen joustomekanismien liittäminen päästökauppaan (ns. linkkidirektiivi) (lokakuu 2004)

Suomi oli ensimmäinen valtio, joka otti käyttöön hiilidioksidiveron. Tämä tapahtui vuonna 1990. Lokakuussa 2003 Euroopan unioni hyväksyi energiatuotteiden minimiverodirektiivin, joka polttoaineiden ja sähkön alimman verotustason ohella sisältää toimia uusiutuvien energiamuotojen käytön edistämiseksi.

4.1.3 Kansallinen taso

Hallinnolliset puitteet

Euroopan unionin direktiivit ja politiikkatoimet vaikuttavat monin tavoin Suomen lainsäädäntöön ja kansallisiin politiikkatoimiin.

Suomessa on laaja ympäristöhallinto, josta päävastuu on ympäristöministeriöllä. Suomen ympäristökeskus (SYKE) hoitaa seurantaa ja tutkimusta, arvioi ympäristöpolitiikan toimeenpanoa ja tiedottaa kansalaisille. Ympäristöministeriö vastaa myös rakennusmääräyksistä ja aluesuunnittelusta.

Maa- ja metsätalousministeriö, kauppa- ja teollisuusministeriö sekä liikenne- ja viestintäministeriö ovat vastuussa ilmastoasioista omilla hallinnonaloillaan. Lisäksi kauppa- ja teollisuusministeriö koordinoi kansallisen energia- ja ilmastostrategian valmistelua. Ulkoasiainministeriö ja valtiovarainministeriö ovat tärkeitä toimijoita ilmastonmuutoksen hillintää koskevissa asioissa. Opetusministeriö rahoittaa ilmastokysymyksiin liittyvää koulutusta ja alan tutkimusta yliopistoissa.

Kaksi kansallista organisaatiota on ilmastonmuutoksen osalta keskeisellä sijalla. Motiva Oy on riippumaton, ei-kaupallinen yhtiö, jota pääosin ra-

hoittaa ja ohjaa kauppa- ja teollisuusministeriö. Motivan päätehtävänä on tuottaa tietoa energiansäästön ja uusiutuvien energiamuotojen vaikutuksista eri käyttäjäryhmille. Motivan asiantuntemus on käytännönläheistä ja pyrkimyksenä on energiatehokkaiden tuotteiden kehittäminen kaupalliseen tuotantoon. Motiva perustettiin 1993, vuonna 2004 työntekijöitä oli 27.

Teknologian kehittämiskeskus (Tekes) on keskeisin julkinen rahoitus- ja asiantuntijajärjestö. Se rahoittaa teollisuuden, yliopistojen ja tutkimuslaitosten Tutkimus&Kehitys-hankkeita pyrkien erityisesti edistämään innovatiivisia, riskipitoisia hankkeita. Rahoitus, noin 400 milj. euroa vuodessa, tulee valtion budjetista kauppa- ja teollisuusministeriön kautta. Henkilökuntaa on noin 300.

Myös muilla rahoittajatahoilla on tärkeä merkitys ilmastopolitiikassa. Eryteisesti voidaan mainita Suomen Akatemian rooli tutkimustyön rahoittajana.

Lait ja asetukset

Monet kansalliset lait, asetukset ja säädökset vaikuttavat suoraan tai välillisesti kasvihuonekaasupäästöihin. Tätä aihetta on jo käsitelty luvussa 2 ja siihen palataan myöhemmin tässä luvussa. Keskeisin lainsäädäntö on lyhyesti seuraava:

- Jätelaki (1993, täydennetty 2004) säätelee kaatopaikkojen suunnittelua, perustamista, rakentamista, käyttöä, hoitoa, sulkemista ja jälkihoitoa, jotka kaikki vaikuttavat metaanipäästöihin. Asetus jätteiden poltosta annettiin vuonna 2003.
- Sähkömarkkinalaki (1995)
- Ympäristönsuojelulain (2000) keskeiset tavoitteet ovat toisaalla, mutta se säätelee myös asioita, jotka sivuavat ilmastonmuutosta.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki (2000); sen keskeiset periaatteet kuten taloudellisesti tehokas maankäyttö ja yhdyskuntarakenne, yhdyskuntien toimivuuden edistäminen ja hyvä rakentamiskäytäntö edistävät myös ilmastonmuutoksen hillintää.
- Asetukset rakennusten lämmöneristyksestä, sisäilmastosta ja tuuletuksesta (2002)
- Laki rakennusten korjaus-, energia ja terveyshaitta-avustuksista (2003)
- Päästökauppalaki (2004)

Lainsäädäntö joustomekanismien linkittämisestä päästökauppaan sekä mekanismien käytöstä valmistunee syksyllä 2006.

4.1.4 Alueellinen taso

Kolmesta alueellista ympäristökeskusta (AYK) perustettiin vuonna 1995; niitä ohjaa ympäristöministeriö. Keskuksilla on merkittävä rooli alueellisen ympäristötiedon keräämisessä. Ne osallistuvat myös maankäytön suunnitteluun ja ympäristötiedon levittämiseen sekä järjestävät kampanjoita kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi.

Alueelliset ympäristökeskukset ja kolme ympäristölupavirastoa päättävät suurten ja keskisuurten teollisuusyritysten ympäristöluvista, kunnalliset viranomaiset käsittelevät pienten yritysten lupa-asioita. Nämä viranomaiset eivät tällä hetkellä suoraan käsittele kasvihuonekaasujen päästölupia, mutta kylläkin energiatehokkuutta ja parasta käytettävissä olevaa teknologiaa.

AYK:t valmistelevat myös alueellisia ohjelmia, jotka palvelevat ympäristön ja maankäytön suunnittelua.

Maakuntaliitot toimivat alueiden kehittämistä annetun lain mukaisina aluekehitysviranomaisina. Maankäyttöä eri tarkoituksiin kuten virkistykseen ja liikenteeseen ohjataan maakuntasuunnitelmin. Ne antavat puitteet myös kunnallisen tason suunnittelulle ja muulle yksityiskohtaiselle maankäytölle. Useat maakuntaliitot ovat esimerkiksi inventoineet kasvihuonekaasujen päästöt ja nielut omalla alueellaan.

Muista viranomaisista mainittakoon maa- ja metsätalousministeriön alaiset alueelliset metsäkeskukset. Niiden vastuulla on muun muassa kestävä metsänhoito.

4.1.5 Kunnallinen taso

Suomen poliittinen päätöksenteko on pitkälti hajautettu. Paikallisviranomaiset päättävät lukuisista kasvihuonekaasujen päästöihin vaikuttavista asioista. Tällaisia ovat liikenteen ja maankäytön suunnittelu, jätehuolto sekä energian tuotanto ja kulutus. Kunnat myöntävät myös pienten laitosten ympäristöluvut ja ovat merkittäviä omaisuuden haltijoita.

Kunnat toimivat monin tavoin kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Niillä on esimerkiksi omia energiansäästöohjelmia ja -sopimuksia ja ne edistävät uusiutuvien energialähteiden käyttöä.

Suomen Kuntaliitto edistää ja koordinoi kuntien ilmasto- ja ympäristösuojelukampanjaa, joka on osa kuntien maailmanlaajuisen ympäristöjärjestön (ICLEI) kampanjaa. Tavoitteena on herättää kaupungit ja kunnat käytännön toimiin kasvihuoneilmiön hidastamiseksi. Mukana on 48 kaupunkia ja kuntaa, niissä asuu liki puolet Suomen väestöstä. Kampanja koostuu viidestä vaiheesta:

- Päästöjen ja nielujen inventointi
- Päästöarviot vuodelle 2005 tai 2010
- Päästövähennystavoitteiden asettaminen
- Päästövähennyssuunnitelman laadinta
- Suunnitelman toimeenpano

Noin 40 kuntaa ja neljä maakuntaa on inventoinut kasvihuonekaasupäästönsä. Yli 20 kuntaa on laatinut ilmastostrategian tai toimintasuunnitelman (esim. Kuopio 2003). Paikallisissa ja alueellisissa tilaisuuksissa on laajalti käsitelty mm. energiakysymyksiä, maankäyttöä, liikennettä ja jätehuoltoa. Lisäksi 70 kuntaa ja 15 kuntayhtymää on solminut kauppa- ja teollisuusministeriön kanssa vapaaehtoisia sopimuksia, joilla parannetaan energiatehokkuutta ja edistetään uusiutuvien energialähteiden käyttöä.

4.1.6 Kansalaisjärjestöt, teollisuus ja muut tahot

Useat hallinnon ulkopuoliset tahot ovat keskeisesti mukana Suomen ilmasto- ja ympäristöpolitiikassa. Ympäristöalan kansalaisjärjestöt sekä liike- ja työelämän järjestöt ovat mukana työryhmissä, seminaareissa ja virallisissa valtuuskunnissa. Monilla osapuolilla on myös edustaja ympäristöministeriön perustamassa Ilmastoforumissa, jonka työhön osallistuu kaikkiaan noin 50 henkeä.

Ympäristöalan kansalaisjärjestöistä ovat ilmastoasioissa aktiivisia erityisesti Suomen luonnonsuojeluliitto, Greenpeace Pohjola, Maan ystävät, WWF Suomi, Dodo – tulevaisuuden elävä luonto ry sekä Natur och Miljö. Teolli-

suus on aktiivinen osallistuja ja yhteistyötaho ilmastonmuutoksen hillinnässä. Erityisesti vapaaehtoiset sopimukset teollisuuden ja valtiovallan välillä ovat olleet tärkeitä instrumentteja. Ne koskevat energian käyttöä, tuotantoa, siirtoa ja jakelua. Ennen tällaisen sopimuksen laatimista yrityksen pitää tehdä energiakatselmus, nimittää energiavastaava ja valmistella energiansäästösuunnitelma. Sitten yrityksen pitää toteuttaa suunnitelmassa identifioidut toimet ja raportoida vuosittain omalle toimialajärjestölleen. Valtiovalta osallistuu energiakatselmuksen ja säästöinvestointien rahoitukseen.

Vuoden 2003 alussa vapaaehtoiset sopimukset kattoivat 81 % teollisuuden energiankulutuksesta. Myös uusiutuvien puuperäisten polttoaineiden käyttö on teollisuudessa laajaa. Monet yritykset osallistuvat myös Euroopan unionin EMAS-ohjelmaan (Eco-management and Audit Scheme) tai käyttävät ISO 14 000 –standardeihin perustuvia ympäristöjärjestelmiä.

4.2 *Politiikat ja toimet eri sektoreilla*

4.2.1 *Kansallinen energia- ja ilmastostrategia*

Valtioneuvosto laati vuonna 2001 Kansallisen ilmastostrategian, johon sisältyi toimenpideohjelma Kioton pöytäkirjan velvoitteiden saavuttamiseksi. Tätä ohjelmaa on kuvattu Suomen kolmannessa maaraportissa ilmastopöytäkirjalle. Strategiassa yhdistettiin kauppa- ja teollisuusministeriön, liikenne- ja viestintäministeriön, maa- ja metsätalousministeriön sekä ympäristöministeriön laatimat ohjelmat. Kauppa- ja teollisuusministeriön johtama ministerityöryhmä vastasi strategian laadinnasta.

Uuden kansallisen ilmastostrategian valmistelu käynnistyi vuoden 2003 lopulla. Sen keskeisenä tavoitteena oli liittää EU:n päästökauppa Suomen yleiseen ilmastopolitiikkaan. Lisäksi uuteen strategiaan oli tarpeen sisällyttää aiemmin päättämättä jääneet asiat kuten joustomekanismien rooli sekä Kioton pöytäkirjan artiklojen 3.3 ja 3.4 nieluja koskevat toimet. Työ organisoitiin samalla tavalla kuin aiemman strategian valmistelu; päävastuu kuului ministerityöryhmälle.

Eri sektoreiden osalta ympäristöministeriö on vastannut rakennusten lämmitysenergiaa, työkoneita ja jätehuoltoa koskevista laskelmista ja arvioista. Liikenne- ja viestintäministeriö on selvittänyt polttoaineiden ja sähkön käyttöä sekä päästöjä liikenteessä, maa- ja metsätalousministeriö on vastannut maataloutta, maankäyttöä sekä maankäytön muutoksia ja metsätaloutta koskevista laskelmista. Energiantuotannon, teollisuuden, rakentamisen, kotitalouksien ja palveluiden osalta laskentatyö on kuulunut kauppa- ja teollisuusministeriölle. Se on myös vastannut eri sektoreita koskevien laskelmien yhteensovittamisesta sekä energiahuollon turvallisuuteen ja monipuolisuuteen liittyvistä kysymyksistä. Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia on olennainen osa kansallista energia- ja ilmastostrategiaa.

Päästökaupan liittäminen Suomen ilmastopolitiikkaan on ollut erityinen haaste, kuten myös päästökaupan vaikutusten arviointi eri sektoreilla. Vuoden 2003 aikana selvitettiin, miten muita taloudellisia ohjauskeinoja kuten energiaverotusta ja eri tukimuotoja voidaan käyttää päästökaupan olosuhteissa. Päästökauppalaki ja kansallinen päästöoikeuksien jakosuunnitelma laadittiin kiinteässä yhteistyössä eri hallinnonalojen ja osapuolten kesken. Hallituksen esitys päästökauppalaksi annettiin eduskunnalle huhtikuussa 2004, ehdotus kansallisesta päästöoikeuksien jakosuunnitelmasta toimitettiin EY-komissiolle ja muille jäsenvaltioille maaliskuussa 2004.

Joustomekanismien käytön osalta Suomi käynnisti vuonna 1999 koeohjelman, jolla pyrittiin kehittämään maamme valmiuksia niiden soveltamiseen. Ohjelmaan on sisällynyt sekä kahdenvälisiä CDM- ja JI-hankkeita että investointeja Itämeren alueen hiilirahastoon (TGF) ja Maailmanpankin hiilirahastoon (PCF).

Valtioneuvosto antoi eduskunnalle 30. marraskuuta 2005 selonteon ”Lähiajan energia- ja ilmastopolitiikan linjauksia – kansallinen strategia Kioton pöytäkirjan toimeenpanemiseksi”. Tämä selonteko määrittelee keskeisiksi toimiksi EU:n päästökauppajärjestelmän käyttöönoton sekä kotimaiset toimet kuten energian säästö ja uusiutuvan energian käytön edistäminen. Koska päästövähennysten kustannukset Suomessa ovat korkeat, valtioneuvosto on päättänyt hankkia päästövähennyksiä joustomekanismeilla lieventääkseen talouselämälle ja kuluttajille koituvia kustannuksia. Strategia takaa energian luotettavan saannin kilpailukykyiseen hintaan ja parantaa energiatehokkuutta. Strategia tulee myös lisäämään uusiutuvien energialähteiden käyttöä (Valtioneuvosto 2005).

4.2.2 Energia

4.2.2.1 Perusskenaarion politiikkatoimet

Suomen energiapolitiikan yleistavoitteena on taata energian saatavuus kilpailukykyiseen hintaan. Suomen energialähteet ovat monipuoliset; tuonnin osuus on noin 70 % energian kokonaiskäytöstä. Kahden viime vuosikymmenen aikana öljyn ja hiilen osuudet ovat pienentyneet; puuperäisten polttoaineiden, turpeen, maakaasun ja ydinvoiman merkitys on puolestaan kasvanut. Teollisuuden osuus energian kokonaiskulutuksesta on noin puolet ja se kasvaa yhä. Suurin energian kuluttaja on metsäteollisuus, mutta se tuottaa yli 40 % tarvitsemastaan energiasta puutähteillä ja jäteliemillä (erit. mustalipeä). Puun ja puuperäisten polttoaineiden osuus energiahuollossa on Suomessa Euroopan korkein.

Valtiovallan suora puuttuminen energialähteiden valintaan on Suomessa harvinaista. Taloudellisia ohjaukeinoja kuten verotusta ja tukia on kuitenkin käytetty parantamaan energiatehokkuutta ja edistämään kotimaisten energialähteiden kuten turpeen ja biomassan käyttöä. Erityisesti turvetuotanto on saanut huomattavaa tutkimus-, kehitys- ja investointitukea sekä verohelpotuksia. Viidennen ydinvoimalan rakentamisesta päättivät yksityiset yhtiöt, mutta ratkaisu edellytti valtioneuvoston ja eduskunnan hyväksyntää.

Taulukossa 4–1 on esitetty keskeiset perusskenaarion (ns. WM-skenaarion) politiikkatoimet energiasektorilla. Tehokkain päästövähennystoimi on uuden ydinvoimayksikön rakentaminen. Se vähentää hiilidioksidipäästöjä noin 8 Tg vuonna 2010 verrattuna tilanteeseen, että vastaava määrä sähköä tuotettaisiin hiililauhdevoimalla, joka on Suomessa sähköntuotannon marginaalinen muoto.

Suomen sähkömarkkinat ovat osa pohjoismaisia markkinoita; kaikki kuluttajat ovat voineet vaihtaa sähköntoimittajaa marraskuusta 1998 lähtien, mutta kuluttajat ovat olleet melko passiivisia. Markkinoiden vapautuminen johti tilanteeseen, jossa voimalaitosten käyttö perustuu niiden kustannustehokkuuteen. Kun Pohjoismaiden vesivarat ovat runsaat, sähkön hinta on suuren vesivoimantuotannon takia alhainen. Niukassa vesitilanteessa sähkö on kalliimpaa ja lauhdevoima on tuotannon marginaalimuoto. Kasvihuonekaasujen päästöt vaihtelevat vesiolojen mukaan, mutta kokonaisuutena markkinoiden vapauttamisella näyttää olleen päästöjä vähentävä vaikutus.

Taulukko 4–1 Tärkeimmät perusskenaarioon sisältyvät päästövähennyspolitiikat ja -toimet energiasektorilla vuosille 2000–2020 (e.a. = ei arvioitu)

Politiikka tai toimi	Tavoite	KHK	Vaikutusmuoto	Tilanne	Toimeenpaneva tah	Arvioitu vaikutus			
						2000	2005	2010	2020
1. Uuden ydinvoimalayksikön rakentaminen	Sähkön-tuotannon lisääminen	CO ₂	Säätelävä, taloudellinen	Rakenteilla; käyttöön vuonna 2009	Teollisuuden Voima	e.a.	e.a.	Noin 8 Tg, korvatusta polttoaineesta riippuen	e.a.
2. Sähkömarkkinalaki	Kilpailun lisääminen	CO ₂	Säätelävä	Voimaan 1995, viimeksi muokattu 2003	KTM	e.a.	e.a.		e.a.
3. Energiaverotus	Energiankulutuksen vähentäminen, uusiutuvan energian kilpailukyvyn parantaminen	CO ₂	Fiskaalinen	Voimaan 1997, viimeksi muokattu 2003	VM	e.a.	e.a.		e.a.
4. Energiansäästö-ohjelma	Energiankulutuksen vähentäminen	CO ₂	Tekninen, säätelävä, taloudellinen, valistava	Käynnistyi 1992, viimeksi muokattu 2003	KTM, Motiva, VM, YM	e.a.	e.a.	Kokonaisvaikutus 3–4 Tg	e.a.
6. Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelma	KHK-päästöjen vähentäminen	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Fiskaalinen, tekninen, valistava, taloudellinen	Käynnistyi 1999	KTM	e.a.	e.a.	Kokonaisvaikutus 4–5 Tg CO ₂ -ekv.	e.a.

Kuluttajat voivat myös valita sähkön, joka on tuotettu uusiutuvilla energialähteillä. Tämä 'vihreä sähkö' ei ole kuitenkaan saavuttanut merkittävää markkinaosuutta. Kuluttajat eivät pidä sähköä aktiivisen ostopäätöksen kohteena ja tuottajien kokemus toimivista sähkömarkkinoista on lyhyt.

Energiaverotusta käsitellään yksityiskohtaisesti kohdissa 4.3. ja 4.12.2. Tämä instrumentti on keskeisellä sijalla Suomen energia- ja ilmastostrategioissa. Energiaverotuksen korkea taso on ilmeisen tehokas menetelmä säädellä energiankulutusta, mutta vaikutuksen suuruutta on vaikea arvioida.

Energiansäästöohjelma käsittää kaikille talouselämän sektoreille ulottuvia, erityyppisiä toimia. Vain osa niistä on toistaiseksi otettu käyttöön; nämä toimet sisältyvät perusskenaarioon. Suurimmat energiansäästöt on arvioitu saataviksi asuinrakennusten lämmityksestä (Forsström & Honkatukia 2001). Koska rakennuskanta uusiutuu hitaasti, keskimääräisen energiatehokkuuden odotetaan kuitenkin kohenevan verkkaisesti. Sähkönkulutuksen sektorilla laitteiden energiatehokkuutta voidaan parantaa normeja tiukentamalla sekä kotitalouksissa että erityisesti palvelusektorilla.

Kun energiansäästöohjelmaa valmisteltiin, siihen sisältyvien toimien kokonaisvaikutukseksi arvioitiin 3–4 Tg vuodelle 2010. Ohjelmaan ei kuitenkaan ole voitu käyttää niin paljon voimavaroja kuin oli suunniteltu, joten todellinen päästövähennys jäänee tätä pienemmäksi.

Vapaaehtoiset säästösopimukset kuuluvat energiansäästöohjelman tärkeimpiin toimiin. Motiva on vastannut ohjelmasta kauppa- ja teollisuusmi-

nisteriön johdolla vuodesta 1997. Nykyään sopimukset kattavat 85 % teollisuuden energiankäytöstä, palvelusektorin rakennusten energiankäytön osalta kattavuus on yli 50 %. Vapaaehtoisten sopimusten kautta saatavan päästövähennyksen suuruudeksi on arvioitu 2 Tg vuodelle 2010.

Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelma hyväksyttiin vuonna 1999. Tavoitteena oli lisätä näiden energialähteiden osuutta 30 % vuodesta 2001 vuoteen 2010. Tuolloin osuus olisi 31,5 % sähkönkulutuksesta. Vuonna 2001 bioenergia (turve ei sisälly) kattoi 20 % primäärienergian ja 10 % sähkön kulutuksesta. Nämä osuudet olivat teollisuusmaiden korkeimpien joukossa. Uusiutuvia energialähteitä koskevia kannustimia on muokattu monista syistä, joista mainittakoon päästökauppa.

Keskeisiä uusiutuvan energian edistämistoimia ovat investointiavustukset, verotus, tuet ja tutkimus. Edistämishjelman kokonaisvaikutukseksi vuodelle 2010 arvioitiin ohjelmaa laadittaessa 4–5 Tg.

Turpeen asema Suomen energiajärjestelmässä

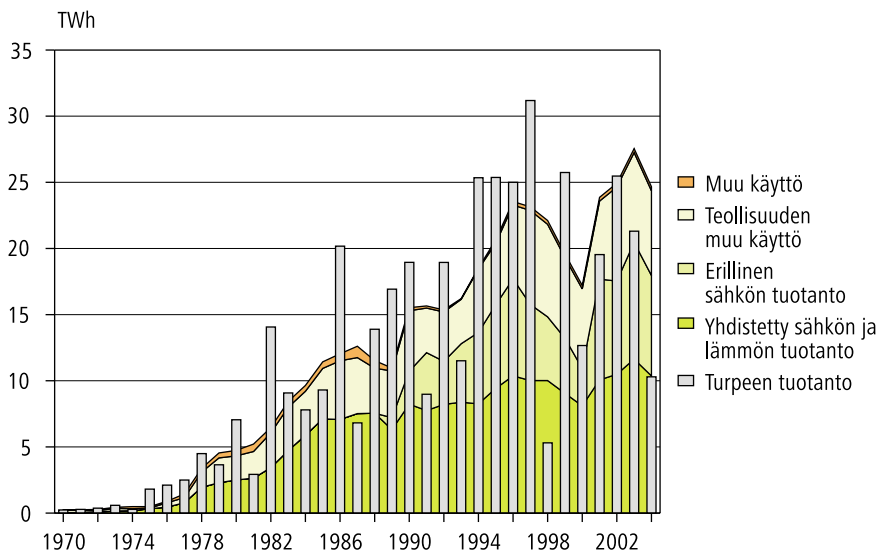
Turpeella on merkittävä rooli energialähteenä Suomessa. Tämän kotimaisen polttoaineen käyttö on viime aikoina ollut noin 20–25 TWh vuodessa. Tuotantoketju työllistää yli 7000 henkeä erityisesti Itä- ja Pohjois-Suomessa, missä työttömyysaste on korkeampi kuin muualla maassa.

Turpeen tuotantoa ja käyttöä on laajalti pohdittu keskusteluissa ja tutkimuksissa. Tämä johtuu erityisesti EU:n päästökaupan vaikutuksista sekä turpeen tuotantovarmuuteen liittyvistä huolista, jotka kesän 2004 keuhot sääat nostivat esille. Tuolloin turpeen tuotanto jäi poikkeuksellisen sateisten sääolojen takia vain 40 prosenttiin tavoitteesta. Turve luokitellaan Suomessa hitaasti uusiutuvaksi biopolttoaineeksi; luokituksessa se erotetaan sekä fossiilisista polttoaineista että uusiutuvista biopolttoaineista.

Kauppa- ja teollisuusministeriön asettama työryhmä esitti kesäkuussa 2005 suuren joukon ehdotuksia, jotka koskevat esim. turpeen verotusta ja tukia, turpeen asemaa kasvihuonekaasujen laskennassa, tuotantoalueiden maankäyttöä ja turvesektorin ympäristölupia, rittäjyyden tukemista, tutkimus- ja kehitystyötä sekä varautumista sääriskeihin ja tuotantohäiriöihin. Toimintaympäristön kilpailukykyyn turvaaminen on pitkällä tähtäimellä turvetuotannon jatkumisen edellytys.

Turpeen ja puuhakkeen yhteiskäyttö on viime vuosina lisääntynyt lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksissa ja tämä kehitys tulee todennäköisesti jatkumaan. Jo teknisistä syistä yhteiskäytöstä on hyötyä; puu vähentää turpeen polton rikkidioksidipäästöjä, turve puolestaan pienentää puun polton aiheuttamaa korroosiota.

Kuva 4–1 Energiaturpeen tuotanto ja käyttö Suomessa jaksolla 1970–2004.



4.2.2.2 Toimenpideskenaarion politiikkatoimet

Taulukossa 4–2 on esitetty keskeiset toimenpide- eli WAM-skenaarion politiikkatoimet energiasektorilla. EU:n päästökauppa kattaa lähes koko energiasektorin, vain pienet aluelämpölaitokset eivät kuulu sen piiriin. Näin ollen EY:n päästökauppadirektiivin mukainen päästöoikeuksien jako on energiasektorin keskeisin lisätoimi. Päästökauppajärjestelmän käyttöönoton arvioidaan vähentävän hiilidioksidipäästöjä 0,8 Tg/vuosi kaudella 2005–2007, Kioton sitoumuskaudelle 2008–2012 vähennysarvio on 5,9 Tg/vuosi. Tämä on perusskenaarion ja EY:n päästökauppadirektiivin perusteella myönnettävien päästöoikeuksien erotus. Järjestelmään kuuluvat laitokset voivat joko vähentää päästönsä niille myönnetyn päästökiintiön mukaisiksi tai hankkia lisäpäästöjään vastaavan määrän päästöoikeuksia muilta järjestelmään kuuluvilta laitoksilta.

Suomi käynnisti vuonna 1999 CDM/JI -koeohjelman parantaakseen valmiuksia hankemekanismin käyttöön. Koeohjelmaan sisältyy kahdenvälisiä CDM- ja JI-hankkeita, investointeja Maailmanpankin hiilirahastoon (PCF) ja investointeja Itämeren alueen hiilirahastoon (TGF). Suomen tavoitteena on hankkia koeohjelman avulla noin 0,4 Tg CO₂-ekv. suuruiset päästövähennykset (ERU, CER) vuotta kohti. Hankemekanismin lisäkäytön avulla tullaan hankkimaan 2,0 Tg CO₂-ekv. suuruiset vähennykset vuodessa jaksolla 2008–2012, joten kokonaisvähennys on 2,4 Tg CO₂-ekv.

Energian kokonaissästä toimenpideskenaariossa on arviolta 5 % vuonna 2015 verrattuna perusskenaarioon. Pääosa säästöstä syntyy päästökaupparektorilla ja sisältyy siten päästöoikeuksien jakoon taulukossa 4–2. Päästökaupparektorin ulkopuolisiin energiansäästötoimiin kuuluu mm. matalaenergiarakentamisen edistäminen tiedottamisen ja kehitystyön avulla (esim. rivitalo-alueiden koerakentamisen tukeminen).

Taulukko 4–2 Tärkeimmät toimenpideskenaarioon sisältyvät päästövähennyspolitiikat ja -toimet energiasektorilla vuosille 2005–2020 (e.a. = ei arvioitu).

Politiikka tai toimi	Tavoite	KHK	Vaikutusmuoto	Tilanne	Toimeenpaneva taho	Arvioitu vaikutus		
						2005	2010	2020
1. Päästöoikeuksien jako vuosille 2005–2007	KHK-päästöjen vähentäminen	CO ₂	Taloudellinen	Voimaan 2004		0,8 Tg	e.a.	e.a.
2. Päästöoikeuksien jako vuosille 2008–2012	KHK-päästöjen vähentäminen	CO ₂	Taloudellinen			e.a.	5,9 Tg	e.a.
3. Hankemekanismin käyttö (koeohjelma)	KHK-päästöjen vähentäminen	CO ₂	Taloudellinen	Koeohjelma 1999–2006	KTM, YM, UM	e.a.	0,4 Tg	e.a.
4. Hankemekanismin käyttö	KHK-päästöjen vähentäminen	CO ₂	Taloudellinen	Käyttöön 2005	KTM, YM, UM	e.a.	2,0 Tg	e.a.
5. Energiansäästö ja uusiutuvien energialähteiden käyttö	Energiankulutuksen vähentäminen	CO ₂	Taloudellinen	Valmisteilla	KTM, YM	e.a.	1,0–2,0 Tg (pääosin päästäkaupasektorilla)	e.a.

4.2.3 Liikenne



Ilmastopolitiikan tavoitteita pyritään edistämään sekä kansallisen että Euroopan unionin liikennepolitiikan keinoin. Tämä tarkoittaa pyrkimystä hillitä liikenteen kasvua ja vähentää liikenteen ympäristöhaittoja. Monet kasvihuonekaasupäästöjä rajoittavat liikennepoliittiset toimet on kuitenkin toteutettu muista kuin ilmastopoliittisista syistä. Näiden toimien keskeisinä tavoitteina ovat esim. liikenneturvallisuuden parantaminen (nopeusrajoitukset), joukkoliikennepalveluiden ylläpito ja kehittäminen, kevyen liikenteen edistäminen (kansanterveydelliset syyt), ajoneuvo- ja polttoaineveroituksen kehittäminen (fiskaaliset tavoitteet) sekä EU:n ja muiden kansainvälisten tahojen päästönormien saavuttaminen (pakokaasunormit ja ilman laadun parantaminen).

Kestävien liikennemuotojen edistäminen on EU:n liikennepolitiikan keskeinen tavoite. Sitä on tähdennetty myös komission Valkoisessa kirjassa ”Eurooppalainen liikennepolitiikka vuoteen 2010; valintojen aika”. Euroopan yhteisöjen viimeaikainen lainsäädäntö sekä uudet säädösehdotukset tukevat osaltaan myös ilmastomuutoksen hillitsemistä. Tällaisia ovat esimerkiksi liikenteen kasvun hillitsemiseen ja kulkumuotojakaumaan vaikuttavat yhteisölainsäädäntöhankkeet kuten kolmas rautatiepaketti, tavaraliikenteen logistiikan edistäminen, yhdistettyjen kuljetusten edistäminen (Marco Polo –ohjelma), lähimerenkulku ja tavaraliikenteen kuljetusmaksudirektiivi (ns. eurovinjettidirektiivi).

Perusskenaarioon sisältyvät liikennepolitiikan toimet on esitetty taulukossa 4–3. Tärkeimpiin ja tehokkaisiin EU-tason toimiin kuuluvat yhteisön ja autonvalmistajien vapaaehtoiset sopimukset (ACEA, JAMA ja KAMA). Tavoitteena on, että rekisteröityjen uusien autojen keskimääräiset CO₂-päästöt eivät ylittäisi tasoa 120 g/km dieselautojen ja tasoa 140 g/km bensiinikäyttöisten autojen osalta.

Kansallisessa liikennepolitiikassa hyväksyttiin vuonna 2005 uudistettu ympäristöohjelma vuosille 2005–2010. Kahden aiemman ohjelman tapaan

Taulukko 4–3 Tärkeimmät perusskenaarioon sisältyvät päästövähennyspolitiikat ja -toimet liikennesektorilla vuosille 2000–2020 (e.a. = ei arvioitu).

Politiikka tai toimi	Tavoite	KHK	Tilanne	Toimeenpaneva taho	Arvioitu vaikutus			
					2000	2005	2010	2020
1. Vapaaehtoinen sopimus Euroopan, Japanin ja Korean autoteollisuuden kanssa	Henkilöautojen CO ₂ -päästöjen vähentäminen: 140 g/km vuonna 2008/2009	CO ₂	Voimassa	EU, autoteollisuus	e.a.	Vähennemisen sijasta CO ₂ -päästöt ovat kasvaneet 0,1–0,2 Tg	e.a.	e.a.
2. Julkisen ja kevyen liikenteen edistäminen	Julkisen ja kevyen liikenteen osuuksien lisääminen	CO ₂ , N ₂ O	Voimassa, lisätoimia ehdotettu	Valtio, paikalliset viranomaiset	e.a.	e.a.	e.a.	0,1–0,2 Tg CO ₂ -ekv.
3. Ekologinen ajotapa	Ekologisen ajotavan taitojen ja tottumusten omaksuminen	CO ₂	Ehdotettu	Valtio, autokoulut	e.a.	e.a.	e.a.	0,5 Tg. (Taloudellisen ajotavan arvioitu pysyvä vaikutus noin 5–10 % kuljettajilla, jotka sitä noudattavat).
4. Energiansäästösopimukset	Sopimukset valtion ja liikennöitsijöiden välillä	CO ₂	Voimassa, uusia sopimuksia valmisteilla	Valtio, liikennöitsijät	e.a.	e.a.	Noin 5% energiansäästö verrattuna vuoteen 2003	Tavoitteena on, että sopimuksiin liittyvät yritykset saavuttaisivat noin 1 % energiatehokkuuden parannuksen vuodessa ajanjaksolla 2008–2012.
Kokonaisvaikutus					e.a.	e.a.	e.a.	1,0 Tg CO₂-ekv. (jos kaikki tuloksellisesti toimeenpantu)

se perustuu ISO 140001 –standardiin, joka määrittelee liikennesektorin ympäristötavoitteet, keinot niiden saavuttamiseksi, vastuunjaon, aikataulut sekä seurantajärjestelmän ja indikaattorit.

Liikenteen hiilidioksidipäästöjen pitäminen vuoden 1990 tasolla on ollut keskeisenä tavoitteena ensimmäisen ympäristöohjelman hyväksymisestä eli vuodesta 1994 lähtien. Tämä tavoite ei ole sitova, mutta ohjaa liikennesektorin toimia. Tavoitteen saavuttaminen ei näytä helpolta, sillä viime vuosina liikenteen CO₂-päästöt ovat nopeasti kasvaneet.

Liikenteen kasvihuonekaasujen vähentämistoimet on määritelty ympäristöohjelmassa ja ne sisältyvät myös kansalliseen energia- ja ilmastostrategiaan. Nämä toimet voidaan luokitella seuraavasti:

- **Taloudelliset ohjaukeinit;** erityisesti vuotuisen ajoneuvoveron uudistaminen siten, että se edistäisi energiatehokkaiden henkilöautojen hankintaa ja tukisi joukkoliikennettä.
- **Vapaaehtoiset energiansäästösopimukset;** näitä ovat yhtäältä kansallisella tasolla tehdyt energiansäästösopimukset joukkoliikenteen ja tavaraliikenteen yrittäjien kanssa ja toisaalta Euroopan komission ja autonvalmistajien väliset sopimukset henkilöautojen energiatehokkuuden parantamiseksi.
- **Kestävien liikennemuotojen edistäminen;** henkilöliikenteessä tämä tarkoittaa joukkoliikennettä, pyöräilyä ja kävelyä, tavarankuljetuksissa rautatie- ja vesiliikennettä sekä yhdistettyjä kuljetuksia.

- **Taloudellisen ajotavan edistäminen;** keinoina ovat kampanjointi ja valistus. Uusi kampanja ('Malttia ja viisautta teille') on käynnistetty, tavoitteena on kouluttaa 1 500 raskaitten ajoneuvojen sekä 1 000 henkilöautojen kuljettajaa.
- **Säätelytoimet;** tavoitteena on ohjata uusien asuinalueiden kehittämistä joukkoliikenteen suunnitelmien pohjalta niin, että nämä alueet voitaisiin sijoittaa hyvin toimivien joukkoliikenneyhteyksien ja pyöräilyreittien varrelle.
- **Tutkimus- ja kehitystyö;** tavoitteena on erityisesti lisätä tietoa informaatioteknologian ja logistiikan tarjoamista mahdollisuuksista ja ottaa niitä soveltuvin osin käyttöön. Lisäksi pyritään edistämään liikkumisen ohjausta ja työmatkaliikenteen suunnitelmien omaksumista (esim. vihreät työmatkasuunnitelmat)
- **Tiedotus, valistus ja kannustaminen;** kampanjointia ja valistusta tarvitaan etenkin taloudellisen ajotavan edistämiseksi ja kulkumuotojakaumaan vaikuttamiseksi (mm. 'Suomi liikkuu' ja 'Malttia ja viisautta teille')

Edistämistoimista huolimatta joukkoliikenteen osuus on viime vuosina vähentynyt suhteessa henkilöautoiluun ja valtion tuki joukkoliikenteelle on jopa pienentynyt. Pyöräilyn ja jalankulun edistäminen ja kevyen liikenteen väylien rakentaminen on jätetty kuntien harteille.

Elokuussa 2005 valtioneuvosto hyväksyi työnantajan kustantamien julkisen liikenteen lippujen verovähennyskelpoisuuden, joka tuli voimaan vuoden 2006 alussa. Tämän arvioidaan lisäävän julkisten kulkuneuvojen käyttöä työmatkaliikenteessä, mikäli verovähennys osoittautuu riittäväksi kannusteeksi työnantajille ostaa lippuja henkilökunnalleen.

Suomi ei ole kehittänyt liikenteen taloudellisia ohjauskeinoja energiatehokkuutta edistävällä tavalla niiden linjausten mukaisesti, jotka esitettiin Kansallisessa ilmastostrategiassa vuonna 2001. Tämä koskee erityisesti vuotuisen ajoneuvoveron porrastamista polttoaineenkulutuksen mukaan. Vuonna 2001 oli arvioitu, että tällainen porrastus yhdessä EU:n ja autoteollisuuden vapaehtoisten sopimusten kanssa vähentäisi liikenteen vuotuisia CO₂-päästöjä noin 2 Tg vuoteen 2008 mennessä. Tällä hetkellä ollaan kuitenkin valmistelemassa vuotuisen ajoneuvoveron muuttamista CO₂-päästöistä riippuvaksi.

Koska uusien rekisteröityjen autojen energiatehokkuus ei ole parantunut ja keskimääräistä suurempien käytettyjen henkilöautojen tuonti on kasvanut, henkilöautoliikenteen päästöt ovat vuoden 2001 jälkeen nousseet noin 0,3–0,4 Tg vuosittain. Vuonna 2002 Suomi päätti alentaa käytettyjen autojen verotusta, koska Euroopan yhteisöjen tuomioistuin piti Suomen verotuskäytäntöä syrjivänä tavaroiden vapaan liikkuvuuden kannalta Unionin alueella.

Tuomioistuimen päätöksen jälkeen Suomen oli myös alennettava uusien autojen verotusta pienentääkseen käytettyjen, energiatehottomien autojen tuontia. Tuonti on kuitenkin jatkunut etenkin Saksasta. Lisäksi autoveron alentaminen on saanut suomalaiset ostamaan entistä suurempia ja keskimääräistä enemmän polttoainetta kuluttavia uusia autoja. Muissa EU-maissa uusien rekisteröityjen autojen polttoaineenkulutus on pienentynyt, mutta Suomessa se on vuoden 2001 jälkeen kasvanut. Vuonna 2004 se oli dieselautoilla 168 g/km ja bensiiniautoilla 182 g/km.

Myös henkilöautoliikenteen kuljetussuorite on kasvanut, koska ihmiset ajavat uusilla autoillaan entistä enemmän. Samoin muuttoliike yhä kauemmaksi kaupunkikeskuksista on kiihtynyt, sillä tilavampia ja kohtuuhintaisia asuntoja joudutaan etsimään entistä kauempaa. Kun ennen muutettiin lähiöihin, nyt muutetaan kehyskuntiin tai vieläkin loitommalle. Matkojen pidentyessä joukkoliikenteen kilpailukyky heikkenee entisestään.

Taulukko 4–4 Tärkeimmät toimenpideskenaarioon sisältyvät päästövähennyspolitiikat ja -toimet liikennesektorilla vuosille 2005–2020 (e.a. = ei arvioitu).

Politiikka tai toimi	Tavoite	KHK	Tilanne	Toimeenpaneva taho	Arvioitu vaikutus		
					2005	2010	2020
1. Ajoneuvoverotuksen porrastaminen energiatehokkuden mukaan ja vapaaehtoiset energiansäästösopimukset auto-teollisuuden kanssa	Energiatehokkaiden ajoneuvojen hankinnan ja käytön edistäminen	CO ₂	Ehdotettu	Valtio	e.a.	e.a.	1,5 % vähennys hiilidioksidipäästöihin
2. Polttoaineveron korotus	Henkilöauto-liikenteen vähentäminen	CO ₂	Suunnitteilla	VM	e.a.	e.a.	e.a.
3. Lisätoimet tiiviin taajamarakenteen säilyttämiseksi	Tiivis taajamarakenne	CO ₂	Suunnitteilla	Valtio, paikallisviranomaiset	e.a.		e.a.
4. Biopolttoaineet	Biopolttoaineiden käytön lisäys liikenteessä	CO ₂	Suunnitteilla	KTM	e.a.		e.a.
Kokonaisvaikutus					e.a.	0,5 Tg	0,5 Tg

Koska liikenne on palvelu ja välittäjäsektori, liikenteen kysyntä ja kasvu riippuu yleisestä taloudellisesta kehityksestä ja muilla yhteiskuntaelämän alueilla tapahtuneista muutoksista. Siksi myös muilla yhteiskuntapolitiikan toimilla (esim. verotus, yhdyskunta- ja aluesuunnittelu, asunto- ja työllisyyspolitiikka) on suurempi vaikutus liikennepalvelujen kysyntään kuin itse liikennepolitiikalla. Hyvin usein nämä muut politiikat tuntuvat lisäävän liikennettä. Tarvittaisiinkin laaja-alaista lähestymistapaa, jotta löydettäisiin tasapaino erilaisten yhteiskunnallisten tavoitteiden välillä. Tällöin voitaisiin myös vähentää liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä.

Liikennesektorin politiikat ja toimet ovat melko samankaltaiset perus- ja toimenpideskenaarioissa (Taulukko 4–4). Useimmat hiilidioksidipäästöjä vähentävät toimet ovat jo nyt käytössä ja ne on siis otettu käyttöön muista syistä kuin päästövähennysten takia. Mahdollisia lisätoimia voisivat olla polttoaineveron korotus sekä eheyttävän ja tiiviin yhdyskuntarakenteen ylläpito. Kauppa- ja teollisuusministeriö on asettanut työryhmän selvittämään, miten Suomessa voidaan saavuttaa EY-direktiivissä asetettu tavoite biopolttoaineiden osuuden kasvattamisesta 5,75 prosenttiin vuoteen 2010 mennessä. Työryhmän raportti suosituksineen ja päästövähennysarvioineen valmistui tammikuussa 2006.

4.2.4 Teollisuusprosessit

Teollisuusprosessien kasvihuonekaasupäästöt ovat Suomessa melko alhaiset ja vuodesta toiseen vakaat. Noin 40 % tämän sektorin kokonaispäästöistä on typpihapokkeentuotannon N₂O-päästöjä; niiden vähentämismahdollisuuksia on selvitetty. Hiilidioksidia syntyy erityisesti sementin ja kalkin tuotannosta, nämä päästöt sisältyvät päästökauppajärjestelmään. Teollisuusprosessien raaka-aineina käytetyistä polttoaineista aiheutuvat päästöt on sisällytetty energiantuotannon päästöihin.

F-kaasujen päästöt ovat nopeasti kasvaneet ja ne muodostivat vuonna 2003 viidenneksen teollisuusprosessien päästöistä. Ilman lisätoimia niiden osuus tulee olemaan noin 40 % vuonna 2010. EU valmistelee F-kaasuja koskevaa direktiiviä, joka tulee esim. rajoittamaan näiden kaasujen käyttöä tietyissä kohteissa ja edellyttämään säännöllisiä tarkastuksia vuotojen estämiseksi. Direktiivi rajoittaa myös F-kaasujen käyttöä autojen ilmastointijärjestelmissä. Kaikkiaan näiden toimien arvioidaan vähentävän Suomen F-kaasupäästöjä 0,4 Tg CO₂-ekv. vuodessa Kioton sitoumuskaudella.

4.2.5 *Maatalous*

Suomen maatalouspolitiikan tavoitteet perustuvat näkemykseen, jonka mukaan luonnonolojen (lyhyt ja viileä kasvukausi, hallat, vaikeat maankuivatusolot) pysyvät haitat kilpailukyvyllä tulee korvata, muutoin ei kestävä ja monipuolinen maatalous voi menestyä Suomessa. Kestävyydessä ja monipuolisuudessa otetaan huomioon myös kasvihuonekaasupäästöt ja mahdollisten sopeutumistoimien tarve, muiden ympäristöllisten ja yhteiskuntataloudellisten näkökulmien ohella. Nämä tavoitteet pyritään saavuttamaan EU:n yhteisen maatalouspolitiikan ja kotimaisten toimien avulla.

Uusi maatalouspolitiikka, Agenda 2000, tuli Suomessa kokonaan voimaan vuonna 2000, koska EU:n Suomelle myöntämä viiden vuoden siirtymäkausi päättyi vuoden 1999 lopussa. Tavoitteena on turvata maatilojen tulotaso ja kehittää tuotannon kannattavuutta ja tehokkuutta. Samalla otetaan huomioon ympäristönäkökohdat ja maaseudun teollisen perustan laajeneminen; näin voidaan ylläpitää maaseudun elinvoimaisuutta ja kehittää maaseutualueiden hoitoa.

Agenda 2000 -ohjelmaan sisältyy EY-komission päätöksen 1257/1999 mukainen maatalouden ympäristöohjelma vuosille 2000–2006. Pää tavoitteena ei ole kasvihuonekaasujen vähentäminen, mutta yhdessä maatalouden rakennemuutosten kanssa ohjelma on mahdollistanut huomattavat päästövähennykset. Vuonna 1990 maataloussektorin kasvihuonekaasupäästöt olivat 6,9 Tg CO₂-ekv., vuonna 2003 enää 5,4 Tg CO₂-ekv. Suotuisan kehityksen arvioidaan jatkuvan perusskenaariossa, joka perustuu maatalouspolitiikan uudistukseen, CAP-reformiin.

Ympäristöohjelma on keskeinen keino edistää maatalouden kestävä kehitystä. Noin 90 % Suomen viljelijöistä noudattaa ohjelmaa. Tavoitteena ovat erityisesti vesistöjen ravinnekuormituksen vähentäminen, eliöstön monimuotoisuuden säilyttäminen ja maisemansuojelu. Ohjelma tähtää myös maaperän tuottavuuden ylläpitoon ja parantamiseen. Ohjelma arviointiin vuonna 2005 ja uusi, kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä tukeva ohjelma on valmisteilla.

Maataloussektorille ei ole kehitetty toimenpideskenaariota. Lisätoimien käyttökelpoisuutta on kuitenkin arvioitu. Selvityskohteena on muun muassa energiakäyttöön soveltuvan biomassan ja muun uusiutuvan energian kuten biokaasun tuotannon edistäminen maataloilla. Lisäksi tutkitaan kevyitä muokkausmenetelmiä.

Taulukko 4–5 Tärkeimmät perusskenaarioon sisältyvät päästövähennyspolitiikat ja -toimet maataloussektorilla vuosille 2000–2020 (e.a. = ei arvioitu)

Politiikka tai toimi	Tavoite	KHK	Vaikutusmuoto	Tilanne	Toimeenpaneva taho	Arvioitu vaikutus			
						2000	2005	2010	2020
1. Agenda 2000, mukaan lukien maatalouden ympäristöohjelma	Ympäristömyönteisen maatalouden edistäminen	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Taloudellinen	Voimassa	MMM	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.
2. Nitraattiasetus	N ₂ O-päästöjen vähentäminen	N ₂ O	Säätävä	Voimassa	YM	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.

4.2.6 Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous

Tämä sektori vaikuttaa ilmastonmuutoksen hillintään kolmella eri tavalla:

- Suojelemalla ja lisäämällä nykyisiä hiilen varastoja ja nieluja
- Perustamalla uusia hiilen varastoja ja nieluja
- Korvaamalla fossiilisia polttoaineisiin perustuvaa energiaa, raaka-aineita ja tuotteita biomassalla.

Vuonna 2003 tämän sektorin nettonielu oli 17,8 Tg CO₂-ekv., mikä vastaa viidennestä muiden sektoreiden yhteenlasketuista kasvihuonekaasupäästöistä Suomessa. Jaksolla 1990–2003 nettonielu vaihteli välillä 9,1–37,0 Tg vuodessa, pääosin markkinahakkuiden määrästä riippuen. Metsätuotteiden hiilisisältöä ei kansallisessa inventaariossa ole arvioitu; bioenergian merkitys kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä näkyy inventaariossa energiasektorin kautta.

Metsälainsäädäntö asettaa puitteet metsien hoidolle. Viime vuosina metsäpolitiikassa on yhä enemmän korostettu muita kuin lainsäädännöllisiä keinoja (esim. täydennyskoulutus, valistus, metsänhoidon suunnittelu, kriteerit ja indikaattorit, innovaatiot). Näiden avulla voidaan edistää kestävä metsänhoitoa ja vastata eri osapuolten ja koko yhteiskunnan asettamiin tavoitteisiin. Metsien merkitys kasvihuonekaasujen nieluina ja varastoina voidaan parhaiten taata kestävällä metsänhoidolla, joka täyttää moninaiskäytön tavoitteet.

Metsätalouden ympäristöohjelma (1994) sisältää kestävä metsätalouden strategian ja tavoitteet vuodelle 2005. Asiantuntijaryhmä on seurannut ohjelman toteutumista; monet tavoitteista oli jo vuoteen 2000 mennessä saavutettu ja muidenkin osalta edistytty.

Kaikki kolmetoista metsäkeskusta ovat laatineet alueelliset metsätalouden tavoiteohjelmat. Niihin sisältyy yleiskuvaus metsien ja metsätalouden tilasta sekä kehitystarpeista ja tavoitteista. Niissä kuvataan myös metsien biologinen monimuotoisuus, puuntuotannon tarpeet ja alan yritykset. Ohjelmissa on esitetty suositukset metsätalouden työllisyysvaikutusten tehostamiseksi. Ohjelman toimeenpanon taloudelliset, ekologiset ja sosiaaliset vaikutukset on myös arvioitu.

Alueellisia ohjelmia on hyödynnetty Kansallisen metsäohjelman (1999) laadinnassa. Ohjelman perusidea on, että kilpailukykyinen metsäklusteri on

erinomainen perusta tämän uudistuvan luonnonvaran kestäväälle käytölle. Ohjelmassa otetaan huomioon kestävä metsänhoidon taloudelliset, ekologiset, sosiaaliset ja kulttuuriset näkökulmat. Ohjelma asettaa seuraavia tavoitteita metsäsektorille:

- Kotimaisen raakapuun vuotuista käyttöä metsäteollisuudessa on lisättävä 5–10 milj. m³ vuoteen 2010 mennessä
- Metsäteollisuuden viennin arvo on kaksinkertaistettava 4,2 miljardiin euroon vuodessa
- Energiantuotantoon vuosittain käytettävän puun määrää on kasvatettava 5 milj. kuutiometrillä
- Talousmetsien luonnonhoitoa on tuettava yhä voimakkaammin
- Metsästyminen, porotalous, marjojen ja sienten poiminta, maisema- ja kulttuuriarvot sekä matkailu ja virkistyskäyttö on otettava metsänhoidossa huomioon ja niitä on edistettävä
- Metsäalan innovaatiotoimintaa ja tietotaitoa on edelleen vahvistettava tutkimuksen ja sen tulosten hyödyntämisen sekä koulutuksen avulla
- Metsänhoito- ja metsänparannusinvestoinnit on nostettava aiemmalle, noin 250 milj. euron tasolle vuodessa; erityistä huomiota on kiinnitettävä suunnitteluun sekä metsänomistajien neuvontaan ja koulutukseen
- Etelä-Suomen metsien suojelutarpeen arviointi ja suojelun kehittäminen ottaen huomioon ekologiset, taloudelliset, tuotolliset ja sosiaaliset tekijät.

Valtioneuvosto ja eri osapuolet toimeenpanivat vuosina 1996–2000 kampanjan nimeltä ”Puun aika”. Tavoitteena oli kasvattaa puun käyttöä, parantaa puunjalostusteollisuuden työllisyyttä ja kehittää alan koulutusta. Vastaava kampanja toteutettiin myös vuosina 2001–2005.

Suomen metsien sertifiointijärjestelmä (FFCS) valmistui 1999 ja uudistettiin vuonna 2003. Kaikille alueellisille metsäkeskuksille on nyt myönnetty kestävä metsänhoidon sertifikaatti uuden järjestelmän mukaisesti. Järjestelmän piirissä on nykyään 22 milj. hehtaaria metsää; näillä metsillä on yhteensä 311 500 omistajaa.

Kioton pöytäkirjan artiklojen 3.3 ja 3.4 toimeenpano

Suomi on vahvasti sitoutunut kestäväan metsänhoitoon ja kestäväan, monipuoliseen maatalouteen. Näihin pyritään valtion toimin sekä yksityisin aloittein ja käytännöin. Kioton pöytäkirjan artiklassa 3.3 todetaan, että ihmisen suorista maankäytön ja metsätalouden toimista vuoden 1990 jälkeen aiheutuneita kasvihuonekaasujen lähteiden ja nielujen nettomuutoksia sitoumuskaudella voidaan käyttää päästövähennysvelvoitteiden täyttämiseen. Metsätalouden toimet on artiklassa rajattu käsittämään vuoden 1990 jälkeen toteutettuja metsittämis-, uudelleen metsittämis- ja metsien hävittämistoimia.

Metsäntutkimuslaitos on tehnyt seuraavat arviot (METLA 2004):

- Maatalousmaidon ja laidunmaidon metsittäminen loisi hiilinielun, jonka suuruus olisi keskimäärin 0,3–0,6 Tg CO₂ vuodessa kaudella 2008–2012. Toisaalta metsien raivaus maatalouskäyttöön aiheuttaisi tuolla kaudella 0,25–0,50 Tg CO₂ suu-

ruisen päästölähteen. Näiden toimien nettovaikutus hiilivarastoihin tulisi siis olemaan hyvin pieni. Metsien raivausta pelloiksi on rajoitettu, sillä vuodesta 2004 lähtien raivatut pellot eivät ole olleet maatalouden tukijärjestelmän piirissä.

- Metsien raivaaminen rakennetuksi maaksi aiheuttaisi noin 0,9 Tg CO₂ suuruisen vuosittaisen nettopäästön kaudella 2008–2012.

Kiotoon pöytäkirjan artikla 3.4. antaa Annex I –maille mahdollisuuden valita tiettyjä lisätoimenpiteitä maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous-sektorilta, joiden aikaansaamat päästöt ja nielut otetaan päästölaskennassa huomioon. Metsänhoidon vaikutukset voitaisiin ottaa vain osittain huomioon; Suomen osalta metsänhoidosta saatava nieluhyöty olisi korkeintaan 0,59 Tg CO₂ vuodessa jaksolla 2008–2012. Useiden epävarmuuksien ja mahdollisten riskien takia Suomi on päättänyt olla käyttämättä tätä mahdollisuutta Kiotoon pöytäkirjan ensimmäisellä sitoumuskaudella.

Nykytietämyksen valossa ei voida varmuudella sanoa, ovatko maatalouskäytössä olevat kivennäismaat Suomessa hiilidioksidin nettolähteitä vai nieluja. Orgaanisten viljelysmaiden CO₂-päästöjen on arvioitu laskevan 1,9 milj. tonnista 1,0 milj. tonniin vuodesta 1990 vuoteen 2010. Sekä orgaanisten maatalousmaiden pinta-aloihin että päästökertoimiin voi uuden tutkimustiedon myötä tulla muutoksia. Kalkituksen hiilidioksidipäästöjen arvioidaan vähenevän 0,6 milj. tonnista noin 0,4 milj. tonniin vuodesta 1990 vuoteen 2010. Suomi on päättänyt olla käyttämättä myös muita artiklan 3.4. mukaisia toimia päästövelvoitteisiin pyrittäessä mukaan lukien maatalousmaan hoito, laidunmaan hoito ja kasvillisuuden palauttaminen Kiotoon pöytäkirjan ensimmäisellä sitoumuskaudella.

4.2.7 Jätehuolto

Jätesektorin kasvihuonekaasupäästöt vähenivät selvästi 1990-luvulla. Syyinä olivat kaatopaikkoja sekä jätepaperin keräystä ja kierrätystä koskevat säädökset, jätelaki ja kansallisen jätesuunnitelman hyväksyminen. Eri tekijöiden vaikutusta ei pystytä arvioimaan, etenkin koska jätesektorilla ei ollut 'ilman toimenpiteitä' -skenaariota (Taulukko 4–6).

Taulukko 4–6 Tärkeimmät perusskenaarioon sisältyvät päästövähennyspolitiikat ja toimet jätesektorilla vuosille 2000–2020 (e.a. = ei arvioitu).

Politiikka tai toimi	Tavoite	KHK	Vaikutusmuoto	Tilanne	Toimeenpaneva taho	Arvioitu vaikutus			
						2000	2005	2010	2020
1. Hallituksen päätös kaatopaikoista	Metaanipäästöjen vähentäminen	CH ₄	Säätelävä	Voimassa	YM	e.a.	e.a.	0,1 Tg CO ₂ -ekv.	e.a.
2. Jättemäärän vähentäminen, jätepaperin ja muiden jäte-erien keräys ja käyttö	Metaanipäästöjen vähentäminen	CH ₄	Kansallinen jätesuunnitelma; säätelävä	Voimassa	YM	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.
3. Jätevero	Metaanipäästöjen vähentäminen	CH ₄	Fiskaalinen	Voimassa	VM	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.

Taulukko 4–7 Tärkeimmät toimenpideskenaarioon sisältyvät päästövähennyspolitiikat ja -toimet jätesektorilla vuosille 2005–2020 (e.a. = ei arvioitu).

Politiikka tai toimi	Tavoite	KHK	Vaikutusmuoto	Tilanne	Toimeenpaneva taho	Arvioitu vaikutus		
						2005	2010	2020
1. Kaatopaikka-kaasun talteenotto	Metaanipäästöjen vähentäminen	CH ₄	Säätelävä	Voimassa	YM	e.a.	0,1 Tg CO ₂ -ekv.	e.a.
2. Jättemäärän vähentäminen, syntypaikalla lajitellun jätteen hyödyntäminen raaka-aineena ja energiana	Metaanipäästöjen vähentäminen	CH ₄	Säätelävä	Suunniteltu	YM	e.a.	e.a.	e.a.
3. Biojätestrategia	Metaanipäästöjen vähentäminen	CH ₄	Säätelävä, taloudellinen, tekninen, valistava	Ehdotettu	YM	e.a.	e.a.	e.a.
4. Jäteverotuksen kehittäminen	Metaanipäästöjen vähentäminen	CH ₄	Säätelävä, fiskaalinen	Voimassa	VM	e.a.	e.a.	e.a.

Vuonna 2002 hyväksytty uusi kansallinen jätesuunnitelma sisälsi jätemääriä ja muita seikkoja koskevia tavoitteita vuodelle 2005 (ks. kohta 2.13.2).

Biohajoavan yhdyskuntajätteen vientiä kaatopaikoille vähennetään EU:n jätedirektiivin mukaisesti; vuonna 2006 jätemäärä on enintään 75 %, vuonna 2009 enintään puolet ja vuonna 2016 enintään 35 % vuoden 1994 määrästä. Metaanin talteenotto ulotetaan niille lopetetuille kaatopaikoille, joiden päästöt ovat huomattavat.

Kaatopaikkajätteen käsittelymaksuja tullaan korottamaan asteittain, jotta biohajoavan jätteen käyttö raaka-aineena ja energiana lisääntyisi. Lisäksi tutkitaan mahdollisuuksia ulottaa jäteverot polttokelpoiseen teollisuusjätteeseen.

Toimenpideskenaarioiden lisätoimina jätesektorilla ovat jätteiden esikäsittely ja -lajittelu, jätteen kaatopaikkakäsittelyn vähentäminen EU:n kaatopaikkadirektiivin mukaisesti, jätteen synnyn ehkäisyn tehostaminen ja kaatopaikkakaasun talteenotto (Taulukko 4–7). Lisäksi tässä skenaariossa rajoitetaan biohajoavan jätteen kaatopaikkakäsittelyä ja jätteen määrän kasvua sekä edistetään kaatopaikkakaasujen käsittelyä. Näiden toimenpiteiden yhteisvaikutukseksi on arvioitu 0,13 Tg CO₂-ekv. suuruinen päästövähennys vuodelle 2010.

Uuden, vuoteen 2015 tähtäävän kansallisen jätesuunnitelman valmistelu käynnistyi vuonna 2005.

Suunnitelma valmistuu vuoden 2006 aikana; sen sisältö tullaan sovittamaan muihin asiaankuuluviin suunnitelmiin ja ohjelmiin.

4.2.8 Kansainväliset tankkaukset

Suomi osallistuu aktiivisesti Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön (ICAO) ja Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) työhön, jossa valmistellaan keinoja lento- ja meriliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi.

4.3 Verotus ja tuet

Suomi otti ensimmäisenä maana käyttöön hiilidioksidiveron vuonna 1990. Aluksi tietyt polttoaineet ja sektorit oli vapautettu verosta. Myöhemmin energiaverotusta on muutettu merkittävästi ja moneen kertaan. Alhaisesta, mutta 'puhtaasta' CO₂-verosta on siirrytty selvästi korkeampaan ja vähemmän hiilidioksidista riippuvaan verotukseen. Vuonna 2003 verotaso oli vuoteen 1990 verrattuna 15-kertainen.

Paitsi merkittävä valtion verotulojen lähde, energiavero on keskeinen energia- ja ympäristöpolitiikan väline. Sen avulla pyritään hillitsemään energiankulutuksen kasvua sekä suuntaamaan energian tuotantoa ja kuluista vähemmän päästöjä aiheuttaviin vaihtoehtoihin.

Energiaverotusta säätelevät laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta (1260/1996) ja laki nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta (1472/1994). Valtiovarainministeriö vastaa energiaverotusta koskevasta lainsäädännöstä; kauppa- ja teollisuusministeriö osallistuu valmistelutyöhön, jotta verotus tukisi mahdollisimman hyvin kansallisen energia- ja ilmastopolitiikan päämääriä. Kauppa- ja teollisuusministeriö voi myös puuttua esim. energiantuotannon verohelpotusten perusteisiin. Verojen keruun ja verotukien maksun hoitaa Tullilaitos.

Nykyinen energiaverojärjestelmä on ollut pääosiltaan käytössä vuodesta 1997. Energiaverot ovat valmisteveroja, joita peritään liikenteen ja lämmityksen polttoaineista sekä sähköstä. Energiavero jakautuu perus- ja lisäveroon. Perusvero on luonteeltaan fiskaalinen ja se peritään vain öljytuotteilta. Bensiinin ja dieselöljyn perusvero on porrastettu niiden laadun ja ympäristövaikutusten mukaan. Lisäveron kohteena ovat öljytuotteet, muut fossiiliset polttoaineet ja sähkö. Polttoaineiden lisävero määräytyy niiden hiilisisällön perusteella.

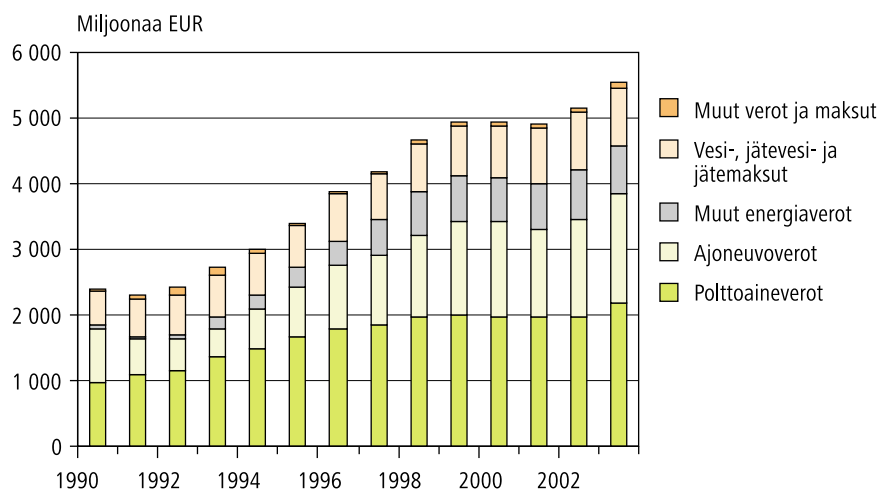
Vuodesta 2003 alkaen polttoaineiden lisävero on ollut 18,05 euroa hiilidioksiditonnilta. Maakaasulle on myönnetty 50 % alennus lisäveroon, sähkön tuotantoon käytetyn turpeen vero ja verotuet poistettiin heinäkuussa 2005.

Sähköä verotetaan kulutuksen yhteydessä; tuotantoon käytettyjä polttoaineita ei veroteta. Veroluokkia on kaksi. Teollisuus ja kasvihuoneyritykset maksavat alemman, luokan II mukaisen veron, muut kuluttajat luokan I veron. Energiaverojärjestelmään sisältyy myös erilaisia tukia. Energiapolitiikan kannalta näistä tärkeimpiä ovat uusiutuviin lähteisiin perustuvan energiantuotannon tuet.

Lämmöntuotannon kiinteitä polttoaineita kuten puuta, biokaasua ja kierrätyspolttoaineita ei veroteta. Tuulivoima, alle 1 MW vesivoimalat, puupelletsillä ja kierrätyspolttoaineilla sekä biokaasulla tuotettu sähkö ovat olleet verotukien piirissä vuoden 2003 alusta. Tuolloin myös päätettiin, ettei verotuen määrä enää riipu sähköveroluokasta. Tukiluokkia on kolme; tuulivoimalla ja metsähakkeella tuotetun sähkön tuki on 6,9 euroa/MWh, kierrätyspolttoaineella tuotetun sähkön 2,5 euroa/MWh ja muun sähkön 4,2 euroa/MWh. Kaikkiaan tukia maksettiin noin 36 milj. euroa vuonna 2003.

Ajoneuvo- ja polttoaineverot ovat Suomessa olleet perinteisesti kansainvälisessä vertailussa korkeat. Vuonna 2003 valtion tulot autoverotuksesta olivat 1,3 mrd. euroa, ajoneuvoverosta 0,5 mrd. euroa ja polttoaineverotuksesta 2,2 mrd. euroa (Kuva 4–2). Polttoaineverotus on porrastettu niin, että dieselpolttoaineiden hinta määräytyy rikki-pitoisuuden mukaan. Rikittömällä dieselöljyllä ja bensinillä on muita alempi verokanta.

Kuva 4-2 Energiaverojen ja muiden ympäristöperusteisten verojen kehitys vuosina 1990–2003.



Jäteveroa sovelletaan kunnallisille kaatopaikoille vietyihin jätteisiin, maa-ainekset pois lukien. Vuonna 2003 jätevero oli 23 euroa tonnilta, vuonna 2005 se nostettiin 30 euroon. Veron maksaa kaatopaikan haltija.

Energiaverotukseen liittyvät tuet ovat myös keskeisellä sijalla Kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa. Niitä myönnetään energiainvestoinneille, kehitys- ja energiansäästöhankeille, uusiutuvien energialähteiden käytön edistämiseen sekä energian tuotannon ja käytön ympäristövaikutusten lieventämiseen. Korkein tuki perinteisen teknologian uusille investoinneille on 30 %, uuden teknologian sekä tuuli- ja aurinkoenergian investoinneille 40 %.

Energiatuotteiden minimiverodirektiivi tuli voimaan Euroopan yhteisöjen alueella vuonna 2004. Siinä pyritään yhdenmukaistamaan energiaverotus jäsenmaissa. Direktiivillä ei ollut merkittäviä vaikutuksia Suomessa, koska verotus jo ylitti vaaditut minimitasot. Direktiivi ei koske turvetta, joten sen verotuksesta voidaan päättää kansallisesti.

Suomen nykyisessä energiaverojärjestelmässä on kuitenkin kolme elementtiä, jotka EY-komissio on tulkinnut valtion tukimuodoiksi ja hyväksynyt ne vain väliaikaisesti. Nämä ovat porrastettu sähkövero, veronpalautukset energiaintensiiviselle teollisuudelle ja sähköntuotannon verotuet.

Vuoden 2003 hallitusohjelmassa korostetaan, että verotusjärjestelmän rakennetta tulee muuttaa kestävästä kehitystä tukevaksi. Tämä ekologinen verouudistus pyrkii vähentämään uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä ja ehkäisemään ympäristölle aiheutuvia vahinkoja. Samalla halutaan edistää kierrätystä ja tuotteiden valmistuksen ja käytön ekotehokkuutta. Ympäristön ja kestävä kehityksen kannalta haitallisten tukimuotojen leikkaamista tullaan selvittämään ohjelman mukaisesti.

Hallitusohjelmassa korostetaan myös energia- ja ympäristöverotuksen kehittämistä niin, että ympäristön tila paranee ja työn verotusta voidaan keventää. Energia- ja polttoaineveroja tulee muuttaa EU:n lainsäädännön mukaisesti yritysten kansainvälistä kilpailukykyä vaarantamatta. Lisäksi tähdennetään valmisteverojen keskeistä roolia fossiilisten polttoaineiden järkevän käytön edistämässä, ottaen samalla huomioon Suomen kuljetusalan erityispiirteet.

Jotta teollisuuden kansainvälinen kilpailukyky voitaisiin turvata EU:n päästökauppajärjestelmän tultua voimaan, teollisuuden sähköveroa aiotaan alentaa. Mustalipeällä ja muilla kierrätyspolttoaineilla tuotetun sähkön verotuet tullaan myös poistamaan.

4.4 Muut poikkisektoraaaliset politiikat ja toimet

Useat kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttavat politiikat ja toimet ulottuvat eri sektoreille. Erimerkkeinä mainittakoon kansalliset ohjelmat, joiden aiheina ovat luonnon monimuotoisuus, kestävä kehitys, aluepolitiikka, ekologisesti kestävä rakentaminen, otsonikerroksen suojeleminen, ilmansaasteiden kaukokulkeutuminen sekä ympäristönsuojelun yhteistyö naapurimaiden kanssa.

Suomen kestävä kehityksen politiikkaa ja toimia ohjaa valtioneuvoston kestävä kehityksen ohjelma vuodelta 1998. Ohjelman toteutumista arvioitiin vuosina 2000–2002 ja kansallinen arviointiraportti julkaistiin vuonna 2003. Joulukuussa 2004 Suomen kestävä kehityksen toimikunta käynnisti uuden kestävä kehityksen strategian valmistelun; työ valmistui kesällä 2006.

Ekotehokkuuden sekä kestävä kulutuksen ja tuotantotapojen edistäminen on ollut Suomen painopistealue Johannesburgin huippukokouksesta 2002 lähtien. Näiden asioiden edistäminen vähentää myös kasvihuonekaasujen päästöjä. Ympäristöministeriö ja kauppa- ja teollisuusministeriö asettivat vuonna 2003 Kestävä kulutuksen ja tuotannon toimikunnan (KULTU). Sille annettiin tavoitteeksi lisätä materiaalien ja energian käytön tehokkuutta tuotteiden elinkaaren kaikissa vaiheissa sekä edistää ympäristökasvatusta ja ympäristöteknologiaan perustuvaa tuotantoa ja osaamista.

Muita kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttavia politiikkoja ja toimia ovat EMAS-järjestelmät sekä ympäristömerkit ja julistukset.

Erityisen tärkeä poikkisektoraaallinen tekijä on yhdyskuntarakenteen kehitys, jolla on hyvin pitkäaikainen vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin. Kuntien ja läänien suunnittelutyötä on seurattava päästöjen vähentämisen kannalta, jotta maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) tavoitteet voidaan saavuttaa. Lain päämääränä on turvallinen, terveellinen, ympäristöystävällinen ja sosiaalisesti hyvin toimiva kaupunkirakenne, jossa joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen toimivuus on otettu huomioon.

Yhdyskuntarakenteen muutosta Suomessa luonnehtii toisaalta taajamien levittäytyminen lähialueille, toisaalta väestön keskittyminen muutamille kaupunkialueille. Näitä ovat erityisesti pääkaupunkiseutu sekä Tampere, Turku ja Oulu lähikuntineen. Tämä asettaa kasvavia haasteita liikenteen ja maankäytön suunnittelulle. Näistä vastaavien viranomaisten yhteistyötä on kehitettävä, toisaalta on panostettava suunnittelua palvelemaan tutkimukseen.

Hyvät julkiset liikennepalvelut ovat luonnehtineet Suomen keskeisten kaupunkialueiden kehitystä. Koska asukastiheys on suhteellisen korkea, julkisen liikenteen korkeahko taso on pystytty tähän asti säilyttämään henkilöautoliikenteen jatkuvasta kasvusta huolimatta.

Tiheitä julkisen liikenteen palveluita on kuitenkin vaikea järjestää kehyskuntiin ja muille etäällä keskustasta sijaitseville kasvualueille. Tämä on lisännyt henkilöautoliikennettä viime vuosina. Liikenne- ja viestintäministeriön tutkimusten mukaan päivittäismatkojen keskipituus on kasvussa; 1990-luvun alkupuolella se oli noin 12 km, vuonna 2000 noin 16 km. Jos taajamarakenteen hajautuminen jatkuu, henkilöautoliikenteen kuljetusosuus on vuonna 2010 jo 36 % suurempi kuin vuonna 1990. Tämä vastaa

kuutta miljardia ajoneuvokilometriä tai 0,3 Tg suuria hiilidioksidipäästöjä vuodessa.

Suomen kunnat ovat toteuttaneet vuodesta 1996 lähtien ns. liikennejärjestelmäsuunnitelmia. Ne ovat pitkän aikavälin strategioita, joilla luodaan lähtökohdat kaikkien liikennemuotojen ja niihin liittyvien palvelujen kehittämiseksi. Tämä työ on jo tehty kahdellatoista suurimmalla taajama-alueella Suomessa.

Valtion, kuntien ja maakuntien aiesopimukset tarjoavat keinon liikennejärjestelmäsuunnitelmien toteuttamiselle taajama-alueilla. Vastuu liikenneinfrastruktuurin kehittämisestä ja ylläpidosta taajama-alueilla on kunnilla. Aiesopimusten pohjalta valtio rahoittaa suunnitelmien mukaisia hankkeita. Samalla valtiolla on jonkin verran mahdollisuuksia ohjata liikennesuunnittelua kunnissa, jotka muutoin voisivat päättää siitä itsenäisesti. Tähän mennessä on tehty 15 aiesopimusta.

4.5 Tutkimus ja kehitys

Useat tärkeät kansalliset tutkimus- ja kehitysohjelmat vaikuttavat kasvihuonekaasujen päästöihin. Energiateknologian kehittäminen kuuluu kansallisen energia- ja ilmastopolitiikan keskeisiin tavoitteisiin. Energian käyttöä ja päästöjä voidaan vähentää hyödyntämällä korkeatasoista teknologiaa, jonka vientiä pyritään myös edistämään.

Valtiovalta pyrkii määrätietoisesti kehittämään energian tuotantoon ja käyttöön soveltuvaa uutta teknologiaa. Sen kehitys- ja tutkimustyön tukeminen kuuluu kansallisen energiapolitiikan strategiaan tavoitteisiin. Julkista tukea on suunnattu myös uuden ympäristömyönteisen teknologian käyttöönottoon ja kaupallistamiseen. Kehitystyötä ja vientiponnisteluja tehdään kaikilla Suomen olosuhteisiin soveltuvilla osa-alueilla. Energian säästö ja bioenergian hyödyntäminen ovat keskeisellä sijalla.

Valtion tutkimus- ja kehitystuki on paljolti kanavoitu kauppa- ja teollisuusministeriön alaisen Teknologian edistämiskeskuksen (Tekes) kautta. Tekes hoitaa ja rahoittaa hankkeita, joissa kehitetään teollisia tuotteita ja tuotantomenetelmiä, tukee sovellettua tutkimusta yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa, ja on myös mukana yritysten ja tutkimusorganisaatioiden yhteishankkeissa.

Vuonna 2004 Tekes rahoitti teknologiaohjelmia 171 miljoonalla eurolla. Ohjelmien avulla kehitettiin monia uusia tuotteita ja prosesseja. Ohjelmien kesto vaihtelee kolmesta viiteen vuoteen ja niiden kokonaisrahoitus on vaihdellut välillä 20–150 milj. euroa. Tekesin rahoitusosuus on tavallisesti noin puolet, toisesta puolesta vastaavat mukana olevat yritykset. Monista ohjelmista on niiden päätyttyä tehty kansainvälinen arviointi. Valikoiva hankerahoitus on myös tärkeä osa Tekesin toimintaa; sen laajuus on samaa luokkaa kuin teknologiaohjelmien.

Muita rahoittajia ovat Suomen Akatemia ja Suomen itsenäisyyden juhlarahasto (Sitra). Myös ministeriöt ja useat säätiöt rahoittavat ilmastonmuutokseen liittyvää tutkimusta. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) on ollut useiden energiateknologian tutkimusohjelmien koordinaattorina. VTT tekee sekä omia tekniikan alan tutkimuksia että yritysten tai julkisen sektorin tilaamia töitä.

Energia-alan kansallisissa tutkimus- ja kehitysohjelmissa ovat mukana kaikki keskeiset tahot kuten teollisuusyritykset, tutkimuslaitokset ja yliopistot. Alan toimijat muodostavat energiaklusterin. Vuosina 2003–2004 olivat käynnissä mm. seuraavat Tekesin ja VTT:n energiateknologiaohjelmat:

- Moottoritekniikan tutkimusohjelma **ProMOTOR**, 1998–2003
- Liikenteen energian käytön ja ympäristövaikutusten tutkimusohjelma **MOBILE2**, 1999–2003
- Teknologiaohjelma **FUSION** 2003–2006
- Prosessi-integraatiomittarit, 2000–2004
- Puuenergian teknologiaohjelma 1999–2003
- Ilmastonmuutoksen hillinnän liiketoimintamahdollisuudet **ClimBus**, 2004–2008
- Hajautettujen energiajärjestelmien teknologiaohjelma **DENSY**, 2003–2007
- Kierrätysteknologian ja jätehuollon teknologiaohjelma **Streams**, 2001–2004
- Puuenergian pienen mittakaavan tuotanto ja käyttö, 2002–2006
- Uusiutuvan energiantuotannon kehittäminen ja tehostaminen, 2001–2003
- Mekaaninen sellunvalmistus – uusi prosessi energiankulutuksen vähentämiseksi **AMP**, 2002–2005.

SITRAn ympäristöohjelmassa (2004–) pyritään nostamaan Suomen ympäristöteknologian tasoa ja kansainvälistä kilpailukykyä. Ohjelma toimii myös kansallisena forumina innovatiivisten menetelmien kehittämiseksi ja käyttöönotolle.

Bioenergiateknologialla on merkittävä asema energia-alan tutkimus- ja kehitystyössä. Jätehuollon kasvaville markkinoille on kehitetty uutta teknologiaa, samoin on ollut tuuli- ja aurinkoenergiaan painottuvia teknologiaohjelmia.

Lisäksi useat Tekesin rahoittamat rakennusteknologian ohjelmat ovat ilmastonmuutoksen kannalta varteen otettavia:

- Talotekniikan tutkimusohjelma **CUBE**, 2002–2006
- Rakentamisen ja palvelujen teknologiaohjelma **Infra**, 2001–2005 (jatkuu INFRA 2010 -ohjelmalla vuosina 2006–2008)
- Suuntana arvooverkottunut rakentaminen -teknologiaohjelma **Sara**, 2003–2007
- Puumateriaalin tutkimusohjelma, 2003–2006.

Liikenne- ja viestintäministeriö on rahoittanut seuraavia tutkimuksia ja hankkeita, jotka liittyvät energian säästöön ja liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen:

- Raskaan liikenteen energiankäytön seurantarjestelmän kehittäminen **EMISTRA**, 2003–2005
- Tehokkaita tapoja ja keinoja raskaan liikenteen energiankäytön vähentämiseksi **HDEnergy**, 2003–2005
- Ilmastonmuutoksen mallintamisen kehittäminen, 2004–2006
- Uusien energiatehokkaiden palvelujen ja menetelmien käyttöönotto (Mobility Management, biopolttoaineet, taloudellinen ajotapa), 2005–2007.

Myös muut ministeriöt ja organisaatiot ovat rahoittaneet ilmastonmuutokseen liittyvää tutkimusta. Esimerkiksi maa- ja metsätalousministeriö on rahoittanut maatalouden biokaasuteknologian tutkimusta usean vuoden ajan.

Erityisesti Suomen Akatemian ja eri sektoreiden tutkimuslaitosten rahoittamia ohjelmia on kuvattu kohdassa 8.2.

4.6 *Joustomekanismien käyttö*

Suomen CDM/JI -koeohjelma käynnistettiin vuonna 1999, jotta valmiuksia joustomekanismien käytölle voitaisiin parantaa. Ohjelman rakennetta ja tuloksia on kuvattu kohdassa 7.6. Suomen tavoitteena on hankkia koeohjelman avulla noin 2 Tg CO₂-ekv. suuruiset päästövähennykset Kioton sitoumuskaudella 2008–2012.

EY-komission mukaan kasvihuonekaasujen vähentämisen marginaalikustannukset ovat Suomessa jäsenmaiden kolmanneksi korkeimmat. Energia- ja ilmastostrategiassa todetaan, että Suomi tulee käyttämään joustomekanismeja päästöjen vähentämiseen. Valtio on valmistautunut rahoittamaan noin 10 Tg suuruisen päästövähennysten hankinnan kaudella 2008–2012.

Vastuu joustomekanismeista on jaettu kolmelle ministeriölle. Kauppa- ja teollisuusministeriö ja sen hallinnonala toimivat koordinoijana. Lisäksi energiamarkkinavirasto ylläpitää tarvittavat rekisterit ja hoitaa niihin liittyvät tehtävät. Ympäristöministeriö vastaa yhteistoteutuksesta ja päästökaupan toimista, ulkoasiainministeriö puhtaasti kehityksen mekanismeista.

4.7 *Valmiuksien parantaminen, koulutus ja tietoisuuden lisääminen*

Tätä aihepiiriä käsitellään yksityiskohtaisesti luvussa 9.

Suomen kotimaisen ilmastopolitiikan keskeisenä periaatteena on tiedottaa kansalaisille kaikista toimista ja päätöksistä avoimesti ja läpinäkyvästi. Laajapohjaisella Ilmastoforumilla on erityisvastuu ilmastonmuutosta koskevan tietoisuuden lisäämisessä.

Useat ministeriöt ovat jakaneet kansalaisille tietoa ilmastonmuutokseen sopeutumisesta ja sen hillinnästä. Tämä toiminta on osin jatkuvaa, osin kampanjamuotoista ja kukin ministeriö on luonnollisesti keskittynyt oman sektorinsa asioihin. Ministeriöiden www-sivuilla on tuoreita tietoja ilmastokysymyksistä. Ministeriöiden välinen yhteistyö tehostui vuonna 2002, kun Ilmastonmuutoksen viestintäohjelma käynnistyi. Ohjelma koostuu hankkeista ja kampanjoista, joiden avulla kansalaisia valistetaan ilmastonmuutoksen todennäköisistä vaikutuksista ja toimista, joita sen hillitsemiseksi täytyy tehdä.

Esimerkiksi IPCC:n kolmen työryhmän arviointiraporttien tiivistelmät ja ACIA-ohjelma käännettiin suomeksi ja ne ovat netissä saatavilla. Toisaalta ministeriöiden asiantuntijoilla ei useinkaan ole mahdollisuuksia vastata riittävän hyvin kansalaisten ja median tietotarpeisiin.

Suomen koulujärjestelmässä ilmastonmuutosasiat ovat osa ympäristökasvatusta. Virallisissa opetusstrategioissa ilmastonmuutosta käsitellään usein yhdessä muiden kestävä kehityksen uhkien kanssa.

Lisäksi on vielä joitakin toimia, joilla on edellä mainittuja välittömämpiä vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin. Motivan rooli on näiden toimien osalta erityisen tärkeä, koska sen tehtävänä on kannustaa yrityksiä ja kuluttajia tehostamaan energiankäyttöä lisäämällä tietoa taloudellisista ja ympäristömyönteisistä toimista. Näin vähennetään energian tarpeetonta käyttöä ja helpotetaan uusien menetelmien ja tekniikoiden omaksumista. Motivan keskeinen tehtävä on valtioneuvoston energiansäästöohjelman toteuttaminen.

4.8 Politiikkojen ja toimien vaikutus pitkän ajan päästötrendeihin

Kansainvälisistä päästövähennystoimista vuoden 2012 jälkeen ei vielä ole sovittu. Voidaan kuitenkin olettaa, että päästöjen rajoittamistoimet ja tavoitetasot tulevat tiukentumaan. Jos päästöjä olisi pienennettävä esimerkiksi 30 prosentilla vuoteen 2020 mennessä, Suomen pitäisi saavuttaa noin Tg CO₂-ekv. suuruiset vuotuiset vähennykset kotimaisten toimien ja joustomekanismien avulla.

Tietyn vähennystason saavuttamisen kustannukset Suomessa riippuvat myös EU:n tavoitteista ja maailmanlaajuisista ratkaisuista. Voidaan todeta, että pitkän aikavälin tavoitteiden, joustomekanismien ja kotimaisten toimien yhteisvaikutus tunnetaan yhä puutteellisesti ja lisää tutkimusta tarvitaan.

4.9 Käytöstä poistuneet politiikat ja toimet

Useimmat kasvihuonekaasujen vähennystoimet ovat olleet jo melko pitkään voimassa, joskin niitä on muunneltu. Energiainvestoinneille myönnetty avustukset on kuitenkin rajoitettu koskemaan vain uusiutuvia energialähteitä ja energiatehokkuutta sekä uutta teknologiaa. Aiempaa tukea turpeen tuotannolle on merkittävästi vähennetty; heinäkuussa 2005 turpeen verot ja verotuet sähköntuotannossa poistettiin kokonaan.

4.10 Kotimaisten toimien ja Euroopan yhteisöjen lainsäädännön vuorovaikutus

Taulukossa 4–8 on lueteltu Euroopan yhteisöjen lainsäädännön pohjalta toimeenpantuja kotimaisia politiikoita ja toimia. Osa niistä on ollut meillä jo valmiiksi voimassa, mikä on mainittu taulukon viimeisessä sarakkeessa.

Taulukko 4–8 Euroopan unionin yhteiset ja yhteen sovitetut politiikat ja toimet (CCPM), jotka on otettu käyttöön Suomessa tai joiden käyttöönotto on valmisteilla.

CCPM	Politiikka/ toimi Suomessa	Tilanne Suomessa	Arvioitu päästö- vähennys	Huomaus
Energiatuotteiden verotus, neuvoston direktiivi 2003/96/EC	Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta (1260/1996), laki nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta (1472/1994).	Voimaan 1997, viimeksi muutettu 2003 (verotasojen korotettu, verotukien soveltamisalaa laajennettu)		Jo valmiiksi voimassa
Päästökauppadirektiivi 2003/87	Päästökauppalaki (683/2004)	Voimassa	0,8 Tg CO ₂ /v vuosina 2005–2007, 5,9 Tg CO ₂ /v vuosina 2008–2012	
Direktiivi 2002/91/EC rakennusten energiatehokkuudesta	Kaksi uutta lakia valmisteilla. Joitakin muutoksia tehdään nykyiseen maankäyttö- ja rakennuslakiin.	Voimassa		Jo valmiiksi voimassa
Direktiivi 2001/77/EC uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön edistämisestä EU:n sisäisillä sähkömarkkinoilla	Uusi toimintasuunnitelma uusiutuvien energialähteiden käytöstä, laki sähkön alkuperän varmentamisesta ja ilmoittamisesta (1129/2003), Asetus sähkön alkuperän varmentamisesta (1357/2003)	Voimaan 2003		Toimeenpanosuunnitelma noudattaa osittain direktiiviä 2001/77/EC
Pääosin direktiiviin IEM 96/62/EC, osin direktiiviin 2001/77/EC perustuva laki	Sähkömarkkinalaki (386/1995)	Voimaan 1995, muutettu viimeksi 2003		Jo valmiiksi voimassa
Neuvoston direktiivi 1999/31/EC jätteiden kaatopaikkasijoituksesta	Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista (861/1997)	Voimassa		Jo valmiiksi voimassa
Neuvoston asetus 1783/2003	Horisontaalinen maaseudun kehittämisohjelma koskien Manner-Suomea (2000–2006)	Toimeenpanon valmistelu käynnistyi 2005.		Komissio hyväksyi muunnetun ohjelman huhtikuussa 2005.
Eri kuljetusmuotojen osuukien muuttaminen, erityisesti rautatiekuljetusten suuntaan 2001/12/EC, 2001/13/EC, 2001/14/EC	Rautatielaki, joka tuli voimaan 13. maaliskuuta 2003.	Voimassa		
Direktiivi 2003/30/EC biopolttoaineiden ja muiden uusiutuvien energiamuotojen edistämisestä liikenteessä	Kansallinen raportti 30. joulukuuta 2004.	Toimeenpano valmisteilla		

4.11 Oheishyödyt

Kuten aiemmin on kuvattu, energia- ja ilmastostrategiaan sisältyvät toimet edistävät ympäristönsuojelua monilla aloilla skenaarioista ja energiantuotannon ratkaisuista riippumatta. Nämä toimet auttavat vähentämään happamoitumista ja alailmakehän otsonipitoisuuksia sekä taajamarakenteen hajautumista.

Valitun energiantuotantovaihtoehdon vaikutus esimerkiksi happamoitumiseen näkyy vasta pitkän ajan kuluessa, vuosia Kioton ensimmäisen sitoumuskauden jälkeen. Energia- ja ilmastostrategia ei vaikuta nykyisiin hiukkasten ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kasvutrendeihin.

4.12 Taloudelliset vaikutukset

4.12.1 Vaikutukset kansantalouteen

Päästövelvoitteen hoitaminen hidastaa kansantalouden kasvua verrattuna tilanteeseen, jossa velvoitetta ei olisi. Valtion taloudellisen tutkimuskeskuksen (VATT) mukaan bruttokansantuote pienenee arviolta 0,9 % Kioton sitoumuskaudella, jos päästöoikeuden hinta on 20 euroa hiilidioksiditonnilta. Yksityinen kulutus vähenee 2,2 % ja investoinnit 0,3 %. Jos päästöoikeuden hinta on 10 €/t CO₂, vastaavat alenemat ovat 0,6 %, 1,4 % ja 0,1 %.

Valtion toimet päästöjen vähentämiseksi joustomekanismien avulla pienentävät kansantalouden kustannuksia. Kioton sitoumuskaudella vaikutus tulee olemaan suhteellisen pieni, mutta se kasvaa myöhemmin päästövähennystavoitteiden ennakoitujen tiukennusten myötä.

Alueelliset vaikutukset ilmenevät merkittävimmin puun, turpeen ja maatalouden biopolttoaineiden kautta. Maaseudulle syntyy uutta energiantuotantoa ja työpaikkoja.

4.12.2 Vaikutukset valtiontalouteen

Valtiontalouden osalta energia- ja ilmastostrategia muuttaa joiltakin osin energiaverojärjestelmää ja myös energiatukien jakoperusteita. EU:n päästökauppajärjestelmä on osittain energiaverotuksen kanssa päällekkäinen säätelymenetelmä. Näin ollen teollisuuden ja kasvihuoneviljelyn sähköveroa tullaan alentamaan. Tämä pienentää jossain määrin valtion energiaverotuloja Kioton sitoumuskaudella.

Merkittävin vaikutus valtiontalouteen syntyy joustomekanismien käytöstä. Valtio aikoo rahoittaa noin 10 Tg suuruisen päästövähennysoikeuksien hankinnan vuosien 2008–2012 aikana.

Valtion rahoitus teknologiatutkimukselle ja tuotekehittelylle jatkuu Kioton sitoumuskaudella. Tätä rahoitusta samoin kuin investointien energia-avustuksia tullaan suuntaamaan aiempaa enemmän uuteen teknologiaan. Erityisesti päästökauppasektorilla vain uuden teknologian hankkeet tulevat olemaan energia-avustusten piirissä.

VIITTEITÄ

- Eduskunta. 2004. Päästökauppalaki (683/2004), 16 s.
- Eduskunta. 1995. Sähkömarkkinalaki (386/1995), 18 s.
- Euroopan yhteisöjen komissio. 2001. Valkoinen kirja: Eurooppalainen liikennepolitiikka vuoteen 2010; valintojen aika. KOM 2001/370.
- Helynen, S. 2004. Bioenergy policy in Finland. *Energy for Sustainable Development VIII(1)*, pp. 36–46.
- Honkatukia J., Kemppi H. and Kerkelä L. 2005. Arvioita ilmasto- ja energiastrategian kansantaloudellisista vaikutuksista. VATT-keskustelualoitteita 116.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 1999. Kansallinen metsäohjelma 2010. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2/1999, 40 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 1999. Suomen kansallinen metsäohjelma 2010. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2/1999, 40 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2005. Maa- ja metsätalouden päästöt ja nielut sekä Kioton pöytäkirjan artiklojen 3.3 ja 3.4 toimenpiteiden soveltaminen Suomessa. Helsinki, 22 s.
- METLA. 2004. Selvitys Suomen metsiä koskevista nieluarvioista. Maa- ja metsätalousministeriön tilaama muistio, 23 s.
- METLA. 2005. Maankäytön ja maankäytön muutosten seurannan ja raportoinnin kehittäminen kasvihuonekaasuinventaarion näkökulmasta, 36 s.
- Ministry of Trade and Industry. 2004. The electricity customer's lot: the status of the deregulated Finnish electricity market – consequences. MTI Publications 4/2004, Helsinki, 114 p.

- Kauppa- ja teollisuusministeriö. 2004. Hiilidioksidipäästöjen päästöoikeuksien jakoperusteet Suomessa vuosille 2005-2007 sekä eräitä suuntaviivoja vuosille 2008-2012: EY:n päästökauppadirektiivin mukaisten päästöoikeuksien laskentaperusteita valmistelleen työryhmän mietintö. Julkaisuja 12/2004, 64 s.
- Kauppa- ja teollisuusministeriö. 2004. EU:n päästökaupan, energiaverotuksen ja energiantuotannon tukien yhteensovittaminen. Julkaisuja 35/2004, Helsinki, 95 s.
- Kauppa- ja teollisuusministeriö. 2005. Teknologiaa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen: taustatyö kansallisen ilmastostrategian päivitystä varten. Julkaisuja 1/2005, Helsinki, 182 s.
- Kauppa- ja teollisuusministeriö. 2005. Joustomekanismien hallinnoinnin työnjako ja resurssit. Julkaisuja 3/2005, Helsinki, 65 s.
- Kauppa- ja teollisuusministeriö. 2005. Energiatutkimuspolitiikan muutos Suomessa. Julkaisuja 5/2005, Helsinki, 124 s.
- Kauppa- ja teollisuusministeriö. 2005. Turpeen energiakäytön asema Suomen energijärjestelmässä. Julkaisuja 14/2005, Helsinki, 97 s.
- Kuopion kaupunki. 2003. Kuopion ilmastostrategia, 38 s
- Liikenne- ja viestintäministeriö. 2000. Kohti älykästä ja kestävää liikennettä 2025. Julkaisuja 1/2000, Helsinki.
- Liikenne- ja viestintäministeriö. 2001. Joukkoliikenne – houkutteleva valinta. Julkaisuja 2/2001.
- Liikenne- ja viestintäministeriö. 2005. Kävelyn ja pyöräilyn tutkimusohjelma 2005–2015. Julkaisuja 12/2005, 40 s.
- Liikenne- ja viestintäministeriö. 2005. Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä vuoteen 2010. Ohjelmia ja strategioita 4/2005, Helsinki, 44 s.

- Ministry of Transport and Communications. 2004. Promoting Pedestrian and Bicycle Traffic in Finland. The JALOIN programme 2001–2004. Publication 66/2004, 21 p.
- Perälä, P., Lehtonen, H., Niemi, J., Esala, M. & Regina, K. 2004. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen arvioitu kehitys vuoteen 2025 sekä arvio kehityksestä vuoteen 2050. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, 18 s.
- Suomen Kuntaliitto. 2000. Kunnat ilmaston puolesta. toim. Terhi Miettinen, 67 s.
- Tilastokeskus. 2003. Ympäristötilastot. Ympäristö ja luonnonvarat 2003:2, 208 s.
- Tilastokeskus. 2004. Suomen tilastollinen vuosikirja 2004. Helsinki, 718 s.
- Valtiovarainministeriö. 2004. Kestävä kehitys ja ekologinen verouudistus. Valtiovarainministeriö, Helsinki, 139 s.
- Valtioneuvosto. 2005. Lähiajan energia- ja ilmastopolitiikan linjauksia – kansallinen strategia Kioton pöytäkirjan toimeenpanemiseksi. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 30. päivänä marraskuuta 2005, 46 s ja liitteet I–IV.
- Ympäristöministeriö. 2002. Tarkistettu valtakunnallinen jättesuunnitelma vuoteen 2005. Helsinki, 26 s.



5 Skenaariot ja politiikkatoimien arviointi

5.1 Aiempien skenaarioiden arviointi

Suomen ensimmäinen maaraportti Ilmastopimukselle sisälsi skenaarion, joka perustui valtioneuvoston 1990-luvun alussa käynnistämään strategiatyöhön. Tässä ns. perusskenaariossa oletettiin energiapolitiikan säilyvän ennallaan; energiaverotus sekä tuet investointeihin ja tutkimukseen pysyivät vuoden 1990 reaalitasolla. Lisäksi otettiin varovainen kanta sähkön tuontimahdollisuuksiin. Katsottiin, että tietyissä olosuhteissa sähkön kysyntä voitaisiin kokonaan kattaa kotimaisella tuotannolla ja että tuonti korvautuisi vähitellen hiililauhdesähköllä. Näin ollen perusskenaariota ei voida pitää 'business as usual'-skenaariona tai 'ilman toimenpiteitä' -skenaariona, vaan pikemminkin uhkakuvana. Nämä oletukset johtivat odotetusti korkeisiin päästötasoihin (CO₂-päästöt polttoaineiden käytöstä), mikä ilmenee kuvasta 5-1.

Perusskenaarion mukainen päästöjen kasvu ei koskaan toteutunut. Lähes puolet toteutuneiden ja perusskenaarion ennakoimien päästöjen erotuksesta selittyy merkittävällä sähkön tuonnilla. Sähkön tuotantokapasiteetti pohjoismaisilla markkinoilla oli useimpina vuosina kysyntään nähden korkea. Tästä syystä hiililauhdevoiman tuotanto pysytteli Suomessa melko alhaisena. Neljännes perusskenaarion ja toteutuneiden päästöjen erotuksesta johtui siitä, että eri polttoaineiden osuudet sähkön ja lämmön tuotannossa muuttuivat. Olemassa olevien ydinvoimaloiden kapasiteetti kasvoi 1990-luvun jälkipuoliskolla, maakaasun käyttö lisääntyi voimakkaasti sähkön ja lämmön yhteistuotannossa, samoin puuperäisten polttoaineiden käyttö sekä kunnallisessa yhteistuotannossa että teollisuudessa. Erotuksen viimeisen neljänneksen selittävät useat tekijät, tärkeimpinä energian säästö, 1990-luvun lauhat talvet sekä vuosikymmenen alkupuolen lama-kaus. Poliitikkojen ja toimien merkitys positiivisessa kehityksessä oli myös tärkeä, mutta vaikea arvioida yksityiskohtaisesti.

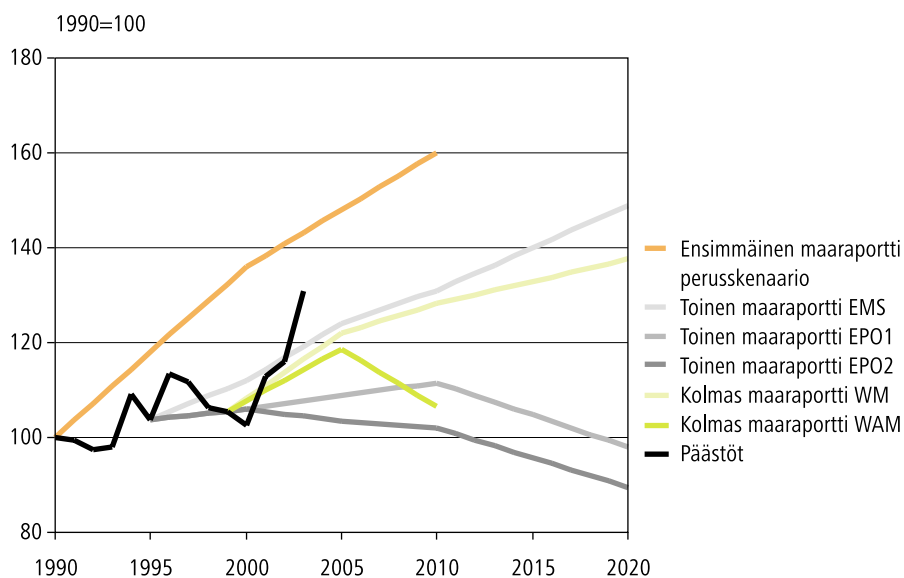
Suomen toisessa maaraportissa esitettiin kolme skenaariota. Energiamarkkinaskenaario (EMS) kuvasi tilannetta, jossa markkinat ohjasivat energiataloutta ilman kansallisten tai kansainvälisten toimien merkittävää vaikutusta. Kahden muun skenaarion (EPO1 ja EPO2) lähtökohtana oli, että hiilidioksidipäästöjä vähennetään tiukoilla säätelytoimilla. Lisäksi hiilen osuutta energiantuotannossa aiottiin vähentää esim. verotuksen kautta. EPO1-skenaariossa lisättiin puun ja maakaasun käyttöä, EPO2-skenaariossa rakennettiin lisää ydinvoimaa.

Nämä toisen maaraportin skenaariot poikkesivat suuresti toisistaan, mutta todelliset päästöt ovat silti jo käyneet niiden vaihteluvälin ylä- ja alapuolella. Vuoden 2000 hyvin alhaiset päästöt johtuivat pääasiassa Norjan poikkeuksellisen runsaista sateista. Ne painoivat sähkön hinnan pohjoismaisilla markkinoilla hyvin alas ja sähkön nettotuonti Norjasta oli ennätys-

korkea, 19 TWh. Täysin vastakkainen vesitilanne selittää paljolti Suomen korkeat CO₂-päästöt vuonna 2003. Päästöt laskivat lähes 3,5 Tg vuonna 2004 edellisvuoteen verrattuna, mutta olivat yhä toiseksi korkeimmat jaksolla 1990–2004. Vuoden 2005 alkupuoliskolla päästöt olivat 6 Tg pienemmät kuin edellisvuoden alkupuoliskolla; suuren vähenemän selitti osittain metsäteollisuuden kuusiviikkoinen työseisaus.

Suomen kolmannessa maaraportissa esitettiin kaksi skenaariota, toimenpideskenaario (WM) ja lisätoimenpideskenaario (WAM)¹. Niiden laadinta ja tulosten laskenta olivat edenneet uuteen vaiheeseen; työssä hyödynnettiin monimutkaisia malleja ja useiden tutkimuslaitosten asiantuntemusta. Skenaarioiden rakenne ja perusoletukset kuvattiin raportin viidennessä luvussa, samoin niiden laadinta ja käytetyt mallit. Merkittävimpänä erona skenaarioiden välillä oli hiilen käytön huomattava vähennys sekä maakaasun lisäkäyttö ja ydinvoimakapasiteetin jatkorakentaminen WAM-skenaariossa. Vuoteen 2005 saakka skenaarioiden ero oli pieni, sillä lisätoimien vaikutusten oletettiin näkyvän merkittävänä vasta tätä myöhemmin.

Kuva 5–1 Suomen aiemmissa maaraporteissa esitetyt skenaariot polttoaineiden käytön hiilidioksidipäästöille. Skenaariot on esitetty suhteessa vuoden 1990 päästöihin sellaisina kuin ne oli arvioitu vuoden 2003 inventaariossa (53,3 Tg). Absoluuttisia arvoja ei ole käytetty, koska perusvuoden 1990 päästöt ovat muuttuneet; ne olivat ensimmäisessä raportissa 53 Tg, toisessa 52,6 Tg ja kolmannessa 53,9 Tg.



1 Uusimmassa kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa WM-skenaariota (With Measures) kutsutaan perusskenaarioksi ja WAM-skenaariota (With Additional Measures) toimenpideskenaarioksi. Nämä nimet ovat käytössä myös tässä raportissa kyseisiin skenaarioihin viitattaessa (ks. myös luku 5.2.1).

5.2 Perusskenaario vuosille 2005–2020

5.2.1 Skenaarion laatiminen

Energia- ja ilmastostrategian taustaksi on muodostettu kaksi skenaariota, joista toinen on luonteeltaan perusskenaario ja toinen skenaario, joka täyttää mm. kansainväliset päästövelvoitteet. Perusskenaariolla kuvataan kehitystä jo voimassa olevien politiikkatoimien valossa. Jos perusskenaarion toimenpiteillä ei saavuteta asetettuja tavoitteita, tarvitaan uusia politiikkatoimia. Tällaisista lähtökohdista muodostettua skenaariota kutsutaan tässä raportissa toimenpideskenaarioksi (With Additional Measures –skenaario, WAM-skenaario). Perusskenaarion rinnakkaisnimenä on WM-skenaario (With Measures –skenaario). Nimityksistä WM-skenaario ja WAM-skenaario on sovittu kansainvälisessä ilmastopöytäkirjajärjestelmässä, jossa valvotaan sopimusosapuolten edistymistä päästövähennysvelvoitteiden toteutumisen suhteen.

Skenaarit on laadittu kaudelle 2005–2020. Tässä kohdassa kuvataan perusskenaario, toimenpideskenaario on kuvattu kohdassa 5.3.

Energiasektorilla perusskenaarioon sisältyviä toimia ovat muun muassa rakennusten lämpötehokkuutta koskevat säädökset, energiaverot ja -tuet, energiateknologian tutkimuksen ja testauksen rahoitus sekä muut jo tehdyt energiamarkkinoiden rakenteeseen vaikuttavat päätökset (sähköntuonnin kapasiteetti, rakenteilla oleva ydinvoimayksikkö). Muille sektoreille laaditut skenaarit on myös liitetty laskelmiin.

Perusskenaariossa ei oteta kantaa, kuinka todennäköisiä tai hyväksytyjä tulokset ovat. Siinä ei myöskään arvioida lähtöoletusten todennäköisyyttä, esimerkiksi taloudellista kasvua tai polttoaineiden maailmanmarkkinahintojen kehitystä. Skenaario kuvaa yhden kehitysnäkymän, joka on sisäisesti mahdollisimman ristiriidaton ja perustuu valittuihin lähtöoletuksiin. Skenaariota ei voida pitää ennusteena, vaan kasvihuonekaasujen kannalta pikemminkin kehityskulkuna, jonka toteutuminen pitää ajoissa ehkäistä riittävin toimin.

Skenaariota on täydennetty herkkyytarkasteluin. Niiden avulla arvioidaan, kuinka paljon tulokset muuttuisivat, jos laskennan eräät oleelliset lähtökohdat muuttuisivat suuntaan tai toiseen.

Laskennoista vastaavaan työryhmään on kuulunut asiantuntijoita ilmasto- ja energiapolitiikan kannalta keskeisistä ministeriöistä. Työryhmä on raportoinut kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vastanneelle ministerityöryhmälle.

5.2.2 Perusskenaarion lähtökohdat

Taulukossa 5–1 on esitetty yhteenveto perusskenaarion keskeisistä lähtökohdista kausille 2005–2007, 2008–2012 ja 2013–2020. Kansainvälinen toimintaympäristö oletetaan vakaaksi; polttoaineiden maailmanmarkkinahinnat noudattavat Kansainvälisen energiajärjestön (IEA) arvioita ja Euroopan yhteisöjen komission selvityksiä.

Taloudellisella kasvulla ja sen rakenteella on keskeinen asema energian kulutusta ja päästöjä koskevissa laskelmissa. Pitkällä aikavälillä kasvun määräävät pääasiassa työvoiman saatavuus ja työn tuottavuus. Merkittävin ja syvällisin kehitystekijä Suomen kansantaloudessa on väestön ikääntyminen. Toinen työvoiman saatavuuteen vaikuttava tekijä on rakenteellisen työttömyyden taso. Laskennat osoittavat talouskasvun hidastuvan, mutta pysyttelevän kuitenkin yli 2 % vuositasolla 2020-luvulle saakka.

Palvelusektorin kasvu ylittää hieman bruttokansantuotteen kasvun koko tarkastelujaksolla, mikä kasvattaa palvelujen suhteellista osuutta kansantaloudessa. Teollisuuden energia- ja pääomaintensiivisyys vähenee. Sähkö- ja elektroniikkateollisuus kasvavat yhä nopeimmin, keskimäärin 3,5 % vuodessa tarkastelujakson aikana. Energiaintensiivisen teollisuuden – puunjalostus, kemianteollisuus, perusmetallien valmistus – kasvu on selvästi hitaampaa kuin teollisuudessa keskimäärin. Tarkastelujakson alkuun kuitenkin sijoittuu mittavia investointeja metallien valmistuksessa ja kemianteollisuudessa, jonka vuoksi näiden toimialojen kasvu on vuosina 2003–2010 varsin ripeää.

Perusskenaariossa oletetaan, että viides ydinvoimayksikkö käynnistyy vuonna 2009. Ydinvoiman keskimääräinen saatavuus laskee hieman vuoden 2010 jälkeen, koska neljä aiempaa yksikköä ikääntyy.

Suomen maakaasuverkon oletetaan laajenevan Turun seudulle tämän vuosikymmenen lopulla. Maakaasu on kilpailukykyinen polttoaine teollisuuden ja yhdyskuntien energiantuotannossa niillä alueilla, joille verkko ulottuu.

Teollisuuden yhdistetty lämmön ja sähkön tuotanto (CHP), riippuu pääosin metsäteollisuuden lämmöntarpeesta. Perusskenaariossa oletetaan myös, että uusia yhteistuotantolaitoksia rakennetaan lisää erityisesti sen takia, että maakaasun käyttö näissä laitoksissa kasvaa.

Hiilen käytön lauhdevoimalaitoksissa oletetaan kasvavan uuden ydinvoimayksikön valmistumiseen saakka ja kääntyvän sitten laskuun. Tarkas-

Taulukko 5–1 Perusskenaarion lähtökohdat ja oletukset.

	2005–2007	2008–2012	2013–2020
Kansainvälinen toimintaympäristö	Vakaa	Vakaa	Vakaa
Polttoaineiden maailmanmarkkinahinnat	Vakaa hintakehitys	Vakaa hintakehitys	Vakaa hintakehitys
Taloukasvu	3 %/ vuosi	2,5 %/ vuosi	yli 2 %/ vuosi
Väestö	Kasvaa hitaasti; ikääntyy	Kasvaa hitaasti; ikääntyy	Kasvaa hitaasti; ikääntyy
Ydinvoiman tuotanto	Nykyinen	Lisäystä 1600 MW vuonna 2009/2010	Ei muutosta
Sähkön tuonti ja kapasiteetti	Nykyinen ja yhteys Viroon (350 MW)	Ei muutosta	Ei muutosta
Vesivoiman tuotanto	Ei lisäystä	Ei lisäystä	Ei lisäystä
Maakaasuverkko	Nykyinen	Laajenee Turun seudulle	Ei muutosta
Puuenergian kilpailukyky	Paranee hieman	Paranee hieman	Paranee hieman
Uusiutuvan energian käyttö	Osuus kasvaa hieman	Osuus kasvaa hieman	Osuus kasvaa hieman
Teknologian kehitysvauhti	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen
Energiainvestoinnit	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen
Energiansäästö	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen
Energiaverotus ja -normit	Vuoden 2005 taso	Vuoden 2005 taso	Vuoden 2005 taso
Liikennepolitiikka	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen
Maatalouspolitiikka	Agenda 2000*	Agenda 2000	Agenda 2000
EU:n päästökauppa	Ei huomioitu	Ei huomioitu	Ei huomioitu
Joustomekanismit	Ei huomioitu	Ei huomioitu	Ei huomioitu

* perustuu EU:n yhteiseen maatalouspolitiikkaan

telujakson loppupuolella hiilen käyttö jälleen lisääntyy, mutta pysyy lisädinvoiman käyttöönottoa edeltäneen tason alapuolella.

Puupolttoaineiden kilpailukyky on viime vuosina merkittävästi parantunut teknologian kehityksen ja tehtyjen veroratkaisujen myötä. Kilpailukyvyn oletetaan yhä paranevan, vaikkei sitä tukevia veroratkaisuja ole sisällytetty perusskenaarioon. Jäteliemien ja puujätteen käytön metsäteollisuudessa oletetaan pysyvän nykytasolla. Tämä tarkoittaa, että niiden synty ja käyttö kehittyvät samaa tahtia kuin metsäteollisuuden tuotanto.

Turve kilpailee luontaisella markkina-alueellaan puun kanssa lämmön ja sähkön yhteistuotannossa. Perusskenaarion hintaoletusten mukaan teollisuuden jätepuu ja parhaiten hyödynnettävissä oleva hake ovat turpeen kanssa kilpailukykyisiä. Jos polttoainetta tarvitaan paljon, turve on useimmissa laitoksissa etusijalla ja puu on täydentävä polttoaine. Yhdyskuntien sähkön ja lämmön tuotannossa turpeen käyttö kasvaa. Teollisuudessa turpeen käyttö pysyy vakaana, mutta lauhdevoiman tuotannossa turve ei tehtyjen oletusten pohjalta ole kilpailukykyinen.

Perusskenaariossa voimakkaimmin kasvava sähköntuotannon muoto on tuulivoima. Sitä rakennetaan tarkastelujakson aikana noin 30 MW vuodessa. Lähivuosina tuulivoiman tuotanto kasvaa yli 10 % vuosivauhdilla, myöhemmin hieman tätä hitaammin.

Maalämmön ja muiden lämpöpumppuratkaisujen sekä aurinkosähkön osuus uusien rakennusten lämmityksessä tulee kasvamaan nykyisestä erityisesti rivitaloissa. Jätteiden hyödyntäminen kaukolämmön tuottamisessa pysyy nykytasolla. Kaatopaikkojen, jätevedenpuhdistamojen ja muiden metaanilähteiden käyttö kasvaa selvästi, mutta pysyy merkitykseltään vähäisenä.

Teknologian kehitys jatkuu energiasektorilla samoin kuin muilla sektoreilla. Nopeita edistysaskeleita ei tarkastelujakson aikana ole odotettavissa. Paras kaupallinen teknologia otetaan asteittain käyttöön ja yhä tehokkaampaa teknologiaa tulee saataville. Kokemus on osoittanut, ettei aina kuitenkaan oteta käyttöön tehokkainta kaupallista teknologiaa, koska sen muut ominaisuudet ja markkinoiden vajaatoimisuus eivät välttämättä tue energiatehokkaita valintoja. Perusskenaariossa tämän ns. tehokkuuskuilun arvioidaan pysyvän nykyisellä tasolla.

Energiaverotuksen reaalityson ei oleteta muuttuvan eli verot nousevat vain inflaation tahdissa. Energiaverotuksen rakenne säilyy nykyisellään, samoin autoihin kohdistuvat verot.

Suomen sisäistä muuttoliikettä luonnehtii väestön siirtyminen kasvukeskuksiin. Samaan aikaan tapahtuu muuttoa yhä etäämmälle ydinkeskustoista. Alue- ja taajamarakennetta säätelevät pääasiassa läänien ja kuntien maankäytön suunnittelutoimet. Valtakunnallisesti aluerakenteeseen vaikuttavat lisäksi mm. teollisuuden rakennemuutos, talouden painopisteet, liikennejärjestelmien kehitys ja aluepoliittiset toimet. Kaikkien näiden tekijöiden vaikutuksen oletetaan perusskenaariossa säilyvän nykyisellään.

Liikennesektorin perusskenaario noudattelee pääosin nykyistä liikennepolitiikkaa; edistetään kestävästä kehitystä ja rajoitetaan liikenteen kasvua, vaikutetaan taajamarakenteeseen ja maankäytön suunnitteluun, kehitetään logistiikkaa, joukkoliikennettä ja kevyttä liikennettä. Perusskenaario pyrkii saavuttamaan liikennepolitiikan tavoitteet näiden toimien avulla, lisäksi hyödyntäen EU-komission ja autoteollisuuden sopimusta ajoneuvojen energiatehokkuuden parantamisesta.

Maataloustuotannon kehityksen arvioinnin lähtökohtana on, että uusia politiikkatoimia otetaan jaksolla 2007–2020 käyttöön EU:n maatalous- ja

kalastusneuvoston kesällä 2003 tekemien päätösten mukaisesti. Näillä päätöksillä uudistettiin EU:n yhteinen maatalouspolitiikka (CAP). Vuoden 2007 jälkeen tulotukien suhteellinen osuus tukipaketista pienenee. Maataloutta koskevat skenaariot on laatinut Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT). Aiempiin skenaarioihin on tehty pieniä tarkistuksia johtuen maatalouspolitiikan muutoksista sekä IPCC:n uusista ohjeista (IPCC Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry).

Metsäpolitiikan lähtökohtana on kansallinen metsäohjelma. Siinä pyritään täyttämään kotimaiset ja kansainväliset vaatimukset kehittää metsien hoitoa ja suojelua niin, että metsät tarjoavat suomalaisille työtä ja toimeentuloa. Samalla metsien tulee säilyä terveinä ja monimuotoisina sekä virkistyskäyttöön sopivina. Metsäntutkimuslaitos on laatinut skenaariot metsämaiden kasvihuonekaasujen päästöistä ja nieluista kansallisen metsäohjelman pohjalta.

Euroopan unionin päästökaupan ja hankemekanismin käyttö eivät sisälly perusskenaarioon, vaikka edellinen on jo käytössä ja jälkimmäistä voidaan täysimääräisesti hyödyntää Kioton sitoumuskaudella. Poisjättämisen perustana oli säilyttää perusskenaario selväpiirteisenä ja helpottaa vertailua toimenpideskenaarioon.

5.2.3 Energian kokonaiskulutus

Primäärienergian kokonaiskulutus oli 1 490 PJ vuonna 2003; vuonna 2010 sen ennakoitaan olevan 1 580 PJ ja vuonna 2020 noin 1 680 PJ. Kasvu hidastuu selvästi verrattuna kauteen 1990–2003, vaikkei vuoden 2003 poikkeuksellisen korkeaa kulutusta otettaisi huomioon. Mainitulla jaksolla keskimääräinen kasvu oli yli 2 % vuodessa, jaksolla 2003–2020 vuosikasvuksi ennakoitaan olevan 0,6 % (Taulukko 5–2).

Öljyn, turpeen ja vesivoiman käyttö energialähteinä pysyy lähes nykyisellä tasolla, joten niiden suhteelliset osuudet pienenevät. Merkittävintä kasvua tapahtuu perusskenaariossa ydinenergian osalta; sen osuus kasvaa kuusi prosenttiyksikköä. Maakaasun ja puuperäisten polttoaineiden käyttö lisääntyy, sähkön tuonti puolestaan pienenee.

Taulukko 5–2 Energian kulutus primäärienergiälähteittäin perusskenaariossa jaksolla 2003–2020.

	Primäärienergia (PJ)				Osuudet (%)			
	2003	2010	2015	2020	2003	2010	2015	2020
Liikenne- polttonesteet	161	171	170	168	10,9	10,8	10,4	9,7
Muu öljy	212	216	211	206	14,3	13,7	12,9	11,8
Kivihiili	195	104	106	133	13,1	6,6	6,5	8,8
Maakaasu	169	189	195	201	11,4	12,0	11,9	12,0
Turve	98	93	97	101	6,6	5,9	5,9	6,2
Puupolttoaineet	289	308	320	333	19,4	19,5	19,6	20,3
Ydinvoima	238	339	377	377	16,0	21,5	23,1	22,0
Vesivoima	34	48	49	50	2,3	3,0	3,0	2,9
Tuulivoima	0	2	3	4	0,0	0,1	0,2	0,3
Muut	72	79	83	86	4,8	5,0	5,1	5,3
Sähkön tuonti	17	29	25	18	1,2	1,8	1,5	0,6
Kokonaiskulutus	1 487	1 577	1 635	1 678	100	100	100	100

Öljytuotteiden käyttö teollisuudessa kasvaa noin viidenneksen tarkastelujakson aikana. Nestekaasun käyttö lisääntyy metsäteollisuudessa ja perusmetallien valmistuksessa. Kivihiiltä teollisuus käyttänee tulevaisuudessa pääasiassa sementin ja koksen tuotannossa. Koksen sekä masuuni- ja koksaa-mokaasujen käyttö lisääntyy teräksentuotannon myötä. Maakaasun käytön arvioidaan kasvavan noin 0,6 % vuodessa tarkastelujakson aikana, merkittävimmin metsäteollisuudessa. Turpeen teollinen käyttö pysynee nykytasolla, mutta puuperäisten polttoaineiden käyttö lisääntyy merkittävästi, noin kolmanneksella jakson 2003–2025 aikana.

Rakennusten lämmönkulutus kasvaa rakennuskannan myötä noin 0,5 % vuodessa jaksolla 2003–2020. Ominaiskulutuksen pieneneminen rakennuskannan uusiutuessa hidastaa lämmitysenergian tarpeen kasvua. Kaukolämmön markkinaosuuden arvioidaan kasvavan kuusi prosenttiyksikköä jaksolla 2003–2020, puun osuus lämmön lähteenä pysyy nykytasolla. Sähkölämmityksen osuus alenee noin yhdellä, öljylämmityksen noin kymmenellä prosenttiyksiköllä. Maalämmön osuus kaksinkertaistuu, mutta pysyy kokonaisuuteen nähden vähäisenä.

Bensiinin ja dieselöljyn käyttö tieliikenteessä muodostaa yli 90 % liikenteen energiankulutuksesta. Bensiininkulutuksen 1990-luvun alkupuolella käynnistynyt aleneminen jatkuu koko tarkastelujakson ajan. Tulevaisuudessa sitä laskee uusien henkilöautojen selvästi paraneva polttoainetalous. Dieselöljystä valtaosa käytetään tavarankuljetuksessa ja kulutus riippuukin pitkälti teollisuuden ja palveluiden kuljetusvaltaisten toimialojen kehityksestä. Kuitenkin myös uusien dieselkäyttöisten henkilöautojen osuus tulee kasvamaan.

Maataloustuotannon ei oleteta kasvavan perusskenaariossa. Polttoaineiden kokonaiskäyttö vähenee maataloudessa hieman tarkastelujakson aikana. Puun sekä muiden biopolttoaineiden käyttö kasvaa, kun taas polttoöljyn käyttö vähenee. Rakennustoiminnan polttoainekäyttö on nykyisin noin 4 PJ ja sen ennakoidaan säilyvän likimain nykytasolla.

5.2.4 Sähkön kokonaiskulutus ja hankinta

Sähkön kokonaiskulutus, sisältäen siirron ja jakelun häviöt, kasvaa 85,2 TWh:sta vuonna 2003 noin 95,5 TWh:iin vuonna 2010 ja noin 105 TWh:iin vuonna 2020 (Taulukko 5–3). Keskimääräinen vuotuinen kasvu on noin 1,2 prosenttia eli noin kaksi kertaa niin suuri kuin primäärienergian kulutuksen kasvu.

Taulukko 5–3 Sähkön kulutus sektoreittain perusskenaariossa jaksolla 2003–2020.

	TWh				Osuudet (%)			
	2003	2010	2015	2020	2003	2010	2015	2020
Teollisuus	45,0	52,8	56,4	59,4	52,8	55,3	56,1	56,8
– prosessiteollisuus	37,0	43,8	47,1	49,7	43,4	45,9	46,8	47,5
– muu teollisuus	8,0	8,9	9,4	9,7	9,4	9,4	9,3	9,3
Asuminen	12,5	13,9	14,8	15,4	14,7	14,6	14,7	14,7
Sähkölämmitys	8,8	9,1	9,2	9,2	10,3	9,6	9,1	8,8
Palvelut	13,7	15,1	15,6	16,1	16,1	15,8	15,5	15,4
Muut	1,7	1,7	1,6	1,6	2,0	1,8	1,6	1,5
Häviöt	3,4	3,0	3,0	2,9	4,0	3,1	3,0	2,8
Kokonaiskulutus	85,2	95,5	100,5	104,6	100	100	100	100

Taulukko 5–4 Sähkönhankinnan rakenne perusskenaariossa jaksolla 2003–2020.

	TWh				Osuudet (%)			
	2003	2010	2015	2020	2003	2010	2015	2020
Vesivoima	9,5	13,3	13,5	13,8	11,2	13,9	13,4	13,2
Tuulivoima	0,1	0,5	0,8	1,1	0,1	0,5	0,8	1,1
Yhteistuotanto, kaukolämpö	15,1	18,7	20,0	21,2	17,8	19,6	19,9	20,3
Yhteistuotanto, teollisuus	12,7	15,0	15,6	16,8	14,9	15,7	15,5	16,1
Ydinvoima	21,8	31,1	34,6	34,6	25,6	32,6	34,4	33,1
Perinteinen lauhde	21,0	8,9	9,1	12,1	24,7	9,4	9,1	11,6
Kokonaistuotanto	80,4	87,5	93,5	99,6	94,3	91,6	93,0	95,2
Nettotuonti	4,9	8,0	7,0	5,0	5,7	8,4	7,0	4,8
Kokonaishankinta	85,2	95,5	100,5	104,6	100	100	100	100

Vuosien 2003–2010 välillä sähkön kokonaiskulutus kasvaa perusskenaarion oletuksilla noin 10 TWh ja vuosina 2010–2020 suurin piirtein yhtä paljon. Koko tarkasteluperiodin aikana sähkönkulutus kasvaisi siten lähes neljänneksellä nykytasosta. Tämä on selvästi vähemmän kuin aiemmin; esimerkiksi vuosina 1995–2005 kasvu oli lähes 20 prosenttia.

Kotitaloudet tarvitsevat lisää sähköä lähinnä uusien laitteiden takia, vaikka niiden energiatehokkuus paranee. Lämmitykseen käytetyn sähkön määrä pysyy tarkastelukaudella lähes ennallaan. Palvelutoimialojen tuotanto kasvaa suhteellisen voimakkaasti, mikä näkyy myös sähkönkulutuksen huomattavana kasvuna perusskenaariossa. Kun otetaan huomioon, että palvelusektorin osuus kansantalouden tuotannosta on yli 60 %, sen sähkönkulutus ei ole kovin suuri.

Sähkönhankinnan rakenne on esitetty taulukossa 5–4. Uuden ydinvoimayksikön oletetaan aloittavan toimintansa vuonna 2009, mikä näkyy ydinvoimatuotannon merkittävänä kasvuna vuosikymmenen vaihteessa. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto lisääntyy sekä yhdyskunnissa että teollisuudessa. Tavallisen lauhdevoiman tuotanto alenee ydinvoimayksikön takia, mutta kääntyy myöhemmin taas nousuun. Sähkön nettotuonti laskee 5 TWh:iin. Vesivoiman tuotanto säilyy likimain nykytasolla. Tuulivoiman ja muiden uusien sähköntuotantomuotojen määrä lisääntyy ja on noin 1,1 TWh vuonna 2020.

5.2.5 Kasvihuonekaasupäästöt

5.2.5.1 Yhteenvedo kokonaispäästöistä

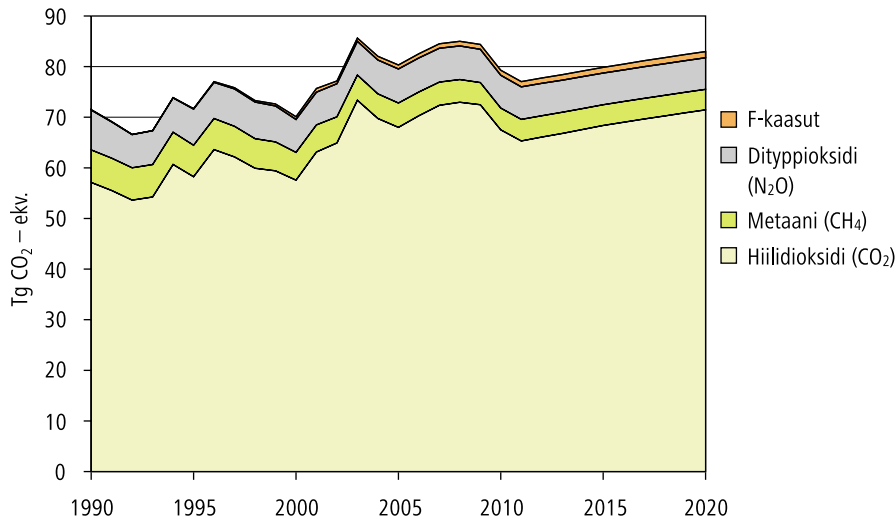
Kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt perusskenaariossa vuosina 1990–2020 on esitetty kuvassa 5–2, päästöt kaasuittain ja sektoreittain taulukossa 5–5.

Perusvuoteen 1990 verrattuna kokonaispäästöjen odotetaan kasvavan 14 % vuoteen 2010 mennessä, vuoteen 2020 mennessä kasvu on 19 %. Hiilidioksidipäästöjen osalta vastaavat kasvut ovat 20 % ja 27 %. Muiden kuin hiilidioksidin osalta kasvu tulee olemaan pieni. Erityisesti kaatopaikkojen metaanipäästöt vähenevät.

Vuonna 2003 päästökauppasektorin osuus kokonaispäästöistä oli 57 % ja ei-päästökauppasektorin osuus 43 %. Edellisen arvioidaan vähenevän 54 prosenttiin vuoteen 2010 mennessä (pääasiassa uuden ydinvoimayksikön takia), mutta kasvavan jälleen 57 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Tuolloin päästökauppasektorin päästöt olisivat 47,4 Tg CO₂-ekv. ja ei-päästökauppasektorin 34,6 Tg CO₂-ekv. Muutokset vuodesta 2003 ovat pienet, vastaavasti vain +2 % ja –1 %. Vuoteen 1990 verrattuna vastaavat muutokset ovat +52 % ja –10 %.

Perusskenaarion kokonaispäästöarvioon sisältyy epävarmuuksia, jotka voivat muuttaa tuloksia suuntaan tai toiseen. Ajoneuvojen katalysaattoreiden kehitysarviot eivät ole riippuvaisia Suomessa toteutettavista toimenpiteistä.

Kuva 5–2 Kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt perusskenaariossa vuosina 1990–2020 (ilman LULUCF-sektoria). Vuotuiset muutokset on arvioitu vuoteen 2011 saakka; päästöjen asteittainen väheneminen vuosina 2008–2011 johtuu pääasiassa ydinvoimatuotannon lisääntymisestä.



Taulukko 5–5 Päästöt kaasuittain ja sektoreittain perusskenaariossa, Gg CO₂-ekv. (ilman LULUCF-sektoria).

2005	CO₂	CH₄	N₂O	SF₆	HFCs	PFCs	Yhteensä
Energia	50 402	386	586				51 047
Liikenne	13 059	50	580				13 689
Teollisuusprosessit	3 721	15	1 533	34	742	13	6 058
Maatalous		1 787	3 617				5 404
Jäte		2 458	503				2 961
Yhteensä	67 182	4 696	6 819	34	742	13	79 158

2010	CO₂	CH₄	N₂O	SF₆	HFCs	PFCs	Yhteensä
Energia	4 8893	399	607				49 499
Liikenne	13 340	30	553				13 924
Teollisuusprosessit	4 517	15	1 698	43	930	16	7 220
Maatalous		1 557	3 161				4 718
Jäte		2 202	490				2 692
Yhteensä	66 751	4 203	6 510	43	930	16	78 053

2015	CO₂	CH₄	N₂O	SF₆	HFCs	PFCs	Yhteensä
Energia	49 780	400	618				50 399
Liikenne	13 248	30	517				13 794
Teollisuusprosessit	4 584	15	1 785	49	1 061	19	7 513
Maatalous		1 512	2 869				4 381
Jäte		2 046	478				2 524
Yhteensä	67 612	4 003	6 267	49	1 061	19	78 612

2020	CO₂	CH₄	N₂O	SF₆	HFCs	PFCs	Yhteensä
Energia	52 703	403	645				53 351
Liikenne	13 340	30	480				13 850
Teollisuusprosessit	4 654	15	1 876	53	1 155	20	7 774
Maatalous		1 555	2 755				4 309
Jäte		1 950	466				2 416
Yhteensä	70 698	3 953	6 221	53	1 155	20	81 700

Laskennan johtopäätös on, että Suomen kasvihuonekaasupäästöt ylittävät perusskenaarion oletuksilla tavoitetason Kioton sitoumuskaudella 2008–2012. Keskimääräiset vuotuiset päästöt ovat tuolloin 79,9 Tg CO₂-ekv. Suomen päätös koskien Kioton pöytäkirjan artikloja 3.3 ja 3.4 kasvattaa kokonaispäästöjä määrällä 0,9 Tg, vaikka LULUCF-sektori kokonaisuutena on nettonielu. Sitoumuskauden keskimääräiset vuotuiset päästöt ovat seuraavat:

Kasvihuonekaasupäästöt	79,9 Tg
Artiklan 3.3 nettovaikutus	0,9 Tg
Yhteensä	80,8 Tg
Sallitut päästömääräyksiköt	71,5 Tg
Katettava vaje	9,3 Tg

5.2.5.2 Energiantuotannon hiilidioksidipäästöt

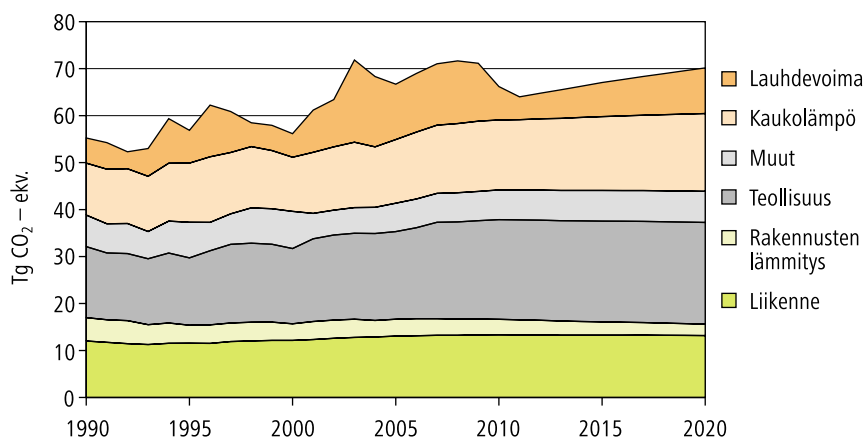
Perusskenaarion oletukset johtavat siihen tulokseen, että fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltosta peräisin olevat hiilidioksidipäästöt lisääntyvät primäärienergian ja sähkön kulutuksen kasvun myötä. Päästöt olisivat vuonna 2008 noin 68 Tg, josta ne laskevat ydinvoiman myötä määrään 63 Tg vuonna 2010. Vuoteen 2020 mennessä ne jälleen kasvavat noin 66 teragrammaan. Vuonna 2010 hiilidioksidipäästöt ylittäisivät vuoden 1990 tason noin määrällä 9 Tg.

Kuvassa 5–3 on esitetty perusskenaarion mukaiset CO₂-päästöt sektoreittain. Lauhdesähkön tuotanto ja kaukolämpö on otettu omiksi sektoreikseen; jälkimmäinen kattaa sekä erilliset lämpökeskukset että yhdistetyn lämmön ja sähkön tuotantolaitokset. Samoin teollisuus sisältää teollisuuden vastapainevoiman ja muun prosessisähkön tuotannon päästöt, mutta ei ostosähkön tuotannon päästöjä.

Määrällisesti eniten kasvavat teollisuuden ja kaukolämpösektorin päästöt. Teollisuuden päästöt kasvavat lähinnä perusmetallien tuotannon noustessa lisääntyneen kapasiteetin myötä. Myös metsäteollisuudessa tuotannon nousu kasvattaa päästöjä.

Kaukolämmön ja kaukolämpövoiman päästöt kasvavat, mutta vastaavasti talokohtaisen lämmityksen päästöt pienenevät. Tämä johtuu siitä, et-

Kuva 5–3 Energiantuotannon hiilidioksidipäästöt sektoreittain perusskenaariossa vuosina 1990–2020.



tä vaikka lämmitysenergian kulutus kasvaa edelleen, lämpö siirtyy tuotettavaksi aluelämpökeskuksissa ja kaukolämpövoimalaitoksissa. Myös sähkölämmityksen yleistyminen vähentää talokohtaisen lämmityksen päästöjä, mutta lisää niitä sähköntuotannossa.

Fossiilisten polttoaineiden käytössä on mukana teollisuusprosesseissa syntyviä polttoaineita, joita ei ole mahdollista tai mielekäästä korvata muilla polttoaineilla. Tällaisia ovat mm. masuuni- ja koksamokaasut, joita muodostuu teräksen tuotannon yhteydessä. Toisena esimerkkinä ovat öljynjalostuksen sivutuotteet, kuten jalostamokaasut.

5.2.5.3 Muut hiilidioksidipäästöt

Teollisuusprosessien CO₂-päästöt syntyvät pääosin kalkkikiven (CaCO₃) polton ja vedyn valmistuksen yhteydessä (Taulukko 5–6). Nämä päästöt ovat olleet noin 3,5 Tg vuodessa ja nousevat vuoden 2005 jälkeen tasolle 4,6 Tg, koska kemikaalien ja metallien tuotanto kasvaa.

Taulukko 5–6 Muiden kuin fossiilisten polttoaineiden ja turpeen polton CO₂-päästöt perusskenaariossa jaksolla 1990–2020.

	CO ₂ -päästöt (Tg)				Indeksi (1990=100)			
	1990	2003	2010	2020	1990	2003	2010	2020
Kivennäistuotteet	1,31	1,18	0,99	1,09	100	90	76	83
Kemian teollisuus	0,13	0,16	0,77	0,77	100	123	592	592
Metallien valmistus	2,01	2,19	2,75	2,78	100	109	137	138
Muu tuotanto	0,02	0,02	0,02	0,02	100	100	100	100
Yhteensä	3,47	3,54	4,50	4,64	100	102	130	134

5.2.5.4 Metaani

Suomen metaanipäästöt olivat vuonna 2003 noin 5,0 Tg CO₂-ekv., kun ne olivat olleet 6,4 Tg CO₂-ekv. vuonna 1990. Jätteistä peräisin olevat päästöt ovat noin puolet kokonaispäästöistä. Ne käsittävät kaatopaikoilta ja jäteveden käsittelystä syntyneet päästöt. Runsas kolmannes päästöistä on peräisin kotieläintaloudesta, lähinnä nautakarjatuotannosta.

Noin 10 prosenttia metaanipäästöistä eli noin 0,5 Tg 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.

Perusskenaariossa metaanipäästöjen arvioidaan edelleen alenevan, kun päästöt maataloudesta vähenevät, samoin jätteistä peräisin olevat päästöt tehtyjen jätehuoltopäätösten seurauksena (Taulukko 5–7). Ympäristöministeriön selvityksen mukaisesti nykykehityksellä jätehuollon metaanipäästöt olisivat vuonna 2010 noin 2,2 Tg CO₂-ekv. Maatalouden metaanipäästöjen oletetaan jatkavan laskuaan ja olevan vuonna 2010 noin 26 % vuoden 1990 tason alapuolella. Energiantuotannon metaanipäästöjen arvioidaan säilyvän nykyisellään.

Taulukko 5–7 Metaanipäästöt perusskenaariossa jaksolla 1990–2020.

	Tg CO ₂ -ekv.				Indeksi (1990=100)			
	1990	2003	2010	2020	1990	2003	2010	2020
Metaani (CH ₄)								
Jätehuolto	3,80	2,60	2,20	1,95	100	68	58	51
Maatalous	2,15	1,87	1,55	1,55	100	98	81	81
Polttoaineet	0,40	0,46	0,43	0,43	100	115	108	108
– liikenne	0,10	0,06	0,03	0,03	100	60	30	30
– muu poltto ¹	0,30	0,40	0,40	0,40	100	133	133	133
Teollisuus (metalli, kemia)	0,01	0,01	0,02	0,02	100	100	200	200
Yhteensä	6,15	4,95	4,20	3,95	100	80	68	64

¹ lähinnä puun pienpoltto

Lukujen todellinen tarkkuus on heikompi kuin taulukossa on esitetty, mutta myös pienten päästölähteiden kehitys on haluttu saada näkyviin. Pyöristysten takia sarakkeiden lukujen summat voivat poiketa Yhteensä -rivillä esitetystä summasta.

5.2.5.5 Dityppioksidi

Suomen N₂O-päästöt olivat 7,9 CO₂-ekv. vuonna 1990 ja 7,0 CO₂-ekv. vuonna 2003. Lähes puolet on peräisin maataloudesta, noin 20 % polttoprosesseista ja 10 % liikenteestä, siellä erityisesti katalysaattoreista. Teollisuuden päästöt ovat vajaat 20 prosenttia kokonaispäästöistä. Ne ovat peräisin typpihapon valmistuksesta. Liuottimet ja jätteet tuottavat päästöistä muutaman prosentin.

Energiatuotannossa N₂O-päästöt ovat pääosin peräisin leijukerrospoltoista ja jätevesilietteiden poltosta – eli siis palamisen tapahtuessa alhaisessa lämpötilassa. Leijukerrospolto mahdollistaa korkean hyötysuhteen ja suhteellisen alhaiset päästöt käytettäessä heikkolaatuista polttoainetta. Näiden kattiloiden yleistyminen toisaalta edesauttaa biopolttoaineiden lisäämistä, mutta toisaalta lisää N₂O-päästöjä. Kuplivan leijukerrospolton päästökeruimet ovat suhteellisen suuria.

Perusskenaariossa N₂O-kokonaispäästöjen arvioidaan säilyvän nykytasolla, mutta paineita päästöjen kasvulle on. Maatalouden N₂O-päästöt eivät juurikaan muutu. Liikenteen suorien N₂O-päästöjen oletetaan kasvan maltillisesti (Taulukko 5–8).

Taulukko 5–8 Dityppioksidipäästöt perusskenaariossa jaksolla 1990–2020.

	Tg CO ₂ -ekv.				Indeksi (1990=100)			
	1990	2003	2010	2020	1990	2003	2010	2020
Dityppioksidi (N₂O)								
Maatalous	4,96	3,88	3,16	2,75	100	78	64	55
– maatalousmaat	4,29	3,32	2,70	2,40	100	68	55	49
– lannankäsittely	0,67	0,55	0,46	0,35	100	82	69	52
Polttoprosessit	0,43	0,64	0,61	0,64	100	149	142	149
Typpihapon valmistus	1,66	1,42	1,70	1,88	100	86	102	113
Liikenne	0,17	0,53	0,55	0,48	100	312	324	282
Muut ¹	0,71	0,57	0,51	0,49	100	80	72	69
Yhteensä	7,93	7,04	6,53	6,24	100	89	82	79

¹ liuottimet, jäte

Lukujen todellinen tarkkuus on heikompi kuin taulukossa on esitetty, mutta myös pienten päästölähteiden kehitys on haluttu saada näkyviin.

Myös perusskenaariossa biopolttoaineiden lisääntyvä käyttö ja sen myötä kasvava leijukerroskattiloiden lukumäärä kasvattavat päästöjä. Kattilakanan uudistuminen voi alentaa dityppioksidipäästöjä.

5.2.5.6 F-kaasut

F-kaasujen päästöt ovat viime vuosina kasvaneet voimakkaasti, vuonna 2003 ne olivat 0,8 Tg CO₂-ekv. Perusskenaariossa niiden oletetaan olevan vuonna 2010 noin 1,0 Tg CO₂-ekv. (Taulukko 5–9). Kiinteiden sekä ajoneuvoihin asennettujen ilmastointi- ja kylmälaitteiden yleistyminen aiheuttaa valtaosan päästöistä. Näiden lähteiden osuus nykyisistä F-kaasujen päästöistä on 65 prosenttia.

Taulukko 5–9 F-kaasujen päästöt perusskenaariossa jaksolla 1990–2020.

	Tg CO ₂ -ekv.				Indeksi (1990 =100)			
	1990	2003	2010	2020	1990	2003	2010	2020
F-kaasut	0,09	0,81	0,99	1,23	100	936	1050	1367

Lukujen todellinen tarkkuus on heikompi kuin taulukossa on esitetty, mutta myös pienten päästölähteiden kehitys on haluttu saada näkyviin.

5.2.7 Perusskenaarion herkkyytarkasteluja

Hiilidioksidipäästöjen tarkastelu osoittaa, että niiden arvioitu kehitys riippuu ratkaisevasti muutamasta tekijästä. Avainasemassa ovat oletukset energiavaltaiten toimialojen tuotannon kasvunopeudesta, näitä toimialoja ovat massa- ja paperiteollisuus, metallien valmistus ja kemian teollisuus.

Seuraavassa arvioidaan herkkyytarkastelujen avulla, miten energian kulutus ja sen myötä palamisen CO₂-päästöt kehittyisivät, jos keskeisten teki- jöiden tuleva kehitys poikkeaisi perusskenaarion oletuksista. Tarkasteluissa poikkeutetaan energiavaltaiten toimialojen kasvunopeutta yhdellä prosenttiyksiköllä vuotta kohti perusskenaariosta.

Herkkyytarkasteluilla pyritään kuvaamaan sitä epävarmuusalueetta, 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, jotka voivat muuttaa teollisuuden kehitysedellytyksiä sekä oman sähköntuotannon ja tuontisähkön välistä suhdetta.

Energiavaltaisiin teollisuustoimialoihin luetaan tässä massa- ja paperiteollisuus, metallien valmistus ja peruskemian teollisuus. Niiden tuotannon vuotuinen kasvu vuodesta 2003 eteenpäin oletettiin siis yhden prosenttiyksikön suuremmaksi tai pienemmäksi kuin perusskenaariossa. Näiden toimialojen osuus on vain noin 8 % bruttokansantulosta, joten sen vuotuinen kasvutahti hidastuisi perusskenaarion 2,4 prosentista vain 0,1 prosenttiyksiköllä WM-1 -tarkastelussa. Todellisuudessa bruttokansantulo pienenis tästä enemmän toimialojen keskinäisten riippuvuuksien ja niiden synnyttämien taloudellisten kerrannaisvaikutusten vuoksi.

Kuva 5–4 Kasvihuonekaasujen päästöt perusskenaariossa sekä herkkyystarkastelujen mukaisissa vaihtoehdoissa.

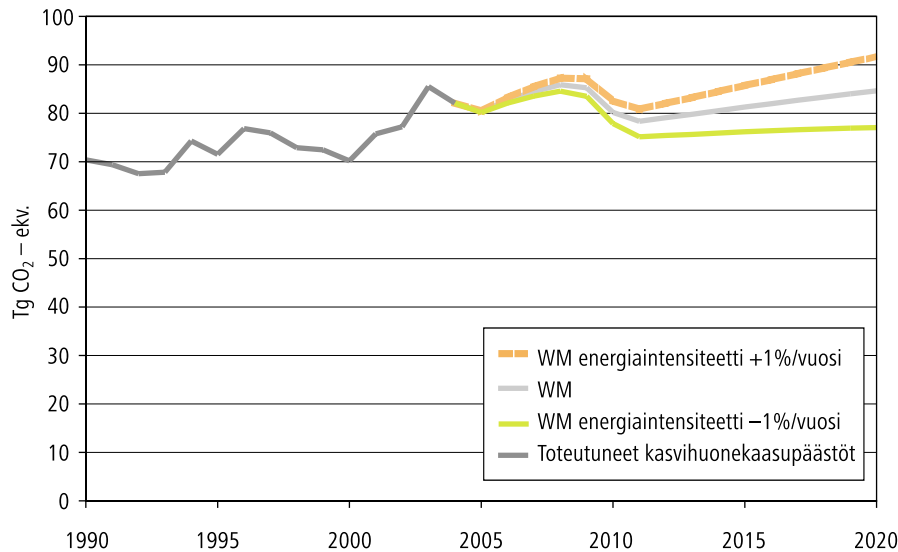


Table 5–10 Kasvihuonekaasujen päästöt perus- eli WM-skenaariossa sekä herkkyystarkastelujen mukaisissa vaihtoehdoissa (Tg CO₂-ekv.)

Herkkyystarkastelu	2003	2010	2020
WM	86,1	79,0	82,6
WM energiantensiivinen teollisuus +1 %/a	86,1	81,4	90,3
WM energiantensiivinen teollisuus -1 %/a	86,1	76,7	76,6

Yhteenveto herkkyystarkastelun tuloksista on esitetty kuvassa 5–4 ja taulukossa 5–10. Kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt ylittävät selvästi vuosien 2008–2012 tavoitetason, jos energiantensiivisten toimialojen kasvu nopeutuu. Jos kasvu hidastuu, päästöt jäävät perusskenaariota pienemmiksi, mutta ovat silti perusvuoden 1990 tason yläpuolella.

5.2.8 Perus- ja BAU-skenaarioiden vertailu

Perusskenaariota verrattiin BAU-skenaarioon, joka oli Suomen kolmannessa maaraportissa toimenpideskenaariona. Eräät taustaoletukset, esimerkiksi pitkän aikavälin talouskasvu, ovat näissä skenaarioissa melko yhtenevät, mutta erojakin on. Myös metsäteollisuuden ja metallien valmistuksen kehitys on varsin samanlainen, mutta kemian teollisuus kasvaa perusskenaariossa nopeammin ja sähkö- ja elektroniikkateollisuus hitaammin kuin BAU-skenaariossa. Vuoden 2003 bruttokansantuote on perusskenaariossa runsaan prosentin alempi kuin BAU-skenaariossa johtuen lähinnä hitaasta kasvusta vuosituhannen vaihteesta ja elektroniikkateollisuuden kasvun hidastumisesta.

Sähkön kulutus on perusskenaariossa noin 4 TWh korkeampi kuin BAU-skenaariossa sekä vuonna 2010 että vuonna 2020. Tämä johtuu pääosin palvelusektorin ja kotitalouksien sähkön kysynnän kasvusta.

Suurin muutos sähkön hankinnan rakenteessa on ydinvoiman tuotantokapasiteetin lisäys perusskenaariossa vuonna 2009. Myös yhdyskuntien alue-
lämmön tuotanto on tässä skenaariossa arvioitu korkeammaksi kuin
BAU-skenaariossa. Pääasiassa näistä syistä perinteisen lauhdevoiman tuotan-
to pysyttelee perusskenaariossa yli 10 TWh vertailuskenaarion alapuolella.

Primäärienergian kulutus vertailtavissa skenaarioissa on esitetty taulu-
kossa 5–11. Perusskenaariossa kulutus on suurempi kuin BAU-skenaarios-
sa, lähinnä sähkön kulutuksen ja teollisuustuotannon kasvusta johtuen.
Lisäydinvoima vähentää hiilen käyttöä primäärienergian lähteenä.

Kasvihuonekaasujen päästöt ovat perusskenaariossa vuonna 2010 runsaat
7 Tg alemmat kuin BAU-skenaariossa, vuonna 2020 erotus olisi 8 Tg (Tauluk-
ko 5–12). Tämä johtuu pääosin fossiilisten polttoaineiden korvautumisesta li-
säydinvoimalla. Myös dityppioksidin ja F-kaasujen päästöt ovat perusskenaa-
riossa alemmat. Laskentamenetelmän muutos on kasvattanut metaanipäästöjä
perusskenaariossa, joten nämä päästöt eivät ole vertailukelpoiset.

**Taulukko 5–11 Primäärienergian kulutus perus- eli WM-skenaariossa ja BAU-skenaa-
riossa jaksolla 2002–2020 (PJ).**

	2003	2010		2020	
		WM	BAU	WM	BAU
Öljytuotteet	373,5	387,2	349,5	374,5	341,5
Kivihiili, koksi, masuuni- ja kokaamokaasut	244,2	158,9	248,6	192,8	279,3
Maakaasu	169,2	188,9	220,4	201,2	267,2
Ydinvoima	238,1	339,4	237,3	377,0	232,2
Sähkön nettotuonti	17,5	28,8	20,5	18,0	20,5
Vesi- ja tuulivoima	34,7	49,4	48,3	53,6	49,4
Turve	98,4	92,9	71,3	101,5	73,0
Puunjalostusteollisuuden jätelieimet	147,0	169,3	152,9	182,5	165,4
Puuperäiset polttoaineet	289,2	147,0	141,1	150,3	154,3
Muut	22,7	23,3	6,5	26,4	6,5
Yhteensä	1487,4	1 585,2	1 496,4	1 677,8	1 589,3

**Taulukko 5–12 Kasvihuonekaasujen päästöt perus- eli WM-skenaariossa ja BAU
skenaariossa jaksolla 2003–2020 (Tg CO₂-ekv.).**

WM Scenario	2003	2010		2020	
		WM	BAU	WM	BAU
Hiilidioksidi	73,3	66,4	71,6	70,3	76,9
Metaani	5,0	4,2	3,9	4,0	3,5
Dityppioksidi	7,0	6,5	7,1	6,2	7,2
F-kaasut	0,8	1,0	1,4	1,2	2,4
Yhteensä	86,0	78,1	84,0	81,7	90,1
Nielut (Art. 3.3)		0,9		0,9	
Päästöt ja nielut yhteensä		79,0	84,0	82,6	90,1

5.3 Toimenpideskenaario vuosille 2005–2020

5.3.1 Keskeiset lähtökohdat

Toimenpide- eli WAM-skenaarioon (With Additional Measures) sisältyy lisätoimia, jotka eivät ole mukana perusskenaariossa. Kansantalouden kehitykseen liittyvät lähtökohdat ja energian maailmanmarkkinahinnat on tässä skenaariossa oletettu kutakuinkin samoiksi kuin perusskenaariossa. Myös ydinvoiman, vesivoiman, maakaasuverkoston ja sähkön tuontikapasiteetin osalta skenaariot ovat yhteneväiset. Erot skenaarioiden välille syntyvät politiikan lohkokolla (ks. Taulukot 4–2, 4–4, 4–7). Tärkeimpänä erona on, että toimenpideskenaarioon on sisällytetty uusina politiikkatoimina EU:n päästökauppa ja Kioton hankemekanismit.

Toimenpideskenaariossa määritellyt kotimaiset toimet yhdistettyinä EU:n päästökauppaan vähentävät energian kokonaiskulutusta verrattuna perusskenaarioon ja muuttavat energian hankinnan ja kulutuksen rakennetta. Päästöoikeuksien hinta on toimenpideskenaariossa keskeinen tekijä, sillä se vaikuttaa oleellisesti energian kustannuksiin. Jos päästöoikeuksien hinta on korkea, energian kysyntä vähenee ja uusiutuvien energiamuotojen kilpailukyky paranee; myös energiansäästö tehostuu. Oletuksena on, että päästöoikeuksien hinta tulee olemaan 15 €/t CO₂ vuosina 2005–2007 ja sen jälkeen 20 €/t CO₂.

Lisätoimenpiteiden käytön lähtökohtana on, että niiden tekninen toimeenpano on kustannustehokasta. Ei-päästökauppasektorilla toteutetaan siis vain toimia, joiden kustannukset ovat pienemmät kuin 15–20 euroa hiilidioksiditonnilta. Käytännössä näin tarkkaa kriteeriä ei voida noudattaa, koska päästövähennystoimien hyötyjä esimerkiksi liikenteen ja maatalouskoneiden polttoaineiden käytön vähentäjänä on vaikea ellei mahdoton arvioida. Yhtä vaikea on arvioida kotitalouksien ja palvelusektorin sähkönkulutuksen alenemista sähkön hinnan kohotessa.

5.3.1.1 Energia

Toimenpideskenaarioon sisältyviä energiasektorin politiikkoja ja toimia käsiteltiin kohdassa 4.2.2.2. ja yhteenveto niistä sisältyy taulukkoon 4–2. Energian kokonaiskulutus on vuonna 2020 toimenpideskenaariossa 4 % pienempi kuin perusskenaariossa. Päästökaupan takia parantunut uusiutuvien energialähteiden kilpailukyky kasvattaa niiden osuuden 23 prosentista vuonna 2003 noin 27 prosenttiin vuonna 2010. Seuraavassa kuvataan yleiset johtopäätökset toimenpideskenaarion energiasektorin osalta.

Fossiilisten polttoaineiden kokonaiskäyttö on selvästi alempi kuin perusskenaariossa. Hiilen käyttö primäärienergian lähteenä on 57 PJ vuonna 2010 ja 61 PJ vuonna 2020, kun vastaavat arvot perusskenaariossa ovat 104 PJ ja 133 PJ. Maakaasua käytetään toimenpideskenaariossa kuitenkin enemmän; edellä mainittuina vuosina 210 PJ ja 223 PJ, perusskenaariossa vastaavasti 189 PJ ja 201 PJ.

Turpeen käyttö vähenee pääasiassa sen takia, että päästökaupan takia sen kilpailukyky sähkön erillistuotannossa heikkenee. Vuonna 2010 turvetta käytetään toimenpideskenaariossa 61 PJ, kun perusskenaarion mukainen käyttö on 93 PJ. Vuonna 2020 vastaavat luvut ovat 63 PJ ja 101 PJ. Kotimaisten energialähteiden käyttö ei kuitenkaan vähene, koska erityisesti puuperäisten polttoaineiden osuus kasvaa. Tuulella tuotetaan toimenpides-

Taulukko 5–13 Energian kulutus primäärienergiälähteittäin toimenpideskenaariossa jaksolla 2003–2020.

	Primäärienergia (PJ)				Osuudet (%)			
	2003	2010	2015	2020	2003	2010	2015	2020
Liikennepolttonesteet	161	169	168	166	10,8	11,0	10,6	10,3
Muu öljy	212	196	188	180	14,3	12,7	11,9	11,1
Kivihiili	195	57	46	61	13,1	3,7	2,9	3,8
Maakaasu	169	210	215	220	11,4	13,6	13,6	13,6
Turve	98	61	57	63	6,6	4,0	3,6	3,9
Puupolttoaineet	289	338	343	357	19,4	21,9	21,7	22,1
Ydinvoima	238	339	377	377	16,0	22,0	23,9	23,3
Vesivoima	34	48	49	50	2,3	3,1	3,1	3,1
Tuulivoima	0	3	5	8	0,0	0,2	0,3	0,5
Muut	72	91	97	106	4,8	5,9	6,1	6,6
Sähkön tuonti	17	31	34	27	1,1	2,0	2,2	1,7
Kokonaiskulutus	1 487	1 543	1 579	1 615	100	100	100	100

Taulukko 5–14 Sähkön kulutus perus- ja toimenpideskenaarioissa jaksolla 2003–2020.

	TWh			
	2003	2010	2015	2020
Perusskenaario	85,2	95,5	100,6	104,6
Toimenpideskenaario	85,2	93,3	98,0	101,8

kenaariossa energiaa 3 PJ vuonna 2010 ja 8 PJ vuonna 2020, perusskenaariossa vastaavat tuotannot ovat 2 PJ ja 4 PJ

Sähkön hinta oletetaan toimenpideskenaariossa korkeammaksi kuin perusskenaariossa päästökaupan takia. Tämä yhdessä energiansäästötoimien kanssa alentaa sähkön kulutusta 2 TWh vuonna 2010 ja 3 TWh vuonna 2020 (Taulukko 5–14).

Tuulienergian tuotanto samoin kuin sähkön tuotanto CHP-laitoksissa kasvaa toimenpideskenaariossa nopeammin kuin perusskenaariossa parantuneen kilpailukyvyn takia. Myös sähkön nettotuonti on toimenpideskenaariossa suurempi. Nämä muutokset ja sähkön kulutuksen väheneminen pienentävät perinteisen lauhdevoiman tarvetta. Sen tuotannon arvioidaan jäävän suhteellisen alhaiseksi sekä Kioton sitoumuskaudella että sen jälkeen (Taulukko 5–15).

Taulukko 5–15 Sähkönhankinnan rakenne toimenpideskenaariossa jaksolla 2003–2020.

	TWh				Osuudet (%)			
	2003	2010	2015	2020	2003	2010	2015	2020
Vesivoima	9,5	13,3	13,5	13,8	11,2	13,9	13,4	13,2
Tuulivoima	0,1	0,9	1,5	2,2	0,1	0,5	0,8	1,1
Yhteistuotanto, kaukolämpö	15,1	19,7	21,0	22,3	17,8	19,6	19,9	20,3
Yhteistuotanto, teollisuus	12,7	15,2	15,8	17,0	14,9	15,7	15,5	16,1
Ydinvoima	21,8	31,1	34,6	34,6	25,6	32,6	34,4	33,1
Perinteinen lauhde	21,0	4,5	1,7	3,8	24,7	9,4	9,1	11,6
Kokonaistuotanto	80,4	84,7	88,7	94,4	94,3	91,6	93,0	95,2
Nettotuonti	4,9	8,6	9,3	7,4	5,7	8,4	7,0	4,8
Hankinta	85,2	93,3	98,0	101,8	100	100	100	100

5.3.1.2 Muut sektorit

Kuten kohdassa 4.2.3. todettiin, maataloussektorilla perus- ja toimenpideskenaariot ovat yhteneväiset. Liikennesektorilla lisätoimet vähentävät päästöjä 0,7 Tg CO₂-ekv. vuonna 2010.

Jätesektorilla toimenpideskenaarioon sisältyy neljä lisätoimenpidettä (Taulukko 4–7). F-kaasujen osalta toimenpideskenaariossa otetaan huomioon EU-komission säännösehdoitusten vaikutus päästöihin.

5.3.2 Yhteenveto päästöistä

Toimenpideskenaarion päästöt kaasuittain ja sektoreittain on esitetty taulukossa 5–16. Kioton sitoumuskaudella kokonaispäästöt ovat noin 8 Tg CO₂-ekv. pienemmät kuin perusskenaariossa, toisin sanoen perusvuoden 1990 tasolla. Noin puolet vähenemästä selittyy hiilen ja runsas kolmannes turpeen käytön supistumisella. Maakaasusta peräisin olevat päästöt ovat toimenpideskenaariossa korkeammat kuin perusskenaariossa.

Päästökauppasektorilla toimenpideskenaarion päästöt ovat 5,9 Tg/a pienemmät kuin perusskenaarion päästöt kaudella 2008–2012. Ei-päästökauppasektorilla skenaarioiden erot syntyvät pääosin liikenteestä ja F-kaasujen käytön vähenemisestä. Kioton sitoumuskauden jälkeen hiilen käytön päästöt kääntyvät jälleen nousuun, lisävähennyksiä syntyy puolestaan erityisesti yhteistuotannon ulkopuolisen lämmityksen supistumisesta.

Koska päästöjen vähentämisen kustannukset ovat korkeat, Suomi valmistautuu rahoittamaan noin 10 Tg suuruisen päästövähennysten hankinnan käyttämällä joustomekanismeja kaudella 2008–2012.

Suomi saavuttaa Kioton pöytäkirjan ja Euroopan yhteisön taakanjakosopimuksen mukaisen kasvihuonekaasujen tavoitetasonsa. Toimenpideskenaariossa kasvihuonekaasupäästöt ovat 70,1 Tg vuonna 2010. Artikloja 3.3 and 3.4 koskevat päätökset nostavat päästöjä 0,9 Tg, joten niiden kokonaisuus on 71,0 Tg. Todettakoon, että vuoden 2010 päästöt eivät kuitenkaan ole samat kuin jakson 2008–2012 keskiarvo.

Taulukko 5–16 Päästöt kaasuittain ja sektoreittain toimenpideskenaariossa, Gg CO₂-ekv. (ilman LULUCF-sektoria).

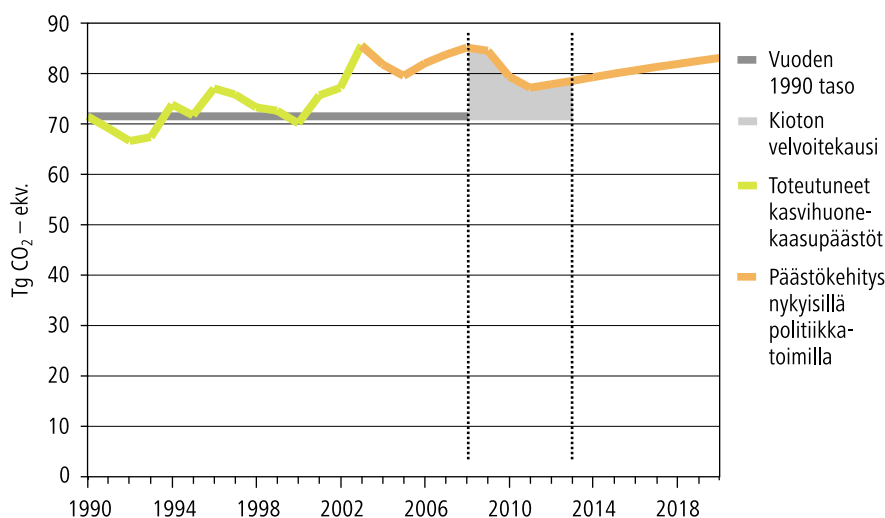
2005	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SF ₆	HFC	PFC	Yhteensä
Energia	48 111	486	622				49 219
Liikenne	12 890	54	544				13 488
Teollisuusprosessit	3 702	15	1 479	65	584	17	5 862
Maatalous		1 787	3 617				5 404
Jäte		2 455	503				2 958
Yhteensä	64 703	4 798	6 765	65	584	17	76 931

2010	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SF ₆	HFC	PFC	Yhteensä
Energia	41 612	507	645				42 763
Liikenne	12 663	30	553				13 246
Teollisuusprosessit	4 480	15	1 639	61	553	16	6 765
Maatalous		1 557	3 161				4 718
Jäte		2 128	490				2 618
Yhteensä	58 756	4 237	6 488	61	553	16	70 110

2015	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SF ₆	HFC	PFC	Yhteensä
Energia	40 163	520	656				41 340
Liikenne	12 598	30	516				13 144
Teollisuusprosessit	4 540	15	1 723	58	521	15	6 872
Maatalous		1 512	2 869				4 382
Jäte		1 860	478				2 338
Yhteensä	57 300	3 938	6 243	58	521	15	68 075

2020	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SF ₆	HFC	PFC	Yhteensä
Energia	42 027	537	684				43 248
Liikenne	12 663	30	479				13 172
Teollisuusprosessit	4 606	15	1 811	54	490	14	6 991
Maatalous		1 555	2 755				4 310
Jäte		1 631	466				2 097
Yhteensä	59 296	3 768	6 195	54	490	14	69 818

Kuva 5–5 Perusskenaarion mukaiset kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt sekä niiden ja Kioton sitoumuskauden velvoitetason erotus.



Kuvassa 5–5 on esitetty perusskenaarion mukaiset päästöt sekä niiden ja Kioton sitoumuskauden velvoitetason erotus. Tämä erotus tullaan kattamaan luvussa 4 esitetyin toimin. Noin kolme neljännestä katetaan kotimaisin toimin mukaan lukien EU:n päästökauppa, loput katetaan Kioton hankemekanismin avulla.

5.4 Menetelmät

Kuten aiemmin jo todettiin, energia- ja ilmastostrategia valmisteltiin sektori-kohtaisesti. Kullakin ministeriöllä oli vastuu omaa sektoriaan koskevista skenaarioista. Sektoreittainen päästövähennystoimien kustannustehokkuus arvioitiin ministeriöiden ja tutkimuslaitosten käytössä olevilla malleilla ja laskentajärjestelmillä. Kauppa- ja teollisuusministeriö yhdisti sektorikohtaiset skenaariot.

Eri toimien vaikutuksia talouteen ja ympäristöön arvioitiin kahdessa tutkimusohjelmassa. Energiasektoria koskevat laskelmat tehtiin TIMES-mallilla, joka kehitettiin IEA ETSAP –ohjelmassa. Mallin yleisrakenne on esitetty kuvassa 5–6. EU:n päästökauppajärjestelmä sisältyy malliin ja päästökaupan vaikutukset Suomen energiajärjestelmään on laskettu useilla hiilidioksiditonin markkinahinnoilla. Malli kattaa Suomen koko energiantuotannon ja –kulutuksen, sisältäen teollisuuden, asumisen, palvelujen ja liikenteen sektorit. Lisäksi malliin on liitetty jätehuolto ja maatalous samoin kuin F-kaasut päästövähennystoimineen.

TIMES-malli sisältää kaikki Kioton pöytäkirjan kasvihuonekaasut. Kustannuslaskelmissa otetaan huomioon sekä investoinnit että käyttö. Teknologian osalta malli on melko yksityiskohtainen. Malli etsii ratkaisun, joka minimoi kustannukset annettujen tavoitteiden ja rajoitusten, esimerkiksi päästörajoitusten mukaisesti.

Taloudelliset vaikutukset laskettiin käyttäen kahta yleisen tasapainon mallia (CGE). Päästörajoitustoimien kotimaisia vaikutuksia tutkittiin

EV-hybridimallilla, jossa on yhdistetty energiasektorin tekninen malli ja keskeisten teollisuusalojen 'top-down' CGE-malli. EU:hun liittyvien asioiden osalta käytettiin GTAP-E -mallia.

EV-mallin keskeiset parametrit ovat samat kuin GTAP-mallin. Suomen vientiä ja maailmanmarkkinahintoja koskevat GTAP-E -mallin tulokset voidaan suhteellisen yksinkertaisesti siirtää EV-malliin. Sen soveltamisen keskeinen tavoite on selvittää Suomen energiankäytön olennaiset prosessitasen seikat ja erityispiirteet. Näin ollen malli nojautuu vahvasti tekniseen tietoon polttoaineiden käytöstä sekä sähkön ja lämmön tuotannon samoin kuin teollisuuden prosesseista, jotka ovat usein polttoainekohtaisia. Teollisuuden tuotanto mallinnetaan kuvaamalla prosessien tekninen rakenne 'bottom-up' -lähestymistavalla. Mallissa otetaan myös huomioon kaikkien keskeisten menetelmien tekniset erot sähkön ja lämmön tuotannossa. Tämä on olennaista mallinnettaessa Suomen energiasektoria, johon sisältyy runsaasti yhteistuotantoa ja aluelämpölaitoksia.

Mallissa on kuvaus energiantuotannon, sellu- ja paperiteollisuuden ja perusmetallien tuotannon prosesseista, jotka on luokiteltu sekä tuotteen (sähkö, lämpö tai CHP; paperin laatu, metallin tyyppi) että polttoaineen (eri öljytuotteet, koksi, maakaasu, hiili, turve, biomassa, puu) mukaan. EV-malli ottaa myös huomioon vesi- ja ydinvoiman, toisin kuin GTAP-E -malli.

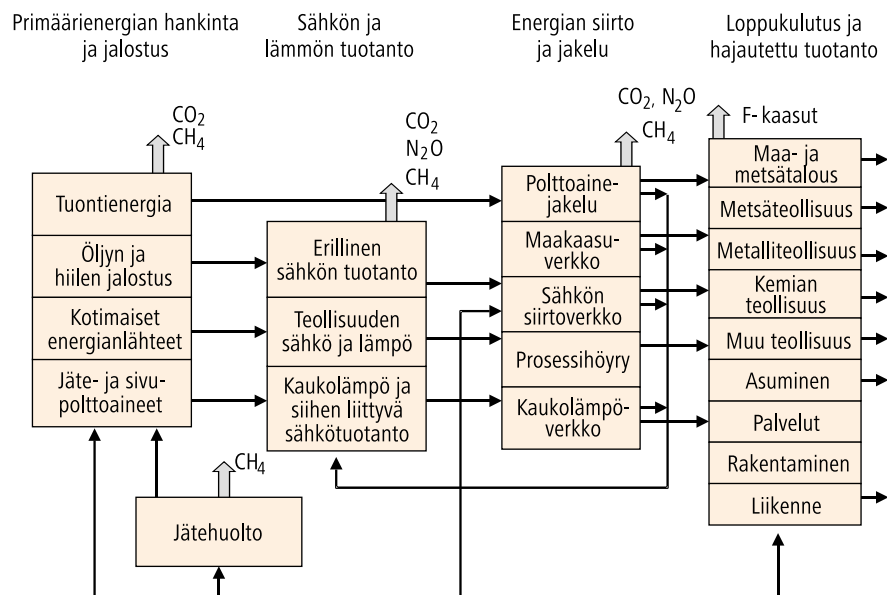
GTAP-malli on alueellisesti jaettu, yleisen tasapainon malli, johon sisältyy yksityiskohtainen kansainvälisen kaupan tietokanta ja maakohtaiset kansantalouden kuvaukset. Tätä mallia on käytetty laajasti kauppa- ja ympäristöpoliittisissa sovelluksissa. Mallissa käsitellään yksityistalouksia ja valtiovaltaa yhtenä taloudellisen päätöksenteon yksikkönä, jota kutsutaan nimellä 'alueellinen kotitalous'. Yksityistalouksista suuntautuu tuotantotekijöiden (luonnonvarat, työ, pääoma) virta tuottajille, joilta yksityistaloudet saavat vastapalveluksi tuotantotekijätuloa. Valtiovallan saamat rahavirrat muodostuvat tuloveroista, tuotantoon kohdistuvista veroista ja kansainväliseen kauppaan liittyvistä maksuista. Jos valtio maksaa tukia, ne on vähennettävä tuloista. Alueellinen tulo on kotitalouksien tuotantotekijätulon ja valtiovaltan tulojen summa, joista vähennetään pääoman arvovähennys. Alueellisten kustannusten ylimenevä osa alueellisesta tulosta säästetään ja tuottajat käyttävät sen investointeihin.

Energiahyödykkeitä on viisi: hiili, kaasu, öljy, öljytuotteet ja sähkö. Päästökauppaa voidaan tutkia suoraan GTAP-mallilla, mutta alueellisten talouksien 'business-as-usual' -kehityksen laskentaan tarvitaan hyvin runsaasti tietoja. Tähän raporttiin liittyvissä laskelmissa käytettiin maailmantalouden Shared Analysis -hankkeen perusuraa, joka oli päivitetty Euroopan maiden osalta.

Maataloussektorilla käytettiin Suomen maatalouden dynaamista alueellis-sektoraalista mallia (DREMFIA; Lehtonen 2001, 2004). Vuosittaista maankäyttöä ja tuotantoratkaisuja simuloitiin jaksolla 1995–2020 tällä optimointimallilla, joka maksimoi tuottajan ja kuluttajan hyödyt alueellisen tuotantotaseen ja maapinta-alan puitteissa. Tuotteita ja puolivalmisteita voidaan kuljettaa Suomen 17 alueen välillä. DREMFIA on tyypillinen alueellisesti jaettu hintatasapainomalli, jossa ei kuitenkaan ole yksilöityjä, ennalta määriteltäviä tuotantofunktioita, vaan tarjonta määräytyy mallin sisäisten tuotantofunktioiden ja riippuvuussuhteiden kautta. Ulkomaankaupan toiminnot sisältyvät malliin.

DREMFIA antaa tietoa maatalouspoliittisten toimien vaikutuksista maankäyttöön, kotieläintalouteen, maatilainvestointeihin ja viljelijöiden tuloihin. Eri tuotantotekniikoihin kohdistuvia investointeja mallinnetaan käyttäen teknologian hitaan leviämisen periaatetta.

Kuva 5–6 TIMES-mallin yksinkertaistettu rakenne. Malli on yleistetty koskemaan kaikkia kasvihuonekaasuja ja lähes kaikkia Kioton pöytäkirjaan sisältyviä päästölähteitä (Lehtilä 2003).



VIITTEITÄ

- Elektrowatt-Ekono Oy. 2003. Emissions trading and the Nordic electricity market. Elektrowatt-Ekono OY, Espoo.
- Electrowatt-Ekono Oy. 2004. Tuulivoimatavoitteiden toteutumisenäkymät Suomessa. Electrowatt-Ekono OY, Espoo.
- Electrowatt-Ekono Oy. 2005. Ilmastostrategian aluetaloudelliset vaikutukset. Electrowatt-Ekono OY, Espoo.
- Electrowatt-Ekono Oy. 2005. Turpeen kilpailukyky lauhdesähkön tuotannossa päästökauppatilanteessa. Electrowatt-Ekono OY, Espoo.
- Forsström, J. & Lehtilä, A. 2005. Skenaarioita ilmastopolitiikan vaikutuksista energiatalouteen – Kansallisen ilmasto- ja energiastrategian taustaselvitys. VTT Working Papers 36, 80 s.
- Honkatukia, J. & Forsström, J. 2003. Energiaverotuksen asema EU:n laajuisen päästökaupan yhteydessä. VATT-tutkimuksia 102.
- Honkatukia J., Kemppi, H. & Kerkelä, L. 2005. Arvioita ilmasto- ja energiastrategian kansantaloudellisista vaikutuksista. VATT-keskustelualoitteita 116.
- Kara, M. 2004. Päästökaupan vaikutus pohjoismaiseen sähkökauppaan – ehdotus Suomen strategiaksi. VTT Processes, Espoo.

- Kekkonen, V. & Pursiheimo, E. 2005. Selvitys sähkön tuontimahdollisuuksista Suomeen pohjoismaisilta sähkömarkkinoilta. VTT Working Papers 16. Espoo.
- Lehtilä, A. & Tuhkanen, S. 1999. Integrated cost-effectiveness analysis of greenhouse gas emission abatement. The case of Finland. VTT Publications. Espoo.
- Lehtilä, A. 2003. EFOM/TIMES. Description of Energy System Modeling Methodology. VTT Energy Systems, 15 p.
- Lehtonen, H. 2001. Principles, structure and application of dynamic regional sector model of Finnish agriculture. PhD thesis, Systems Analysis Laboratory, Helsinki University of Technology. Agrifood Research Finland, Economic Research Publ. 98, Helsinki, 265 p.
- Lehtonen, H. 2004. Impacts of de-coupling agricultural support on dairy investments and milk production volume in Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section C 1(1)*, pp. 46–62.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2005. Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia. MMM:n julkaisuja 1/2005, 276 s.
- Ministry of Trade and Industry. 2005. Reporting of implemented policies and measures under the Decision 280/2004/EC. Finland: projections and assessment of policies and measures. Helsinki, 29 p.
- Motiva Oy. 2004. Uusiutuvan energian edistämishjelma 2003-2006 – Toteutustilanne ja näkymät. Motiva Oy.
- Mäkelä, K., Laurikko, J. & Kanner, H. 2002. Suomen tieliikenteen 2002 laskentajärjestelmä Liisa 2001.1. VTT Research Notes 2177.
- Määttä, K. 2005. Selvitys päästökaupasta aiheutuvan sähkön hinnan nousun windfall-voiton verotuksesta, Helsinki.
- National Economic Research Associates. 2002. Evaluation of Alternative Initial Allocation Mechanisms in a European Union Greenhouse Gas Emissions Allowance Trading Scheme. National Economic Research Associates.
- Savolainen, I., Ohlström, M. & Kärkkäinen, A. 2003. Ilmasto – Haaste teknologialle. Näkemyksiä ja tuloksia ClimTech-ohjelmasta. Edita, Helsinki, 208 s.
- Statistics Finland. 2005. Greenhouse Gas Emissions in Finland 1990–2003. National Inventory Report to European Commission. The Common Reporting Formats (CRF 1990–2003).
- Valtioneuvosto. 2005. Lähiajan energia- ja ilmastopolitiikan linjauksia – kansallinen strategia Kioton pöytäkirjan toimeenpanemiseksi. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 30. päivänä marraskuuta 2005, 46 s ja liitteet I–IV.
- VTT. 2005. Liikenteen biopolttoaineiden tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Suomessa. VTT Research Notes 2288. Espoo.



6 Ilmastonmuutoksen vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus

6.1 Miten Suomen ilmasto muuttuu?

6.1.1 Havaitut muutokset

Tuomenvirta (2004) selvitti laajasti Suomen lämpötilan ja sadannan havaittuja muutoksia. Aineistoon sisältyi noin 300 lämpötilan ja 700 sadannan havaintosarjaa, joista poistettiin mahdollisimman tarkoin kaikki ei-ilmastolliset tekijät. Pisimmät havaintosarjat olivat yli 150 vuotta, mutta järjestelmällisesti analysoitiin lähinnä 1900-lukua.

Lineaarisen trenditestin mukaan Suomen keskilämpötila kohosi 0,76 °C viime vuosisadan aikana. Lämpenemistä tapahtui kahden ensimmäisen ja kolmen viimeisen vuosikymmenen aikana, näiden välillä ilmasto viileni hieman, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi. Myös 1800-luvun lopulla ilmasto lienee lämmennyt, mutta havaintoasemien määrä on liian pieni luotettavaan analyysiin.

Keväät ovat lämmenneet eniten. Maalis-toukokuun keskilämpötila oli valtakunnallisesti 1,8 °C korkeampi jaksolla 1963–2002 kuin vuosina 1847–1876. Lämpötilan vuorokausivaihtelu on pienentynyt, jälleen pääo-

Kuva 6–1 Talvi 1988–1989 oli hyvin lauha ja Suomen järvien jääpeite jäi ohueksi. Navakka tuuli rikkoi Säkylän Pyhäjärven jääkannen 30. maaliskuuta 1989. Tämä on aikaisin jäänlähtö, joka on koskaan havaittu Suomen järvissä.





sin keväisin. Vastaava muutos on havaittu laajalti pohjoisen pallonpuoliskon maa-alueilla, samalla pilvisuus on kasvanut.

Havaintojakson lämpimin vuosi oli 1938, jolloin Suomen keskilämpötila oli 2,4 °C korkeampi kuin vertailukaudella 1961–1990. Toiseksi lämpimin oli vuosi 1989 (Kuva 6–1), kolmantena oli vuosi 2000. Ylivoimaisesti kylmin oli vuosi 1867, suuri nälkävuosi. Silloin keskilämpötila jäi 3,4 °C vertailukautta alhaisemmaksi.

Suomen sadannassa ei havaittu merkitsevää trendiä (Tuomenvirta 2004). Tämä on ristiriidassa Ruotsia koskevien tulosten kanssa; siellä sadannan on todettu kasvaneen 15–20 % viime vuosisadan aikana. Molemmissa maissa sademittareita on vaihdettu ja havaintokäytännöt ovat muuttuneet. Sateisin vuosi Suomessa on ollut 1974, jolloin valtakunnan keskisadanta oli 740 mm. Kuivin oli vuosi 1941, silloin satoi vain 394 mm. Merkittävän vuosivaihtelun ohella Suomen sadeoloja luonnehtii myös vuosikymmenten välinen vaihtelu, joka hankaloittaa trendien tilastollista määrittystä.

Muiden meteorologisten muuttujien trendejä ei ole Suomessa laajamittaisesti selvitetty. Lumiolojen osalta voidaan kuitenkin todeta, että maksimiviesiarvot ovat 1980-luvun lopulta lähtien kasvaneet Itä- ja Pohjois-Suomessa, mutta pienentyneet maan etelä- ja länsiosissa.

6.1.2 Skenaariot

Suomen ensimmäiset ilmastoskenaariot kehitettiin SILMUssa vuonna 1991. SILMU, Suomalainen ilmastomuutoksen tutkimusohjelma, oli Suomen Akatemian monitieteinen ohjelma ja yhteiset skenaariot olivat tarpeen eri hankkeiden tulosten vertailua varten. Globaalien ilmastomallien pohjalta luotiin kolme lämpötilan ja sadannan skenaariota Suomelle. Ne olivat keskiskenaario eli ”paras arvaus” sekä epävarmuuksiltaan määrittelemättömät ääriskenaariot.

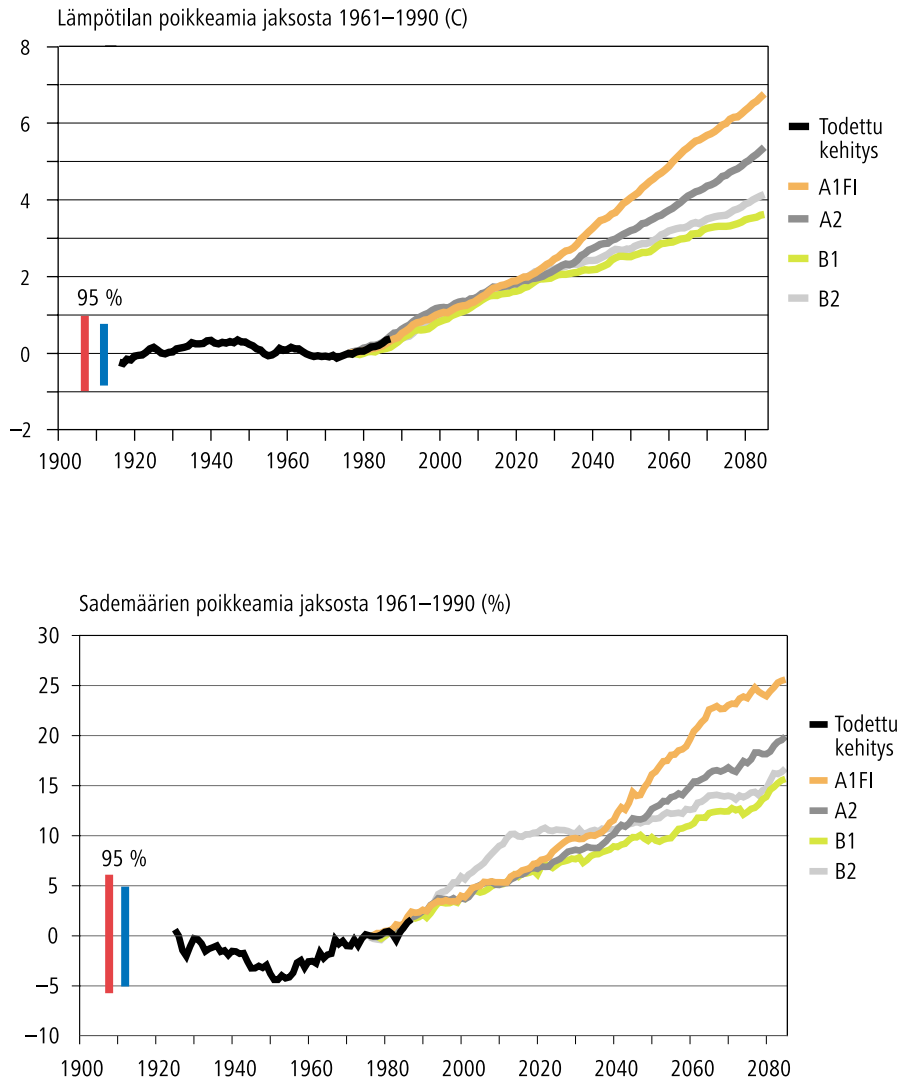
Uudet, aiempaa laajemmat skenaariot kehitettiin FINSKEN-hankkeessa. Tämä hanke käynnistettiin vuonna 2000 osana Suomen Akatemian Globaalimuutos-ohjelmaa (FIGARE). Vuoteen 2100 ulottuvat skenaariot koskivat neljää keskeistä aihepiiriä:

- Ilmasto
- Merenpinta
- Alailmakehän otsoni
- Rikin ja typen laskeumat.

Valtiontalouden tutkimuskeskus (VATT) laati lisäksi viidennen skenaariot kuvaamaan yhteiskuntataloudellista kehitystä Suomessa. Näitä skenaarioita pidettiin tärkeinä arvioitaessa yhteiskunnan kykyä sopeutua globaaliin muutosten haasteisiin (Kaivo-oja et al. 2004).

FINSKEN-hankkeen keskeinen tavoite oli kehittää keskenään yhteensopivat skenaariot. Tämän varmistamiseksi kaikki skenaariot perustuivat samoihin globaaleihin muutostekijöihin. FINSKEN hahmotteli kaksi tulevaisuuden maailmaa: kulutus-orientoituneen ”A-maailman” ja yhteiskunnan ohjausta painottavan ”B-maailman”. Edellistä luonnehtii voimakas talouskasvu Suomessa ja muualla, jolloin CO₂-päästöt, otsonin lisäys ja typpilaskeuma ovat suuret. Myös ilmastomuutos on tällöin voimakas. B-maailmassa talous kasvaa hitaammin kuin A-vaihtoehdossa, mikä hillitsee päästöjä ja ilmastomuutosta. Vaikka otsoni- ja laskeumatason aluksi kasvavat, on todennäköistä,

Kuva 6–2 Suomen keskilämpötilan ja keskisadannan muutokset poikkeamina jaksosta 1961–1990 keskiarvoista. Käyrät edustavat 30 vuoden liukuvia keskiarvoja. Havaitut muutokset on merkitty mustilla käyrillä, neljä FINSKEN-skenaariota (A1FI, A2, B2 and B1) eri värein. Pystysuorat palkit (punainen ja sininen) kertovat ilmaston luonnollisen vaihtelun 95 % todennäköisyysvälin 30 vuoden jaksosten aikana kahden eri mallin mukaan (Jylhä et al. 2004).



että ne vuosisadan loppupuolella ovat selvästi nykyistä alhaisemmat. Sekä A-että B-maailma jaettiin edelleen kahdeksi alaskenaarioksi.

Kaikki neljä Suomen lämpötilan ja sadannan skenaariota vuoteen 2080 saakka on esitetty kuvassa 6–2. Lähimmän kahden vuosikymmenen aikana lämpeneminen on hidasta ja skenaarioiden väliset erot ovat vähäiset. Perusjaksoon 1961–1990 verrattuna vuoden keskilämpötila on 2020-luvulla noussut 1–3 °C ja sadanta lisääntynyt 0–15 %. Vastaavat muutokset ovat 2050-luvulla 2–5 °C ja 0–30 % sekä 2080-luvulla 2–7 °C ja 5–40 %. Lämpötilan trendit ovat selvästi voimakkaammat kuin viime vuosisadalla havaitut muutokset.

Sadannan muutokset ovat tilastollisesti suurimmat ja merkittävimmät talvella, kesällä ne ovat pienimmät. Myös lämpeneminen on kesällä vähäistä, mutta tilastollisesti ainakin yhtä merkittävää kuin muina vuodenaikoina. On hyvin todennäköistä, että myös ilmastolliset ääriarvot muuttuvat keskiarvojen myötä.

FINSKEN-skenaariota tullaan kehittämään edelleen. Jatkotutkimuksen tulisi keskittyä seuraaviin asioihin:

- Nykyisten skenaarioiden levittäminen, ylläpito ja päivitys
- Uusien yhteiskuntataloudellisten ja ympäristöä kuvaavien muuttujien sisällyttäminen skenaarioihin (esim. maankäyttö, sosiaaliset arvostukset, infrastruktuuri, sopeutumiskyky)
- Skenaarioiden tarkentaminen vaihtoehtoisia kehitysmenetelmiä käyttäen, laajemmat epävarmuustarkastelut
- Globaalimuutosskenaarioiden uskottavuuden ja hyväksyttävyyden parantaminen tutkijoiden ja eri osapuolten välisen vuorovaikutuksen kautta
- Nykyistä useampien politiikkaskenaarioiden tarkastelu ja vertailu (esim. kasvihuonekaasujen stabilointiskenaariot; normatiiviset tavoiteskenaariot)
- Globaalimuutosskenaarioihin pohjautuva kokonaisvaltainen arviointi, jolla helpotetaan tulevien vaikutusten ja potentiaalisten toimenpiteiden analysointia Suomessa.

6.2 Ilmastonmuutoksen vaikutukset

6.2.1 Maatalous

Alhainen lämpötila on keskeinen maataloustuotantoa rajoittava tekijä Suomessa. Myös auringonsäteilyn määrä on vähäinen ja sadeolot voivat olla epäsuotuisat. Kasvukauden on arvioitu pitenevän 3–5 viikkoa vuoteen 2050 mennessä. Pohjois-Suomea lukuun ottamatta piteneminen painottuu syksyyn.

Lämpötilan nousun ja sadannan kasvun vaikutukset maaperään ilmenevät ravinnetaseen muutoksina. Kun lämpöä ja kosteutta on runsaasti, orgaanisen aineen hajoaminen kiihtyy. Eroosion ja ravinteiden huuhtoutumisen riski kasvaa. Savimaiden tiivistyminen, joka on yleisintä Etelä-Suomessa, pahenee ja viljely voi vaikeutua erityisesti routakauden lyhetessä. Kaste-luvuden tarve voi kasvaa ja sen saatavuus vaikeutua. Ilmaston lämpeneminen saattaa myös lisätä kuivuusongelmia kasvukaudella.

Kasvihuonekaasujen määrän lisääntyminen vaikuttaa kasvien fysiologisiin toimintoihin. Hiilidioksidipitoisuuden kohoaminen edistää yhteyttämistä, tehostaa kasvin vedenkäyttöä ja aiheuttaa muutoksia yhteyttämis-tuotteiden jakautumisessa kasvin eri osiin sekä kasvisolukon tiheydessä ja laadussa. Ilmansaasteiden (otsoni) ja UV säteilyn yhteisvaikutukset ekosysteemeihin voivat vahvistua.

Kasvien talvehtiminen Etelä-Suomessa voi heikentyä, kun lumen syvyys pienenee. Leutojen talvien aiheuttama sulamisen ja jäätyminen vuorottelu on kaikkein haitallisinta kasvien talvehtimiselle, jolloin kasvit voivat tukehtua jääpeitteen alle. Monivuotisten kasvien talvehtiminen voi toisaalta myös parantua, kun lumi- ja jääkausi lyhenee. Myös kevähallariski saattaa kasvaa.

Tuhohyönteiset hyötyvät lämpimämmästä ilmastosta ja pidemmästä kasvukaudesta. Niiden talvehtiminen ja lisääntyminen onnistuvat useammin, ja ne ehtivät tuottaa useamman sukupolven isäntäkasvin altistusvaihetta kohti. Sienitautien leviämisen kannalta olennaista on riittävä lämpö-

Taulukko 6–1 Ilmastomuutoksen ennakoituvat vaikutukset maatalouteen ja elintarviketuotantoon Suomessa.

Haitta	Etua
<ul style="list-style-type: none"> – Eroosio ja ravinteiden huuhtoutumisriski kasvaa – Savimaiden tiivistyminen voi haitata viljelyä, mikäli routaantuminen vähenee – Ilmansaasteiden (otsoni) ja UV säteilyn yhteisvaikutukset ekosysteemeihin vahvistuvat – Hyönteistuhon- ja kasvitautiriski kasvaa – Kasvien talvehtiminen voi vaikeutua – Kasteluvien tarve voi kasvaa – Ääri-ilmiöiden lisääntymisen vaikutukset pelto- tuotannon sadon määrään ja laatuun 	<ul style="list-style-type: none"> + Kasvien tuotantopotentiaali kasvaa + Kasvien viljelyrajat siirtyvät pohjoisemmaksi + Puutarhatuotanto hyötyy + Ulkolaidunnusta voidaan lisätä + Talvehtiminen helpottunee monivuotisilla kasveilla

tila ja kosteus. Kasvitautiepidemioiden, erityisesti erilaisten sienien ja homeiden sekä perunaruton riski voi kasvaa. Lisäksi niiden esiintyminen voi aikaistua. Virustautien leviämiseen ilmastomuutos ei vaikuta suoraan, mutta niitä levittävien vektorien, kuten kirvojen, elinolosuhteet paranevat.

Vilja- ja nurmikasvien tuottoa rajoittavat nykyään kasvukauden lyhyys, ajoittaiset hallat ja alkukesän kuivuus. Satopotentiaalini arvioidaan kasvavan, mutta satomäärien muutoksia on vaikea arvioida tuntematta tulevaisuudessa käytettäviä lajikkeita. Mikäli uusien lajikkeiden viljely pohjoiseen laajenee, päivän pituus on haaste kasvinjalostukselle.

Kotieläinten sisäruokintakauden lyhenemisen takia laidunkautta on mahdollisuus pidentää. Eläinten hyvinvointi paranee, mikäli ulkolaidunnusta lisätään, mutta lisääntynyt laidunnus saattaa lisätä vesistökuormitusta. Rehujen varastointitarve pienenee. Eläintautien riski voi kasvaa, vaikka riskin uskotaan olevan hyvin pieni. Veden ja rehun laatuun liittyvät taudit voivat yleistyä. Lypsykarjan maidontuotanto sekä liha- ja siipikarjan kasvu vähenevät, mikäli lämpötilat eläinsuojissa nousevat hyvin korkeiksi.

Yhteenveto ilmastomuutoksen vaikutuksista maataloussektorilla on esitetty taulukossa 6–1.

Maatalousmaidon merkitys kasvihuonekaasujen lähteenä ja nieluina on Suomen kylmässä ilmastossa erilainen kuin alemmilla leveysasteilla. FIGARE-ohjelmassa tutkittiin metaanin, dityppioksidin ja hiilidioksidin voita eri maalajeilla Etelä- ja Pohjois-Suomessa (Martikainen et al. 2002). Vuotuiset N₂O-N-päästöt vaihtelivat turvemaidella välillä 4–37 kg ha⁻¹ ja kivennäismailla välillä 2–8 kg ha⁻¹. Nämä päästöt ovat IPCC:n laskentamenetelmissä käytettyjä arvoja korkeammat. Talviajan osuus vuotuisista päästöistä oli 57 %. Maaperän toistuva jäätyminen ja sulaminen kiihdyttivät dityppioksidin syntyä turvemaidella erityisesti, jos lämpötila painui välillä hyvin alas. Maaperän mikrobikoostumukseen jäätyminen ja sulaminen eivät merkittävästi vaikuttaneet. Maaperän kyky pidättää nitraattia oli hyvä myös matalissa lämpötiloissa (Kuva 6–3). Etelä-Suomessa tutkitut turvemaat olivat viljelykasvista riippumatta hiilidioksidin nettolähteitä. Vuotuiset nettopäästöt olivat nurmikasveilla 1 500 ja ohralla 7 500 kg CO₂ ha⁻¹. Turvemaiden hengitys oli 2–3 kertaa suurempi kuin kivennäismaiden.



Kuva 6–3 Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen FIGARE-mittausasema Jokioisissa. Metaani- ja dityppioksidipäästöjä seurattiin ympäri vuoden jaksolla 2000–2002.

6.2.2 Metsätalous

6.2.2.1 Metsärajat ja tuottavuus

Ilmastonmuutos tulee todennäköisesti vaikuttamaan merkittävästi Suomen metsiin. Kaksi tärkeintä havupuulajia, mänty (*Pinus sylvestris*) and kuusi (*Picea abies*) siirtynevät lämpenemisen myötä Lapin nykyisin puuttomille alueille. Kumpikin havupuu voi menettää valta-asemaansa lehtipuille Etelä-Suomen metsissä.

Havumetsävyöhyke voi ilmastoennusteiden mukaan siirtyä 150–550 kilometriä pohjoista kohti tämän vuosisadan kuluessa. Puiden luontainen siirtymisnopeus on kuitenkin vain 20–200 km vuosisadassa eikä maaperän rakenteeseen ehdi uudistua, joten todellinen siirtymä jäänee ennakoitua pienemmäksi.

Metsien kasvuun ilmastonmuutoksella on merkittäviä suoria ja epäsuoria vaikutuksia. Ilman CO₂-pitoisuuden kasvu nopeuttaa yhteyttämistä, jos lämpö-, kosteus- ja ravinneolot ovat suotuisat. Tämä vaikutus voi kuitenkin pienetä vuosien mittaan kasvien mukautumisen myötä.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset puiden kasvuun ovat läheisessä yhteydessä ilmarakojen toimintaan ja haihduntaan. Ilman CO₂-pitoisuuden kasvu johtaa rakojen osittaiseen sulkeutumiseen, mikä pienentää haihduntaa. Toisaalta lämpötilan nousulla on päinvastainen vaikutus. Näin ollen haihdunnan ja kasvien vedenkäytön kokonaisuusmuutos voi jäädä pieneksi.

Suomen ilmastossa metsän uudistumista rajoittaa erityisesti kesäkauden alhainen lämpötila. Mallilaskelmat osoittavat, että pohjoisen puurajan tuntumassa pelkkä lämpötilan nousu helpottaa männyn luontaista uudistumista. Hiilidioksidin ja lämpötilan yhteisvaikutukseen ei silti nopeuttanut taimikoiden kasvua merkittävästi. Puurajan siirtyminen pohjoista kohti saattaa jäädä hitaaksi.





Kuva 6–4 Sienten aiheuttamien laikkujen laajenemista seurattiin digikamerakuvauksin METLAn Suonenjoen tutkimusasemalla. Kuvankäsittelyohjelmalla laskettiin laikkujen määrä ja koko sekä infektoinut pinta-ala. (Kuva: Erkki Oksanen/METLA).

SILMU-ohjelmassa arvioitiin, että puuston kasvu voisi kiihtyä yli kolmanneksen muutamassa vuosikymmenessä. Osa lisäkasvusta perustui metsätalouden tehostumiseen, osa hiilidioksidin ja lämpötilan nousuun sekä kasvukauden pitenemiseen.

Puiden kasvu nopeutuu erityisesti Pohjois-Suomessa. Tämän vuosisadan lopulla lähes puolet Suomen metsävaroista onkin Pohjois-Suomessa, kun sen osuus on nykyisin 30 %. Jos puulajisuhteet pystytään optimoimaan muuttuvien olosuhteiden mukaisesti, koivun osuus tulee tuolloin olemaan Etelä-Suomen metsissä 60–80 % (lähinnä rauduskoivua). Kuusi taantuu etelässä, mutta menestyy pohjoisessa. Myös männyn osuus vähenee Etelä-Suomessa.

6.2.2.2 Metsätuhoriskit

Talvien lauhtuminen lisää puissa talvehtivien hyönteisten aiheuttamia tuhoja, erityisesti munien aikaisemman kuoriutumisen takia (Kuva 6–4). Eräät tekijät kuten luontaisten vihollisten yleistymisen voivat vaikuttaa vastakkaiseen suuntaan. Myös myrsky- ja sienituhot voivat lisääntyä lauhojen talvien, lumipeitteen oheneamisen ja lyhyemmän routakauden myötä.

Silmujen avautuminen riippuu erityisesti kevään lämpötiloista, mutta myös talven pakkasten ankaruudesta. Vaikka talvet lauhtuvat, silmujen avautuminen aikaistune. Tämä aikaistumien saattaa toisaalta johtaa vaurioihin, koska keväälläkin voi esiintyä pakkasjaksoja.

Lumen osuus talvikauden sadannasta pienenee, mikä vähentänee puiden lumikuormariskejä. Näitä riskejä voivat kuitenkin kasvattaa runsaat nollakelien lumisateet, jotka tarttuvat puiden oksiin. Pohjois-Suomessa saattaa lumisuus lisääntyäkin kasvavan sadannan myötä.

6.2.2.3 Puuntuotanto

Metsät ovat tärkeä tulolähde Suomelle. Hoitotoimilla pyritään pitämään metsäekosysteemin rakenne ja toiminta sellaisina, että saha- ja kuitupuuntuotanto pysyy korkeana. Harvennushakkuilla parannetaan metsän säteilyoloja ja vähennetään sadeveden pidättymistä oksistoon, jolloin maaperä saa enemmän vettä. Näin maaperän ravinnekierto tehostuu.

Mallilaskelmat osoittavat, että vuotuinen runkopuun kasvu Suomen metsissä voi lisääntyä jopa 40 % vuodesta 1990 vuoteen 2100. Pääosa lisäyksestä tapahtuu 63. leveysasteen pohjoispuolella. Laskelmissa on otettu huomioon lämpötilan, sadannan ja ilman CO₂-pitoisuuden muutokset. Kestävät hakkuut voivat kasvaa neljänneksen nykyisestä. Lehtipuutavaran osuus kasvaa nykyisestä 10 prosentista jopa 30 prosenttiin. Eräissä tutkimuksissa kasvun lisäys on ollut pienempi; 10–15 % Etelä-Suomessa ja 25–35 % Pohjois-Suomessa.

Käytännössä hoitotoimenpiteet vaikuttaa suuresti Suomen metsien tulevaisuuteen. Olennaista on, että teollisuuden raakapuun tarve voidaan tyydyttää. Tämä edellyttää metsien hoidolta riittävää joustavuutta niin ilmastomuutoksen kuin muiden haasteiden osalta.

Puuaineksen mekaaniset ja kemialliset ominaisuudet riippuvat lämpötilasta ja kosteudesta. Vuosilustojen paksuuntuessa puun tiheys saattaa pienetä. Kasvun kiihtyminen voi myös lisätä oksaisuutta, mikä heikentää sahatavaran laatua.

Teollisuuden tulisi saada raakapuu vain muutamia viikkoja hakkuun jälkeen. Metsämaaperän kantavuus on puunkorjuun kannalta olennainen tekijä. Sadannan kasvu voi aiheuttaa ongelmia, samoin routakauden lyheneminen. Nämä muutokset asettavat korjuumenetelmien kehittämislle uusia haasteita.

6.2.2.4 Metsien muut tuotteet

Suomalainen riistalajisto on runsas; nisäkkäistä riistaeläimiä on 34 lajia, lintulajeista 26. Ylivoimaisesti tärkein riistaeläin on hirvi, joita vuosittain kaadetaan 60 000–70 000 yksilöä ja saaliin arvo on noin 40 milj. euroa. Koska talvehtiva hirvikanta on noin 120 000 yksilöä, metsästys ohjaa merkittävästi kannan määrää. Hirvi ei ole vain tärkeä riistaeläin, vaan myös metsävahinkojen ja liikenneonnettomuuksien aiheuttaja.

Hirvi tulee pääasiassa hyötymään ilmaston lämpenemisestä ja lumipeitteen ohenemisesta. Ravinnonsaanti helpottuu. Näin ollen metsästyksestä tulee yhä tärkeämpi ohjauskeino hirvikannan säätelyssä. Useat riistalinnut ja piennisäkkäät kokenevat myös Suomen tulevan ilmaston nykyistä paremmaksi. Niiden kannat kasvavat ja suuret vuotuiset vaihtelut pienenevät.

Metsämarjojen kokonaissato on 500–1 000 milj. kiloa vuodessa; puolukka, mustikka ja lakka ovat taloudellisesti tärkeimmät lajit. Vain 5–10 % sadosta kerätään talteen, pääasiassa kotikäyttöön. Markkinoille päätyy marjoja vain noin viisi miljoonaa kiloa vuodessa. Metsistä poimittujen sienten kaupallinen käyttö on tätäkin vähäisempi, vain 0,2 milj. kiloa.

Marjakasvien sopeutuminen Suomen ilmastoon perustuu kahteen tekijään. Kasvukauden aikana ne sietävät hyvin nolla-asteen tienoilla liikkuvia lämpötiloja, ja ne pystyvät vaipumaan talvilepoon.

Ilmastomuutos saattaa johtaa lämpimien kausien esiintymiseen myös talvella ja erityisesti varhaiskevällä. Jos talvilepo purkautuu, vahingot voivat uuden pakkaskauden tullessa olla merkittävät.

Taulukko 6–2 Yhteenveto ilmastonmuutoksen ennakoituista vaikutuksista metsätalouteen Suomessa. Jotkut vaikutuksista ovat selkeitä etuja tai haittoja, mutta toisten vaikutusten suunta on vielä epäselvä tai vaikutuksen suunta riippuu ilmastonmuutoksen voimakkuudesta.

Haitta	Vaikutuksen suunta epäselvä tai samanaikaisesti haitta ja etu	Etu
<ul style="list-style-type: none"> – Ravinteiden huuhtoutumisriski kasvaa – Tuulituhoriski kasvaa, ja puiden ankkuroituminen maahan heikenee roudan vähetessä – Ilmansaasteiden (otsoni) ja UV-säteilyn yhdysvaikutukset ekosysteemeihin vahvistuvat ilmastonmuutoksen myötä – Tuhoeläin- ja metsäpatogeeniriski kasvavat – Mahdollinen vähentynyt routa vaikeuttaa puunkorjuuta – Kelirikkoajan piteneminen lisää konekapasiteetin ja puun varastoinnin tarvetta – Havupuun laatu voi kärsiä 	<ul style="list-style-type: none"> • Metsien puulajikoostumus muuttuu • Puuraja siirtyy pohjoisemmaksi 	<ul style="list-style-type: none"> + Hiilidioksidin, lämpötilan ja sadannan kasvu lisää boreaalisen vyöhykkeen tuottavuutta + Hakkuumahdollisuudet kasvavat + Kasvien käytössä on enemmän ravinteita + Puiden siemensadot paranevat, ja luontainen uudistuminen helpottuu Pohjois-Suomessa karuhkoilla kasvupaikoilla.

Paksu lumi suojaa marjakasvien varpuja kovilta pakkasilta. Lumipeitteen oheneminen voi olla haitaksi, koska kylmiä jaksoja tulee kuitenkin esiintymään. Kesällä uudet hyönteiset ja patogeenit voivat olla uhkana.

Yhteenveto ilmastonmuutoksen vaikutuksista metsätalouteen on esitetty taulukossa 6–2.

6.2.3 Suot

Suomen soilla on monia ympäristöriskejä, joista ilmastonmuutos voi tulevaisuudessa nousta tärkeimmäksi. Lämpötilan, sadannan ja haihdunnan muutoksilla on keskeinen vaikutus suon hydrologiaan ja valuma-alueelta huuhtoutuvan orgaanisen ja epäorgaanisen aineksen määrään. Lisäksi ilmakehän CO₂-pitoisuuden kasvu vaikuttaa soiden perustuotantoon, koska nykyinen pitoisuus rajoittaa useimpien uposkasvien sekä rantavyöhykkeen kasvillisuuden yhteyttämistä.

Suomen luonnontilaisten soiden ala on nykyään noin neljä miljoonaa hehtaaria. Nämä suot ovat useimpina vuosina hiilidioksidin nieluja, mutta kuivan kesän sattuessa tilanne voi olla päinvastainen. Metaanin vapautuminen on merkittävää erityisesti kosteina kesinä. Luonnontilaisten soiden di-typipäästöt ovat pienet.

Suomessa on ojitettu soita metsätaloudelliseen käyttöön noin 5,7 miljoonaa hehtaaria. Ojitettujen soiden CO₂-päästöt ovat suuremmat kuin luonnontilaisten. Noin 25–45 % ojitettujen soiden päästöistä on peräisin juurihengityksestä, 20–35 % uuden karikkeen hajoamisesta ja 35–45 % vanhan turpeen maatumisesta. Kokonaisuutena valtaosa ojitetuista soita on kuitenkin hiilen nieluja, koska puubiomassa lisääntyy merkittävästi.



Metaanipäästöt voivat tyystin ehtyä ojituksen jälkeen, mutta eräiden suotyyppien N₂O-päästöt saattavat kasvaa.

Noin 0,7 miljoonaa hehtaaria soita on ojitettu maatalouskäyttöön, pääasiassa pian toisen maailmansodan jälkeen. Nykyään näistä soista on viljelyssä noin 250 000 ha. Sekä hylätyt että käytössä olevat turvepellot ovat merkittäviä dityppioksidin lähteitä; päästöt saattavat jatkua 20–30 vuotta viljelyn päättymisen jälkeen. Talviajan osuus päästöistä on huomattava.

Turvemaiden muutoksia ilmakehän CO₂-pitoisuuksien kasvaessa on Suomessa tutkittu esim. BERI-ohjelmassa. Hiilidioksidipitoisuuden nousu näyttää jonkin verran lisäävän metaanivuota turpeesta. Rahkasammalilla hiilidioksidin nettosidonta kasvoi lämpötila/valo –optimin vaeltaessa ylöspäin. Pitkäaikaisessa altistuksessa sammalen yhteyttämisprosessit kuitenkin mukautuivat kohotettuun CO₂-pitoisuuteen (Saarnio et al. 2000).

6.2.4 Vesivarat

Keskivirtaama kasvoi viime vuosisadalla laajoilla alueilla Suomessa noin 0,5 mm a⁻¹, maan lounaisosissa kasvu oli jopa 1,0 mm a⁻¹. Etelä- ja Keski-Suomessa erityisesti talvivirtaamat kasvoivat, pohjoisessa näin ei käynyt. Myös syyskauden virtaamat lisääntyivät maan etelä- ja keskiosissa.

Suomen pisin virtaaman havaintosarja on Vuoksesta, missä mittaukset ulottuvat vuoteen 1847. Tässä sarjassa ei ole merkitsevää kasvutrendiä. Syynä voi osittain olla laaja-alainen kaskiviljely 1800-luvulla erityisesti vesistön eteläosissa. Tämä vähensi metsäalaa ja haihduntaa ja kasvatti siten virtaamia havaintojakson alkuvuosikymmeninä.

Viime vuosisadan pahin kuivus koetteli Suomea vuosina 1940–1942. Koko maan alueelle laskettu virtaama oli vuonna 1941 vain 49 % ja vuonna 1942 noin 57 % keskimääräisestä. Nämä kaksi peräkkäistä vuotta olivat koko vuosisadan kuivimmat. Vuosina 2002–2003 kuivuus koetteli Norjaa, Ruotsia ja Suomea. Vesivoiman tuotanto laski selvästi – ja sähkön hinta nousi tuntuvasti. Ruotsissa vuoden 2002 jälkipuolisko oli kuivimpia sataan vuoteen, Etelä-Suomessa satoi elokuun 2002 ja elokuun 2003 välisenä aikana alle puolet keskimääräisestä.

Vesivoimantuotannon ennustettavuuden kannalta lumen vesivaraston muutokset ovat merkittäviä. Lauhojen talvien takia lumen määrä on vähentynyt Pohjoismaiden eteläosissa 1980-luvun lopulta lähtien. Esimerkiksi Etelä-Suomessa maksimivesiarvot olivat jaksolla 1991–2002 jopa 20–30 % pienemmät kuin vuosina 1961–1990. Keski-Suomessa lumen määrä ei ole muuttunut, mutta idässä ja pohjoisessa vesiarvot ovat selvästi kasvaneet.

Virtaaman tulevia muutoksia on selvitetty kolmessa eri ohjelmassa melko vaihtelevin tuloksin. Pohjoismaisessa CCEP-hankkeessa (Saelthun et al. 1998) Kemijoen vesistön Kemihaaran alueen vuosivirtaaman ennakoitiin kasvavan 2 % vuoteen 2030 mennessä, SILMU-ohjelmassa kasvua ei ennakoitu tapahtuvan lainkaan, ILMAVA-hankkeen tulosten mukaan virtaaman lisäys oli 5–8 %. Oulujoen vesistölle CCEP-hanke antoi nollakasvun, ILMAVA puolestaan lisäystä 2–7 %. Vuoksen vesistön keskivirtaaman muutokset olivat –1–+4 % (CCEP), –2 % (SILMU) ja 0–8 % (ILMAVA). Muutosten erot johtuvat paljolti sadantaskenaarioiden erilaisuudesta. Myös haihdunta vaikuttaa merkittävästi tuloksiin.

Ennakoitu lämpeneminen ohentaa lumipeitettä ja lyhentää lumipeitekautta; etelästä lumi lähes katoaa. Tiheät suojakaudet voivat synnyttää talvitulvia ja pienentää keväisiä tulvahuippuja. Kesät voivat muuttua kuivem-



miksi, kun haihdunta maa-alueilta ja järvistä kasvaa lämpimän kauden pitenemisen myötä.

Järvi-Suomea luonnehtivat pitkät järvireitit. SILMU-ohjelmassa todettiin, että tulvien muutokset tulevat merkittävästi riippumaan järven sijainnista reitillä. Ylimpien järvien tulvahuiput alenevat jopa 20–60 %, koska kevättulvat pienenevät. Kun järviketjussa mennään alaspäin, muutos pienenee. Vuoksen vesistön alimmassa altaassa, Saimaassa, tulvahuiput kasvavat, koska sulamis- ja sadevedet kertyvät sinne niin varhain, että haihdunta on vielä olematon. Saimaan tulvahuippu voi tulevaisuudessa esiintyä jo huhti-toukokuussa, kun se nykyisin on heinä-elokuussa.

Kaikkien tutkimusten mukaan vesivoiman tuotantoedellytykset Suomessa paranevat. Vettä on enemmän ja se jakautuu tasaisemmin läpi vuoden. CCEP-hanke antoi vesivoiman tuotannon kasvuksi 4 %, SILMU noin 2 % ja ILMAVA 7–11 % vuoteen 2030 mennessä. Lisäys on merkittävin Pohjois-Suomessa. Tekoaltaiden käytölle ja säännöstelylle virtaaman muutokset tulevat asettamaan haasteita. Nykyinen menettely – talvella alas, nopea kevättäyttö, kesällä ja syksyllä pinta ylhäällä – on muutettava joustavammaksi.

Ilmastonmuutos vaikuttaa tulvariskeihin ja patoturvallisuuteen. HadCM2-mallitulosten mukaan yhden, viiden ja neljäntoista vuorokauden mitoitussadannat kasvavat tämän vuosisadan aikana 35–65 % verrattuna kauden 1961–1990 (Tuomenvirta et al. 2000). Kasvu on suurinta vuoden alkupuoliskolla. Mitoitustulvien muutokset voivat olla rajuja; esim. Kyrönjoen 2000 km² laajuisella osa-alueella tulvahuipun ennakoitiin kasvavan 70 % (Vehviläinen 2001).

Talvitulvat ja lumen puute kasvattavat huuhtoumia maatalousmailta Etelä-Suomessa. Kasvu jää mallien mukaan kuitenkin suhteellisen pieneksi ja huuhtoumia voidaan kontrolloida eri keinoin.

Metsämaiden tyyppihuuhtoumat lisääntyvät selvästi; SILMUn yläskenaarion mukaan ne voisivat kaksinkertaistua vuoteen 2050 mennessä, mutta metsien lisäkasvu voi hillitä muutosta.

Järvien jääpeitekausi lyhenee. Viime vuosisadan kuluessa se jo lyheni noin 10 vuorokautta, näin on käynyt muuallakin pohjoisella pallonpuoliskolla (Magnusson et al. 2000). Suurten järvien selät voivat jopa aaltoilla va-



Taulukko 6–3 Yhteenveto ilmastonmuutoksen ennakoituista vaikutuksista vesivaroihin.

Haitta	Etu
<ul style="list-style-type: none"> – Ääri-ilmiöt lisääntyvät – Talvitulvat lisääntyvät – Suurtulvien mahdollisuus kasvaa (vahinkoja teollisuudelle ja rakennuksille, haittoja vesihuollolle, epidemioita) – Tulvat heikentävät veden laatua – Kuivuuden yleistyminen haittaa maa- ja metsätaloutta, vedenottoa, vesivoiman tuotantoa, vesiliikennettä ja vesien virkistyskäyttöä – Kuivuus aiheuttaa vesistöissä happikatoja sekä kalaston elinolosuhteiden heikentymistä – Talven lauhtuminen lisää hajakuormitusta maa- ja metsätalousvaltaisilla alueilla 	<ul style="list-style-type: none"> + Kokonaissademäärän kasvu ja kevättulvien väheneminen kasvattavat vesivoimalla tuotetun energian määrää + Lisääntyneet sateet tuovat vesistöihin hapekasta vettä

paina läpi talven tämän vuosisadan jälkipuoliskolla. Kesällä järvien pintavesi lämpenee ilman lämpötilan nousua noudatellen.

Kasviplanktonin keväthuippu aikaistuu ja voimistuu selvästi. Järvien rantavyöhykkeet ovat herkempiä ilmastonmuutoksen vaikutuksille kuin ulappavedet. Ilmakehän CO₂-pitoisuuden kaksinkertaistuminen ja veden lämpeneminen 2–3 asteella kiihdytti makrofytytien kasvun yli kaksinkertaiseksi kasvihuoneeseen sijoitetussa lammessa (Kankaala et al. 2000).

Yhteenvedo ilmastonmuutoksen vaikutuksista vesivaroihin on esitetty taulukossa 6–3.

6.2.5 Itämeri

Merenpinnan korkeustaso aleni 1900-luvulla kaikilla Suomen rannikon mittausasemilla. Keskeisenä syynä oli maankohoaminen. Aleneminen hidastui kuitenkin 1980- ja 1990-luvulla Itämeren vesitaseen muutosten takia. Myös pinnankorkeuden lyhytaikaisvaihtelut ovat kasvaneet (Johansson et al. 2004). Ylimmät vedenkorkeudet äärevöityivät 1970-luvulla, sen jälkeen tilanne on hieman tasaantunut. Kuitenkin Suomenlahden rannikoilla saavutettiin uudet ennätyskorkeudet tammikuussa 2005.

Kuten kohdassa 6.1.2 todettiin, FINSKEN-hankkeessa määritettiin uudet merenpinnan keskikorkeuden skenaariot tälle vuosisadalle. Niissä otettiin huomioon valtameren pinnankorkeudet, maankohoamisen ja Itämeren vesitaseen vaikutukset (Johansson et al. 2004). Viimeksi mainitut arvioitiin NAO-indeksin (North Atlantic Oscillation) avulla. Suomenlahdella vedenpinnan nousun ennakoidaan olevan suurin piirtein yhtä nopeaa kuin maankohoaminen, joten suhteellinen merenpinnan lasku ei enää jatku. Pohjanlahdella maankohoaminen on niin voimakasta, että merenpinta yhä alenee. Skenaarioihin liittyy huomattavia epävarmuuksia. Vuosien välisen pinnankorkeuden vaihtelun skenaariot perustuvat viime vuosisadan trendin ekstrapolointiin.

Jääpeitekausi kestää Suomen rannikoilla keskimäärin 5–7 kuukautta. SILMUn keskiskenaarion mukaan jääpeite muodostuisi vuonna 2050 noin 20 vrk myöhemmin kuin nykyään ja sulaisi 10 vrk nykyistä aikaisemmin. Myös FIGARE-ohjelmassa tutkittiin Itämeren jääoloja (Haapala et al. 2002). Kahta erilaista kytkettyä jää-merimallia käytettiin simuloitaessa nykyisiä ja sadan vuoden kuluttua vallitsevia jääoloja. Molemmat mallit kuvasivat hyvin nykytilan ja vuosien välisen vaihtelun. Jääpeitteen maksimilaaajuus vaihteli mallien mukaan nykytilassa välillä 180 000–420 000 km² ja sadan vuoden kuluttua välillä 45 000–270 000 km². Nämä laajat vaihteluvälit kertovat, että Itämeren jäätalvet ovat eri vuosina hyvin erilaiset.

Jään maksimipaksuuden vaihtelu oli mallien mukaan nykytilassa 32–96 cm ja sadan vuoden kuluttua 11–60 cm. Toisin kuin aikaisemmissa arvioissa, jäätä muodostui yhä joka talvi Perämeren pohjoisosiin ja Suomenlahden itäosiin vielä sadan vuoden kuluttua. Näiden skenaarioiden luotettavuutta lisää se seikka, että rakenteeltaan erilaiset mallit antoivat hyvin samankaltaisia tuloksia.

Rannikkovesien typpikuormituksen ennakoidaan kasvavan talvisin. Ennen kevään tuloa ravinteet kulkeutuvat ulommaksi rannikosta, mikä lisää rehevöitymistä ja leväkukintoja laajoilla alueilla. Typpikuormituksen vähentäminen tulee ilmeisesti olemaan keskeinen tekijä, kun ilmastonmuutoksen haittoja Itämerellä pyritään hillitsemään.

6.2.6 Kalatalous

Ilmastollisilla tekijöillä on voimakas suora ja välillinen vaikutus kalojen terveyteen, tuottavuuteen ja levinneisyyteen. Kalalajien muuttuvat levinneisyysalueet, lisääntynyt tai vähentynyt kasvu, tautien tartuntaherkkyden muutokset, uudet taudit ja loiset sekä muuttuvat ekosysteemit vaikuttavat kalatalouteen. Myös virtaamanmuutoksilla on havaittu olevan vaikutuksia kalapopulaatioihin ja sitä kautta kalatalouteen.

Suomessa ilmastonmuutoksen vaikutukset ammatti- ja vapaa-ajankalastukseen sekä koko kalatalouteen välittyvät kalakantoihin kohdistuvien vaikutusten kautta. Pitkällä tähtäimellä ilmaston lämpeneminen saattaa vaikuttaa merkittävästikin vesien tilaan, kalastoon, kalastukseen ja kalanviljelyyn. Lyhyellä tähtäimellä muut syyt kuten markkinatilanne, kalastusrajoitukset, harmaahyljekannan kasvu, kalastuskapasiteetin väheneminen ja kalakantojen luontainen vaihtelu vaikuttavat ammatti- ja vapaa-ajankalastukseen huomattavasti enemmän kuin ilmastonmuutos.

Suomen kalaston koostumus saattaa muuttua joko suoraan tai välillisesti elinympäristön lämmetessä, mutta myös luonnollisten leviämisteiden kautta sekä ihmistoimin aktiivisten kalanistutusten kautta. Kylmän veden lajisto voi vähentyä varsinkin eteläisen Suomen pienehköissä ja matalissa vesissä, lämpimän veden lajit puolestaan hyötyvät ja levittäytyvät pohjoisemmaksi.

Pienten jokien ja järvien kalakannat ovat alttiimpia lämpötilan ja sateisuuden muutoksille kuin kannat suurissa joissa ja järvissä. Ilmastonmuutoksesta aiheutuvat lämpötilan ja sateisuuden muutokset vaikuttanevat kalakantojen runsauteen, levinneisyyteen ja keskinäisiin suhteisiin sekä suoraan että ekosysteemin muiden muutosten välityksellä.

Useimmissa tapauksissa kalojen nuoruusvaiheet hyötyvät vesistöjen lämpenemisestä, mikä saattaa usealla lajilla lisätä runsaiden vuosiluokkien määrää ja edelleen petokalojen käytettävissä olevien ravintokalojen määrää. Toisaalta vesistöjen lämpenemisen seurauksena ravintokalat saattavat kuoriutua eri aikaan kuin ennen ja näin aiheuttaa ongelmia kalanpoikasten ravinnonsaannille.

Suomen rannikoilla nykyinen suolapitoisuus rajoittaa vain muutamien makean veden lajien esiintymistä, mutta merikalaille se on tärkein tekijä. Suolapitoisuuden nousulla, vaikka se olisi hyvinkin pieni, voisi olla suuret vaikutukset Itämeren kalayhteisöihin ja merilajien elinolosuhteiden parantamiseen. Tällaisia lajeja ovat kaupallisesti tärkeät silakka, kilohaili, turska ja kampela. Ammattikalastus hyötyisi, jos näiden lajien saaliit runsastuisivat.

Tärkein viljelykalamme on kirjolohi, jolle lämpenemisestä saattaa olla enemmän haittaa kuin hyötyä. Vesien lämpeneminen voi lisätä kalanviljelylaitosten tuotantoa, jos lämmön nousu ajoittuu kasvun kannalta suotuisasti. Pidempien hellejaksojen on sitä vastoin havaittu heikentävän kasvutulosta.

6.2.7 Luonnon monimuotoisuus

Noin 10 % Suomen eläin- ja kasvilajeista on uhanalaisia. Yli kolmannes näistä lajeista elää metsissä, 28 % ihmisen luomissa perinneympäristöissä. Ennakoitu ilmastonmuutos ei ole keskeisin uhka useimmille uhanalaisille lajeille; niiden elinympäristöissä tapahtuu haitallisia muutoksia maankäytön ja muiden suorien ihmisen aiheuttamien muutosten takia.

Lämpeneminen on ilmeinen riski lajeille, jotka eivät pysty siirtymään viileämpään ympäristöön. Tämä koskee erityisesti Pohjois-Suomessa sekä

meren ja järvien lukuisissa saarissa eläviä lajeja. Kesäajan paheneva kuivuus on uhka kasveille ja hyönteisille, jotka elävät kalliopaljastumilla tai alueilla, joilla maakerros on ohut.

Etelä-Suomessa tulokaslajit voivat pienentää alkuperäisten lajien elinympäristöjä. Jos luontaisia vihollisia ei ole, tulokkaiden kannat voivat nopeasti kasvaa. Monilla Etelä-Suomen alkuperäislajeilla on kuitenkin mahdollisuus löytää suotuisat elinolosuhteet pohjoisempaa, jos ilmasto lämpenee.

Lahopuun määrä metsissä saattaa ilmastonmuutoksen myötä lisääntyä, mistä useat uhanalaiset lajit hyötyisivät. Sama pätee karikkeeseen, joka lisääntyisi lehtipuiden yleistyessä. Lauhat talvet ovat tervetulleita monille talvehtiville lintulajeille ja hyönteisiä syöville nisäkkäille.

Muutokset pohjoisimmassa Suomessa vaikuttavat ikiroudan esiintymiseen palsasoissa. Viime vuosikymmeninä palsojen levinneisyys on supistunut voimakkaasti. Palsojen sulaminen ja vesipainanteiden väheneminen lisäävät kasvillisuuden peitteisyyttä, mutta vähentävät palsasoilla viihtyvien lintujen ja hyönteislajiryhmien kantoja.

Kaikkiaan voidaan todeta, että Suomen eliölajiston määrä voisi pikemmin lisääntyä kuin vähentyä ilmastonmuutoksen myötä. Samalla kuitenkin Suomelle ominaiset lajit, kuten eräät kylmän veden kalat ja muut jääkauden reliktilajit, voisivat kuolla sukupuuttoon.

6.2.8 Energia

Energiasektori on ilmastonmuutoksen parrasvaloissa. Tärkeimmät vaikutukset syntyvät kasvihuonekaasujen vähentämisen ja hillintätoimien kehittämistarpeen kautta. Kuitenkin myös ilmastonmuutoksen suorat vaikutukset ovat tällä sektorilla huomattavat.

Energian kysynnän vuodenaikavaihtelut pienenevät tulevaisuudessa, jos lämmitystarve vähenee ja jäädytystarve kasvaa. Tämä ei silti merkitse välttämättä huippukysynnän pienenemistä, sillä keskitalvella voi yhä esiintyä hyvin kylmiä jaksoja. Veden lämpötilan nousu aiheuttaa lauhdevoimalaitoksille pienen hyötysuhteen alenemisen.



Taulukko 6–4 Ilmastonmuutoksen ennakoitavat vaikutukset energia-alalla Suomessa.

Haitta	Vaikutuksen suunta epävarma tai sekä haitta että etu	Etu
<ul style="list-style-type: none"> – Vesivoimatuotannon ennakoitavuus heikkenee jossain määrin. – Turvetuotanto hankaloituu sateisina kesinä. Turvetuotannon ennustettavuus saattaa heikentyä entisestään. Tiestön kunto saattaa heikentyä. – Heikkenevä tiestön kunto saattaa haitata myös puu- ja pelto-biomassojen energiakäyttöä. – Vastapainesähkön osuus voi pienentyä hieman. Jäähdytyksen ja ilmastoinnin energiankäyttö kesäaikaan saattaa lisääntyä. 	<ul style="list-style-type: none"> • Keskilämpötilan nousu ja lämmitystarpeen pieneneminen 	<ul style="list-style-type: none"> + Vesivoimalla tuotetun energian määrä kasvaa. + Turvetuotanto voi nousta kuivina kesinä ja tuotantokauden pidentyessä. + Energiakäyttöön tulevien puu- ja peltobiomassojen kasvu lisääntynee. + Energian kulutus lämmityksessä vähenee. Kysynnän kausivaihtelut voivat hieman tasaantua. + Jäähdytystarpeen kasvu voitaneen osin hyödyntää vastapainesähkön tuotannossa.

Sään ääri-ilmiöiden yleistymisen on potentiaalinen uhka sähkönsiirtojärjestelmälle. Vakavia jakeluhäiriöitä on viime vuosina esiintynyt melko runsaasti Pohjoismaissa. Tämä voi nopeuttaa maakaapeleiden asennusta taajama-alueilla, ja uudet toimet ilmajohtojen suojelemiseksi ovat tarpeen.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset vesivoiman tuotantoon voivat olla huomattavat, kuten kohdassa 6.2.4. todettiin. Turvetuotanto on hyvin herkkä sääoloille; sateisena kesänä tuotanto voi jäädä murto-osaan aurinkoisen kesän tuotannosta. Kesäsään muutoksia koskevat skenaariot ovat yhä melko epävarmoja ja ilmastonmuutoksen nettovaikutusta turvetuotantoon ei ole helppo arvioida. Tuotantokauden piteneminen näyttää kuitenkin todennäköiseltä.

Yhteenveto ilmastonmuutoksen ennakoituista vaikutuksista energiasektorilla on esitetty taulukossa 6–4.

6.2.9 Teollisuus

Kuten energiasektorilla, ilmastonmuutoksen välilliset vaikutukset (kasvihuonekaasujen vähentäminen, hillintätoimien kehittäminen) teollisuuteen tulevat olemaan selvästi tärkeämmät kuin suorat vaikutukset.

Suorat vaikutukset ilmenevät kahta kautta. Erällä teollisuudenaloilla ilmastonmuutos vaikuttaa raaka-aineiden saatavuuteen. Tällainen on muun muassa metsäteollisuus; raakapuun määrä ja laatu voivat muuttua. Tällä saattaa olla vaikutusta prosessivalintoihin ja tuotevalikoimaan, ehkä jopa tehtaiden sijoittumiseen. Elintarviketeollisuudella voi myös olla edessään muutospainetta, mikäli maataloudessa tapahtuu alueellisia siirtymiä. Esimerkiksi maidontuotanto saattaa painottua yhä pohjoisemmaksi.

Toiseksi, huonot sääolot voivat häiritä nykyistä enemmän teollisuuden raaka-aineiden ja tuotteiden kuljetuksia. Metsäteollisuudelle tämä voisi merkitä esimerkiksi raakapuun saannin vaikeutumista keväällä, jos kelirikkoaika pitenee. Myös lisääntyvät myrskytuhot aiheuttanevat yhä enemmän äkillisiä puun tarjontapiikkejä.

6.2.10 Liikenne ja tietoliikenne

Ilmastonmuutoksen vaikutukset kohdistuvat koko liikennejärjestelmään, mutta niiden merkittävyys vaihtelee liikennemuodoittain. Useissa tutkimuksissa on keskitytty talvikauteen, koska hankalat liikenneolot ovat silloin paljon yleisempiä kuin muina vuodenaikoina. Tiestön kunnossapitokustannusten ennakoitaan kasvavan tammi-helmikuussa runsaiden lumisateiden ja liukkaudentorjuntatarpeen kasvun myötä. Marras-, joulun- ja maaliskuussa kustannukset voivat aleta lumisateiden osuuden vähetessä. Metsäautoteillä routakerroksen oheneminen saattaa haitata talvikuljetuksia. Koko talviajan osalta kunnossapitokustannusten muutos voi jäädä pieneksi.

Talvi on haaste myös jalankulkijoille ja pyöräilijöille. Liukastumisonnettomuudet ovat lisääntyneet ja niistä koituu terveydenhuollolle suuret kustannukset. Tilanne voi tulevina vuosina väestön ikääntyessä paheta, erityisesti jos lämpötila vaihtelee yhä enemmän nolla-asteen molemmin puolin.

Itämeren jääpeitekausi voi lyhetä merkittävästi. Lounaisrannikolla jäätyminen voisi siirtyä tällä vuosisadalla 1½ kuukautta myöhemmäksi ja jäänlähtö aikaistua kuukaudella. Jään maksimipaksuus voisi pienetä Perämerellä 20–30 cm. Talviliikenteen kannalta nämä muutokset eivät silti ole välttämättä suotuisat. Pahimmat myrskyt esiintyvät usein talvella; jos meri on avoin, aallokko

Taulukko 6–5 Ilmastomuutoksen ennakoitut vaikutukset liikenteeseen Suomessa.

Haikka	Vaikutuksen suunta epäselvä tai samanaikaisesti haikka ja etu	Etu
<ul style="list-style-type: none"> – Ratapenkereiden ja teiden sortumisriski kasvaa – Tulvat ja rankkasateet vaurioittavat tie- ja rataverkon rakenteita, erityisesti soratiestöllä on odotettavissa kunnossapito-ongelmia – Nykymitoitukselle perustuva kuivatusjärjestelyjen toimivuus vaarantuu – Silta- ja rumpurakenteet on mitoitettu välittämään nykyisiä virtaamia – Rataverkon ja merenkulun turvalaitteille saattaa koitua ongelmia – Hankalat keliolosuhteet lisääntyvät kaikilla liikennemuodoilla (tie, raide, meri, ilma) – Liikenteen häiriöalttius kasvaa – Toimivuushäiriöiden korjaaminen tuottaa lisäkustannuksia, samoin varautuminen häiriöihin – Lisääntyvä liukkauden torjunnan tarve valtakunnallisesti, esimerkiksi tiesuolaustarve siirtyy pohjoisemmaksi – Mahdollisesti lisääntyvä ahtojään ja paksujen sohjovöiden muodostuminen vaikeuttaa meriliikennettä – Tuulisuus, myrskyt ja rankkasateet aikaansaavat vaurioita ilmajohtoverkoon ja aiheuttavat katkoksia maakaapeleihin 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaikutukset saattavat muuttaa eri liikennemuotojen käytön houkuttelevuutta • Tiesuolauksen tarve toisaalla lisääntyy, toisaalla vähenee, joten kokonaiskustannus epäselvä • Jääolot ja lumisuus voivat vaihdella eri vuosina merkittävästi 	<ul style="list-style-type: none"> + Jääpeitteisen kauden lyheneminen säästää merenkulun ja satamien ylläpidon kustannuksia + Lumipeitteen oheneminen ja lumitalven lyheneminen tuovat kustannussäästöjä talviajan kunnossapitointie- ja rataverkolla sekä lentokentillä

voi olla hyvin korkea. Jos jäätä on, myrsky kasaa pahoja ahtojäitä ja valleja laivaväylille ja satamien edustoille.

Rankat sateet lisäävät tiepenkkojen syöpmistä ja vyörymisriskiä. Myös vesiliirron vaara kasvaa. Alikulkujen tulviminen voi yleistyä. Näitä ongelmia esiintyi mm. heinäkuussa 2004, jolloin muutamassa päivässä satoi 150 mm Uudellamaalla ja Keski-Suomessa.

Lentoliikenne voi kärsiä myrskyistä ja kenttien ylläpitokustannukset voivat keskitalvella kasvaa. Tiheä liukkaudentorjunta saattaa myös aiheuttaa ympäristöriskejä.

Tietoliikenteessä myrskyt ja jäätävät sateet muodostavat uhan ilmajohtoille. Tämä pätee myös eri liikennemuotojen automaattisille turvajärjestelmille. Mastojen jää- ja tuulikuormat saattavat myös olla suuremmat kuin nykyilmastossa.

Yhteenvedo ilmastonmuutoksen vaikutuksista tällä sektorilla on esitetty taulukossa 6–5.

6.2.11 Maankäytön suunnittelu ja rakentaminen

Rakennukset suunnitellaan nykyisin 50–100 vuoden käyttöikä varten, joten koko tämän vuosisadan ilmastoskenaariot on otettava rakentamisessa huomioon. Maankäyttöä koskevien päätösten aikajänne on tätäkin pitempi, niiden vaikutukset voivat ulottua sukupolvien päähän.

Lämmenneessä Suomessa rakennukset tarvitsevat nykyistä vähemmän lämmitysenergiaa talvella, mutta kesällä ilmastoinnin energiantarve kasvaa. Sateiden rankentuminen kiihdyttää korroosiota ja lisää ulkopintojen ja kattojen kosteuskuormaa. Mikäli jäätymis-sulamissykli tihentyy, huokoiset materiaalit kuten tiili ja rapatut pinnat joutuvat kovalle koetukselle.

Nykyisiä rakennusmääräyksiä on muutettava, jos suurimmat tuulennopeudet kasvavat. Tuulisuuden muutokset voivat myös lisätä vinoja sateita, mikä saattaa edellyttää esim. ilmanottoaukkojen rakenteiden muuttamista. Vaikka talvet lauhtuisivat, lumikuormat voivat kasvaa Itä- ja Pohjois-Suomessa, joten kattorakenteiden mitoituksia on ehkä kasvatettava nykyisissäkin rakennuksissa. Viime vuosina lumi on aiheuttanut useita kattosortumia Suomessa ja naapurimaissa.

Roudan syvyyksien ennakoidaan pienenevän tulevaisuudessa. Epävarmuudet ovat kuitenkin niin suuret, että muutoksia nykyisiin putkien ja muiden rakenteiden eristysmääräyksiin ei ole aihetta.

Maankäytön suunnittelussa on kartoitettava tulvariskialueet sekä rannikon riskikohteet.

6.2.12 Terveys

Sään ääri-ilmiöiden muutokset voivat aiheuttaa lisäpaineita terveyssektorille, erityisesti väestön ikääntymisen takia. Vuonna 2020 viidesosa suomalaisista on yli 65-vuotiaita, kun heitä on nyt 15 %. Ikääntyneiden ihmisten kuolleisuus on ollut viime vuosien helleaaltojen aikana hyvin korkea Keski- ja Etelä-Euroopassa. Kovin pahoja helleaaltoja ei Suomessa tulevaisuudessakaan koettane, mutta meillä kuolleisuus voi kasvaa jo alemmissä lämpötiloissa kuin etelämpänä.

Myrskyt ja trombit voivat yksittäistapauksissa muodostaa terveystarpeita. Sama pätee tulviin, jotka kuitenkin voivat aiheuttaa myös laajalle ulottuvan riskin erityisesti juomaveden saastumisen kautta. Näin kävi eräissä Suomen taajamissa kesällä 2004, mutta terveysviranomaisen nopeat toimet estivät ripulin ja muut epidemiat.

Tilastollisesti tiedetään, että ylikuolevuus sydän- ja verisuonitauteihin alkaa kylmän jakson alettua kahden päivän viiveellä, hengityselinsairauksien osalta viive on 12 päivää. Talvien lauhtuessa nämä riskit todennäköisesti pienenevät.

Monien tartuntatautien esiintymisellä on Suomessa selvä vuodenaikaisvaihtelu. Tyypillinen esimerkki on tavallinen nuhakuume, jota on eniten talvella. Ilmastonmuutos ei sinänsä välttämättä vaikuta näihin ”talvitauteihin”. Kesällä säästä riippuvia terveystarpeita aiheuttavat eräät eläimet, kasvit ja muut eliöt. Tiettyä näyttöä on esim. puutiaisten (*Ixodes ricinus*) aiheuttamien tautien ilmaantuvuusalueen laajenemisesta pohjoiseen päin. Vuonna 2003 raportoitiin Kansanterveyslaitokselle näiden punkkien aiheuttamaa Lymen tautia 753 ja aivokuumeita 16 tapausta.

Allergiat ovat Suomessa jatkuvasti yleistyneet. Mikäli aiheuttajana on kasvin siitepöly, tuon kasvin esiintymisen ja levinneisyyden muutokset ovat

ilmeisen merkittäviä. Nykyistä lämpimämpi ilmasto ja pitempi kasvukausi saattavat suosia joitakin näistä haittakasveista. Sama pätee sinileviin, joista eräät sisältävät myrkyllisiä aineita.

6.2.13 *Matkailu ja virkistys*

Matkailuelinkeino työllistää Suomessa noin 120 000 henkeä lähinnä pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. Vuonna 2003 Suomessa kävi 4,6 miljoonaa ulkomaalaista matkailijaa, heistä yli 90 % oli Euroopasta. Luonnon virkistyskäyttö on olennainen osa suomalaista elämänmuotoa; yli puolet työikäisestä väestöstä poimii marjoja, kaksi kolmannesta harrastaa kävelyä tai uintia.

Lumiolojen epävarmuuden kasvu on jo aiheuttanut ongelmia talviajan matkailulle ja virkistykselle erityisesti Etelä-Suomessa. Tämä on muun muassa johtanut maanalaisten hiihtoputkien rakentamiseen useille paikkakunnille. Myös Lapin tärkeä joulumatkailu on kärsinyt myöhäisestä lumipeitteen tulosta. Kansainvälisesti ajatellen Pohjois-Suomen hiihtokeskukset voivat kuitenkin hyötyä ilmastonmuutoksesta, jos Keski-Euroopan lumioloit heikkenevät ennusteiden mukaan.

Kauden lyhyys on kesämatkailun kehittämisen merkittävin este. Pitempien ja lämpimämpien kesien ennakointi onkin matkailuyrittäjille tervetullut viesti, joka saattaa vaikuttaa heidän tulevaisuudensuunnitelmiinsa. Toisaalta leväkukinnot voivat vesien lämmitessä olla merkittävä haitta ja vähentää Suomen järvien ja merialueiden vetovoimaa.

6.2.14 *Vakuutustoiminta*

Sään ääri-ilmiöiden aiheuttamat vahingot lisääntyvät Suomessa ilmastonmuutoksen myötä. Tämä kasvattaa vakuutusyhtiöiden riskinarvioinnin epävarmuutta, mikä heijastune vakuutusmaksuihin ja vakuutusten kattavuuteen. Nykyään tarjolla on kattava vakuutusturva metsille esimerkiksi metsäpalojen, myrskyjen, tulvien, lumituhojen, hyönteisten ja kasvitautien varalta. Vakuutusyhtiöiden korvaamista metsävahingoista noin 70 % on myrskyjen aiheuttamia.

Suomessa pääsääntö on toisaalta se, etteivät kiinteistö- tai kotivakuutukset korvaa sadevesi- tai tulvavahinkoja. Valtion varoista on kuitenkin mahdollista saada korvausta, jos tulva todetaan poikkeukselliseksi (so. tulvan toistumisaika on yli 20 vuotta). Vuonna 2004 nämä korvaukset nousivat noin 7 miljoonaan euroon; pääosan vahingoista aiheuttivat rankat sateet Etelä- ja Keski-Suomessa heinä-elokuussa. Valtio korvaa myös poikkeuksellisten sääolojen maataloudelle aiheuttamat vahingot, jos ne ylittävät 30 % tilan normaalisadon arvosta.

6.2.15 *Ilmastonmuutos Suomen Lapissa*

Suomen arktiset alueet käsittävät laajimman määritelmän mukaan kolmannoksen valtakunnasta, suppeimman määritelmän mukaan vain pohjoisimman Lapin, jossa useimmat Suomen 4 000 saamelaisesta asuvat. Koko Suomen Lapin asukasluku on noin 200 000.

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia arktisilla alueilla pidetään yleisesti ankarampina kuin missään muualla. Havaitut muutokset ovat olleet Suomen Lapissa toistaiseksi vähäisiä, toisin kuin laajoilla alueilla Kanadassa ja Siperiassa. Lumioloit ovat kuitenkin olleet poikkeukselliset; joinakin vuosina lu-

mipeite on tullut ennätysellisen myöhään, toisina talvina lunta on ollut ennätysellisen runsaasti.

Porotalous on yhä Lapissa tärkeää, erityisesti pienissä kylissä. Poronomistajia on runsaat 5300, vuotuinen lihantuotanto on 2000 tonnia. Poromatkailla harjoitettavia yrityksiä on noin kaksisataa. Porotaloudella on myös suuri merkitys saamelaiskulttuurille.

ACIA-hankkeen mukaan ilmastonmuutos aiheuttaa lähinnä haitallisia seurauksia porotaloudelle. Jos talvet lauhtuvat ja sademäärä lisääntyy, lunta kertyy paksult ja lumipeitteen sisälle muodostuu jäisiä kerroksia. Porojen on vaikea kaivaa jäkälää esiin ja lisäruokinnan tarve kasvaa.

Kesällä korkeat lämpötilat lisäävät räkän eli hyönteiskiusan määrää. Toisaalta pidentynyt kasvukausi voi lisätä biomassan tuotantoa porojen luonnollisilla laidunmailla.

6.3 Sopeutuminen

6.3.1 Kansalliset toimet

Valtioneuvosto antoi kansallista ilmastostrategiaa koskevan selonteon Eduskunnalle maaliskuussa 2001. Eduskunta toi vastauksessaan esille tarpeen kansallisen ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategian laatimisesta. Strategian valmistelu käynnistyi vuoden 2003 jälkipuoliskolla maa- ja metsätalousministeriön johdolla. Työhön osallistuivat monet ilmastonmuutoksen ja sen vaikutusten tutkijat sekä muut eri toimialojen asiantuntijat ja edustajat. Strategialuonnos oli laajalla lausuntokierroksella eri organisaatioissa ja myös kansalliset saattoivat kommentoida luonnosta internetin kautta.

Strategia julkaistiin tammikuussa 2005 (Maa- ja metsätalousministeriö 2005). Se perustuu Suomen ilmastoa ja taloudellista kehitystä koskeviin skenaarioihin. Sopeutumisstrategian tarkoituksena on parantaa ja tukea yhteiskunnan kykyä sopeutua ilmastonmuutokseen. Sopeutumiseen voi sisältyä ilmastonmuutoksen haittojen vähentäminen tai hyötyjen vahvistaminen. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia painottuu lähitulevaisuudessa toteutettaviin hillintätoimiin, mutta sopeutumisstrategian aikajänne ulottuu aina vuoteen 2080.

Sopeutumisstrategian toimeenpanon lähtökohtana on ilmastonmuutoksen vaikutusten yksityiskohtainen arviointi. Sopeutuminen tullaan liittämään osaksi eri toimialojen ja laitosten omaa toimintaa: suunnittelua, toimeenpanoa ja seurantaa.

Toimialojen edellytyksissä ilmastonmuutoksen vaikutusten ja sopeutumistoimien määrittämiseksi on eroja. Osa toimialoista, kuten maa- ja elintarviketalous, metsätalous, vesivarat, liikenne ja energiantuotanto, ovat jo nykyisin välittömästi tekemisissä ilmasto- ja säätekijöiden kanssa ja niiden toimintaa sopeutetaan näiden tekijöiden mukaan. Toimialojen kesken on myös eroja suunnittelun ja toimeenpanon aikajänten välillä. Vaikka toimialojen edellytykset vaikutusten arvioinnin ja sopeutumistoimien määrittämisessä ovat eri tasolla, asettaa ilmastonmuutos uusia haasteita koko hallinnolle. Kaikilta toimialoilta edellytetään ao. hallinnonalan omien valmiuksien arviointia ja kehittämistä, tutkimustiedon käytön tehostamista sekä kiinteää koordinaatiota ja yhteistyötä eri hallinnonalojen (sektoriviranomaisten sekä alue- ja paikallisviranomaisten), laitosten ja toimijoiden kesken.

Viranomaisten yleisiin keinovalikoimiin kuuluvat hallinnolliset toimet ja suunnittelu, normatiiviset (lainsäädännölliset) ja taloudelliset-tekni-

not. Näiden kaikkien kehittäminen ilmastonmuutoksen vaikutusten ja sopeutumisen suhteen voidaan tehdä useiden erilaisten työkalujen ja järjestelmien osana. Näitä ovat muun muassa ympäristöjärjestelmät, ympäristövaikutusten arviointi ja riskinhallintajärjestelmät.

Sopeutumisen sisällyttäminen hallinnon toimintaan edellyttää tutkimusta ja menetelmien kehittelyä. Haasteena on, että ilmastonmuutoksen, sen vaikutusten ja sopeutumistoimien aikaskaala on hyvin pitkä. Vaikutusketjut voivat myös olla monimutkaisia ja epävarmuuksia on yhä runsaasti.

Ilmastonmuutoksen kansallisessa sopeutumisstrategiassa määriteltiin alustavasti sekä julkisen että yksityisen sektorin sopeutumistoimet. Niitä on kuvattu taulukossa 6–6 eräiden keskeisten toimialojen osalta. Joillakin toimialoilla sopeutuminen voi olla sekä ennakoivaa että reaktiivista. Lisäksi on hahmoteltu tutkimus- ja tiedotustarpeita sekä yksityisen sektorin mahdollisuuksia ja haasteita osallistua sopeutumistyöhön.

Taulukko 6–6 Yhteenveto ilmastonmuutokseen sopeutumisen mahdollisista toimenpidelinjauksista eräillä keskeisillä toimialoilla Suomessa (Maa- ja metsätalousministeriö 2005). Alustava arvio linjausten ajoittumisesta: *välitön: 2005–2010 , **lyhyt aikaväli: 2010–2030, *pitkä aikaväli: 2030–2080.**

Energia:

		Ennakoiva
Julkinen	Hallinto ja suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> Ilmastonmuutokseen sopeutumisen sisällyttäminen energiasektorin pitkän aikavälin suunnitteluun ja strategioihin. Tässä edetään asteittain soveltamiskelpoisen tiedon karttuessa
	Tutkimus ja tiedotus	<ul style="list-style-type: none"> Ilmastonmuutoksen hillintätutkimuksen jatkoksi ja rinnalle liitetään myös sopeutumiseen tähtäävä tutkimus- ja kehitystoiminta
	Taloudellistekniset toimenpidelinjaukset	<ul style="list-style-type: none"> Selvitetään tarkemmin konkreettisten sopeutumistoimien tarvetta, laatua, mitoitusta ja mahdollisia toteutusajankohtia Varaudutaan sopivin keinoin aiempaa suurempaan korjaustarpeeseen joillain sektoreilla
	Normatiiviset toimenpidelinjaukset	<ul style="list-style-type: none"> Tarpeen mukaan kartoitetaan normien yms. mahdollista muutostarvetta
Yksityinen		<ul style="list-style-type: none"> Energiatoimialakohtaiset sopeutumiskartoitukset Ilmastonmuutokseen sopeutuminen järjestelmällisesti osaksi eri energiatoimialojen pitkän aikavälin suunnittelua ja strategioita energia-alan järjestöissä ja suuryrityksissä

Liikenne:

		Ennakoiva	Reaktiivinen
Julkinen	Hallinto ja suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> • Ilmastonmuutoksen sisällyttäminen liikennesektorin pitkän aikavälin suunnitteluun* • Tietoliikenneverkkojen (lankajohtoverkot) toimivuuden turvaaminen** 	
	Tutkimus ja tiedotus	<ul style="list-style-type: none"> • Tulvaherkkien alueiden kartoittaminen* • Ääri-ilmiöiden ennakointi- ja varoitusjärjestelmät** • Itämeren jäätilanteen arviointi* 	
	Taloudelliset toimenpiteidenlinjaukset	<ul style="list-style-type: none"> • Tieverkoston, varsinkin pienempien teiden ja sorateiden rakenteiden (tierunko, ojat, sillat ja rummut) ja kunnan ylläpito tulvien ja sateiden lisääntyessä ja roudan vähentyessä** • Rautateiden rakenteiden (ratapenkereet) ja kunnan ylläpito tulvien ja sateiden lisääntyessä ja roudan vähentyessä** • Liukkauden torjunnan aiheuttamien ympäristöhaittojen minimointi (vaihtoehdot suolalle, pohjavesisuojausten suunnittelu)** 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaikeutuneiden liikenneolosuhteiden huomioonottaminen aikataulujen ja ajoituksen suunnittelussa • Myrskytuhojen ilmajohdoille aiheuttamien tuhojen korjaaminen • Talviliikennöinnin kasvu Itämerellä • Liukkauden torjunta teillä ja lentokentillä • Myrskytuhojen korjaaminen tie- ja rataverkolla
	Normatiiviset toimenpiteidenlinjaukset	<ul style="list-style-type: none"> • Uudet suunnittelunormit ja ohjeet tienrakennuksessa ja rautateiden rakentamisessa**/*** 	<ul style="list-style-type: none"> • Häiriöaikojen ja sietorajojen määrittely ja oheistus
Yksityinen		<ul style="list-style-type: none"> • Yksityisen tieverkoston rakenteiden ja kunnan ylläpito tulvien ja sateiden lisääntyessä ja roudan vähentyessä** 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaikeutuneiden liikenneolosuhteiden huomioonottaminen aikataulujen ja ajoituksen suunnittelussa • Suolaus ja liukkauden torjunta teillä



Teollisuus:

		Ennakoiva
Julkinen	Hallinto ja suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> Ilmastonmuutokseen sopeutumisen sisällyttäminen eri teollisuussektorien pitkän aikavälin tarkasteluihin. Tässä edetään asteittain soveltamiskelpoisen tiedon karttuessa
	Tutkimus ja tiedotus	<ul style="list-style-type: none"> Toimialakohtaisia kartoituksia sopeutumisen vaatimista tieto- ja tutkimustarpeista ja niiden kohdentamisesta Sopeutumisen taloudellisten vaikutusten tarkempi selvittely toimialakohtaisesti
	Taloudellistekniset toimenpidelinjaukset	<ul style="list-style-type: none"> Selvitetään toimialakohtaisesti tarkemmin konkreettisten sopeutus-toimien tarvetta, laatua, mitoitusta ja mahdollisia toteutusajankohtia Kartoitetaan systemaattisesti teollisuuden sijoittuminen tulva-herkille alueille ja mietitään tarpeen mukaan tarvittavat sopeutuskeinot
	Normatiiviset toimenpidelinjaukset	<ul style="list-style-type: none"> Tarpeen mukaan kartoitetaan normien yms. mahdollista muutostarvetta
Yksityinen		<ul style="list-style-type: none"> Toimialakohtaiset sopeutumistarvekartoitukset Ilmastonmuutokseen sopeutuminen järjestelmällisesti osaksi eri toimialojen pitkän aikavälin suunnittelua ja strategioita toimialajärjestöissä ja suuryrityksissä

Maatalous:

		Ennakoiva	Reaktiivinen
Julkinen	Hallinto ja suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> Ilmastonmuutokseen sopeutuvien tuotantomenetelmien ja tuotannon rakenteen sekä sijoittumisen huomioon ottaminen tukipolitiikassa*** Eläintautien seurantajärjestelmien kehittäminen** Kasvitautilien ja tuholaisten seuranta-järjestelmien kehittäminen* 	
	Tutkimus ja tiedotus	<ul style="list-style-type: none"> Uusien teknologioiden ja viljelymenetelmien kehittäminen ja niistä tiedottaminen** Ilmastonmuutoksen ja sen riskien hahmottaminen* 	
	Taloudellistekniset toimenpidelinjaukset	<ul style="list-style-type: none"> Muuttuneiden ilmasto-olosuhteiden ja kasvinsuojelutarpeiden integroiminen kasvinjalostusohjelmiin* 	<ul style="list-style-type: none"> Mahdollisesti lisääntyvän torjunta-aineen käytön haittojen minimoiminen**
	Normatiiviset toimenpidelinjaukset	<ul style="list-style-type: none"> Vesiensuojeluohjeiston muutoksen arviointi** 	
Yksityinen		<ul style="list-style-type: none"> Uusien viljelymenetelmien, viljelykasvien ja teknologian käyttöönotto** 	<ul style="list-style-type: none"> Kotieläinten laidunnuskauden pidentäminen*** Tuholaisten ja tautien torjunnan lisääminen**

Alueidenkäyttö ja yhdyskunnat:

	Ennakoiva	Reaktiivinen	
Julkinen	Hallinto ja suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> • Ilmastonmuutoksen vaikutuksen arviointi sisällytetään alue- ja yhdyskuntarakenteen pitkän aikavälin suunnitteluun • Kaavoitusprosessiin liitetään ilmastonmuutokseen sopeutumisen lisäselvitysvaatus erityisen haavoittuville alueille (tulvariski-alueet, pienilmaston, maaston ja maaperän huomioiminen, sade- ja pintavesien johtaminen ja rantarakentaminen, mahdollinen tuulisuuden kasvu, suojaavat kortteli-alueet, painanteiden välttäminen) 	
	Tutkimus ja tiedotus	<ul style="list-style-type: none"> • Tulvaherkät alueet ja rakenteet kartoitetaan • Ääri-ilmiöiden ennakointi- ja varoitusjärjestelmiä kehitetään • Selvitetään alueellisia ja paikallisia vaikutuksia ja sopeutumiskeinoja 	
	Taloudelliset tekniset toimenpite- pidelinjaukset		<ul style="list-style-type: none"> • Sade- ja pintavesien johtamista parannetaan
	Normatiiviset toimenpide- linjaukset	<ul style="list-style-type: none"> • Selvitään muutostarvetta maankäyttö- ja rakennuslakiin ja -asetukseen sekä kuntien rakennusjärjestyksiin • Eri kaavatasoilla annetaan tarvittaessa suosituksia 	
Yksityinen		<ul style="list-style-type: none"> • Sade- ja pintavesien johtamista parannetaan 	



Terveys:

		Ennakoiva	Reaktiivinen
Julkinen	Hallinto ja suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> • Terveydenhuollon kapasiteetin turvaaminen vastaamaan muuttuneita ilmasto-olosuhteita* • Yhteistyö ilmastotutkijoiden sekä terveyden- ja sosiaalihuollon välillä* • STM:n erityistilanneoppaan mahdollinen täydentäminen hellejaksojen osalta • Energiapolitiikalla pyrittävä siihen, että sähkön jakelu tai sen riittävyys turvataan 	
	Tutkimus ja tiedotus	<ul style="list-style-type: none"> • Tiedottaminen muuttuvan ilmaston vaaroista, esimerkiksi lämpöaallot* • Erityistilanteisiin liittyvät tutkimukset ja niiden seuraaminen sekä niihin liittyvän tiedotuksen organisoiminen • Tiedotus leväkukintojen vaaroista* • Tiedotus tartuntatautien riskin kasvamisesta* 	<ul style="list-style-type: none"> • Erityistilanteisiin liittyvät tutkimukset ja niihin liittyvän tiedotuksen organisoiminen
	Taloudelliset tekniset toimenpiteidenjaukset	<ul style="list-style-type: none"> • Kaupunkisuunnittelun kehittäminen kaupunkien lämpösaarekeilmiön hallinnassa* • Sähkönjakelun ja tuotannon varajärjestelmiin kiinnitettävä huomiota valmiussuunnittelussa 	<ul style="list-style-type: none"> • Ilmastoinnin ja riittävän tuuletuksen turvaaminen vanhainkodeissa ja sairaaloissa esimerkiksi laatusuosituksilla*
Yksityinen			<ul style="list-style-type: none"> • Lisääntynyt ilmastointi***



Luonnon monimuotoisuus:

		Ennakoiva
Julkinen	Hallinto ja suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> • Ihmisen aiheuttamien luontoon kohdistuvien stressi-ilmiöiden vähentäminen maankäytön ohjauksella* • Suojelualueverkoston kattavuuden arviointi, kehittäminen ja seuranta* • Alkuperäisten monimuotoisten elinympäristöjen ylläpitäminen* • Suojelualueiden hoidon ja käytön linjauksien muuttaminen tarvittaessa* • Arvokkaiden elinympäristöjen huomioon ottaminen metsien hoidossa ja käytössä* • Arvokkaiden perinnebiotooppien säilyttäminen maatalouden ympäristötuen avulla* • Ilmastonmuutoksen vaikutusten arvioinnin sisällyttäminen käynnissä oleviin monimuotoisuuden edistämisen suunnittelu- ja kehittämishankkeisiin* • Suojelualueita koskevan tietojärjestelmän käyttöönotto*
	Tutkimus ja tiedotus	<ul style="list-style-type: none"> • Hallinnon eri toimijoiden yhteistyön lisääminen ja tiedollinen ohjaus* • Metsänomistajien neuvonta ja metsäammattilaisten koulutus* • Biologisen monimuotoisuuden seuranta-, suunnittelu- ja tietojärjestelmien tehostaminen* • Ex situ -suojelun mahdollisuuksien arviointi ilmastonmuutoksen kannalta* • Ilmastonmuutoksen aiheuttamiin uhkatekijöihin liittyvät selvitykset ekosysteemi- ja lajitason • Elinympäristötason yleisseurantojen ja niitä täydentävien lajitason seurantojen toteuttaminen
	Taloudelliset toimenpiteidenjaukset	<ul style="list-style-type: none"> • Tulokaslajien leviämisen kontrollointi ja estäminen* • Arvokkaiden elinympäristöjen kunnostus ja hoito* • Lajien häviämisen estäminen eläintarhojen ja istuttamisen kautta* • Kosteikkojen ja soiden kunnostaminen ja ennallistaminen*
Yksityinen		<ul style="list-style-type: none"> • Ympäristöön ja ilmaan kohdistuvan kuormituksen vähentäminen • Arvokkaiden perinnebiotooppien säilyttäminen* • Arvokkaiden elinympäristöjen huomioon ottaminen metsien hoidossa ja käytössä*



Vesivarat:

		Ennakoiva	Reaktiivinen
Julkinen	Hallinto ja suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> • Vesihuollon suunnittelu* • Riskikohteiden kartoittaminen ja riskikohteille laadittavat yleissuunnitelmat* • Tilapäisten tulvantorjuntarakenteiden hankinta* • Valmiussuunnittelu* • Maankäytön suunnittelu tulvariskien pienentämiseksi ja erityisesti tulvalueen rakentamisen välttämiseksi* • Rankkasadetulvien huomioon ottaminen asemakaavoituksessa ja kaupunkisuunnittelussa* • Tulvaennusteet • Ojituksen ja hulevesien johtamisen suunnittelu 	<ul style="list-style-type: none"> • Operatiivinen tulvantorjunta • Viranomaisten yhteistyö
	Tutkimus ja tiedotus	<ul style="list-style-type: none"> • Karja- ja maitotilojen veden laatuvaatimusten selvittäminen* • Tulvien (rankkasateiden) ennakoivuuden parantaminen: sääennusteet, säätutka, maankosteuden ja lumen seuranta/satelliitit ja havainnointi • Rankkasadetulvien vaikutusten tutkimus* • Tilapäisten tulvasuojelurakenteiden tarpeen kartoittamisen, hankkimisen ja käytön vastuiden selvittäminen* • Tiedottaminen tulvanvaarasta 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiedottaminen tulva- ja kuivuustilanteissa • Viranomaisten ohjeet tulvavahinkojen vähentämiseksi • Vedenkäyttörajoitukset
	Taloudellistekniset toimenpiteidenjaukset	<ul style="list-style-type: none"> • Tulvapengerten korottaminen • Varavedenottojen rakentaminen* • Vesihuoltolaitosten verkostojen yhdistäminen* • Investoinnit erityistilanteisiin varautumista ja alueellista yhteistyötä parantaviin hankkeisiin* • Vesijohto- ja viemäriverkostojen laajentaminen* • Maatalouden kastelujärjestelmien rakentamisen tukeminen* 	<ul style="list-style-type: none"> • Korvaukset vesistöjen poikkeuksellisten tulvien aiheuttamista vahingoista • Tilapäisten tulvasuojelurakenteiden käyttö • Vesihuoltolaitosten varajärjestelmien käyttö, desinfiointi • Veden kuljetukset, veden noutopisteet, veden pullotus • Veden osto toiselta vesihuoltolaitokselta • Huonompilaatuisen veden jakelu
	Normatiiviset toimenpiteidenjaukset	<ul style="list-style-type: none"> • Säännöstelylupien muuttaminen 	<ul style="list-style-type: none"> • Rakennussäädösten toimeenpano • Säännöstelylupien muuttaminen
Yksityinen	<ul style="list-style-type: none"> • Vakuutusten ottaminen* • Kiinteistöjen rakentaminen kauemmas tulva-alueelta* • Kastelujärjestelmien rakentaminen* • Vesihuoltolaitoksen verkostoon liittyminen / kaivon paikan valinta ja kunnossapito 	<ul style="list-style-type: none"> • Kiinteistön suojaaminen tulvalta • Vedensäästäminen, veden kierrätys, heikompi-laatuisen veden käyttöönotto • Patojen juoksutuskapasiteetin suurentaminen 	

Metsätalous:

		Ennakoiva	Reaktiivinen
Julkinen	Hallinto ja suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> • Ilmastonmuutoksen näkökohtien sisällyttäminen kansalliseen metsäohjelmaan* • Metsänhoitosuosituksien tarkistaminen vastaamaan ilmastonmuutosta** • Metsäpuiden geenivarojen suojele* 	
	Tutkimus ja tiedotus	<ul style="list-style-type: none"> • Ilmastonmuutokseen sopeuttavan ja sitä hillitsevän metsänhoidon kehittäminen* • Tuhojen ennakointi ja seuranta-järjestelmän kehittäminen* 	
	Taloudelliset toimenpiteidenjaukset	<ul style="list-style-type: none"> • Puunkorjuun kehittäminen* • Puiden jalostus* • Tuholaisten ja tautien torjuminen*** • Metsäteiden kunnossapito* 	<ul style="list-style-type: none"> • Tuulituhojen nopea korjaaminen seuraustuhojen estämiseksi** • Metsänviljelyaineiston alkuperän valinta**
	Normatiiviset toimenpiteidenjaukset	<ul style="list-style-type: none"> • Metsälainsäädännön muutostarpeiden arviointi muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa**/*** • Mahdolliset puuntuontikiellot pahiten tuholaisten saastuttamilta alueilta*** 	
Yksityinen		<ul style="list-style-type: none"> • Metsäsuunnitelmien tekeminen uusittujen hoitosuositusten pohjalta**/*** 	<ul style="list-style-type: none"> • Tuulituhojen nopea korjaaminen seuraustuhojen estämiseksi**



Taulukko 6–7 Alustavia arvioita maailmanlaajuisten ilmastovaikutusten heijastumisesta eri toimialoille Suomessa (Maa- ja metsätalousministeriö 2005)

Toimiala	Liittymäkohdat
Maatalous- ja elintarviketuotanto	<ul style="list-style-type: none"> • Epävarmuus nykyisten suurten tuotantoalueiden tuotannon tason säilymisestä • Lisääntynyt suomalaisten elintarvikkeiden kysyntä • Kehitysmaiden elintarvikehuollon epävarmuus muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa
Metsätalous	<ul style="list-style-type: none"> • Maailman metsävarojen vähentyminen ja sen vaikutukset Suomen metsäsektorille • Metsävarojen lisääntyminen borealisella vyöhykkeellä ja sen vaikutukset Suomen metsäsektorille
Vesivarat	<ul style="list-style-type: none"> • Vesivarojen ehtyminen maapallon eri alueilla; vaikutukset vedenvienti-mahdollisuuksiin Suomesta jne. • Konfliktiherkkyden kasvaminen kuivien alueiden maiden välillä, jotka pyrkivät hyödyntämään samoja vesivaroja ja tämän heijastusvaikutukset Suomeen
Matkailu	<ul style="list-style-type: none"> • Alueelliset ilmastovaikutukset esim. Välimerellä ja Alpeilla saattavat vaikuttaa matkailijoiden mieltymyksiin tavalla, joka heijastuu Suomen matkailuun
Liikenne	<ul style="list-style-type: none"> • Koillisväylän jääolosuhteiden mahdolliset muutokset heijastuvat Suomen meriliikenteeseen
Energia	<ul style="list-style-type: none"> • Norjan ja Ruotsin sateet; sähköntuontimahdollisuus
Vakuutus	<ul style="list-style-type: none"> • Jälleenvakuutus

6.3.2 Sopeutumistarve muualla tapahtuviin muutoksiin

Toimialojen sopeutumistarve muualla tapahtuviin muutoksiin juontuu erilaisista kytkennöistä. Ilmastolle herkkää maataloutta EU:n maatalouspolitiikka säätelee todennäköisesti jatkossakin vahvasti. Matkailu taas on toimiala, jossa ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat suoraan näkyä kuluttajien mieltymyksissä ja valinnoissa. Vaikutukset voivat olla yleisiä tai heijastua toimialalta toiselle. Esimerkiksi vedenpuutteesta kärsivillä alueilla mahdollisesti kehittyvät konfliktit saattavat heijastua Suomeen maailmanlaajuisina turvallisuuskysymyksinä. Myös turvallisuus- ja puolustuspolitiikassa selonteossa (VNS 6/2004) on nostettu esille ympäristöongelmien turvallisuuspoliittisten kytkennät ja maailmanlaajuisen kehityksen kuten ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomeen sekä ilmastonmuutoksen vaikutusten ennakoiminen ja niihin varautuminen.

Suomen sopeutumistarpeesta maapallon muilla alueilla tapahtuviin muutoksiin voidaan esittää vasta alustavia arvioita (Taulukko 6–7). Tieto tarkentuu, kun vaikutustutkimus etenee ja myös sopeutumiskysymykset saavat huomiota tehdyissä selvityksissä.

6.4 Haavoittuvuuden arviointi

Ilmastonmuutoksen vaikutusten riskianalyyseistä Suomessa ei ole vielä kovinkaan paljoa kokemusta. Ei ole kehitetty sellaisia menetelmiä ja ohjeita, joilla voitaisiin sisällyttää sopeutumisen riskit ja epävarmuudet päätöksentekoon. Tällaiset menetelmät ja ohjeet olisivat tarpeen, jotta päätöksentekijät pystyisivät suhteuttamaan ilmastonmuutoksen riskit muihin tuleviin riskeihin.

Ilmastonmuutoksen vaikutusten riskejä voidaan jo nykyisin sisällyttää toimialojen, organisaatioiden ja yritysten soveltamiin riskien arviointeihin. Mutta sopeutumisstrategian toimeenpano edellyttää ilmastonmuutoksen vaikutusten riskien arvioinnin menettelytapojen edelleen kehittämistä ja soveltamista. Lisäksi tarvitaan erilaisia riskejä (esimerkiksi ilmasto, ympäristö, talous, terveys ja vakuutus toiminta) yhteen sovittavan arvioinnin kehittämistä. Tämä edellyttää nykyistä tarkempaa tietoa ilmastonmuutosten odotetuista vaikutuksista ja epävarmuuksista.

Säähavainnot luovat perustan, jonka pohjalta voidaan suunnitella lukuisia yhteiskunnan toimintoja ja arvioida sään ja ilmaston aiheuttamia riskejä. Havaintojen avulla voidaan myös asettaa normeja, kuten esimerkiksi rakentamisessa sovellettavat turvallisuusnormit. Ääriarvojen esiintymistiheyksien tilastollinen analyysi on eräs keskeisistä tehtävistä. Voidaan esimerkiksi arvioida, että Vantaanjoen tulvat kesällä 2004 aiheuttaneita kolmen vuorokauden sadekertymiä vastaavat sademäärät toistuvat vähintään yhdellä suomalaisella mittausasemalla noin kolmen vuoden välein. Jos kuitenkin tarkastellaan tiettyä yksittäistä sadeasemaa, toistuu vastaava sademäärä jopa vasta useiden vuosisatojen aikajänteellä. Poikkeuksellista kesän 2004 rankkasateissa oli niiden laajuus: yhtä suurelle alueelle ulottuvia runsaita sateita esiintyy Suomessa harvemmin kuin kerran 15 vuodessa.

Ilmatieteen laitoksen sääpalvelujärjestelmä vastaa ääreviin sääilmiöihin liittyvien varoitusten antamisesta. Laitoksen ilmastopalvelu vastaa poikkeaviin säätilanteisiin liittyvästä muusta tiedotuksesta, sekä koostaa tilastollista aineistoa esimerkiksi kuukausittaisista lämpö- ja sadeoloista.

Ilmatieteen laitoksen sääpalvelun keskeisiä tehtäviä ovat sää- ja ilmanlaatuennusteiden, leviämislaskelmien ja sähän liittyvien varoitusten tuottaminen ja niistä tiedottaminen. Viestintämarkkinalaki ja 15.10.2003 voimaan tullut asetus velvoittavat Ilmatieteen laitosta varoittamaan hätätiedotteella tai muulla viranomais tiedotteella toimialaa koskevan vaara- ja uhkatilanteen ilmetessä. Euroopan unioni säätelee direktiivein ilmanlaadun valvontaa ja raportointia.

Joulukuun 2004 tsunamin jälkimainingeissa tehtiin päätös perustaa erityinen yksikkö, joka varoittaa suomalaisia sähän liittyvistä tai muista uhista ulkomailta. Yksikön toiminta perustuu yhteistyöhön Ilmatieteen laitoksen, Merentutkimuslaitoksen, Helsingin yliopiston seismologian laitoksen ja Suomen ympäristökeskuksen välillä.

Tilannetutkimuksilla voitaisiin parantaa monien toimialojen valmiuksia kohdata käynnissä oleva ilmastonmuutos. Esimerkiksi vuoden 2004 Vantaanjoen tulvista on olemassa erittäin tarkkaa meteorologista ja hydrologista havaintotietoa. Tulvien vaikutuksista yhteiskunnan eri aloilla on myös olemassa runsaasti tuoretta ja dokumentoitua tietoa. Ilmastonmuutoksen vaikutustutkijoille tarjoutuu siis otollinen tutkimusasetelma testata vaikutusmallien toimivuutta ja samalla arvioida erilaisten sopeutumistoimien tehoa.



Ilmastonmuutoksen kansallisessa sopeutumisstrategiassa on kuvattu ilmastonmuutoksen skenaarioita, yhteiskuntataloudellista kehitystä ja luonnonjärjestelmiä. Olemassa olevan tiedon pohjalta on arvioitu ilmastonmuutoksen vaikutuksia ja sopeutumista vuoteen 2080 saakka. Arvioihin liittyy vielä epävarmuuksia. Osa strategiassa esitetyistä toimenpidelinjauksista on yhä alustavia tai ne ajoittuvat pitkälle ajanjaksolle. Välittömimmin toteutettavat toimenpiteet, kuten tutkimus, viestintä, varautumis- ja riskinarviointijärjestelmien päivittäminen, ääreviin sääilmiöihin varautuminen sekä sopeutumisenäkökohtien sisällyttäminen toimialakohtaiseen suunnitteluun ja kansainväliseen yhteistyöhön, ovat niin sanottuja ”win-win” toimenpiteitä. Näillä on myönteisiä vaikutuksia niin toimialojen kehittämiseen kuin kestäväan kehitykseen.

Sopeutumisstrategian toimialakohtaisissa tarkasteluissa on kuvattu toimialojen luonnetta ja tavoitteita mukaan lukien ympäristötavoitteet. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia on arvioitu toimialoittain toimialojen kehitys- ja ympäristönäkökohtien kannalta. Esitetyt toimenpidelinjaukset ovat yhden-suuntaisia ympäristön tilan parantamiseen tähtäävien tavoitteiden ja toimenpiteiden kanssa.

Ilmastonmuutoksen myönteiset tai kielteiset vaikutukset kohdistuvat eri kansalaisryhmiin. Nykytiedon pohjalta erityisen herkkiä ilmastonmuutoksen vaikutuksille ovat Pohjois-Suomen luonto sekä sen asukkaat. Sopeutumisstrategian toimenpiteiden käynnistämisen avulla pystytään tulevaisuudessa tarkemmin määrittämään, kuinka ilmastonmuutoksen vaikutukset kohdistuvat eri ryhmiin ja millä tulevaisuuden sopeutumistoimenpiteillä tasa-arvoista yhteiskunnallista ja sosiaalista kehitystä voidaan edistää. Tämä edellyttää kuitenkin tutkimus- ja arviointimenetelmien kehittämistä.

Lopuksi on todettava, että ilmastonmuutoksen pahimmat seuraukset Suomessa voivat syntyä muualla maapallolla koettujen haittojen kautta. Nopeasti kohoavat elintarvikkeiden hinnat, aliravitsemus sekä muut terveysuhat saattavat edellyttää suuria ponnistuksia kaikilta rikkailta mailta.

VIITTEITÄ

- Carter, T., Fronzek, S. and Bärlund, I. 2004. FINSKEN: a framework for developing consistent global change scenarios for Finland in the 21st century. *Boreal Env. Res.* 9:91–107.
- Forsius, J., Kuivalainen P. and Mäkinen, P., 1996. Effects of climate change on the production and consumption of electricity in Finland. In: *SILMU (1996) The Finnish Research Programme on Climate Change. Final Report*, (ed. by J. Roos), Edita. Helsinki, 484–491.
- Haapala, J., Meier, H. and Rinne, J. 2002. Numerical Investigations of Future Ice Conditions in the Baltic Sea. *AMBIO: A Journal of the Human Environment: Vol. 30, No. 4*, pp. 237–244.
- ILMAVA Project. 2002. [Effect of Climate Change on Energy Resources in Finland. Final report on the Ilmava Project within the Climtech Programme] (In Finnish). Tammelin, B., Forsius, J., Jylhä, J., Järvinen, P., Koskela, J., Tuomenvirta, H., Turunen, M. A., Vehviläinen, B., Venäläinen, A. *Finnish Meteorological Institute, Helsinki*.
- Johansson, M., Kahma, K., Boman, H. and Launiainen, J. 2004: Scenarios for sea level on the Finnish coast. *Boreal Env. Res.* 9: 153–166.
- Kankaala P., Ojala A., Tulonen T., Haapamäki J. and Arvola L. 2000. Response of littoral vegetation on climate warming in the boreal zone; an experimental simulation. *Aquatic Ecology* 34(4), pp. 433–444.
- Kaivo-oja, J., Luukkanen, J. and Wilenius, M. 2004: Defining alternative national-scale socio-economic and technological futures up to 2100: SRES scenarios for the case of Finland. *Boreal Env. Res.* 9: 109–125.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2005. Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia. MMM:n julkaisuja 1/2005, 276 s.
- Martikainen, P., Regina, K., Syväsalu, E., Laurila, T., Lohila, A., Aurela, M., Silvola, J., Kettunen, R., Saarnio, S., Koponen, H., Jaakkola, T., Pärnä, A., Silvennoinen, H., Lehtonen, H., Peltola, J., Sinkkonen, M and Esala, M. 2002. Agricultural soils as a sink and source of greenhouse gases: A research consortium (AGROGAS). In 'Understanding the global system, The Finnish perspective'. FIGARE Report, ed. by J. Käyhkö and L. Talve, Turku.
- Saarikko, Riitta. 1999. Climate change and crop potential in Finland: regional assessment of spring wheat. University of Helsinki, Dept. of Plant Production, Publ. no. 55.
- Saarnio, S. et al. 2000. Response of *Sphagnum* mosses to increased CO₂ concentration and NH₄ NO₃ availability. Proceedings of the 11th International Peat Congress, Québec City, Canada, p. 1059.

- Sælthun, N.R., Aittoniemi, A., Bergström, S., Einarsson, K., Jóhannesson, T., Lindström, G., Ohlsson, P.E., Thomsen, T., Vehviläinen, B. and Aamodt, K.O. 1998. Climate change impacts on runoff and hydropower production in the Nordic countries, *TemaNord 1998:552*, Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
- Tuomenvirta, H., Uusitalo, K., Vehviläinen, B. and Carter, T. 2000. Climate change, design precipitation and dam safety: estimate of changes in precipitation, its extremes and temperature in Finland up to 2100. *Reports of the Finnish Meteorological Institute 4/2000*, 65 p.
- Tuomenvirta, H. 2004. Reliable estimation of climatic variations in Finland. *Finnish Meteorological Institute, Contributions 43*, 82 p.
- Valtioneuvoston kanslia. 2004. Suomen turvallisuus- ja puolustuspolitiikka 2004. Valtioneuvoston selonteko VNS 6/2004, 170 s.
- Valtioneuvoston kanslia. 2005. Lähiajan energia- ja ilmastopolitiikan linjauksia – kansallinen strategia Kioton pöytäkirjan toimeenpanemiseksi. Valtioneuvoston selonteko Eduskunnalle 30.11.2005, 46 s + liitteet.
- Vehviläinen, B. 2001. Floods – research and management in Finland. A paper presented at a Nordic Seminar, Sundvolden, Norway, 24–25 April 2001, 15 p.



7 Kehitysrahoitus ja teknologian siirto

7.1 Suomen kehitys yhteistyön tavoitteet

Suomen kehitys yhteistyön tavoitteet on määritelty Kehityspoliittisessa ohjelmassa (Valtioneuvosto 2004). Keskeisimpänä päämääränä on vaikuttaa äärimmäisen köyhyyden poistamiseen maailmasta. Painopisteenä ovat köyhimmät eli LDC-maat, ja erityisesti pitkäaikaiset yhteistyömaat (Tansania, Etiopia, Mosambik, Kenia, Sambia, Nepal, Vietnam ja Nicaragua).

Ympäristöuhkien torjuminen kuuluu myös Suomen kehityspoliittikan päätavoitteisiin. Suomi tukee laaja-alaisesti hankkeita ja ohjelmia, jotka pyrkivät lieventämään globaaleja uhkia estämällä ympäristön pilaantumista. Luonnonvarojen kestävä käyttöä pyritään edistämään. Keskeistä on myös ympäristön kannalta kestävä kehityksen tukeminen köyhyyden vähentämiseksi yhteistyömaissa.

Kansainvälisten ympäristösopimusten toimeenpanoa edistämällä Suomi pyrkii turvaamaan maailman ympäristön tilan. Tärkeimpiä ovat Ilmasopimus (UNFCCC), Biodiversiteettisopimus (UNCBD), Aavikoitumisopimus (UNCCD) ja YK:n Metsäfoorumin (UNFF) toimenpiteet. Suomen kehitys yhteistyöhön sisältyy myös sosiaalisen tasa-arvon, demokratian ja ihmisoikeuksien edistäminen. Suomi painottaa, että ympäristökysymykset ja -sopimusten velvoitteiden täyttäminen kuuluvat osana myös näihin ja kaikkiin muihin tavoitteisiin. Vuonna 2004 Suomi kohdisti kehitysrahoitustaan hankeyhteistyön sijasta yhä enemmän ohjelmayhteistyöhön, sekä kahdenvälisen että monenkeskisten kanavien kautta.

Vuonna 1990 Suomen virallinen kehitysrahoitus oli 0,65 % BKTL (bruttokansantulosta), vuonna 1991 se oli 0,80 %. Laman myötä rahoitus väheni jyrkästi vuosina 1993–1994 eikä ole palannut vielääkään ennalleen; vuonna 2003 se oli 0,35 % BKTL.

7.2 Monenkeskinen kehitysrahoitus

Suomi on rahoittanut Maailmanlaajuisen ympäristörahoituksen (GEF; Global Environment Facility) toimintaa ympäristöongelmien ehkäisemiseksi ja hillitsemiseksi kehitysmaissa. Vuonna 2002 rahoitus oli 3,4 miljoonaa euroa, vuonna 2003 se oli 7,4 milj. € ja vuonna 2004 se oli 8,0 milj. €.

Noin 77 % Suomen GEF-rahoituksesta on luokiteltavissa julkiseksi kehitysavuksi. GEF jakaa varat kansainvälisten ympäristösopimusten kesken; UNFCCC ja UNCBD saavat tasaosuudet 40 %, Montrealin pöytäkirja 10 %, muut ympäristösopimukset 10 %.

Suomi osallistui aktiivisesti YK:n Kehitys- ja yhteistyökonferenssiin (UNCED) vuonna 1992 ja on tukenut siellä hyväksytyyn Agenda 21:n toimeenpanoa mm. Maailmanpankin kautta (Taulukko 7-1).

Taulukko 7-1 Kehitysrahoitus kansainvälisille järjestöille. Vain osa rahoituksesta liittyy ilmastonmuutoksen ehkäisyyn ja hillintään.

Rahoituskohde	Rahoitus (milj. euroa)			
	2000	2001	2002	2003
Monenkeskiset järjestöt				
1. Maailmanpankki/IDA	14,9	34,2	33,1	31,4
2. Afrikan kehityspankki ja -rahasto	13,9	3,7	16,9	*
3. Aasian kehityspankki ja -rahasto	3,7	–	7,1	5,3
4. Amerikan kehityspankki	1,6	0,1	0,1	0,1
5. YK:n kehitysohjelma	13	13,5	13,1	13,5
6. YK:n ympäristöohjelma	2,9	2,9	2,9	2,9
7. Ilmastopimus**	–	–	0,5	–
8. Muut				
– Euroopan kehitysrahasto	5,3	–	3	32,6
– Euroopan unioni	49,5	61,6	64,2	63,1
– Pohjoismaiden kehitysrahasto	4,7	4,7	9,6	9
– Montrealin sopimus	1,1	1,1	1,1	1,1
– CGIAR	1,3	1,3	1,3	1,3
– WIDER	0,2	0,3	0,3	0,3
Yhteensä	112,1	124,4	153,2	161,6

* Vuoden 2003 rahoitus Afrikan kehityspankille ja -rahastolle maksettiin vuonna 2002.

** Suomen monenkeskinen tuki Ilmastopimukselle koskee vain vähiten kehittyneiden maiden rahastoa (LDCF).

Suomi on myös tukenut Maailmanpankin kestävä kehityksen rahastoa (TFESSD). Vuonna 2003 tuki oli 1,3 milj. €, josta Ilmastopimuksen osuudeksi voidaan laskea 16 %.

Yleisesti Suomen rahoitus Ilmastopimukselle on ollut luonteeltaan teemaattista ja se on luokiteltu kahdenväliseksi. Tähän rahoitukseen sisältyy myös tuki kehitysmaiden viralliselle osallistumiselle ilmastokokouksiin; vuosina 2001–2003 sen suuruus oli 265 000 euroa. Raportointijakson aikana Suomen rahoitus Ilmastopimukselle on ollut kasvussa (Taulukko 7-2).

Bonnin julistuksessa vuonna 2001 Suomi ja muut EU-maat sekä viisi muuta rahoittajamaata sitoutuivat rahoittamaan kehitysmaita ilmastonmuutoksen ehkäisyssä ja hillinnässä 410 milj. dollaria vuodessa. Suomen osuus rahoituksesta on vuositasolla 6,4 milj. dollaria.

Taulukko 7-2 Suomen kahdenvälinen ja monenkeskinen julkinen rahoitus Ilmastopimukselle vuosina 2001–2003 (milj. euroa; PCF ja CDM/JI eivät sisälly).

	2001	2002	2003
Kahdenvälinen rahoitus	5,0	6,6	4,8
Monenkeskinen rahoitus	0,6	0,9	0,8
Ilmastopimukseen painottuva rahoitus Maailmanlaajuiselle ympäristörahasolle (GEF)	0,8	1,0	2,3
Ilmastopimuksen uudet rahastot (LDCF)	–	0,5	–
Yhteensä	6,4	9,0	7,9

7.3 Kahdenvälinen kehitysrahoitus

Suomen kehitysyhteistyö pyrkii ehkäisemään ympäristöongelmia monella tavalla. Näitä ovat muun muassa ympäristölainsäädännön ja -hoidon kehittäminen, ympäristönsuojeluteknologian vienti, luonnonvarojen kestävä käyttö ja niistä saatavan hyödyn tasa-arvoinen jakautuminen. Suomi tukee myös monia ohjelmia, joiden kohteena on maa-alueiden kestävä käyttö, ympäristöntutkimus, koulutus ja opetus, sekä kaupankäynnin ympäristövaatimusten täyttäminen.

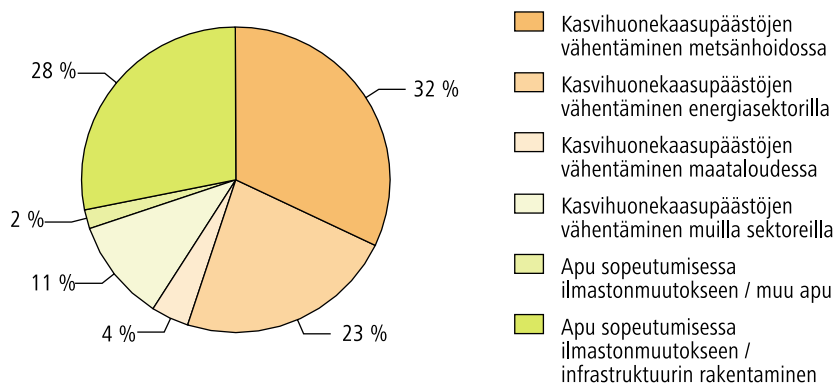
Vuosina 2001–2003 Suomella oli kaikkiaan 13 suoraan ympäristökysymyksiin liittyvää kehityshanketta tai -ohjelmaa, joiden rahoitus alueittain on esitetty taulukossa 7–3. Useimmat kehitysyhteistyön kohdemaat ovat Afrikassa, mikä näkyy myös ilmastoasioihin liittyvän rahoituksen jakautumisessa.

Kuva 7–1 osoittaa, että ilmastonmuutoksen hillintä metsäsektorilla on ollut laajin rahoituskohde. Myös energiasektorille ja sopeutumistoimiin kohdistuva tuki on ollut huomattava. Sopeutumisen osalta keskeisinä toimintalinjoina ovat olleet valmiuksien parantaminen ja haavoittuvuuden arviointi. Rahoitusta on kanavoitu myös kansalaisjärjestöjen kautta.

Taulukko 7–3 Suomen julkisen kehitysrahoituksen alueellinen jakautuminen ilmastoasioiden kahdenvälisissä hankkeissa ja ohjelmissa vuosina 2001–2003 (milj. euroa).

	2001	2002	2003
Afrikka	2,56	2,81	1,93
Aasia	1,71	1,17	0,86
Keski-Amerikka	0,29	1,83	1,44
Etelä-Amerikka	0,06	0,35	0,05
Lähi-Itä	0,02	–	–
Tutkimusrahoitus (alueellisesti kohdentamaton)	0,20	0,40	0,24
Muu	0,15	0,77	0,24
Yhteensä	4,99	6,64	4,77

Kuva 7–1 Suomen kahdenvälisen ilmastoasioihin liittyvän kehitysrahoituksen jakauma aihepiireittäin vuosina 2001–2005.



7.3.1 *Metsäsektorin yhteistyö*

Kestävän metsätalouden periaatteiden edistäminen on Suomen ja kehitysmaiden yhteinen etu. Sillä on myös suuri merkitys köyhyyden vähentämisessä. Suomi tukee kehitysmaiden kansallisten metsäohjelmien laadintaa ja metsätalouden strategioiden kehittämistä.

Kylämetsätaloudella on huomattava merkitys kestävän metsätalouden kehittämisesä. Siihen liittyviä hankkeita Suomella on ollut raportointijakson aikana useassa maassa: Malawi, Mosambik, Namibia, Tansania, Sambia, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Vietnam ja Laos. Kyläyhteisön osallistuminen metsien hoitoon on tärkeää erityisesti nykytilanteessa, kun yhä useamman kehitysmaan metsähallintoa on supistettu ja budjettirahoitusta pienennetty.

Kyläyhteisöillä on myös keskeinen rooli metsäpalojen torjunnassa. Suomi on rahoittanut metsä- ja pensaspalojen hallintaprojektia Namibiassa, Mosambikissa ja Burkina Fasossa. Nämä innovatiiviset hankkeet liittyvät hyvin läheisesti Ilmastopimuksen päämääriin. Hankkeissa on keskitytty maaseutuväestön aktivoimiseen ja kansallisten metsäorganisaatioiden valmiuksien parantamiseen.

7.3.2 *Energiasektorin yhteistyö*

Energiantuotannon aiheuttamat ympäristöongelmat ovat kasvaneet nopeasti monissa kehitysmaissa. Näiden ongelmien vähentämisestä on tullut keskeinen tekijä Suomen kehitysyhteistyössä. Uusiutuvien energiamuotojen käyttöönotto on pitkällä tähtäimellä tärkeää. Suomi on suuntautunut biomassan käytön edistämiseen; kohdemaita ovat Malawi, Tansania, Sambia, Namibia ja Mosambik. Hankkeissa painotetaan kestävään metsätalouteen perustuvaa polttopuun tuotantoa ja kyläyhteisöjen osallistumista. Suomi on tukenut myös aurinko- ja tuulivoimahankkeita Boliviassa, Senegalissa and Afganistanissa.

Johannesburgin huippukokouksessa Suomi julkisti energia- ja ympäristöalan kumppanuushankkeen Keski-Amerikan maiden kanssa. Kumppanuus on uudentyypinen yhteistyömuoto, jossa rahoitusta haetaan sekä julkiselta että yksityiseltä sektorilta. Kohdemaita ovat Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua ja Panama. Hanke edistää uusiutuvien energiavarojen käyttöä ja puhtaan teknologian hyödyntämistä. Tuuli, aurinko, pienvesivoima ja biopolttoaineet sisältyvät tähän pilottihankkeeseen, joka sisältyy myös Suomen CDM/JI-koeohjelmaan. Tavoitteiksi on määritelty ilmastonmuutoksen hidastaminen ja köyhimmän väestöosan energiahuollon parantaminen. Kolmivuotisen hankkeen rahoitus on noin kolme miljoonaa euroa.

Kiinassa Suomi on osallistunut taajama-alueiden kaukolämpöhankkeisiin, joiden avulla vähennetään päästöjä ilmakehään. Rahoitusmuotona ovat korkotukilainat. Niitä on myös käytetty Vietnamissa syrjäisten alueiden aurinkoenergiashankkeissa.

7.3.3 *Muu ilmastoasioihin liittyvä yhteistyö*

Suomi on osallistunut Välimerellä ja Afrikassa rannikkoalueiden suojeleluun, joka sisältyy Ilmastopimuksen aihepiiriin. Keltaisen joen tulvasuojeluhankkeella Kiinassa on pyritty lieventämään ilmastonmuutoksen aiheuttamia haittoja.

Nicaraguassa Suomi on mukana ympäristöhallinnon alueellistamishankkeessa, jonka avulla pyritään vähentämään maan ympäristöongelmia. Afrikassa Suomi on tukenut IPALAC-ohjelmaa (International Program for Arid Land Crops). Sen tavoitteena on kuivien alueiden maa- ja metsätalouden kehittäminen.

7.4 Teknologian siirto

Suomi edistää ympäristöalan uusien teknologioiden saatavuutta kehitysmaissa. Eräitä esimerkkejä tämän alan hankkeista ja ohjelmista on esitetty taulukossa 7–4.

Taulukko 7–4 Suomen kehitysyhteistyöhankkeita ja -ohjelmia, jotka edistävät ympäristöalan uusien teknologioiden saatavuutta.

Hankkeen tai ohjelman nimi:

Mosambikin meteorologisen palvelun tukeminen

Tavoite: Meteorologisten palveluiden parantaminen Mosambikissa

Yhteistyömaa	Sektor	Kokonaisrahoitus	Kesto
Mosambik	Ilmastonmuutos/ valmiuksien parantaminen	3 500 000 €	2002–2005

Kuvaus:

Mosambikissa sattui vuoden 2000 alussa tulvakatastrofi, joka vaurioitti pahoin maan meteorologisia palveluita ja infrastruktuuria. Suomi tuki Mosambikin meteorologista instituuttia (INAM) välittömässä jälleenrakennustyössä vuosina 2000–2001 (Vaihe I). Tämä työ hyödytti sääkatastrofien ennakkovaroitusjärjestelmän kehittämistä koko eteläisen Afrikan alueella.

Yhteistyössä EU:n kanssa Suomi käynnisti tämän jälkeen Mosambikin sääpalvelujärjestelmän kehittämisen (Vaihe II, vuosille 2002–2005). Tämän vaiheen kokonaisrahoitus oli 3,5 miljoonaa euroa. Hankkeessa olivat myös mukana kotimainen sääpalveluyritys Foreca Ltd ja mosambikilainen konsulttiryitys Scanagri. Tavoitteena oli, että paikalliset tutkijat, meteorologit ja kenttähenkilökunta voisivat vastata järjestelmän hoidosta hankkeen päättymisen jälkeen.

Hankkeen menestystekijöitä:

Pitkän ajan kehityssuunnitelma ja useiden rahoittajien mukanaolo ovat johtivat tehokkaampaan hankesuunnitteluun ja varojen käyttöön. Myös koulutus ja paikallisen ylläpidon järjestäminen ovat tehostuivat.

Siirretty teknologia:

Meteorologisen havaintojärjestelmän uudelleenrakentaminen ja vahvistaminen, tietoliikenneyhteyksien parantaminen. Foreca Ltd koulutti paikallisia henkilöitä järjestelmän ylläpitoon. Hankkeen kautta organisoitiin myös sääatutkan hankinta.





Hankkeen tai ohjelman nimi:

Tansanian kansallisen metsäohjelman toimeenpanon tukeminen, Vaihe II, 2004–2005

Tavoite: Kansallisen metsäohjelman toimeenpanon tukeminen

Yhteistyömaa	Sektori	Kokonaisrahoitus	Kesto
Tansania	Metsätalous/ hillintä	365 000 €	2004–2005

Kuvaus:

Tansanian hallitus hyväksyi uuden kansallisen metsäohjelman (NFP) vuonna 1998. Hankkeen tavoitteena oli taata ohjelman toimeenpano kestävän metsätalouden periaatteiden mukaisesti. Toimeenpanoa koordinoi Tansanian hallinnossa Forestry and Beekeeping Division. Hanke jatkuu myöhemmin Suomen ja Tansanian välisenä sektoriohjelmalla, joka ulottuu koko metsäsektorille.

Hankkeen menestystekijöitä:

Pitkäaikainen yhteistyö kohdemaan kanssa. Suomen vahva sitoutuminen aiempina vuosina on luonut vankan pohjan kestävän metsätalouden kehittämiseksi Tansaniassa.

Hankkeen tai ohjelman nimi:

Meteorologisten järjestelmien kehittäminen Karibian alueella

Tavoite:

Kestävän taloudellisen kehityksen edistäminen; kaikkien säähän liittyvien yhteiskuntataloudellisten sektoreiden suunnittelun ja operatiivisten ratkaisujen parantaminen meteorologisia järjestelmiä kehittämällä.

Yhteistyömaa	Sektorit	Kokonaisrahoitus	Kesto
Karibian alue	Ilmastonmuutokseen sopeutumisen/valmiuksien parantaminen	3 100 000 €	2001–2005

Kuvaus:

SIDS Caribbean –hanke vahvisti Karibian alueen meteorologista infrastruktuuria. Kehityksen suuntaviivat tällä alueella luotiin jo YK-kokouksessa vuonna 1994 (Declaration of Barbados). Ilmatieteen laitoksen yhteistyökumppanina oli Maailman ilmatieteen järjestö (WMO). Hankkeen tavoitteena oli erityisesti meteorologisten ja hydrologisten palveluiden kehittäminen, jotta saataisiin riittävästi korkeatasoisia tietopalveluja kansalaisille ja viranomaisille.

Seuraaviin osa-alueisiin kiinnitettiin erityistä huomiota:

- Tietoliikennejärjestelmien parantaminen (alueelliset sääpalvelut ja sääasemapalvelut)
- Meteorologisten havaintoverkkojen kehittäminen (automaattiset sääpalvelut)
- Tietojärjestelmien standardointi ja alueellisen verkoston kestävä kehittäminen
- WMO kouluttaa paikalliset työntekijät.

Hankkeen menestystekijöitä:

Alueellinen lähestymistapa tarjosi kaikille pienille saarivaltioilla mahdollisuuden olla mukana.

Siirretty teknologia:

Tietoliikennejärjestelmät ja -laitteet, havaintoverkot, alueellinen kalibroitilaboratorio, tiedonhallintajärjestelmät.





Hankkeen tai ohjelman nimi:

Energia- ja ympäristöalan yhteistyö Keski-Amerikassa

Tavoite: Uusiutuvien energiavarojen käytön edistäminen, kestävän kehityksen vahvistaminen

Yhteistyömaa	Sektori	Kokonaisrahoitus	Kesto
Keski-Amerikan valtiot	Energia/hillintä	3 000 000 €	2003–2006

Kuvaus:

Johannesburgin huippukokouksessa julkistettu kumppanuushanke edistää uusiutuvien energiavarojen ja puhtaan teknologian käyttöä Keski-Amerikan alueella. Tavoitteena on ilmastonmuutoksen hillintä ja energiapalvelujen saaminen erityisesti köyhälle väestölle. Tavoitteet noudattavat EU:n energia-aloitteen periaatteita; tämä aloite edustaa uudentyyppistä rahoittajien kumppanuutta. Julkinen ja yksityinen sektori osallistuvat ohjelmaan, joka on lisännyt kansainvälisten pankkien ja rahoituslaitosten kiinnostusta.

Ohjelmaan osallistuu kaikkiaan yli 30 suomalaista yritystä, yliopistoa, tutkimuslaitosta ja rahoittajaa. Keski-Amerikasta on mukana suunnilleen sama määrä eri tahoja. Alueen valtioiden ympäristö- ja energiaministeriöt koordinoivat hankkeita. Kansainvälisten rahoittajien sekä EU:n ja sen jäsenvaltioiden kiinnostus osoittavat selvästi ohjelman ja sen tulosten tärkeyttä.

Hankkeen menestystekijöitä:

Yritysten, yliopistojen, tutkimuslaitosten ja rahoittajien laaja osallistuminen. Ohjelman alueellinen koordinoitumisto sijaitsee San Salvadorissa Keski-Amerikan integroitujärjestön (SG-SICA) rakennuksessa. Tietoisuuden vahvistaminen ja koulutus (mukaan lukien CDM), taloudellisten mallien kehittäminen sekä energiamarkkinoiden ja energiavarojen inventoinnin kehittäminen sisältyvät ohjelmaan.

Siirretty teknologia:

- Esittelyhankkeet:
- Hondurasin rokotusohjelmaa (PAI) tukevat aurinkoenergiajärjestelmät
- Kunan intiaaniyhteisöjen aurinkoenergiajärjestelmät Panamassa
- Aurinkosähköhanke Guatemalassa, aurinkopumppujärjestelmä El Salvadorissa
- Bioenergian (sahanpuru, kahvin- ja sokerintuotannon jäte) käyttö energiantuotantoon; kohdemaina Belize, Costa Rica, El Salvador ja Nicaragua
- Ekologiset uunijärjestelmät Hondurasissa ja Guatemalassa
- Pienvesivoimaa koskevat selvitykset ja hankkeet Guatemalassa, El Salvadorissa ja Nicaraguassa.

Ohjelmaan liittyen julkaistiin "Central American Carbon Finance Guide" vuonna 2004.



Kuva 7–2
Esimerkki Kunan intiaani-
yhteisöön asennetusta
aurinkoenergiajärjestelmästä
Panaman Ustupassa. Yhteisön
asukasluku on noin neljätuhat.
(kuva: Markku Nurmi)

Hankkeen tai ohjelman nimi:

Nicaraguan ympäristötuki

Tavoite: Ympäristöhallinnon alueellistaminen

Yhteistyömaa	Sektori	Kokonaisrahoitus	Kesto
Nicaragua	Ilmastonmuutokseen sopeutumisen/valmiuksien parantaminen	2 900 000 €	2004–2006

Kuvaus:

Suomi ja Tanska osallistuvat Nicaraguan ympäristö- ja luonnonvaraministeriön (MARENA) alueellistamistyöhön. Hankkeessa selvitetään erityisesti alueellistamisen painopistealueita ja tulevan kehityksen suuntaviivoja. Terveellisen ympäristön luominen, kestävä kehityksen edistäminen sekä lainsäädännön ja ympäristöstrategian kehittäminen ovat keskeisellä sijalla.

Tavoitteena on myös luonnonvarojen ja ympäristön kestävä käytön edistäminen lainsäädännön ja hallinnollisten instrumenttien avulla. Hankkeella saavutettava valmiuksien parantaminen tukee myös ilmastonmuutokseen sopeutumista.

Hankkeen menestystekijöitä:

Suomen ja Tanskan avun harmonisointi; kaikkien kolmen maan viranomaisten vahva sitoutuminen hankkeeseen.



Hankkeen tai ohjelman nimi:

Egyptin teollisuuden ympäristöhanke (EPAP)

Tavoite: Teollisuuden aiheuttaman ympäristökuormituksen vähentäminen

Yhteistyömaa	Sektori	Kokonaisrahoitus	Kesto
Egypti	Ympäristönsuojelu/ valmiuksien parantaminen	5 300 000 €	1997–2004

Kuvaus:

Hankkeessa pyrittiin luomaan riittävät menetelmät ja resurssit teollisuuden aiheuttaman ympäristökuormituksen hillintään. Suomi rahoitti teknisen avun, Maailmanpankin lainalla rahoitettiin teollisuuden ympäristöinvestoinnit.

Hankkeen osa-alueita olivat ympäristöjärjestelmien auditointi, ympäristökuormituksen hillintäjärjestelmät, aluehallinnon vahvistaminen, valmiuksien parantaminen, ympäristötietojärjestelmän luominen sekä kansalaisjärjestöjen ja tiedotusvälineiden tukeminen.

Hankkeen menestystekijöitä:

Hallintojärjestelmien vahvistaminen ja hallintokäytäntöjen muuttaminen, yleinen ja sektorikohtainen tarkastelu sekä seurantaohjeistojen kehittäminen. Tämä oli mahdollista, koska hankkeeseen osallistuivat monet tahot, mukaan lukien ympäristöalan kansalaisjärjestöt. Tiedotusvälineiden ja kampanjoiden avulla lisättiin tietoisuutta teollisuuden ympäristöasioista ja kehitettiin kuormituksen vähentämistä koskeva tietokanta.

7.5 Lähialueet

Suomi on edistänyt ja tukenut lähialueiden ympäristöohjelmia vuodesta 1991 lähtien. Painopisteenä ovat olleet eteläiset naapurit Viro, Latvia ja Liettua sekä Luoteis-Venäjä, siellä erityisesti Pietarin alue, Karjalan tasavalta ja Murmanskin alue. Vuosina 1991–2004 ympäristöministeriön rahoitus oli kaikkiaan 144 miljoonaa euroa. Tästä 103 milj. euroa käytettiin investointeihin ja 41 milj. euroa teknisen avun hankkeisiin. Jakson 2001–2004 osuus rahoituksesta oli 35 miljoonaa euroa (investoinnit 21,5 milj. €, tekninen apu 13,5 milj. €).

Yhteistyön perustavoitteena on ollut ilman ja veden kautta tapahtuvan kaukokulkeuman vähentäminen. Tämä on kustannustehokkuuden kannalta hyvin edullinen tapa suojella Suomen ympäristöä.

Ympäristöyhteistyön strategiset tavoitteet ovat olleet:

- Lähialueilta Suomeen tulevan kaukokulkeuman vähentäminen ja ehkäiseminen
- Luonnonsuojelun, biodiversiteetin ja kestävien luontoarvojen edistäminen
- Kestävän kehityksen tukeminen kohdemaiden aluesuunnittelussa, asumisessa ja rakentamisessa

- EU:n ympäristölainsäädännön käyttöönoton edistäminen Baltian maissa
- Yhteistoimeenpanohankkeiden (JI) luominen.

Suomen viimeisin lähialuestrategia hyväksyttiin vuonna 2004. Eniten rahoitusta varattiin ympäristöä, taloutta, ydinturvallisuutta, sosiaalista hyvinvointia ja terveydenhuoltoa sekä kansalaisyhteiskunnan vahvistamista koskeviin hankkeisiin. Venäjän osalta tavoitteina ovat alueellisen vakauden edistäminen, taloudellisen ja sosiaalisen kehityksen tasapaino sekä tuki hallinnon ja lainsäädännön uudistamiselle. Lisäksi yhteistyössä pyritään ympäristö- ja ydinturvallisuuden vähentämiseen sekä turvallisuuden ja sosiaalisen hyvinvoinnin edistämiseen. Uusi lähialuestrategia on valmisteilla ja se on tarkoitettu hyväksyä vuonna 2006.

Lähialueyhteistyöhön liittyen monenkeskistä tukea suunnataan useiden rahoituslaitosten kautta. Näitä ovat Maailmanpankki, Euroopan jälleennrakennus- ja kehityspankki (EBRD), Pohjoismainen investointipankki (NIB), Pohjoismaiden ympäristörahoitusyhtiö (NEFCO) ja Euroopan investointipankki (EIB). Merkittävää on myös ympäristökumppanuuden (NDEP) perustaminen ympäristö- ja ydinturvahankkeiden rahoittamiseksi. Tuen kanavointi hankkeisiin muualla Venäjällä on myös mahdollista, jos tämä on poliittisista tai taloudellisista syistä perusteltua. Vaikuttaminen eri rahoituslaitosten kautta takaa niiden aktiivisuuden aloilla ja sektoreilla, jotka ovat Suomen kannalta tärkeitä; tällainen on mm. ympäristösektori.

Tulevaisuudessa lähialueyhteistyö muuttuu yhä selvemmin ohjelmaperusteiseksi. Tämä lähestymistapa perustuu eri ministeriöiden laatimiin monivuotisiin suunnitelmiin. Hankkeet liitetään ohjelmiin, jolloin voidaan välttää päällekkäisyyksiä ja luoda tehokkaita kokonaisuuksia. Pitkäkestoiset ohjelmat helpottavat hankkeiden suunnittelua ja rahoitustarpeen arviointia. Etusijalla ovat hankkeet, joiden tuloksia yhteistyökumppanit voivat hyödyntää myös lähialueiden ulkopuolella.

Baltian maiden liittyminen Euroopan unioniin toukokuussa 2004 muutti Suomen yhteistyön tällä suunnalla normaaliksi EU-maiden väliseksi yhteistyöksi. Kaikki aiemmin sovitut hankkeet viedään kuitenkin päätökseen. Tuki teknisen avun hankkeille tulee lisäksi jatkamaan ainakin lähivuosien ajan. Myös tukea erityisinvestoinneille esimerkiksi öljyonnettomuuden riskien vähentämiseksi voidaan harkita.

Suomen ja Baltian maiden ympäristöviranomaiset ovat määritelleet joukon yhteisiä kiinnostuksen kohteita:

- Itämeri ja Suomenlahti, erityisesti öljykuljetukset
- EU:n ja Venäjän ympäristöyhteistyö, pohjoinen ulottuvuus
- EU:n ympäristölainsäädännön toimeenpano
- EU:n rahoitusmekanismien käyttö esimerkiksi koheesio- ja rakennerahastot, Interreg, LIFE, maatalousrahastot
- EU:n sisäisten strategioiden ja ympäristöohjelmien kehittäminen (Kuudes tutkimuksen puiteohjelma, kestävän kehityksen strategia)
- Monenkeskeisten, kaikkia osapuolia kiinnostavien asioiden edistäminen.

Suomen ympäristöministeriöllä on Baltian yhteistyössä kolme keskeistä tavoitetta: 1) suotuisan rahoitusilmapiirin luominen vesi- ja ilmapäästöjen sekä jätemäärien vähentämiseksi ja meriturvallisuuden parantamiseksi 2) hallinnon ja viranomaisyhteistyön vahvistaminen, ja 3) kestävä kehitys yhteiskunnan eri sektoreilla.

Tilanne ja kehitys Unionin uusissa naapurimaissa, erityisesti Ukrainassa ja Valko-Venäjällä, heijastuu myös Suomen lähialueille. Näiden maiden osalta lähialuestrategiassa todetaan, että hankkeita voidaan toteuttaa harkinnan mukaisesti.

7.6 CDM/JI-mekanismien käyttö

Puhtaan kehityksen mekanismin (CDM) ja yhteistoteutuksen (JI) käyttö ei niiden soveltamisperiaatteiden epävarmuuksien takia sisällynyt vuoden 2001 Ilmastostrategiaan. Kauppa- ja teollisuusministeriö oli kuitenkin jo vuonna 1997 nimittänyt työryhmän pohtimaan mekanismien tarjoamia mahdollisuuksia ja niiden käyttöönoton edellytyksiä Suomen kannalta. Maaliskuussa 1999 julkaistussa raportissaan työryhmä totesi, että siirtymätalousmaissa ja kehitysmaissa on huomattavat mahdollisuudet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen. Työryhmä suositteli, että Suomi valmistautuisi mekanismien nopeaan käyttöönottoon käynnistämällä koeohjelman. Näin tapahtuikin jo samana vuonna.

Suomen CDM/JI -koeohjelmaa johtaa ulkoasiainministeriö eri ministeriöiden edustajista koostuvan ohjausryhmän tuella. Suomen ympäristökeskus on toiminut ohjelman konsulttina syksystä 2000 lähtien.

Pilottiohjelmalla on neljä keskeistä tavoitetta:

- Kerätä kokemuksia yhteistoteutuksesta ja puhtaan kehityksen mekanismista
- Käynnistää pilottihankkeita ja kehittää monipuolinen hankkeiden kirjo
- Hankkia valtion puolesta kustannustehokkaita päästövähennyksiä sopivista hankkeista
- Luoda hallinnollisia valmiuksia ja kehittää kansallisia ohjeistoja ja menetelmiä, joiden pohjalta hankkeet valitaan ja toteutetaan.

Koevaiheen toimenpiteet jakautuvat kolmeen osaan: (i) kahdenväliset CDM ja JI -hankkeet (noin 9 milj. €), (ii) investoinnit Maailmanpankin hiilirahastoon (PCF, 10 milj. \$) ja (iii) investoinnit Itämeren alueen hiilirahastoon (TGF, 1,75 milj. €). Viimeksi mainittu ostaa päästövähennyksiä Itämeren alueella toteutetuista JI-hankkeista. Investoijat saavat molempien rahastojen kautta toteutettujen hankkeiden päästövähennyksistä määräsuhteiset osuudet.

Suomen ympäristöministeriö on allekirjoittanut JI-yhteistyötä koskevat tavoitemuistiot Viron, Latvian, Liettuan, Puolan, Unkarin ja Ukrainan kanssa. Suomi ja Viro ovat myös solmineet asiasta puitesopimuksen. CDM-yhteistyön osalta ulkoasiainministeriö on allekirjoittanut tavoitemuistiot El Salvadorin, Costa Rican ja Nicaraguan kanssa. CDM-yhteistyö sisältyy myös Kiinan kanssa laadittuun yleiseen ympäristöä koskevaan tavoitemuistioon.

Koeohjelma on saanut yli 130 CDM/JI -hanke-esitystä. Pääosa CDM-hankeideoista saatiin keväällä 2003 järjestetyn kansainvälisen tarjouskilpailun kautta. Keväällä 2005 oli käynnissä kuusi kahdenvälistä CDM- ja neljä JI-hanketta, jotka olivat eri vaiheissa. Yhtä lukuun ottamatta hankkeet olivat pieniä; arviot hankekohtaisista päästövähennyksistä olivat välillä 10–500 Gg CO₂-ekv.

CDM-hankemaita ovat Costa Rica, El Salvador, Honduras, Intia ja Sambia; kaikki JI-hankkeet ovat Virossa (Taulukko 7–5). Jälkimmäinen tilanne johtuu siitä, että hankkeita käynnistettäessä vain Virolla oli käytännön valmius ja hallinnollinen kyky yhteistoteutukseen. Hankkeita yritettiin käynnistää myös muissa lähialueen maissa. Kaikissa JI-hankkeissa sovelle-

Taulukko 7–5 Suomen CDM/JI-koeohjelman hankkeet ja hankeideat maaliskuussa 2005.

CDM-hankeideat (muutokset todennäköisiä)	Tila maaliskuussa 2005
Bioenergia (5 MW), El Salvador	Hankedokumenttiluonnos valmis
Biokaasun talteenotto ja hyödyntäminen (1,2 MW), Costa Rica	Hankedokumenttiluonnos valmis
Pienvesivoima (9 MW), Intia	Hankedokumenttiluonnos valmis
Biokaasulaitokset (2,2 MW), Intia	Hankedokumenttiluonnos valmis
Pienvesivoima (9 MW), Honduras	Yksi voimala (Rio Blanco) käytössä ja rekisteröity CDM-hankkeeksi, muut vahvistamatta
Pienvesivoima (2 MW), Sambia	Hankedokumenttiluonnos valmis
JI-hankkeet	
Biomassa (2,5 MW), Tamsalu, Viro	Käytössä
Biomassa (2,5 MW), Kadrina, Viro	Käytössä
Biomassa (8 MW), Paide, Viro	Käytössä
Tuulifarmi (18,4 MW), Pakri, Viro	Käytössä

taan tällä hetkellä monimutkaisempaa, ns. toisen raiteen lähestymistapaa. Pyrkimyksenä on kuitenkin siirtyä yksinkertaisempaan ensimmäisen raiteen menettelyyn niin pian kuin Suomi ja Viro täyttävät kaikki sen edellytykset.

Hankkeet koskevat bioenergiaa, pienvesivoimaa, biokaasun talteenottoa ja hyödyntämistä sekä tuulivoimaa. CDM-hankesalkkuun on odotettavissa muutoksia ja uusia hankeideoita ollaan kehittelemässä.

Yleisesti voidaan todeta, että molempien hanketyyppien valmistelu on vienyt enemmän aikaa ja on ollut mutkikkaampaa kuin ennalta ajateltiin. Erityisesti kansainvälisen CDM-hankkeita koskevan säännösten, menetelmien ja hallinnon hidas kehittäminen on viivästyttänyt työtä ja johtanut joidenkin hankkeitten menettämiseen. Toimintavalmiuksia on parannettava sekä Suomessa että kohdemaissa. Tekemällä kuitenkin oppii. Transaktiokustannukset ovat pienissä hankkeissa suhteellisen korkeat; niitä voitaisiin alentaa valmiuksia kehittämällä ja toteuttamalla CDM-sääntöjä suoraviivaisesti.

Vaikka monia haasteita ja epävarmuuksia on yhä jäljellä, monien hankkeiden toimeenpano on osoittanut, että näiden mekanismien soveltaminen on sekä mahdollista että kannattavaa. Kahdenvälisen hankkeiden ja rahoitustoimintien käyttö voidaan nähdä onnistuneeksi ratkaisuksi. Rahastot tarjoavat yksinkertaisemman ja vähemmän riskialttiin lähestymistavan kuin hankkeet, mutta toisaalta se ei kohenna kotimaisia valmiuksia.

Koeohjelma arvioidaan vuonna 2006. Suomen tavoitteena on hankkia koeohjelman avulla noin 2 Tg CO₂-ekv. suuruiset päästövähennykset Kioton sopimuskaudella.

VIITTEITÄ

Valtioneuvosto. 2004. Kehityspoliittinen ohjelma. Valtioneuvoston periaatepäätös, Helsinki, 35 s.



Kuva 7–3 Rio Blancon pienvesivoimahanke Hondurasissa oli Suomen ensimmäinen CDM-hanke. Vesi virtaa turbiineihin maanalaisen tuloputken kautta, mikä minimoi hankkeen ympäristöhaitat. Laitoksen yläpuoliset vesiputoukset jäävät luonnontilaan.
(Kuvat: Markku Nurmi)



8 Tutkimus ja systemaattiset havainnot

8.1 Yleistä

Ilmastonmuutosta koskeva tutkimus käynnistyi Suomessa melko varhain. Tutkimus kohdistui 1990-luvun alkupuolella ilmastonmuutoksen vaikutuksiin ja rajoittui pääosin luonnontieteisiin. Ensimmäinen laaja arvio, SILMU-ohjelman loppuraportti¹, valmistui vuonna 1996. Myöhemmin tutkimus on monipuolistunut, samalla sopeutumista ja hillintää koskeva tutkimus on voimistunut. Tätä edellytti myös eduskunta, kun se antoi Kansallista ilmastostrategiaa koskevan mietintönsä keväällä 2001.

Suomalaisen ilmastonmuutostutkimuksen tasoa eri sektoreilla arvioitiin FINADAPT-esiselvityksessä vuonna 2003 (Taulukko 8–1). Selvityksen

Taulukko 8–1 Arvio ilmastonmuutostutkimuksen tasosta Suomessa (Carter & Kankaanpää 2003).

Sektori	Tutkimusaktiiviteetin taso ¹		
	Vaikutukset	Sopeutuminen	Sopeutumisen läpimenoaika (a) ²
Maaperä	Kohtalainen	Hyvin matala	5–20
Maatalous	Korkea ³	Matala	1–20
Metsät	Korkea	Matala	10–100
Kalatalous	Kohtalainen	Hyvin matala	5–20
Energia	Kohtalainen	Matala	10–50
Rakennustoiminta	Hyvin matala	Hyvin matala	5–50
Matkailu/Virkistyskäyttö	Hyvin matala	Hyvin matala	5–20
Liikenne	Kohtalainen	Matala	5–50
Vakuutus	Hyvin matala	Hyvin matala	1–10
Yhdyskuntasuunnittelu	Hyvin matala	Hyvin matala	10–100
Luonnonsuojelu	Kohtalainen	Hyvin matala	10–100
Vedet	Korkea ⁴	Matala	10–100
Rannikot	Matala	Hyvin matala	10–100
Terveys	Hyvin matala	Hyvin matala	1–20

¹ Neljä luokkaa: Hyvin matala = vähän tai ei lainkaan toimintaa; Matala = hieman toimintaa, mutta ei systemaattista; Kohtalainen = useita systemaattisia tutkimuksia, mutta ei kattava; Korkea = paljon ja kattavia tutkimuksia

² Subjektiviisiä arvioita jotka viittaavat sekä autonomiseen että suunniteltuun sopeutumiseen

³ Viljelykasvit, tuholaiset ja taudit; erittäin harvoja tutkimuksia puutarhaviljelystä tai kotieläintaloudesta

⁴ Pääasiassa hydrologisia vaikutuksia; vain vähän tutkimuksia veden laadusta

1 Suomalainen Ilmakehänmuutosten Tutkimusohjelma 1990–1995

mukaan vaikutuksiin kohdistuva tutkimus on ollut laajaa maa- ja metsätaloudessa sekä vesistöjen ja vesivarojen osalta, mutta huomattavia puutteita on esimerkiksi terveyden, rakentamisen, vakuutuksen, matkailun ja yhdyskuntasuunnittelun sektoreilla. Erityisen merkittävää oli tuon arvion mukaan sopeutumisen vähäinen käsittely kaikilla sektoreilla; tilanne on sittemmin selvästi kohentunut.

8.2 Tutkimus

8.2.1 Ilmasto ja ilmastojärjestelmä

Ilmatieteen laitoksella on monipuolista ilmastoon ja ilmastojärjestelmään liittyvää tutkimusta, jonka painopistealueita ovat:

- Suomen ja boreaalisen vyöhykkeen ilmasto, erityisesti sen havaitut muutokset
- Ilmastopalvelut (havaintoaineistot, ääriarvojen analysointi)
- Kasvihuonekaasut (mittaukset ja niiden tulkinta, Pallaksen GAW-asema Lapissa)
- Aerosolit ja ilmasto (aerosolien ominaisuudet ja niiden kulkeutumisen mallintaminen).

Ilmatieteen laitos on myös tehnyt mittavan työn havaintoaineistojen homogenisoinnissa, joka on edellytys ilmaston todellisten vaihteluiden ja muutosten selvittämisessä. Tämä työ on kohdistunut erityisesti lämpötilan ja sademäärän havaintosarjoihin (Tuomenvirta 2004). Alueellisiin eroihin on kiinnitetty runsaasti huomiota, samoin mm. metsien ja järvien ilmastollisiin vaikutuksiin.

Helsingin yliopiston Fysikaalisten tieteiden laitoksella on Ilmakehätieteiden osasto. Siellä tutkitaan ilmakehän fysikaalisia, kemiallisia ja meteorologisia ominaisuuksia. Osaston painopistealueet ovat:

- Ilmakehän aerosolit: ilmastonmuutos ja terveysvaikutukset
- Mikrometeorologia: ekosysteemien ja ilmakehän vuorovaikutukset, hiilinielut
- Meteorologian laskennalliset menetelmät: ilmastotutkimus, sääennustusmallien kehittäminen
- Sääatka ja tutkamittausten kehittäminen.

Ilmakehätieteiden osastoon nykyään kuuluva Suomen Akatemian huipputyksikkö on tehnyt aerosolitutkimusta yli 20 vuotta. Aihepiirin parissa työskentelee noin 35 tutkijaa. Keskeisiä kohteita ovat aerosolien muodostuminen ja kasvu, pilvipisarot, ihmisen synnyttämät aerosolit sekä metsän ja ilmakehän vuorovaikutus. Yksiköllä on korkeatasoinen laboratorio ja kolme kenttäasemaa (SMEAR I, II, III), joilla tehdään jatkuvia, monipuolisia mittauksia (Kuva 8–1). Ilmakehätieteiden osastolla on myös kansainvälisen ILEAPS-ohjelman (Integrated Land Ecosystem – Atmosphere Processes Study) projektitoimisto.

Suomalaisilla tutkimuslaitoksilla on laaja kiinnostus paleoklimatologiaan. Tämä perustuu osin luonnon erinomaisiin arkistoihin: monien järvien pohjilla on hyvin säilyneitä kerrosrakenteita ja Lapin järviin kaatuneiden puiden vuosilustoista on voitu konstruoida pitkiä ilmaston proksi-aikasarjoja. Helsingin yliopiston Ekologian ja systematiikan laitoksen Ympäristön-



Kuva 8-1
SMEAR I -aseman mittaustorni
Juupajoen Hyytiälässä.
Mittausjärjestelmä antaa
jatkuvaa tietoa puiden ja
ilmakehän vuorovaikutuksesta,
ilman laadusta ja aerosoleista.
SMEAR II -asema sijaitsee
Sallan Värriössä, SMEAR III
on kaupunkiasema Helsingin
Kumpulassa.
(Kuva: Esko Kuusisto)

muutoksen tutkimusyksikössä tämän aiheen piirissä työskentelee noin 15 tutkijaa, jotka ovat mm. mukana neljässä EU-hankkeessa. Keskeisenä kohteena ovat Lapin järvet.

Helsingin yliopiston Geologian laitos on erikoistunut dendrokronologiseen tutkimukseen, Maantieteen laitoksella selvitetään kerroksellisten sedimenttien biologisia indikaattoreita. Jälkimmäinen aihe on tärkeä myös Joensuun ja Jyväskylän yliopistoissa. Geologian tutkimuskeskus (GTK) tutkii erityisesti kerrossedimenttien fysikaalisia ominaisuuksia.

8.2.2 Ilmastomallit ja -ennusteet

Ilmatieteen laitos koordinoi Suomen ilmaston mallintamista COSMOS-konsortiossa, jota johtaa saksalainen Max Planck -instituutti. Vuonna 2005 keskeisenä tutkimushaasteena olivat ECHAM5-mallin pilvirakenteet ja säteilyprosessit, joilla on tärkeä merkitys aerosolin HAM-osamallissa.

Ilmatieteen laitos on tuottanut useita ilmastoskenaarioita 1990-luvun alkupuolelta lähtien. Näitä skenaarioita on käytetty arvioitaessa ilmastonmuutoksen todennäköisiä vaikutuksia mm. ekosysteemeihin, taloudelliseen toimintaan, energiantuotantoon, metsätalouteen ja ihmisen terveyteen. Skenaariot ovat myös tärkeitä päätöksentekijöille ja kansalaisille. Laajasti käytettyjä ovat mm. FINSKEN-skenaariot (ks. kohta 6.1.2.)

Ilmatieteen laitos ja Suomen ympäristökeskus osallistuivat PRUDENCE-ohjelmaan vuosina 2001–2004. Tässä ohjelmassa, ”Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects”, kehitettiin korkean erotuskyvyn ilmastoskenaariot Euroopalle jaksolle

2071–2100 käyttäen dynaamisia downscaling-menetelmiä. Näitä skenaarioita käytetään erityisesti ilmastollisten ääri-ilmiöiden esiintymistiheyden ja voimakkuuden arviointiin. Merentutkimuslaitos ja Ilmatieteen laitos kehittävät yhteistyössä tuuli-, aallokko- ja jääskenaarioita merialueille kytkettyjä ilmaka-hä-merimalleja käyttäen.

Helsingin yliopiston Ilmakehätieteiden osasto on ollut mukana alueellisten ilmastomuutoskenaaroiden kehitystyössä, jota johtaa SMHI:n Rossby-keskus. Työhön sisältyy myös globaalisten ilmastomallien vertailu Pohjois-Euroopan alueella. Nykyisiä painopisteitä ovat kasvihuonekaasujen lisääntymisen aiheuttamat ääri-ilmiöiden muutokset sekä ilmastoskenaarioiden todennäköisyystarkastelut.

8.2.3 Ilmastomuutoksen vaikutustutkimus

8.2.3.1 Keskeiset tutkimusohjelmat

Vaikutustutkimuksiin osallistuu useita yliopistoja ja tutkimuslaitoksia. Keskeisiä rahoittajia ovat Suomen Akatemia, Suomen itsenäisyyden juhlarahasto (Sitra), Teknologian kehittämiskeskus (Tekes), eräät säätiöt ja Euroopan unioni.

Kaksi laajaa tutkimusohjelmaa, SILMU ja FIGARE, selvittivät vaikutusten ohella myös ilmastomuutokseen sopeutumista ja hillinnän keinoja. Nämä Suomen Akatemian koordinoimat ohjelmat kuvataan tässä yhteydessä, koska pääpaino oli vaikutustutkimuksissa.

SILMU

Suomalainen ilmastomuutoksen tutkimusohjelma (SILMU) käynnistettiin vuonna 1990. Tämän monitieteisen ohjelman keskeisenä tutkimuskohdeena olivat ilmastomuutoksen ennakoitavat vaikutukset ilmakehään, vesistöihin, maaekosysteemeihin ja ihmisen toimintaan (Kuusisto & al. 1996). Ohjelma kesti kuusi vuotta; hankkeita oli runsaat 60 ja niihin osallistui noin 200 tutkijaa. Vuotuinen rahoitus oli 2–3 miljoonaa euroa.

Monet SILMU-hankkeet olivat myös osa kansainvälisiä tutkimusohjelmia, joista mainittakoon World Climate Change Programme (WCRP) ja International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP).

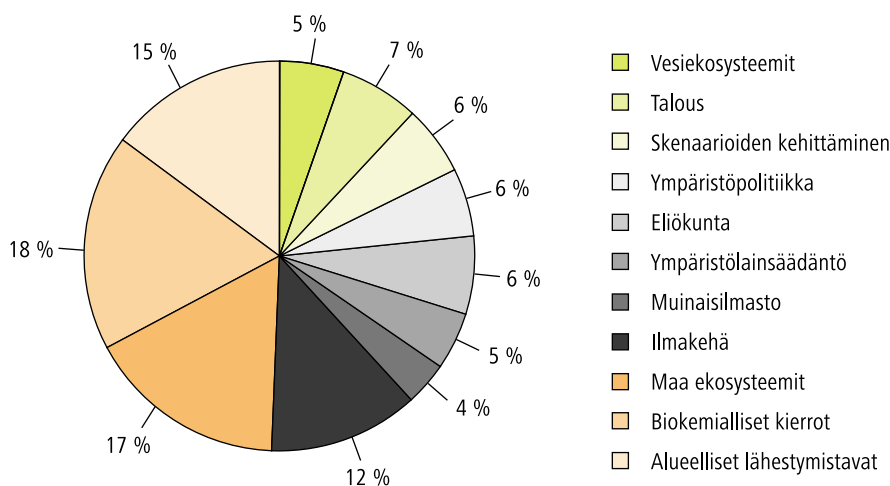
FIGARE

Vuonna 1999 Suomen Akatemia käynnisti globaalimuutoksen tutkimusohjelman (FIGARE; Finnish Global Change Research Programme). Keskeiset tavoitteet olivat:

- Tutkia ja analysoida globaalimuutosta sekä sen syitä ja vaikutuksia eri aika- ja aluetasoilla
- Analysoida ja ennakoida globaalimuutoksen ympäristö- ja yhteiskuntataloudellisia vaikutuksia, mm. skenaariotarkastelua hyödyntäen
- Etsiä yhteiskunnallisia, taloudellisia ja teknisiä ratkaisuja, joilla voidaan vaikuttaa globaalimuutokseen tai auttaa muutokseen sopeutumisessa
- Kouluttaa alan tutkijoita ja asiantuntijoita.

FIGARE ajoittui vuosille 1999–2002, kokonaisrahoitus oli 6,7 miljoonaa euroa. Suomen Akatemian osuus oli 63%, muita rahoittajia olivat

Kuva 8–2 Vaikka FIGARE-ohjelmassa pyrittiin monitieteiseen lähestymistapaan, hankkeet voitiin luokitella niiden painopistealueitten mukaan. Kuten SILMUssa, luonnontieteiden osuus oli merkittävä.



Tekes, ympäristöministeriö, ulkoasiainministeriö, maa- ja metsätalousministeriö sekä liikenne- ja viestintäministeriö.

Kansainvälinen evaluointitiimi piti ohjelman tasoa korkeana, erityisesti ottaen huomioon suppeahkon rahoituksen ja keston (Jäger & al. 2003). Hankkeitten välinen yhteistyö olisi voinut olla kiinteämpää, toisaalta jako selkeisiin aliohjelmiin olisi ollut hyödyksi. Suomen vahvoilla osaamisalueilla edettiin hyvin; näitä olivat mm. metsiä ja arktisia alueita koskevat hankkeet.

FIGAREen sisältyi kaikkiaan 36 hanketta, jotka muodostivat 18 tutkimuskokonaisuutta (Kuva 8–2). Tutkijoita oli yhteensä 227, tieteellisiä julkaisuja valmistui useita satoja, mukaan lukien noin 20 väitöskirjaa. Kaikkiaan mukana oli viisitoista yliopistoa tai tutkimuslaitosta (Kuusisto & Käyhkö 2004).

Biodiversiteetin tutkimusohjelma (FIBRE, 2001–2003) ja Luonnonvarojen kestävä käytön tutkimusohjelma (SUNARE, 2001–2004) sisälsivät myös ilmastonmuutokseen liittyviä hankkeita. Molempia ohjelmia koordinoi Suomen Akatemia.

8.2.3.2 Vaikutustutkimukset eri sektoreilla

Maatalous

Viime vuosina tutkimukset ovat painottuneet maatalousmaiden kasvihuonekaasupäästöihin. Nämä selvitykset antavat kuitenkin epäsuorasti tietoa myös ilmastonmuutoksen vaikutuksista maatalouteen. Eri maalajien päästökertoimia tutkittiin mm. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen FIGARE-hankkeissa. Kenttämittauksia MTT teki erityisesti ohra- ja nurmikasvustoilla sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa.

Orgaanisten maatalousmaiden pinta-alatietoja on tarkennettu ja MTT on määrittänyt alan kehityksestä päivitetyn aikasarjan vuodesta 1990. MTT on myös selvittämässä Suomen maatalousmaiden hiilisisältöä yhteistyössä Luonnonhistoriallisen museon ja Scottish Crop Research Institute'n kanssa. Tämä tutkimus ajoittuu vuosille 2003–2007. MTT:n koetilalla Jokioisissa on mitattu myös viljelykierron ja eri muokkausmenetelmien vaikutuksia maaperän orgaanisen hiilen määrään.

Suomalaiset tutkijat ovat osallistuneet moniin kansainvälisiin hankkeisiin, joissa on selvitetty ilmastonmuutoksen vaikutuksia eri viljelyskasvien kasvuun, satoihin ja tuotteiden laatuun Euroopan eri osissa.

Metsät

Valtakunnanmetsien inventointien tulokset palvelevat sellaisinaan ilmastonmuutostutkimusta ja kansallista päästölaskentaa. Erillistutkimukset ovat painottuneet metsien ja metsämaiden hiilivarastojen ja -voiden arviointiin. Niiden suuruutta on selvitetty useilla koealueilla eri puolilla maata.

Vuonna 2000 METLA käynnisti laajan tutkimusohjelman ”Suomen metsien hiilivarat, niiden muutokset ja sosio-ekonomiset kytkennät”. Ohjelman tavoitteet olivat:

- Tuottaa tietoa hiilen määrästä ja sen muutoksista kangas- ja turvemaille
- Kehittää menetelmiä, joiden avulla voidaan analysoida metsänkäsittelytoimenpiteiden vaikutuksia metsien hiilivarastojen kehitykseen sekä suuralue- että metsikkötasolla
- Tarkastella ilmastopimuksen taloudellisia vaikutuksia Suomelle ja muille maille
- Analysoida eri maiden hiilinieluarvioiden luotettavuutta ja vertailtavuutta
- Tuottaa selvityksiä päätöksenteon ja kansainvälisten neuvotteluprosessien tueksi.

Tämä tutkimusohjelma ajoittui vuosille 2000–2005. Muita ilmastonmuutokseen ja maankäyttöön liittyviä METLAn hankkeita ovat esimerkiksi seuraavat:

- Metsien hiilivarastojen dynamiikan mallit (2001–2006)
- Turvemaiden kasviuonepäästöjen mallintaminen ja arviointi (2002–2005)
- Kasviuonekaasujen (CH₄ ja N₂O) päästöt metsätalouden ravinnevalumien suojavyöhykkeissä (2003–2005)
- Metsien hiilitase (2004–2005).

Ilmastomuutoksen metsäekologisten ja metsätaloudellisten vaikutusten tutkimusryhmä on Suomen Akatemian nimeämä huippuyksikkö Joensuun yliopistossa. Ryhmän tavoitteena on syventää boreaalisen vyöhykkeen metsien ekologista tutkimusta ja parantaa valmiuksia hoitaa näitä metsiä kestävä metsätalouden periaatteita noudattaen. Yksikössä on neljä alaryhmää seuraavilla tutkimusteemoilla:

- Pohjoisten havumetsäekosysteemien toiminta- ja rakennedynamiikka sekä kestävä hoito ja käyttö muuttuvassa ilmastossa
- Metsäekosysteemien biodiversiteetti: prosessit, rakenteet ja merkitys
- Ilmastomuutoksen vaikutus puiden ja eläinten vuorovaikutukseen sekä metsäekosysteemien dynamiikkaan
- Kasvien puolustautuminen kasvien ja eläinten vuorovaikutusprosessina pohjoisissa olosuhteissa.

Joensuun ja Helsingin yliopistot osallistuvat EU:n laajaan ACCROTELM-tutkimusohjelmaan (Abrupt Climate Changes Recorded over the European Land Mass), jossa on mukana yhdeksän tutkimuslaitosta EU:sta. Ohjelmassa selvitetään hydrologisia ja ilmastollisia muutoksia Euroopan soissa 4500 vuoden ajalta; toteutusvuodet ovat 2003–2006.

Suomalaiset metsäntutkijat totesivat varhain, että mallit, joissa laskeaan vain lämpötilan ja sademäärän sekä vesi- ja ravinnetaseen vaikutukset metsäekosysteemiin, eivät ole riittäviä ilmastonmuutosten vaikutustutkimuksissa. Nykyisissä ekofysiologisissa malleissa otetaan huomioon myös esimerkiksi harvennushakkuiden vaikutus metsän eri kerroksiin tulevaan auringon säteilyyn. Toinen merkittävä edistysaskel on ottaa huomioon metsänhoidon vaikutukset muuttuvassa ilmastossa. Puuntuotanto ja hiilensidonta pyritään optimoimaan kestävä metsänhoidon periaatteita noudattaen. Laskelmien lähtökohdista ovat valtakunnanmetsien inventointien tulokset.

Metsäntutkijat tekevät myös kiinteää yhteistyötä ilmakehän tutkijoiden kanssa. Suomella on näkyvä rooli Euroopan ja Pohjoismaiden vuomittausverkkojen (Fluxnet, Carboeurope, NECC) kehittämisessä. Kehitysmaissa suomalaiset metsäntutkijat ovat osallistuneet ilmastonmuutokseen liittyviin hankkeisiin mm. Laosissa, Nepalissa, Keski-Amerikassa ja eräissä Afrikan maissa.

Suot

Huomattava osa ilmastollisesta metsäntutkimuksesta kohdistuu turvemaihin. Erityisesti on selvitetty ilmastonmuutoksen vaikutuksia soihin sekä turpeen roolia Suomen kasvihuonekaasutaseissa. Keskeisiä tutkimusaiheita ovat olleet:

- Hiilen kertyminen luonnontilaisiin soihin pitkällä aikavälillä
- Metsäojitusten vaikutukset turpeen ja puuston hiilivarastoihin
- Turvetuotannon koko elinkaaren kasvihuonekaasutaseet
- Ilmakehän hiilidioksidin lisääntymisen vaikutukset turvemaihin.

Vuosina 2002–2005 oli käynnissä laaja hanke, ”Turpeen käytön kasvihuonevaikutusten tutkimusohjelma”. Hanke tuotti tietoa turpeen energiankäytön elinkaarianalyysiä varten. Perimmäisenä tavoitteena oli luoda tieteelliset perusteet ilmastopöytäselitysten turvetta koskevien laskentasääntöjen parantamiseksi. Tutkimustuloksilla kehitetään myös kansallista kasvihuonekaasupäästöjen raportointia. Hankkeeseen osallistui useita yliopistoja ja tutkimuslaitoksia, koordinoijana oli Helsingin yliopiston Metsäekologian laitos. Ohjelman kokonaisbudjetti oli lähes 1,5 miljoonaa euroa. Kauppa- ja teollisuusministeriön osuus rahoituksesta oli 45%, maa- ja metsätalousministeriön samoin 45% ja ympäristöministeriön 10%. Eräät osahankkeet saivat lisärahoitusta mukana olevilta tutkimusorganisaatioilta.

Suomi on myös osallistunut Euroopan unionin BERI-hankkeeseen (Bog Ecosystem Research Initiative). Sen tavoitteena on selvittää kohonneen hiilidioksidipitoisuuden ja typpilaskeuman kasvun vaikutukset soiden ja ilmakehän CO₂- ja CH₄-vaihtoon sekä suoekosysteemien monimuotoisuuteen. Yksi hankkeen viidestä koealueesta on Suomessa.

Turveteollisuus on myös tehnyt laajaa tutkimustyötä. Se on painottunut turpeen tuotantoketjun eri vaiheisiin, mutta sisältänyt myös monia ympäristöllisiä selvityksiä.

Sisävedet ja merialueet

Tällä sektorilla tutkimus on ollut laajaa. Yksi SILMUn neljästä osa-ohjelmasta selvitti ilmastonmuutoksen hydrologis-ekologisia vaikutuksia Suomen vesistöihin ja merialueisiin. FIGAREssa tutkittiin järviä kasvihuonekaasujen lähteenä (CARBO); tästä hankkeesta vastasivat Geologian tutkimuskeskus ja SYKE. Tuloksena oli myös arvio Suomen järviin varas-



toituneen hiilen määrästä. Sisävesien laadun osalta FIGAREen sisältyi typpi- ja fosforihuuhtouman tulevaa kehitystä selvittänyt hanke.

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia virtaamiin ja vesivoiman tuotantoon arvioitiin pohjoismaisessa CWE-hankkeessa (Climate, Water and Energy). Rahoittajina olivat Pohjoismaiden ministerineuvosto ja mukana olleet tutkimusorganisaatiot, Suomesta Ilmatieteen laitos ja SYKE. Näillä organisaatioilla on ollut myös laajaa keskinäistä yhteistyötä esimerkiksi mitoitusasteiden ja -tulvien sekä patoturvallisuuden alalla.

Merentutkimuslaitos on ollut mukana useissa kansainvälisissä projekteissa, Itämeren ohella ne ovat koskeneet myös Pohjois-Atlanttia ja napameriä. Itämerellä tutkimus on painottunut jääoloihin ja merenpinnan korkeuden muutoksiin, muualla pitkän aikavälin fysikaalisiin muutoksiin ja niiden syihin. Esimerkiksi EU-rahoitteisessa ASOF-hankkeessa on selvitetty lämmön ja kosteuden vaihtoa Pohjois-Atlantilla ja Jäämerellä, AICSEX-hankkeessa Jäämeren jääoloja.

Helsingin yliopiston Geofysiikan osasto ja Merentutkimuslaitos ovat soveltaneet dynaamis-termodynaamista mallia Itämeren jääolojen tulevan kehityksen ennakkointiin. Yhteistyökumppanina on ollut SMHI:n Rossby-keskus. Suomi osallistuu myös BALTEX-ohjelmaan (the Baltic Sea Experiment), joka on laaja Itämeren ja sen valuma-alueen hydrometeorologinen tutkimusohjelma.

Se alkoi vuonna 1994 ja mukana on ollut kaikkiaan noin 50 tutkimuslaitosta 14 maasta. BALTEXin kakkosvaihe ajoittuu vuosille 2003–2012.

FINSKEN-hankkeessa kehitettiin merenpinnan korkeuden skenaariot (Johansson & al. 2004), jotka koskevat sekä keski- että ääriarvoja. Edelliset ovat tärkeitä mm. merenkulun, matalien lahtien vedenvaihdon ja rannikkokosteikoiden kannalta. Jälkimmäisiä tarvitaan arvioitaessa riskejä rakennuksille, satamille, teille ja silloille. Skenaariot laadittiin myös merenpinnan korkeuden vaihtelunopeuksille.

Suomen ympäristökeskuksen Itämeren tutkimusohjelma pyrkii selvittämään ihmistoimien vaikutuksia ekosysteemeihin. Keskeisiä aiheita ovat ekosysteemien toiminnan rakenne ja mallintaminen, pohjasedimenttien ja vesimassan vuorovaikutus, veden laadun muutokset ja biodiversiteetti. SYKE tutkii myös ilmansaasteiden ja ilmastonmuutoksen vaikutuksia maa- ja vesiekosysteemeihin. Lisäksi selvityskohteina ovat kasvihuonekaasujen vuot, luonnon hiilivarastot ja vesistöjen pilaantumisen hillintätoimet.

Liikenne

Liikenne- ja viestintäministeriö on osallistunut sektorirahoittajana moniin kansallisiin tutkimusohjelmiin (SILMU, FIGARE, ClimTech). Ministeriö on myös käynnistänyt useita ilmastokysymyksiin liittyviä selvityksiä, joita on tarkemmin kuvattu luvussa 4.5.

Ilmatieteen laitos ja Merentutkimuslaitos ovat liikenne- ja viestintäministeriön alaisia. Molemmat laitokset ovat aktiivisesti tutkineet ilmastonmuutoksen vaikutuksia sekä sopeutumista ja hillintää. Hankkeista mainittakoon talvimerenkulun tulevaisuudennäkymät Itämerellä ja ilmastonmuutoksen vaikutukset tieliikenteeseen Suomessa.

Arktinen tutkimus

Arktis on ilmastonmuutostutkimuksen painopistealue; siellä tapahtuvien muutosten ennakoidaan olevan rajuja ja ympäristö on haavoittuva. Napaseudut vaikuttavat myös merkittävästi koko maapallon ilmastoon sekä valtamerten kiertoilikkeeseen.

Suomi teki vuonna 1997 Euroopan unionille aloitteen unionin ulkosuh- teiden ja alueellisen yhteistyön kehittämiseksi EU:n pohjoisilla lähialueilla. Tämä ”Pohjoinen ulottuvuus” -aloite on lisännyt yhteistyötä Luoteis-Venä- jän suunnalla myös ilmastonmuutostutkimuksessa. Suomen arktinen tutki- musstrategia (1998) määrittelee neljä painopistealuetta: luonnonvarat, glo- baalimuutos, ihmisen toiminta ja infrastruktuuri. Globaalimuutoksen osal- ta strategiassa korostetaan pohjoisten alueiden ilmastoprosessien tutkimus- ta ja seurantaa sekä sopeutumis- ja hillintätoimien kehittämistä.

Suomi osallistui ACIA-työhön (Arctic Climate Impact Assessment), joka oli nelivuotinen kansainvälinen hanke noin 300 tutkijan voimin. Arktisen neuvoston kahdeksan jäsenmaan ohella mukana oli kuusi alkuperäiskansojen järjestöä. Hankkeen loppuraportti julkistettiin marraskuussa 2004.

Rovaniemellä toimiva Arktinen keskus on Lapin yliopiston erillislaitos. Se on mukana monissa arktista ympäristöpolitiikkaa, luonnonvaroja ja nii- den kestävää käyttöä sekä lainsäädäntöä koskevissa tutkimuksissa. Ilmas- tonmuutoksen osalta viime aikojen keskeisiä hankkeita ovat olleet EU-ra- hoitteiset BASIS (Barents Sea Impact Study) ja TUNDRA (Tundra Degrada- tion in the Russian Arctic). Keskuksen yhteydessä on kansainvälisen ark- tisen tiedenevoston (International Arctic Science Committee) globaali- muutostoimisto (Global Change Programme Office).

Oulun yliopiston Thule-instituutin koordinoima tutkimus keskittyy kahteen ohjelmaan: globaalimuutos sekä terveys ja hyvinvointi pohjoisessa. Kolmas ohjelma, pohjoinen maankäyttö ja maapeite, käynnistyi vuoden 2006 alussa. Thule-instituutissa toimii myös pohjoismaisen arktisen tutki- musohjelman (NARP) sihteeristö.

Lapin ilmatieteellinen tutkimuskeskus Sodankylässä on erikoistunut kylmän ilmanalan havainnointiin ja tutkimukseen. Tämä Ilmatieteen lai- tokseen kuuluva yksikkö luotaa ilmakehää ja mittaa monipuolisesti mete- orologisia suureita sekä ilman laatua. Se kuuluu myös otsonikerroksen muuttumista ja siihen vaikuttavia tekijöitä tutkiviin perusobservatorioihin (Network for Detection of Stratospheric Change). Uusimpana toimintona on tutkimuskeskukseen rakennettu otsonikerrosta mittavien napasatelliit- tien tiedonkäsittelykeskus.

Pohjoisten alueiden lumi ja jää olivat FIGAREn keskeisiä tutkimuskoh- teita. Ohjelmassa selvitettiin myös ekosysteemien toimintaa pohjoisen puurajan tuntumassa ja subarktisen kasvillisuuden kykyä selviytyä muuttu- vassa ilmastossa.

Arktisen paleolimnologian tutkimus on Suomessa laajaa, erityisesti Hel- singin ja Joensuun yliopistoissa. Lapin järvien pohjasedimentit ja puunrun- got tarjoavat hyvän mahdollisuuden konstruoida menneiden vuosisatojen ilmaston vaihteluita ja muutoksia.

Suomen Etelämanner-tutkimuksen vastuuviranomainen on opetusmi- nisteriö. Vuosien 2003–2006 painopistealueina ovat meri ja merijää, kiin- teän maan geotieteet sekä lumi- ja jäätutkimus. Rahoitus tulee pääosin Suomen Akatemialta, vuositasolla se on keskimäärin 0,5 miljoonaa euroa. Hankkeet valitaan kansainvälisen arvioinnin perusteella.

Muut sektorit

Muilla sektoreilla tutkimus on vielä ollut melko vähäistä. Riista- ja kalata- louden tutkimuskeskus on selvittänyt ilmastonmuutoksen vaikutuksia ka- loihin ja kalastukseen sekä riista- ja porotalouteen. Useissa yliopistoissa ja

tutkimuslaitoksissa on paneuduttu biodiversiteettiä, uhanalaisia lajeja ja luonnonsuojelua koskeviin vaikutuksiin.

Energiataloudessa tutkimuksen painopisteessä on ollut vesivoima. Pohjoismaisessa CE-hankkeessa (Climate and Energy) ovat mukana kaikki uusiutuvan energian muodot – vesivoima, tuuli, biopolttoaineet ja aurinkoenergia. Tavoitteena on parantaa objektiivisen energia- ja ilmastopoliittisen päätöksenteon edellytyksiä kaikissa Pohjoismaissa. Hanke on ajoitettu vuosille 2003–2006, rahoittajina ovat Pohjoismaiden ministerineuvosto (1,2 milj. euroa), energia-alan yritykset (0,4 milj. euroa) ja mukana olevat tutkimuslaitokset (0,4 milj. euroa). Suomesta ohjelmaan osallistuvat Ilmatieteen laitos, SYKE, VTT, Joensuun yliopisto ja eräät voimayhtiöt.

VTT on tehnyt laajoja selvityksiä ilmastomuutoksen vaikutuksista rakennuksiin ja rakennettuun ympäristöön. Lämmitys- ja jäähdytysenergian tarpeen tulevaa kehitystä ovat tutkineet Ilmatieteen laitos ja energia-alan yritykset.

Helleaaltojen ja muiden ilmastollisten ääri-ilmiöiden vaikutusta terveyteen on Suomessa arvioitu erityisesti kansainvälisten tutkimusten pohjalta. Kotimaista tutkimusta on tehty eräiden paikallisten tautien osalta, esimerkkinä punkkien levittämä borrelioosi. Matkailun edistämiskeskus ja alan yritykset ovat selvittäneet oman sektorinsa tulevaisuutta muuttuvassa ilmastossa.

8.2.4 *Yhteiskuntataloudellinen analyysi*

Systemaattista selvitystä ilmastomuutoksen vaikutuksesta Suomen talouteen ei ole tehty. Eräillä sektoreilla asiaan on kuitenkin paneuduttu varsin seikkaperäisesti, muun muassa metsätaloudessa.

FIGAREen sisältyi useita yhteiskuntataloudellisia tutkimushankkeita:

- Globaalipolitiikka ja Suomi: ympäristö, energiamarkkinat ja metsäsektori
- Globaaliongelmien, tietä, instituutiot ja politiikka
- Ilmastomuutos ja päätöksenteko
- Globaalin ja paikallisen ilmasto-, biodiversiteetti- ja kehityspolitiikan rajoitteet.

Kioton sopimuksen ja Kioton mekanismien vaikutuksia on tutkittu paljon yksityiskohtaisemmin kuin ilmastomuutoksen yleistä taloudellista merkitystä. Tätä tutkimusta edusti myös edellä mainittu FIGAREn Globaalipolitiikka ja Suomi –projekti. Sen lähtökohtina olivat päästökauppaan osallistuvien maiden määrä, päästökaupan laajuus ja luonne, hiilinielujen merkitys, kansainvälinen sähkökauppa ja maailman öljymarkkinoiden kehitys.

FINSKEN sisälsi myös yhteiskuntataloudelliset skenaariot (Kaivo-oja, Luukkanen & Wilenius 2004). Näissä skenaarioissa hahmoteltiin IPCC:n skenaariotarkastelujen (IPCC, 2000) mukaisesti neljä kehityskulkua: 1) nopean taloudellisen kasvun maailma, 2) eriarvoisuuden maailma, 3) yhtenäistyvä, ympäristön tilaa kohentava maailma ja 4) alueellisen kestävän kehityksen maailma. Erityistä huomiota kiinnitettiin skenaarioiden sisäiseen johdonmukaisuuteen.

Kansallisen energia- ja ilmastostrategian laadinnan yhteydessä yhteiskuntataloudellisilla tutkimuksilla oli keskeinen asema. Niitä tekivät erityisesti Elinkeinoelämän tutkimuslaitos (ETLA), Valtion taloudellinen tutkimuskeskus (VATT), Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) ja Helsingin kauppakorkeakoulu. Keskeisinä tutkimuskohteina olivat sähkömarkkinat, päästökauppa, energiaverotus ja energiatuet.

8.2.5 Sopeutumis- ja hillintätutkimus

Kuten taulukossa 8–1 todettiin, ilmastonmuutokseen sopeutumista koskevan tiedon taso on Suomessa yleisesti riittämätön. Vain harvoissa vaikutustutkimuksissa on arvioitu sopeutumisen vaihtoehtoja luetteloimista pidemmälle.

Tilanne on kuitenkin Suomen kolmannen ilmastomaaraportin (2001) jälkeen selvästi parantunut. Suomen ympäristökeskus teki esiselvityksen ilmastonmuutokseen sopeutumisen mahdollisuuksista Suomessa (Carter & Kankaanpää 2003). Sen pohjalta käynnistettiin ympäristöklusterin puitteissa FINADAPT-ohjelma vuosille 2004–2004. Ohjelmaa koordinoi SYKE, rahoitusta oli ympäristöministeriöltä 0,3 milj. euroa ja muilta tahoilta suunnilleen saman verran.

FINADAPT-ohjelman tavoitteena oli laatia ensimmäinen kattava selvitys suomalaisen ympäristön ja yhteiskunnan kyvystä sopeutua ilmastonmuutoksen mahdollisiin vaikutuksiin. Ohjelma koostui 14 osahankkeesta, jotka oli järjestetty tutkimusalueiksi. Tutkimusalue 1 käsitti hallinnon, koordinaation sekä aineiston ja skenaariotiedon tuottamisen. Tutkimusalueen 2 hankkeet keskittyvät ilmastonmuutokseen sopeutumiseen sektoreilla, jotka liittyvät luonnon ympäristöihin. Tutkimusalue 3 käsitteli sopeutumista infrastruktuurin ja ihmisten hyvinvoinnin kannalta. Tutkimusalue 4 sisälsi sektoreiden ja tieteiden välisiä hankkeita. FINADAPT pyrki vastaamaan sekä tieteellisiin että hallinnon ja päätöksenteon tarpeisiin. Mukana oli tutkijoita yhdestätoista eri tutkimuslaitoksesta.

FINADAPT ulottui monille sektoreille ja mahdollisimman monet tahot pyrittiin saamaan mukaan. Ohjelmassa tarkasteltiin sekä omaehtoista että suunniteltua sopeutumista. Sopeutumistoimien ajoituksen tarkka pohdinta katsottiin tärkeäksi, samoin sopeutuminen sekä keskimääräiseen ilmastonmuutokseen että ääri-ilmiöihin. Vaikutusten ja sopeutumisen kustannusvertailuun samoin kuin sopeutumisen ja hillinnän riippuvuuteen kiinnitettiin huomiota. Muita tärkeitä aiheita olivat sopeutumisen edellyttämät uudet teknologiat, sopeutumisstrategioiden arviointimenetelmien kehittäminen sekä itse sopeutumisprosessin tutkimus.

Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia (Maa- ja metsätalousministeriö 2003) käsittelee laajasti myös tutkimustarpeita. Strategiassa todetaan, että ilmastonmuutokseen sopeutumista tukevassa tutkimuksessa on otettava huomioon seuraavia näkökohtia:

- Poikkisektoraalisuus (mukaan lukien ilmastonmuutoksen suhde muihin muutostekijöihin)
- Eri sektoreiden tutkimustulosten vertailukelpoisuus
- Kansainvälinen tutkimusyhteistyö
- Poikkitieteellisyys (ilmastonmuutoksen vaikutusten ja sopeutumistutkimuksen integrointi muuhun ympäristötutkimukseen sekä yhteiskuntatieteelliseen ja teknologiseen tutkimukseen)
- Päätöksenteon ja käytännön tietotarpeet
- Yhteinen ajantasainen ilmastotieto tutkimuksen ja käytännön toiminnan tarpeisiin (ilmastotietopankin kehittäminen ja tiedon jakelu tutkimusta ja sopeutumistoimien suunnittelua varten)
- Epävarmuudet (ilmastonmuutoskenaariot, vaikutusarviot, sopeutumistoimien vaikuttavuus ja tehokkuus)
- Yhteys ilmastonmuutoksen hillitsemiseen (vaikutus- ja sopeutumistutkimuksen sekä hillitsemistoimiin tähtäävän tutkimuksen yhteensovittaminen)

- Tutkimus-, suunnittelu- ja arviointimetodien kehittäminen (kustannus-hyöty-, kustannustehokkuus-, riski- ja monikriteerianalyysit, julkisen osallistumisen kehittäminen)
- Taloudelliset vaikutusarviot (hillitsemisen ja sopeutumisen optimointi, epävarmuusarviot)
- Tutkimus- ja kehittämistoiminnan jatkotoimenpiteet.

Strategia sisältää myös ehdotuksen viisivuotisen sopeutumistutkimusohjelman käynnistämiseksi. Tämän ohjelman tavoitteena on vahvistaa eri sektoreiden sopeutumistutkimusyhteistyötä ja käynnistää tutkimushankkeita kriittisillä sektoreilla. Lisäksi pyrkimyksenä on tuottaa tietoa myös ohjelman ulkopuolisten hankkeiden käyttöön. Ohjelman tavoite olisi myös siirtää tietoa ja soveltuvia menetelmiä päätöksentekijöille ja sidosryhmille. Tutkimusohjelman suunnittelussa otettaisiin huomioon sopeutumisstrategian lisäksi muissa tutkimusohjelmissa identifioituja tutkimustarpeita.

Tutkimusohjelma on suunniteltu kaksivaiheiseksi. Vuosina 2006–2008 ohjelma keskittyisi sopeutumistutkimuksen lisäksi ilmastonmuutoksen tietoaikoneiston edelleen kehittämiseen ja vaikutuksen tietoaikkojen paikkaamiseen eri toimialoilla. Väliarvion jälkeen tutkimuksen painopisteenä olisi vuosina 2009–2010 eri toimialojen sopeutumisvalmiuksien kasvattaminen. Tutkimusohjelman kautta saatavia tietoja käytettäisiin muun muassa sopeutumisstrategian päivittämiseen ja ilmastonmuutoksen sopeutumisesta viestimiseen.

Hillintätoimien osalta merkittävä edistysaskel oli Teknologia- ja ilmastonmuutosohjelma ClimTech vuosina 1999–2003. Ohjelman tavoitteena oli edistää ilmastonmuutosta rajoittavan teknologian tutkimusta, kehitystä ja käyttöönottoa sekä tukea kansallisten ja kansainvälisten ilmastotavoitteiden saavuttamista. Ohjelman kokonaisrahoitus oli noin 5 milj. euroa, josta Tekesin osuus oli vajaat 4 milj. euroa. Koordinoinnista vastasi VTT.

ClimTech koostui 27 projektista kuudella osa-alueella:

- Uusiutuvat energialähteet ja hajautettu energiantuotanto (5 hanketta)
- Energiatehokkuus ja teollisuus (6)
- Muut kasvihuonekaasut kuin hiilidioksidi (2)
- Hiilidioksidin erotus ja hyötykäyttö (2)
- Mallit ja järjestelmät (9)
- Kaupallistaminen (3).

Ohjelmaan osallistui tutkimuksen tekijöinä kahdeksan yritystä ja seitsemän tutkimuslaitosta. Lisäksi projektien rahoittamiseen ja johtoryhmätyöskentelyyn osallistui useita yrityksiä. ClimTech-ohjelman aikajänne ulotettiin Kioton pöytäkirjan ensimmäisen sitoumusjakson yli aina noin vuoteen 2030, koska on oletettavissa, että kehittyneitä maita koskevat päästöjen rajoitukset tulevat tiukentumaan ja myös nykyisten kehitysmaiden päästöjä rajoitetaan. Ohjelmaa valvoi asiantuntijoista koostuva ohjausryhmä, joka kokoontui noin 10 kertaa vuodessa. Lisäksi ohjelmalle oli nimitetty neuvottelukunta, jonka tehtävänä oli tutkimuksen yleinen suuntaaminen ja tiedonvälitys (Savolainen & al. 2003).

Tekes on käynnistänyt uuden teknologiaohjelman, ClimBus (Business Opportunities in Mitigating Climate Change). Ohjelma tukee suomalaisen yritysten liiketoiminnan ja kilpailukyvyyn kehittämistä. ClimBus käynnistyi kesäkuussa 2004 ja jatkuu viisi vuotta, vuoden 2008 loppuun. Ohjelman kokonaisbudjetti on noin 70 miljoonaa euroa, josta Tekesin rahoitusosuus on noin puolet.

Ohjelman ydintavoitteena on synnyttää tuotteita ja palveluita, joiden kustannustehokkuus kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä on kansainvälistä huippuluokkaa. Ohjelmassa on kaksi aikatahtaintä. Lyhyemmällä, vuoteen 2010 ulottuvalla tähtäimellä tavoitteena on saada yritykset ja tutkimuslaitokset panostamaan teknologian ja palveluiden kehittämiseen ilmastonmuutoksen hillintään siten, että alan liikevaihto kasvaisi 60 % nykytilanteesta vuoteen 2010 mennessä. Pidemmällä tähtäimellä tavoitteena on synnyttää uutta osaamista ja kansainvälisesti vahvoja tutkimusverkostoja, joiden avulla voidaan varmistaa suomalaisten yritysten jalansija ilmastomarkkinoilla myös vuoden 2010 jälkeen. Pidemmällä tähtäimellä tarvitaan myös tietoa siitä, mitä tarpeita ilmastonmuutokseen sopeutuminen asettaa teknologian kehittämislle.

Ohjelmassa selvitetään myös päästökauppaa ja kasvihuonekaasupäästöjen monitorointia. Ohjelmassa kerätään tietoa ilmastopolitiikan vaikutuksista yritysten toimintaympäristöön, analysoidaan teknologiamarkkinoiden muutoksia ja uuden teknologian tarpeita.

Sopeutumista ja hillintää koskevaa tutkimusta on tehty myös laajojen ohjelmien ulkopuolella eri tutkimuslaitoksissa. Esimerkiksi Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksella (MTT) on seuraavat hankkeet:

- Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen hillintä ja sopeutuminen ilmastomuutokseen (2001–2007)
- Maatalousmaiden hiilivarastot ja viljelytoimien vaikutukset (2004–2007)
- Biokaasun tuotanto ja käyttö maatiloilla sekä mädätysjäätteen käyttö kasvinvänteena, siihen liittyvät hygieniakysymykset ja kasvihuonekaasupäästöt (2004–2006).

Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) selvittää mm. seuraavia aihepiirejä:

- Turvetuotannon elinkaaren kasvihuonevaikutukset
- Ilmastonmuutoksen vaikutukset sähköverkkoliiketoimintaan
- Ilmastonmuutoksen pitkän aikavälin haasteet, riskit ja mahdollisuudet
- Biomassaan perustuva ilmastonmuutoksen hillintä
- Taajamarakenne, liikenne ja kasvihuonekaasupäästöt
- Ilmastonmuutoksen vaikutukset rakennetussa ympäristössä
- Kasvihuonekaasujen vähentämiskenaariot, vaikutukset energiantuotantoon ja teollisuuteen
- Ilmastopolitiikan vaikutukset maailman energiajärjestelmään ja teknologioiden kysyntään.

8.3 *Systemaattiset havainnot*

Ilmastonmuutokseen liittyvä havaintotoiminta jakautuu Suomessa lähinnä kolmen laitoksen kesken.

Ilmatieteen laitos vastaa ilmakehään liittyvistä havainnoista, Merentutkimuslaitos hoitaa meriä koskevat mittaukset. Suomen ympäristökeskuksen havaintoverkot kattavat veden kiertokulun ja sisävesien tilan sekä terestriset seurannat.

Suomi noudattaa kansainvälisiä periaatteita, joiden mukaan meteorologiset havainnot ovat vapaasti käytettävissä opetuksessa ja tieteellisissä julkaisuissa; Ilmatieteen laitos perii havaintojen toimittamisesta vain työaikaan pohjautuvan korvauksen. Liiketaloudellisiin tarkoituksiin toimitettu data hinnoitellaan tilauksen sisällön ja työn vaativuuden mukaan.

8.3.1 Ilmakehähavainnot

Meteorologisia havaintoja tehtiin monilla asemilla Suomessa jo 1800-luvulla. Maaliskuussa 2005 havaintoverkkoihin kuului kolme observatoriota, 37 synoptista asemaa, 35 ilmastoasemaa, 286 sadeasemaa ja 140 automaattiasemaa.

Pitkät havaintosarjat ovat perustana ilmastotutkimukselle ja nykyään myös ilmastonmuutoksen arvioinnille. Suomen ilmastohavainnot on sisällytetty pohjoismaiseen NkDS- ja eurooppalaiseen ECD-datapankkiin, joita on laajasti käytetty ilmastonmuutosta koskevissa tutkimuksissa.

Jokioinen, Jyväskylä ja Sodankylä kuuluvat GCOS-ohjelman (Global Climate Observing System) pinta-asemaverkkoon (GSN) ja yläilmakehän asemaverkkoon (GUAN). Suomen kansallinen GCOS-raportti on työn alla ja se valmistuu vuonna 2006.

Ilmatieteen laitos ylläpitää seuraavia ilmastotietokantoja:

- asemien metatiedot ja historia
- asemakohtaiset ennätykset
- eri muuttujien päiväarvot (uusimpina muuttujina kokonaisotsoni ja UV-säteily vuodesta 1994)
- synop-havainnot
- auringonsäteilyn ja auringonpaisteen tuntiarvot
- Rawinsonde-havainnot
- normaaliarvot
- automaattiasemien havainnot (vuodesta 1996)
- automaattiset synop-havainnot (vuodesta 1998)
- mastohavainnot (vuodesta 1986).

Kaikki data kulkee laadunvarmistusjärjestelmän kautta ennen kuin se talletetaan tietokantoihin.

Ilmatieteen laitos koordinoi kansainvälistä otsonitutkimusohjelmaa sekä sään ääri-ilmiöiden havaintoteknologian kehittämisohjelmaa. Suomi on mukana EUMETNETissä, joka on läntisen Euroopan maiden muodostama meteorologian alan järjestö. Suomi osallistuu myös sääsatelliitteihin liittyviä toimintoja operoivaan EUMETSAT-ohjelmaan, johon kuuluu 17 Euroopan valtiota. Pohjoismaiden tasolla toimii lisäksi NORDMET, joka on yhteistyöelimenä havaintojen laaduntarkkailussa, havaintoverkkojen suunnittelussa ja yhteisen säätutkaverkon käytössä.

Global Atmosphere Watch (GAW) on Maailman ilmatieteen järjestön (WMO) alaisuudessa toimiva ohjelma. Ohjelmaan kuuluu nykyään eri puolilla maapalloa 22 asemaa, joissa seurataan ilmakehän kemiallisten ja fysikaalisten ominaisuuksien pitkäaikaismuutoksia. Ilmatieteen laitos ylläpitää ohjelmaan kuuluvaa Pallas-Sodankylän GAW-asemaa (Kuva 8–3).

Ilmatieteen laitoksella on kahdeksan Doppler-säätutkaa, lisäksi Helsingin yliopistolla on tutkimustarkoituksiin käytettävä säätutka. Yksi tutkajärjestelmä maksaa noin kaksi miljoonaa euroa, käyttöikä on noin 15 vuotta. Suomen säätutkaverkko on maailman huippuluokkaa; Vaisalassa on myös käynnissä uuden sukupolven säätutkan kehitystyö.



Kuva 8–3
Sammaltunturin laella 560 metrin korkeudessa sijaitsevalla GAW-aseamalla on mitattu muun muassa ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta vuodesta 1996 alkaen.

Ilmatieteen laitos mittaa keskeisiä ilmanlaadun muuttujia jatkuvasti 20 tausta-aseamalla. Mittaukset liittyvät seuraaviin kansainvälisiin ohjelmiin:

- AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme), jota koordinoi Arktinen neuvosto
- EMEP (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Pollutants in Europe), koordinoijana YK:n Euroopan talouskomissio
- HELCOM (Baltic Marine Environment Protection Commission); monitoroi ilman kautta tulevaa kuormitusta Itämereen
- INTEGRATED MONITORING, YK:n Euroopan talouskomission koordinoima ohjelma.

Suomen ympäristökeskuksen havaintoasemilla mitataan ns. bulk-laskeumaa, joka on pääosin sateen mukana tulevaa märkälaskeumaa. Tiedot talletetaan IPTJ-tietokantaan ja raportoidaan YK:n Euroopan talouskomission alaiselle kaukokulkeutumissopimukselle (UNECE/CLRTAP). Määritettäviä suureita ovat rikkidioksidi (SO_2), typen oksidit (NO_x), hiilimonoksidi (CO), ammoniakki (NH_3), kokonaisleijuma (TSP), hengitettävät hiukkaset (PM_{10} ja $\text{PM}_{2,5}$), haisevat rikkiyhdisteet (TRS), haihtuvat orgaaniset hiilivedyt (NMVOC), raskasmetallit ja pysyvät orgaaniset yhdisteet (POP). Mittausasemia on suureesta riippuen 30–70.

8.3.2 Merihavainnot



Merentutkimuslaitos (MTL) tuottaa meritieteellistä tietoa yhteiskunnallisen päätöksenteon ja käytännön tarpeisiin. Laitoksella on 13 mareografia käsittävä vedenpinnan korkeutta mittaava verkosto, joka on toiminut pääosin 1920-luvulta lähtien. Näillä asemilla havainnoidaan myös meriveden lämpötilaa. Aaltomittauksia tehdään avovesikautena pohjoisella Itämerellä ja Selkämerellä. Poijut mittaavat merkitsevää aallonkorkeutta, aallokon periodia ja suuntaa sekä pintaveden lämpötilaa. Selkämeren poiju mittaa myös tuulta ja ilman lämpötilaa. Kesäaikana on käynnissä laaja leväseuranta, talvikautena toimii operatiivinen, satelliitteihin perustuva jääolojen seurantajärjestelmä, johon liittyy myös vuomittauksia merenpinnan lähellä.

Merentutkimuslaitoksella on laajat tietokannat sekä Itämeriportaali, jossa on monipuolista tietoa kansalaisille, tiedotusvälineille ja viranomaisille. Esimerkiksi aallonkorkeusennusteet ja reaaliaikainen vedenkorkeustieto edistävät merenkulun turvallisuutta ja palvelevat rakentamista niin merellä kuin rannikolla. Lisäksi MTL mittaa Itämeren virtauksia, ainetaseita ja ekologisia muutujia.

8.3.3 Terrestriset ja sisävesien tietojärjestelmät

Suomen ympäristökeskus (SYKE) ylläpitää monia tietojärjestelmiä, niistä tärkeimmät ovat:

1. **Ympäristötietojärjestelmä HERTTA**, joka sisältää mm. seuraavat osat:

- hydrologian ja vesien käytön tietojärjestelmä (HYDRO)
- pohjavesitietojärjestelmä (POVET)
- pintavesien tilan tietojärjestelmä (PIVET)
- järvirekisteri
- alueidenkäytön tietojärjestelmät
- kasviplanktonrekisteri
- ilmapäästötietojärjestelmä
- kemikaalien ympäristötietorekisteri
- levähaittarekisteri
- eliölajit-tietojärjestelmä (TAXON).

Monia näistä järjestelmistä voidaan käyttää myös ilmastonmuutokseen liittyvässä tutkimuksessa. Erityisesti on mainittava HYDRO, koska sen pisimmät aikasarjat ulottuvan kauas 1800-luvulle. Esimerkiksi Suomen järvien jäätyneen ja jäänlähden aikasarjat ovat pisimpiä maailmassa.

2. **Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä (VAHTI)**. VAHTI sisältää tietoa ja päästöistä vesiin ja ilmaan sekä jätteistä aina 1970-luvulta alkaen. Järjestelmään sisältyy myös kuvaus ympäristösuojelulainsäädännön mukaisista luvista ja ilmoituksista. Aineistoja käytetään lupakäsittelyssä ja -valvonnan alueellisissa ympäristökeskuksissa. VAHTI palvelee keskeisesti Suomen kasvihuonekaasujen laskentaa erityisesti energia- ja jätesektoreilla.

3. **Paikkatietojärjestelmät**. SYKEN omassa aineistojen tuotannossa lähtökohtana ovat ympäristöhallinnon tarpeet. Aineistoja on tuotettu viime vuosina erityisesti luonnonsuojelun ja alueidenkäytön (esim. kaavoitus) tarpeisiin. Vesistöaineistoista tunnetuimpia ovat valuma-alueita ja pohjavesialueita koskevat tiedot.

Useimmat aineistot kattavat koko Suomen ja niiden ylläpito on säännöllistä. Tämän järjestelmän puitteissa SYKE käyttää apuna mm. Maanmittauslaitoksen, Geologian tutkimuskeskuksen, Tilastokeskuksen, Väestörekisterikeskuksen, Museoviraston ja Merenkulkuhallituksen tuottamia aineistoja.

Suomen ympäristökeskuksen tulvaennusteet perustuvat vesistömallijärjestelmään (WSFS, Watershed Simulation and Forecasting System). Sen keskeisin osa on veden kiertokulkua kuvaava hydrologinen malli, joka kattaa koko maan. Päivittäisiä vedenkorkeuden ja virtaaman ennusteita tuotetaan noin 300 havaintopaikalle. Ilmastonmuutostutkimukset ovat järjestelmän keskeinen käyttökohde.

Euroopan ympäristökeskuksen perustama seurantaverkko, EURO-WATERNET tuottaa vertailukelpoista tietoa Euroopan sisävesistä. Suomi liittyi järjestelmään vuonna 2000; verkkoon kuuluu meiltä 195 jokipaikkaa, 253 järvipaikkaa ja 74 hydrologista havaintopaikkaa, joiden avulla saadaan edustava kuva sisävesiemme veden laadusta ja määrästä.

Ilmatieteen laitos tekee myös terrestriseksi luokiteltavia havaintoja mm. mittaamalla maaperän lämpötilaa Jokioisten observatorion ja Lapin ilmatieteellisen tutkimuskeskuksen koekentillä.

8.3.4 Kehitysyhteistyö

Ilmatieteen laitos on osallistunut vuodesta 1985 lähtien meteorologian alan kehitysyhteistyöhankkeisiin. Useimmat hankkeet on toteutettu Suomen ulkoasiainministeriön kehitysyhteistyöosaston toimeksiantoina. Eräissä hankkeissa on ollut mukana muita tutkimuslaitoksia ja alan suomalaisia yrityksiä.

Suomen kokonaistuki kehitysmailla meteorologisen havaintotekniikan ja koulutuksen muodossa oli 1990-luvulla noin 16 miljoonaa euroa. Hankkeita oli kaikkiaan noin 30 maassa. Vuonna 2000 käynnistyi Mosambikissa meteorologisen palvelun jälleenrakennustyö pahojen tulvien ja myrskytuhojen jälkeen. Yhteistyökumppanina on Instituto Nacional de Meteorologia; vuosina 2002–2005 Suomen osuus hankkeessa oli 3,5 miljoonaa euroa (ks. myös taulukko 7–5).

Karibian alueella Suomella on ollut käynnissä hanke ”Preparedness to Climate variability and Global Change in Small Island Developing States, Caribbean Region”. Sen rahoitus vuosina 2001–2005 oli noin 3 miljoonaa euroa. Suomi tuki myös automaattisen sääpalvelun kehittämisen pilottihanketta tällä alueella 0,35 miljoonalla eurolla vuosina 2004–2005.

Suomen ja Kiinan ilmatieteellisten laitosten yhteistyö on kohdistunut ilmakemiaan, ilmastonmuutokseen ja meteorologisiin palveluihin. Vuonna 2005 käynnistyi Intiassa vastaavanlainen hanke, jossa Ilmatieteen laitoksen kumppanina on TERI (The Energy and Resources Institute of India).

Vuonna 1987 Ilmatieteen laitos käynnisti otsonimittaukset Argentiinan Marambiossa, vuonna 1999 hankkeeseen liitettiin UV-säteilyn mittaukset. Tuorein laajennus on aerosolimittausten käynnistäminen vuonna 2003. Yhteistyökumppanina on Servicio Meteorológico Nacional de Argentina.

Suomen ympäristökeskus on myös osallistunut havaintoverkkojen parantamiseen kehitysmaissa. Vuodesta 2000 lähtien SYKE on kehittänyt Kirgisian ympäristöseurantajärjestelmää. Kambodzassa on käynnissä laaja hanke, joka koskee ympäristön ja vesivarojen seurantaan sekä luonnonvarojen kestävästä käytöstä. SYKEN hankkeita ovat rahoittaneet ulkoasiainministeriö, Maailmanpankki, Euroopan jälleenrakennus- ja kehityspankki, Aasian kehityspankki ja Euroopan unioni.



VIITTEITÄ

- Carter, T. & Kankaanpää, S. 2003. Esiselvitys ilmastonmuutokseen sopeutumisesta Suomessa. *Suomen ympäristö 640*, Suomen ympäristökeskus, 66 s.
- Jäger, J., Cramer, W., Hordijk, L., Sarukhan, J. & Dyck, E. 2003. Finnish Global Change Research Programme (FIGARE) – Evaluation Report. Publications of the Academy of Finland 7/03, 34 p.
- Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC) 2000. Emissions Scenarios. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, UK. pp 570
- Johansson, M., Kahma, K., Boman, H. & Launiainen, J. 2004: Scenarios for sea level on the Finnish coast. *Boreal Env. Res. 9*: 153–166.
- Kaivo-oja, J., Luukkanen, J. & Wilenius, M. 2004: Defining alternative national-scale socio-economic and technological futures up to 2100: SRES scenarios for the case of Finland. *Boreal Env. Res. 9*: 109–125.
- Kuusisto, E. & Käyhkö, J. 2004. Globaali muutos. Kustannusosakeyhtiö Otava, Helsinki, 169 s.
- Kuusisto, E., Kauppi, L. & Heikinheimo, P. 1996. Ilmastonmuutos ja Suomi. Yliopistopaino, Helsinki, 265 s.
- Savolainen, I., Ohlström, M. & Kärkkäinen, A. 2003. Ilmasto – haaste teknologialle. Näkemyksiä ja tuloksia ClimTech-ohjelmasta. Edita, Helsinki, 208 s.
- Tuomenvirta, H. 2004. Reliable estimation of climatic variations in Finland. Finnish Meteorological Institute, Contributions 43, 82 p.



9 Koulutus ja tietoisuuden lisääminen

9.1 Ilmastoasiat Suomen koulujärjestelmässä

Ilmastonmuutosta koskevat kysymykset ovat osa ympäristökasvatusta Suomen kouluissa. Ympäristökasvatuksella on ollut selkeä paikka koulutusjärjestelmässämme jo vuosikymmenien ajan. Luonnontieteiden opiskelussa on saatu valmiudet ymmärtää ekologisen kestävyuden edellytyksiä ja myös ilmastonmuutosta. Opetussuunnitelmauudistuksessa ympäristökasvatus laajennettiin kestävää kehitystä edistäväksi kasvatukseksi. Mukaan on otettu myös taloudellinen, sosiaalinen ja kulttuurinen ulottuvuus; päämääränä on opettaa ja oppia rakentamaan tulevaisuutta ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestäville ratkaisuille.

Koulutusta ohjaavat kansalliset säädökset ja strategiat antavat kouluille velvoitteen kestävä kehityksen edistämiseen. Valtioneuvoston koulutuksen ja tutkimuksen kehittämissuunnitelma (2003–2008), Opetushallituksen tulevaisuusstrategia, Opetushallituksen kestävä kehityksen edistämishjelma 2002–2004 ja kansalliset opetussuunnitelmien perusteet tähtäävät siihen, että kestävä kehityksen näkökulmista muodostuu luonteva ja pysyvä osa opetusta ja arkipäätöksiä.

Sekä perusopetuksen että lukion opetussuunnitelmien perusteissa kestävä kehitys on aihekokonaisuutena ja se tulee sisällyttää paikallisessa opetussuunnitelmatyössä kaikkiin oppiaineisiin ja yhteisiin tapahtumiin. Sen tulee myös näkyä koulun toimintakulttuurissa. Keskeistä opetussuunnitelmauudistuksessa on ympäristönlukutaidon, kansalaisvaikuttamisen ja tulevaisuusajattelun kehittäminen ja kestävään elämäntapaan oppiminen. Ammatillisessa koulutuksessa kestävä kehitys on kaikille aloille yhteinen painotus ja alan ympäristömyötäisten työtapojen osaaminen kuuluu ammattitaitoon.

Suomen kestävä kehityksen toimikuntaan asetettiin koulutusjaosto toimikaudeksi 2004–2007. Jaostossa eri hallinnonalojen, järjestöjen ja elinkeinon elämäntapajärjestöjen edustajat työstiivät kestävä kehitystä edistävän kasvatuksen ja koulutuksen strategian ja sen toimeenpanosuunnitelman vuosille 2006–2014 ja se hyväksyttiin toimikunnassa maaliskuussa 2006. Suomi julkaisi myös oman kansallisen strategian YK:n kestävä kehitystä edistävän koulutuksen vuosikymmenen 2005–2014 toimintaa varten.

Perusopetuksessa kaikki oppilaat perehtyvät ilmastokysymyksiin ja ilmastonmuutokseen, sen syihin ja seurauksiin. Lukiossa tietämystä syvennetään. Ilmastonmuutokseen liittyvät asiat ovat olleet usein esillä Suomen ylioppilastutkinon tehtävissä. Ammatillisessa koulutuksessa opitaan ammattiin liittyviä ilmansuojelukysymyksiä. Uusien opetussuunnitelmien perusteiden mukaan oppilaita tulee ohjata tutkimaan ympäristömuutoksia ja arvioimaan kriittisesti tietolähteitä ja uutisointia. Ilmiöihin perehtymiseen kuuluu omien vaikutusmahdollisuuksien pohdinta ympäristön tilan

parantamiseksi ja ympäristönsuojelun paikallisiin, valtakunnallisiin ja kansainvälisiin ohjauskeinoihin perehtyminen. Osallistumisesta ja vaikuttamisesta tulee saada kokemuksia.

Kouluissa toteutettavat alueelliset, valtakunnalliset ja kansainväliset ympäristökasvatushankkeet ja -projektit tukevat koulujen ilmansuojeluopetusta. Suomesta on mukana 125 koulua Globe-projektissa, jonka yhtenä tutkimuskohteena on ilmakehä. Globe-koulut keräävät ympäristöhavaintoja ja lähettävät niitä keskitettyyn tietokantaan Yhdysvalloissa. Sieltä ne saavat vastavuoroisesti tietoa eri puolilta maailmaa.

Myös OECD:n ENSI-hankkeessa (Environment and School Initiatives), Unescon Itämeri-projektissa ja Education for Sustainable Development / Baltic 21 E -ohjelmassa on käsitelty ilmastonmuutoskysymyksiä. ENSI-hankkeessa ilmastomuutosta on käsitelty internetissä käyttäen hyväksi yhteistoiminnallista oppimisympäristöä (Knowledge Forum). Tämä on uutta tietotekniikkaa hyödyntävä tietokantaohjelma, joka mahdollistaa yhteisen tiedonrakentamisen. Ilmastomuutoskysymykset ja niiden opettaminen koulussa on ollut ENSI-hankkeessa yksi Knowledge Forumin keskustelualue.

Yliopistoissa ja korkeakouluissa ilmastonmuutokseen liittyvä opetus kytkeytyy alan tutkimukseen, jota on tarkemmin kuvattu luvussa 8. Ilmastoasioita käsitellään yliopisto-opetuksessa myös monitieteisten ympäristökasvatuksen opintojen yhteydessä. Niitä on tarjolla eri tiedekuntien opiskelijoille, mutta myös luokanopettajaksi opiskeleville sekä eri aineiden aineenopettajille. Ympäristökasvatusopintojen yhteydessä tarkastellaan ilmakehässä tapahtuvia muutoksia ja keinoja vähentää niitä. Kuitenkin vain pieni osa muista kuin luonnontieteiden opettajista on saanut perus- ja täydennyskoulutuksessa ympäristökysymysten käsittelyyn liittyviä tietoja, taitoja ja pedagogisia valmiuksia.

Eri tahot ovat tuottaneet oppimateriaaleja kouluille ilmaston muutoksesta. Esimerkiksi "Ilmasto jäähyllle"- oppimateriaalipaketti sisältää tehtäviä ja vinkkejä ilmastonmuutoksen käsittelyyn koulussa. Materiaali tuotettiin vuonna 2003 osana hanketta, joka pyrki lisäämään ilmastonmuutoksen käsittelyä opetuksessa ja auttamaan kouluja arkikäytäntöjen muuttamisessa ilmastoystävällisemmäksi. Internetissä on runsaasti verkossa toimivia ilmastomuutosta käsitteleviä opetuskokonaisuuksia. Vuonna 2001 tuotettiin verkossa toimiva opetuskokonaisuus "Sää ja ilmasto". Ohjelman havainnolliset animaatiot perehdyttävät käyttäjän syvällisesti ilmastokysymysten problematiikkaan. Opetushallitus on koonnut hyviä verkkoaineistoja Opetushallituksen verkkosivuille kestävän kehityksen verkkopalveluun www.edu.fi/teemat/keke.

9.2 Yleisen tietoisuuden lisääminen

9.2.1 Valtiovallan toimet

Hallituksen ilmastopolitiikan yleistavoitteena on tiedottaa kaikista toimenpiteistä ja päätöksistä mahdollisimman avoimesti. Laajapohjaisen, ympäristöministeriön johtaman Ilmastofoorumin tehtävänä on erityisesti ilmastomuutosta koskevan tietoisuuden lisääminen. Foorumissa on noin 60 jäsentä, jotka edustavat ministeriöitä, teollisuutta, ympäristöalan kansalaisjärjestöjä, tutkimuslaitoksia ja työelämän järjestöjä. Foorumin kokoukset tarjoavat mahdollisuuden tiedon välittämiseen ja näkökantojen esittämiseen. Ilmastofoorumi järjestää myös julkisia seminaareja, joissa on käsitelty mm.

tulevia ilmastoneuvotteluja. Näihin ovat usein osallistuneet myös tiedotusvälineiden edustajat.

Useat ministeriöt ovat jakaneet tietoa ilmastonmuutokseen sopeutumisesta ja sen hillinnästä. Tämä toiminta on osin jatkuvaa, osin kampanjamuotoista, kukin ministeriö on luonnollisesti keskittynyt oman sektorinsa asioihin. Ministeriöiden www-sivuilla on tuoreita tietoja ilmastokysymyksistä. Esimerkiksi IPCC:n kolmen työryhmän arviointiraporttien tiivistelmät ja ACIA-ohjelma käännettiin suomeksi ja ne ovat netissä saatavilla¹. Toisaalta ministeriöiden asiantuntijoilla ei usein ole riittävästi aikaa ja mahdollisuuksia vastata kansalaisten ja median tietotarpeisiin.

Ministeriöiden välinen yhteistyö tehostui vuonna 2002, kun Ilmastonmuutoksen viestintäohjelma käynnistyi. Tällaisen, kansalaisten tietoisuutta lisäävän ohjelman tarve oli nostettu esiin Kansallisen ilmastostrategian käsitelyssä eduskunnassa keväällä 2001. Ohjelma rahoittaa viestintähankkeita, jotka on suunnattu eri kohderyhmille, esimerkiksi energia- ja jätealan yrityksille, yhteisöille ja kunnallisille toimijoille, opettajille sekä maa- ja metsätalouseläimien yrittäjille. Hankkeiden avulla kerrotaan muun muassa, miten jokainen voi omalla toiminnallaan vaikuttaa ilmastonmuutoksen hillitsemiseen.

Vuoden 2004 loppuun mennessä Ilmastonmuutoksen viestintäohjelmalle tuli 132 hanke-esitystä, joista 30 hyväksyttiin. Kokonaisrahoitus oli 730 000 euroa. Uusin tutkimus- ja asiantuntijatieto on saatu käyttöön hankkeiden kautta. Yhteistyö ja eri tahojen yhteiset hankkeet ovat tehostaneet tiedon levitystä ja rohkaisseet uusiin työmuotoihin.

Ilmastonmuutoksen viestintäohjelma on tuottanut tietopaketteja ja järjestänyt erityisesti ammattilaisille suunnattuja seminaareja. Ilmastonmuutosta koskevien aineistojen ohella on pyritty kehittämään osallistujien viestintätaitoja ja -menetelmiä.

Vuonna 2005 järjestettiin kaksi hakukierrosta, joiden painopisteenä oli tavallisten kuluttajien tavoittaminen. Samalla arvioitiin muiden maiden viestintäkampanjoissa saatuja kokemuksia. Ilmastonmuutoksen viestintäohjelma jatkuu ainakin vuoden 2006 loppuun. Ohjelman omia viestintäkanavia laajennetaan niin, että ne toimivat rinnakkain hankkeiden kanssa.

Kauppa- ja teollisuusministeriö koordinoi viestintäohjelmaa, toteutuksesta vastaa Motiva Oy. Mukana ovat myös ympäristöministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, maa- ja metsätalousministeriö sekä Opetushallitus. Ohjausryhmän muodostavat mukana olevien ministeriöiden edustajat.

1 www.fmi.fi/kuvat/WG1SPMFI.pdf, www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=12804, www.vtt.fi/services/cluster5/; www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=26140&lan=fi

Ilmastonmuutoksen viestintäohjelma; hankkeet 2002–2005

Yleistiedotus

Ilmasta iloa – valintasi vaikuttavat ilmastoon

Hankkeessa tuotettiin tietoiskuja arkipäivän valintojen vaikutuksesta ilmastonmuutokseen. Ilmastomartat neuvoivat elämäntapojen muuttamisessa. **Marttaliitto ry** / Asta Kuosmanen, www.marttaliitto.fi

Ilmasto tänään ja tulevaisuudessa – koulutusta toimittajille

Kaksipäiväinen koulutustilaisuus toimittajille ja muille ilmastonmuutoksen viestinnästä kiinnostuneille. Ensimmäinen koulutus järjestetään keväällä 2006, tavoitteena vuosittainen tapahtuma. Hankkeen yhteydessä tuotetaan myös koulutusaineistot Ilmatieteen laitoksen www-palveluun. **Ilmatieteen laitos, yhteistyössä Journalistiliitto** / Reija Ruuhela, reija.ruuhela@fmi.fi, www.fmi.fi

Kansalainen, luonto ja ilmastonmuutos

Hankkeessa tuotettiin esite ilmastonmuutoksen vaikutuksista suomalaisen luontoon. Esitteessä kerrotaan myös, miten jokainen voi omilla toimillaan hidastaa muutosta. **Suomen WWF** / Laura Saarilahti, www.wwf.fi

Pihapuhe – ilmastonmuutos ja asuminen

Hankkeessa välitetään monin eri tavoin tietoa asumisen vaikutuksista ilmastonmuutokseen. Kohderyhmänä ovat sekä isännöitsijät ja huoltoliikkeet että asukkaat. Keskustelupalsta Energia-Esteri www.energiaesteri.fi. **VVO-yhtymä ja ASRA ry** / Niina Savolainen, niina.savolainen@vvo.fi, www.vvo.fi

Puhdas ilma – onko?

Hankkeessa tuotettiin puolen tunnin tietoisku ilmastonmuutoksesta suomalaisella viittomakielellä. **Kuurojen Liitto ry** / Jari Heiskanen, jari.heiskanen@kl-deaf.fi, www.kl-deaf.fi

Radio-ohjelmia ilmastonmuutoksesta

Hankkeessa tuotettiin 12 radiodokumenttia ilmastonmuutoksesta.

Uudenmaan ympäristönsuojelupiiri

Tiedettä ympäristön ja ihmisten hyvinvointia edistämään

Hankkeessa tuotettiin viisiosainen TV-sarja ilmastonmuutoksesta esitettäväksi YLEn Prisma -tiedeohjelmassa. **Rec Button Oy** / Eija Lehmuskallio

Venus-teoria

Hankkeessa tuotettiin dokumenttielokuva Venus-teoria, joka kertoo ilmastonmuutoksesta ilmiönä, sen vaikutuksista ja riskeistä. **Talent House** / Pasi Toiviainen

www.ilmasto.org

Hankkeessa kehitetään kansalaisjärjestöjen kokoamaa www.ilmasto.org -verkkopalvelua. **Maan ystävät ry** / Johannes Urpelainen, toimitus@ilmasto.org

Koulutus ja tutkimus

Energia-asiat osana julkisia hankintoja

Ilmastonmuutos ja hankinnat – uusiutuvat energialähteet, ympäristömerkitty sähkö ja energiansäästö kuntien hankinnoissa. **Suomen luonnonsuojeluliitto ry (SLL) yhteistyössä: Kuntaliitto, Efeko ja SYKE** / www.ekoenergia.info

Eväitä ilmastokeskustelun pureskeluun

Hankkeessa kootaan viestintäpaketti, jolla pyritään parantamaan kansalaisten kykyä ymmärtää ja analysoida kriittisesti ilmastonmuutosta koskevaa keskustelua. Aineistoa testataan lukioissa. **Suomen ympäristökeskus SYKE** / Jari Lyytimäki, jari.lyytimaki@ymparisto.fi, www.ymparisto.fi

Ilmari – ilmastotietoa kouluille

Hankkeessa koulutetaan ympäristöjärjestöjen ilmastolähettiläitä, jotka kiertävät peruskoulujen 7.–9. luokilla ja lukioissa, pitävät tietoisuuksia sekä aktivoivat nuoria ilmasto-projekteihin. Aineistot on koottu osoitteeseen www.ilmasto.org. **Nuorten Akatemia ry ja nuorten ympäristöjärjestöt** / Kirsi Airaksinen, puh. (09) 3487 3106, kirsi.airaksinen@nuortekatemia.fi ja Riitta Savikko, riitta.savikko@maanystavat.fi

Ilmasto jäähylle!

Hankkeessa koottiin yhteen ilmastonmuutokseen liittyvät opetusmateriaalit, tuotettiin koulutusaineistoa, tehtäviä ja vinkkejä opetukseen sekä koulutettiin peruskoulun ja lukion opettajia. **Suomen Ympäristökasvatuksen Seura ry** / Erja Solla, www.sykse.net

Ilmastonmuutos – haaste tutkimukselle ja koulutukselle

Hankkeessa järjestettiin seminaari, jonka tavoitteena oli välittää tietoa eri tutkimusalueiden kesken, parantaa tutkijoiden välistä yhteistyötä ja herättää julkista keskustelua. **Ilmansuojeluyhdistys ry** / Kari Hämekoski, www.netlife.fi/isy

Ilman muutosta

Hankkeessa tuotettiin Ilman muutosta -verkkokoulu (www.tat.fi/2003/ Nuoris- ja koulupalvelu / Verkkokoulu / Ilman muutosta) joka välittää tietoa ilmastonmuutoksen vaikutuksista kansalaisten jokapäiväiseen elämään, yrityksiin ja kansantalouteen. Opettajia koulutettiin. **Taloudellinen Tiedotustoimisto** / Tomi Alakoski, www.tat.fi

Ilmastonmuutos Varsinais-Suomessa

Hankkeessa kootaan Varsinais-Suomen ilmastotoimet ja -suunnitelmat opintokokonaisuudeksi, joka julkaistaan YLEn Vihreä polku -verkkopalvelussa. Kohderyhmänä ovat toisen asteen oppilaitokset ja korkeakoulu. **Efektia Oy, Varsinais-Suomen Energiatoimisto, Turun ammattikorkeakoulu ja YLE Foorumi** / Henna Hauta-Heikkilä, henna.hauta-heikkila@efektia.fi, www.yle.fi/vihreapolku

Lämpeneekö ilmastomme?

Hankkeessa valmisteltiin Lämpeneekö ilmastomme -näyttely Tiedekeskus Heurekaan. Näyttely havainnollisti ilmastotutkimuksen nykyvaiheita ja ihmisten, erityisesti nuorten, omia vaikutusmahdollisuuksia. Näyttelyn jälkeen skenaariomallit siirrettiin myös Ilman muutosta -verkkokouluun. **Tiedekeskussäätiö (Heureka)** / www.heureka.fi

Kunnat ja muut alueelliset toimijat

Haja-asutuksen ilmastovaikutukset

Hankkeessa tuotettiin kuntien luottamusmiehille ja rakentajille esiteaineistoa haja-asutuksen vaikutuksista ilmastomuutokseen. **Suomen Kuntaliitto** / Ritva Laine, www.kunnat.net, www.kuntaliitto.fi

Ilmastomuutostietoa kuntiin

Hankkeessa koottiin neuvontaverkosto, jonka tehtävänä oli aktivoida kuntien luottamusmiehiä ja työntekijöitä tuottamalla heille ilmastomuutokseen liittyvää tietoa ja asiantuntijapalvelua. **Suomen Kuntaliitto** / Kalevi Luoma, www.kunnat.net, www.kuntaliitto.fi

Ilmastoviestintää Turussa

Hankkeessa viedään tietoa ilmastomuutoksesta ja sen hillitsemisestä Turun kaupungin hallintokuntien työntekijöille, virkamiehille ja päättäjille. **Varsinais-Suomen Energiatoimisto** / Liisa Harjula, liisa.harjula@vsenergiatoimisto.fi, www.vsenergiatoimisto.fi

Teoriasta käytäntöön Kuopiossa

Hankkeen tavoitteena oli edistää Kuopion ilmastostrategian toteuttamista neuvonnalla, koulutuksella ja tiedotuksella. Kohderyhmänä olivat kaikki joita strategia koskee, yksityisistä kaupunkilaisista yrittäjiin ja päättäjiin. **Kuopion kaupungin ympäristökeskus** / Erkki Pärjälä, www.kuopio.fi

Energia- ja jäteala

Aurinkoenergian integrointi öljylämmitykseen

Hankkeessa tuotetaan aineistoa aurinkoenergian integrointimahdollisuuksista öljylämmitykseen. Hanke keskittyy kouluttamaan alan opiskelijoita ja asennusliikkeitä. Hanke liittyy öljyalan energiansäästöohjelma Höylään. **Öljyalan Palvelukeskus Oy** / Eero Kourula, eero.kourula@oil.fi, www.okkl.fi

Energia ja ilmasto

Hankkeessa tuotetaan koulutusaineistoa ja koulutetaan energiayhtiöiden asiakaspalveluhenkilöstöä energi-antuotannon ja energian käytön vaikutuksista ilmastomuutokseen. **Energiäteollisuus ry** / Pekka Tiusanen, pekka.tiusanen@energia.fi, www.energia.fi

Ilmastoasiat mukaan jäteneuvontaan

Hankkeessa järjestetään seminaareja ja koulutustilaisuuksia sekä tuotetaan aineistoa ilmastomuutoksesta ja jätteistä mm. tarinankerronnan avulla. Kohderyhmänä ovat jäteneuvojat ja muut jätealan viestijät. Aineistot on koottu sivustolle www.jly.fi/ekoteho. **Jätelaitosyhdistys ry**

Jäteveden käsittely ja ilmasto

Hankkeessa kootaan tietopaketti, johon sisältyvät jäteveden mädättämisessä syntyvän biokaasun tuotannon ja hyödyntämisen ilmastovaikutukset sekä keskeiset keinot biokaasun hyödyntämiseksi energiantuotannossa. **Teknologiakeskus Hermia Oy, Sentre – Kestävien energiaratkaisujen keskus** / Jussi Orhanen, jussi.orhanen@sentre.fi, www.sentre.fi

Neuvontaa lämmitysjärjestelmän valinnassa

ENEOKO – Energia- ja lämmitysjärjestelmätietoa omakotitaloihin -hankkeen tavoitteena on lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä pientaloissa. Hanke toteutetaan Varsinais-Suomen alueella omakotiryhdytysten energiaoissa 25 kpl. Lisäksi toteute-

taan viisikymmentä talokohtaista neuvontakäyntiä, tietoa jaetaan Turun Rakentamisen ja Asuminen messuilla ja paikallisten tiedotusvälineiden avulla. Yhteistyössä Omakotiliiton kanssa järjestetään kuusi energialtaa eri puolilla Suomea. **Turun Kaupunki / Varsinais-Suomen Energiatoimisto ja Suomen Omakotiliitto** / Anne Ahtiainen, anne.ahtiainen@vsenergiatoimisto.fi, www.vsenergiatoimisto.fi

Tulisijojen energiatehokas käyttö

Hankkeessa tiedotetaan tulisijojen oikeasta käytöstä ja puun varastoinnista. Nuohoojat aktivoivat ja neuvovat tulisijojen käyttöä henkilökohtaisesti nuohoojan työn ohessa. **Nuohosalan Keskusliitto ry** / Mika Uronen, mika.uronen@nuohoojat.fi, www.nuohoojat.fi

Yleisötapahtumien jätehuolto

Hankkeessa viestitään monin tavoin jätehuollon järjestämisestä yleisötapahtumissa ja lajittelun vaikutuksesta ilmastonmuutokseen. Kohderyhmänä ovat tapahtumien järjestäjät ja niiden jätevästaavat sekä yleisö. **Roskajoukko** / Henriikka Tuovinen, henriikka.tuovinen@paperinkerays.fi, www.roskajoukko.com

Muut toiminta-alueet

Alueelliset liikennefooromit

Hankkeessa järjestettiin tilaisuuksia ja tapahtumia jyvaskyläläisissä kouluissa, työpaikoilla ja asukasyhdistyksissä. Tarkoituksena oli etsiä ratkaisuja joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen edistämiseksi sekä yksityisautoilun vähentämiseksi Jyväskylässä. **Suunnitteluverkko a4, Jyväskylän kaupunki, Keski-Suomen ympäristökeskus** / Tanja Tuulinen, tanja.tuulinen@ymparisto.fi www.jyvaskyla.fi/liikenne/alf

Ilmastonmuutos haasteena rakennuttamisessa

Hankkeessa aktivoitiin rakennusalan ammattilaisia, erityisesti rakennuttajia, hakemaan ilmastotietoa. **Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry** www.rakli.fi

Ilmastonmuutos ja metsätalous

Hankkeessa tuotettiin esite ja tietopaketti Metsä vastaa -verkkopalveluun www.metsavastaa.net, www.skogsreflexen.net. Aineisto on tarkoitettu ensisijassa metsäalan ammattilaisille ja metsänomistajille. **Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio** / Tuula Viirret, www.tapio.fi

Ilmastonmuutos ja tavarakuljetukset

Kuljetuspalveluja tarjoaville yrityksille ja heidän asiakkailleen tuotetaan monipuolisesti tietoa Ilmastonmuutoksen yhteydestä tavarakuljetuksiin. **Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry** / Pasi Moisio, pasi.moisio@skal.fi, www.skal.fi

Ilmastotietoa kasvihuoneyrityksille

Viestintäprojekti kokoaa ja välittää tietoa siitä, miten energiansäästöä ja uusiutuvia energialähteitä voidaan hyödyntää kustannustehokkaasti kasvihuonetuotannossa. Samalla alennetaan hiilidioksidipäästöjä. **Gaia Group Oy** / Jari Hiltunen, jari.hiltunen@gaia.fi, www.puutarhaliitto.fi/neuvonta.html ja ruotsinkielisenä: osp.agrolink.net

Palveluyritykset toimintaan ilmaston puolesta

Hankkeessa kootaan Tampereen alueen pienyrityksiä, kuten suutareita, pyöräkorjamoja ja konekorjamoja, mukaan ilmastonmuutoksen torjuntaan. **Ekokumppanit Oy**, Moreenia / Suvi Holm, suvi.holm@tt.tampere.fi, www.ekokumppanit.fi/ilmaston-puolesta



Kuva 9–1 Lämpeneekö ilmasto? Lapset voivat itse tutkia asiaa Tiedekeskus Heurekassa. (Kuva: Ilmastonmuutoksen viestintäohjelma).

Puutuotteiden käytön ilmastovaikutukset

CEI-Bois:in ja NTC:n julkaiseman Puutuotteiden käytön ilmastovaikutukset aineisto julkaistaan suomeksi. Aineisto syventää tietoa ja näkökulmia puun käyttöön liittyvistä ilmastovaikutuksista. **Metsäteollisuus ry ja Wood Focus** / Petri Heino, www.puuinfo.fi ja www.forestindustries.fi

Seminaareja metsäalan ammattilaisille

Hankkeessa järjestetään kuusi metsäalan ammattilaisille tarkoitettua seminaaria eri puolella Suomea. **Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu ja Tapio** / Kari Kuokkanen, kari.kuokkanen@ncp.fi, www.metsävastaa.net, www.skogsreflexen.net.

Vaihtoehtoja kestävään liikkumiseen

Hankkeessa koottiin sivustoon www.kulku.info perustiedot kestävästä liikkumisesta ja yksityisautoilulle vaihtoehtoisista liikkumismuodoista sekä linkit muihin verkkopalveluihin, kuten julkisen liikenteen reittioppaisiin. Kohderyhmänä ovat pääkaupunkiseudun nuoret aikuiset ja liikkumisvaihtoehtoista kiinnostuneet. **WSP LT-Konsultit Oy** / Maija Stenvall, majja.stenvall@wspgroup.fi

Viljelijä ja ilmastonmuutos

Hankkeessa tuotettiin esite ja koulutusaineistoa maatalouden aiheuttamista päästöistä ja niiden vähentämiskeinoista. Kohderyhmänä ovat maanviljelijät sekä maatalousalan opettajat ja neuvojat. **Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT** / Paula Perälä, www.mtt.fi

Lisätietoja ohjelmasta ja hankkeista: www.ilmastonmuutos.info

Ohjelmapäällikkö Kirsti Kärkkäinen, kirsti.karkkainen@ilmastonmuutos.info

Liikenne- ja viestintäministeriö sekä kauppa- ja teollisuusministeriö rahoittavat kahta kampanjaa, joilla pyritään muuttamaan kansalaisten liikennekäyttäytymistä. Vuonna 2005 käynnistynyt kaksivuotinen ”Malttia ja viisautta teille” -kampanja haastaa tienkäyttäjät turvalliseen ja taloudelliseen ajotapaan. ”Liikenne ja liikkuminen” -kampanja (2005–2007) kannustaa energiatehokkaaseen liikkumiseen kuten pyöräilyyn ja kävelyyn. Molempia kampanjoita koordinoi Motiva.

9.2.2 Muut toimenpiteet

Motivalla on runsaasti myös muita aktiviteetteja ilmastonmuutosta koskevan tietoisuuden lisäämiseksi. Tämä Suomen valtion omistama yhtiö tuottaa energian säästöä ja uusiutuvaa energiaa koskevaa materiaalia kotitalouksille, yrityksille ja yhteisöille. Tiedon välityksen keinoja ovat www-sivut, esitteet, oppaat ja julkaisut, seminaarit ja tilaisuudet, messut ja näyttelyt. Motiva tukee myös muita organisaatioita materiaalin tuotannossa ja uusien toimintamuotojen kokeilussa.

Motiva käynnisti vuotuiset Energiansäästöviikot vuonna 1996. Niiden tavoitteena on lisätä tietoisuutta tarkoituksenmukaisesta energiankäytöstä. Säästöviikon aikana yritykset ja yhteisöt tempaisevat itse valitsemallaan tavalla oman energiankäyttönsä tehostamiseksi tai lisätäkseen asiakkaidensa tietoisuutta tehokkaasta energiankäytöstä. Vuonna 2003 mukana oli noin kuusisataa yritystä. Tuolloin yritykset tukivat peruskoulujen osallistumista ja kaikkiaan saatiin mukaan yli 30 000 koululaista.

Energiatotalisuus ry on myös aktiivinen tiedon jakaja. Kotitalouksille jaetaan neuvoja Adaton (energia-alan julkaisu-, koulutus- ja tietopalveluyhtiö) kautta. Kansalaiset voivat esimerkiksi laskea sähkönkulutuksensa ja sen jakauman yksinkertaisen Sähkötohtori-ohjelman avulla.

Kuntasektori pyrkii monin tavoin tiedottamaan ilmastoasioista, muun muassa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiskeinoista. Energiantuotanto, liikenne, maankäytön suunnittelu ja jätehuolto ovat keskeisiä aihepiirejä. Kunnat järjestävät kyselyjä ja mielipidemittauksia voidakseen suunnitella toimintaansa ja löytääkseen tehokkaita menettelytapoja.

Kunnat voivat vähentää kasvihuonepäästöjään monella tavalla. Yleisimpiä ovat energiansäästö, uusiutuvan energian käytön edistäminen, energiantuotannon tehostaminen ja jätehuollon kehittäminen. Muita tapoja ovat energiapalvelujen kilpailuttaminen, uuden teknologian käyttöönotto ja energiatarkastukset.

Suomen Kuntaliitto tekee aktiivista ilmastotyötä. Sen ilmastokampanjassa on mukana 48 kuntaa, joiden osuus on lähes puolet maamme väestöstä. Kunnat ovat eri vaiheessa kampanjan toteuttamisessa. Useissa kunnissa tehdään perusanalyyskejä kasvihuonekaasupäästöjen laskemiseksi ja laaditaan toimenpideohjelmia päästöjen vähentämiseksi.

Ilmatieteen laitos tuottaa runsaasti tietoa kansalaisille ilmaston vaihteluista ja muutoksesta sekä ilmakehän koostumuksesta. Mielenkiinto aihepiiriä kohtaan on viime vuosina voimakkaasti lisääntynyt; laitoksen nettisivuilla käytiin vuonna 2003 noin 23 miljoonaa kertaa. Laitoksen kirjastossa on runsaasti alan kirjallisuutta ja julkaisuja. Ilmatieteen laitoksen johtama Suomen IPCC-ryhmä järjestää seminaareja, joiden teemat pohjautuvat tämän tieteellisen elimen työhön.

Useat ympäristöalan kansalaisjärjestöt ovat aktiivisesti lisänneet tietoisuutta ilmastokysymyksistä. Niillä on laajat nettisivut ilmastosta, kasvi-



Kuva 9-2 Lumiukkojen mielenosoitus ilmastonmuutosta vastaan Eduskunnan portailla helmikuussa 2005. (Kuva: Maan ystävät).

huonekaasuista ja muista aiheista. Ne ovat myös pitäneet seminaareja, valokuvanäyttelyitä ja kampanjoita. Esimerkiksi Maan ystävät järjesti helmikuussa 2005 lumiukkojen mielenosoituksen ilmastonmuutosta vastaan 17 paikkakunnalla (Kuva 9-2).

9.3 Ilmastonmuutos suomalaisessa mediassa

Suomen tiedotusvälineet ovat käsitelleet ilmastokysymyksiä laajasti 1990-luvun alusta lähtien. Alkuvaiheessa virikkeitä antoi erityisesti SILMU-ohjelma, jonka tutkijoita haastateltiin usein eri tiedotusvälineissä. Lauhojen talvien jaksolla 1990-luvulla lisäsi kansalaisten kiinnostusta aiheeseen.

Luukkanen & al. (2000) analysoivat Kioton pöytäkirjan hyväksymistä ja EU:n sisäisen taakanjaon sopimista seurannutta lehtikirjoittelua. Suomen tavoitteesta palauttaa päästöt vuoden 1990 tasolle oltiin vahvasti eri mieltä. Ympäristöministeriö, Vihreä liitto ja ympäristöalan kansalaisjärjestöt pitivät sitä minimitalvoitteena. Eräät muut ministeriöt, energiayhtiöt ja teollisuuden järjestöt katsoivat, että tavoite on liian tiukka. Kahtiajakoa esiintyi myös arvioitaessa tavoitteen seurauksia. Teollisuuden kilpailukykyyn heikkeneminen aiheutti huolta, toisaalta nähtiin uusiutuvan energian kehittämisen luovan mahdollisuuksia ja työpaikkoja.

Viidettä ydinvoimalaa koskeva keskustelu ja poliittinen väittely velloivat vahvoina 1990-luvun lopulla. Ne lisäsivät myös selvästi median mielenkiintoa ja kansalaisten tietoisuutta ilmastokysymyksistä. Ilmastostrategian valmistuminen vuonna 2001 vaikutti samaan suuntaan. Kun eduskunta sitten hyväksyi niukasti ydinvoimalan rakentamisen kesäkuussa 2002, mielenkiinto jossain määrin väheni.

Euroopan unionin päästökauppaa koskeva aloite käynnisti uuden media- ja keskusteluaallon. Sitä vilkastuttivat poikkeukselliset sääilmiöt meillä ja muualla, samoin tieteen uudet tulokset. Jälkimmäisestä esimerkkinä mainittakoon arktisten alueiden tilaraportin julkaiseminen marraskuussa 2004. Kioton pöytäkirjan voimaantulo helmikuussa 2005 pantiin myös laajasti merkille.



Kuva 9–3 Myös pienyrittäjät ovat havainneet ilmastonmuutoksen vetovoiman. 'Kasvihuoneilmiö' on huoltoasema ja antiikkikauppa valtatievarrella Helsingin ja Turun puolivälissä. (Kuva: Esko Kuusisto).

Ilmastonmuutoksen viestintäohjelmassa analysoitiin 1264 sanomalehtiartikkelia, joissa oli tarkasteltu ilmastokysymyksiä tammi-syyskuun 2004 välillä. Noin 45 % käsitteli ilmastotutkimusta, 13 % oli kolumneja ja mielipidekirjoituksia, 13 % arvioi ilmastopolitiikkaa, 11 % liittyi päästöihin ja päästökauppaan. Viestintäohjelman ja muiden kampanjoiden osuus aiheista oli 16 %. Kaksi prosenttia oli sellaisia kirjoituksia, joissa tekijä epäili ihmisen osuutta ilmastonmuutokseen.

Tutkimustietoa ilmastonmuutoksesta on myös laajalti kansantajuistettu. SILMU-ohjelmasta julkaistiin kirja "Ilmastonmuutos ja Suomi" (Kuusisto & al. 1996), samoin FIGAREsta ("Globaalimuutos"; Kuusisto & Käyhkö 2004). Myös ClimTech-ohjelman tulokset julkaistiin suomenkielisenä kirjana (Savolainen & al. 2003). Eri TV-kanavat ovat usein esittäneet ilmastoaiheisia dokumentteja ja järjestäneet keskusteluja.

Ilmastonmuutos on ollut teemana myös monissa kulttuuritapahtumissa ja näyttelyissä. Tiedekeskus Heureka oli aiheesta jo vuonna 1996 laajan näyttely, joka kiersi myös muualla maassa. WWF Suomi järjesti kansainvälisen valokuvanäyttelyn "Images Beyond the NAKED EYE" Helsingissä vuonna 2000, siinä valotettiin ilmastonmuutosta sekä ihmisen että luonnon kannalta. Arktisella keskuksella oli vuonna 2002 näyttely "Jäätiköt - jäätyneet varat", joka käsitteli jäätikkö- ja lumitutkimusta korkeilla leveysasteilla. Helmi-maaliskuussa 2004 Kemissä ja Rovaniemellä oli esillä "The Snow Show", johon yli 30 tunnettua taiteilijaa ja arkkitehtiä (mm. Yoko Ono, Anish Kapoor, Tadao Ando ja Zaha Hadid), oli suunnitellut massiivisia lumi- ja jääteoksia.

9.4 Kansalaisten tietotaso ja asenteet

Suomalaisten tietämystä ja mielipiteitä ilmastoasioista on kartoitettu useissa tutkimuksissa. Tieteen Tiedotus ry:n tiedebarometrissa 2004 haastateltiin 2500 iältään 18–70 -vuotiasta suomalaista. Kyselyyn sisältyi mm. väittämä ”Ilmastonmuutoksen eteneminen on todellinen ja vakava uhka, joka vaatii poliittisilta päättäjiltä tehokkaita toimia”. Täysin tai jokseenkin samaa mieltä oli 84 % vastaajista, missään ryhmässä täysin tai jokseenkin eri mieltä olevien osuus ei ylittänyt kymmentä prosenttia.

Samassa kyselyssä vain 25 % vastaajista oli sitä mieltä, että tiede voi löytää keinot ilmastonmuutoksen hidastamiseen tai pysäyttämiseen, lähes puolet (45 %) epäili asiaa. Toisaalta tieteen kykyyn estää ympäristön pilaantumista ja jopa parantaa ympäristön tilaa uskoi 45 % vastaajista ja vain 32 % oli toista mieltä.

Vastaajien tarvetta saada tieteellistä tietoa mittasi lausuma ”Tiedotusvälineiden tulisi tarjota nykyistä enemmän tietoa tieteestä”. Lähes kolme neljäsosaa oli tätä mieltä eikä eri vastaajaryhmien välillä ollut kovin merkittäviä eroja.

Taloustutkimus Oy teki ilmastoasioihin painottuvan kyselyn joulukuussa 2004 kauppa- ja teollisuusministeriön toimeksiannosta. Haastateltavia oli noin tuhat, ikäjakauma 15–79. Tämä kysely, ”Kansalaisten näkemykset ilmastonmuutoksesta”, osoitti suomalaisten tuntevan ilmastoasioita melko hyvin ja olevan huolissaan tulevasta kehityksestä. Rankkoja sateita, tulvia ja myrskyjä piti vakavana uhkana 50 % ja melko vakavana uhkana 36 % vastaajista. Tätä uhkaa pidettiin suurimpana; seuraavina olivat köyhyyden lisääntyminen kehitysmaissa, hyönteisten ja kasvitautien aiheuttamat tuhot sekä pahenevat kuivakaudet.

Monet olivat halukkaita toimimaan ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi; vain 4 % uskoi, etteivät he voi tehdä mitään. Yksittäisistä asioista kiinnostivat eniten jätteiden lajittelu ja kierrätys (88 %), energian säästäminen (85 %), biojätteiden kompostointi (80 %), kulutuksen ja jätteiden vähentäminen (80 %) sekä uusiutuvien energialähteiden käyttö lämmityksessä (74 %). Eko- tai norppasähkön ostaminen ja autoilun vähentäminen olivat vähiten kiinnostavia vaihtoehtoja.

Naiset olivat useimmissa asioissa miehiä halukkaampia toimimaan. Valmius vaihteli myös ikäryhmittäin. Esimerkiksi jätteiden lajittelu ja kierrätys ei kiinnosta 15–24 -vuotiaita yhtä paljon kuin iäkkäämpiä. Nämä taas eivät ole nuorten lailla valmiita hyödyntämään teknologian tarjoamia mahdollisuuksia kuten etätyötä.

Toimintavalmiuksien ohella tässä kyselyssä selvitettiin vastaajien näkemyksiä ilmastonmuutoksen vaikutuksista omaan elämään. Noin neljännes vastaajista mainitsi ”vanhojen, hyvien talvien menettämisen”. Lähes puolet ei nimennyt yhtään vaikutusta.

TNS Gallup Oy selvitti Energiateollisuus ry:n toimeksiannosta suomalaisten asenteita ydinvoimaan vuonna 2004. Noin 46 % vastaajista kannatti ydinvoimaa, 25% vastusti ja 29 % ei ilmaissut mielipidettään. Ero kannattajien ja vastustajien välillä oli suurempi kuin yhdessäkään aikaisemmassa kyselyssä 22 vuoden aikana. Keskimääräistä enemmän ydinvoimaa kannattivat miehet (63 %), viljelijäväestö (55 %), korkeasti koulutetut (54 %), toimistotyöntekijät (50 %) ja yli viisikymmenvuotiaat (50 %).

9.5 *Kansainvälinen toiminta*

Edellä jo todettiin, että Suomi on ollut mukana useissa kansainvälisissä ilmastokampanjoissa ja ohjelmissa (kuntien ilmastokampanja, koulujen Globe-ohjelma). Eräät kehitysyhteistyöhankkeet ovat myös pyrkineet ilmastotietoisuuden lisäämiseen kohdemaissa. Metsäsektorin ohjelmissa on yleisesti painotettu kestävä metsänhoidon periaatteita.

Ilmastonmuutoksen viestintäohjelmalla on ollut yhteyksiä useisiin Euroopan maihin. Eräitä ohjelman hankkeita on esitelty kansainvälisissä konferensseissa ja vastaavan ruotsalaisen kampanjan kanssa on tehty yhteistyötä.

Suomi on ollut aktiivinen arktisten alueiden ilmastokysymyksissä kuten ACIA-raportin valmistelussa. Suomi aikoo myös olla painokkaasti mukana Kansainvälisen polaarivuoden 2007–2008 toteuttamisessa, mikä on merkittävä mahdollisuus edistää ilmastotietoisuutta pohjoisilla alueilla.

VIITTEITÄ

- Kuusisto, E., Kauppi, L. & Heikinheimo, P. 1996. Ilmastonmuutos ja Suomi. Yliopistopaino, Helsinki, 265 s.
- Kuusisto, E. & Käyhkö, J. 2004. Globaalimuutos. Kustannusosakeyhtiö Otava, Helsinki, 169 s.
- Luukkanen, J., Kaisti, H., Perimäki, A., Tirkkonen, J., Vehmas, J. and Karppi, I. 2000. Kohti hyväksyttävää ilmastostrategiaa. *Suomen ympäristö* 474, Helsinki.
- Savolainen, I, Ohlström, M. and Kärkkäinen, A. 2003. Ilmasto – Haaste teknologialle. Näkemyksiä ja tuloksia ClimTech-ohjelmasta. Edita, Helsinki, 208 p.

Raportissa esiintyviä englanninkielisiä lyhenteitä ja termejä

ACEA	European Automobile Manufacturers Association
ACIA	Arctic Climate Impact Assessment
AMAP	Arctic Monitoring and Assessment Programme
BALTEX	Baltic Sea Experiment
BASIS	Barents Sea Impact Study
BAT	Best Available Techniques
CAA	Civil Aviation Administration
CAP	Common Agricultural Policy
CCP	Cities for Climate Protection
CDM	Clean Development Mechanism
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research
CHIP	Changing Climate and Impact on Potato Yield and Quality
CHP	Combined Heat and Power Production
CIS	Commonwealth of Independent States
CLIMTECH	Technology and Climate Change Programme
COP	Conference of Parties
CRF	Common Reporting Format
DREMFIA	Dynamic Regional Sector Model of Finnish Agriculture
ECCP	European Climate Change Programme
EFTA	European Free Trade Association
EFI	European Forest Institute
EMAS	Eco-management and Audit Scheme
ESI	Environmental Sustainability Index
EMU	European Monetary Union
ETSAP	Energy Technology Systems Analysis Programme
EUMETSAT	European Meteorological Satellite Organisation
FFCS	Finnish Forest Certification System
FIBRE	Finnish Biodiversity Research Programme
FIGARE	Finnish Global Change Research Programme
FINSKEN	Developing Consistent Climate Scenarios for Finland
GAW	Global Atmospheric Watch
GCM	Global Circulation Model
GCOS	Global Climate Observing System
GDP	Gross Domestic Product
GEF	Global Environment Facility
GHG	Greenhouse Gas
GTAP	Global Trade Analysis Project
HELCOM	Helsinki Commission
HFCs	Hydrofluorocarbons
IASC	International Arctic Science Committee
ICAO	International Civil Aviation Organisation
ICLEI	International Council for Local Environmental Initiatives
IEA	International Energy Agency
IGBP	International Geosphere-Biosphere Programme
IPALAC	International Program for Arid Land Crops
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IMO	International Maritime Organisation
IUCN	World Conservation Union
JAMA	Japanese Automobile Manufacturers Association
JJ	Joint Implementation
KAMA	Korean Automobile Manufacturers Association

LDC	Least Developed Countries
LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry
NACD	North Atlantic Climatological Data Set
NARP	Nordic Arctic Research Programme
NCS	National Climate Strategy
NDF	Nordic Development Fund
NEMO	Advanced Energy Systems and Technologies
NMVOG	Non-Methane Volatile Organic Compounds
ODA	Official Development Assistance
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OTC	Over The Counter
PCF	Prototype Carbon Fund
PEFC	Pan-European Forest Certification
PFCs	Perfluorocarbons
PISA	Programme for International Student Assessment
QA	Quality Assurance
QC	Quality Control
SBI	Subsidiary Body for Implementation
SBSTA	Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice
SILMU	Finnish Research Programme on Climate Change
SUNARE	Research Programme on Sustainable Use of Natural Resources
SWECLIM	Swedish Regional Climate Modelling Programme
TAR	Third Assessment Report (of IPCC)
TFESSD	Trust Fund for Environmentally and Socially Sustainable Development
TGF	Testing Ground Facility (of the Baltic Sea Region Energy Co-operation)
TPES	Total Primary Energy Supply
TUNDRA	Tundra Degradation in the Russian Arctic
UNCBD	United Nations Convention on Biological Diversity
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNFF	United Nations Forum on Forests
WAM ¹	With Additional Measures
WM ²	With Measures
WCRP	World Climate Change Programme
WMO	World Meteorological Organisation
WSSD	World Summit on Sustainable Development
WWF	World Wildlife Fund

-
- 1 WAM-skenaario eli toimenpideskenaario sisältää nykyisten toimien lisäksi uusia politiikka-toimia, joilla pystytään saavuttamaan asetetut päästövähennysveloitteet
 - 2 WM-skenaario eli perusskenaario kuvaa kehitystä jo voimassa olevien politiikkatoimien ja kehityksen valossa

Yksiköt ja muuntokertoimet

Muuntokertoimet energiayksiköiden välillä

	toe	MWh	GJ	Gcal
toe	1	11,63	41,868	10
MWh	0,086	1	3,6	0,86
GJ	0,02388	0,2778	1	0,2388
Gcal	0,1	1,163	4,1868	1

Esimerkki 1 toe = 11,63 Mwh

Etuliite

k	= kilo	=10 ³	=1 000
M	= mega	=10 ⁶	=1 000 000
G	= giga	=10 ⁹	=1 000 000 000
T	= tera	=10 ¹²	=1 000 000 000 000
P	= peta	=10 ¹⁵	=1 000 000 000 000 000



*Avainluokkatarkastelut perusvuodelle (1990)
ja viimeisimmälle inventaariovuodelle (2003)
Tier 2-menetelmän mukaisesti*

IPCC Source Categories	Direct GHG	Key Category in 1990	Criteria1	Key Category in 2003	Criteria1
1.A. Fuel Combustion					
Liquid fuels	CO ₂	YES	L	YES	L, T
Solid fuels	CO ₂	YES	L	YES	L, T2
Gaseous fuels	CO ₂	NO		NO	
Other fuels	CO ₂	YES	L	YES	L, T2
1.A 1. Energy Industries					
Liquid fuels	CH ₄	NO		NO	
	N ₂ O	NO		NO	
Solid fuels	CH ₄	NO		NO	
	N ₂ O	NO		NO	
Gaseous fuels	CH ₄	NO		NO	
	N ₂ O	NO		NO	
Biomass	CH ₄	NO		NO	
	N ₂ O	NO		NO	
Other fuels	CH ₄	NO		NO	
	N ₂ O	NO		YES	L2
1.A 2. Manufacturing Industries and Construction					
Liquid fuels	CH ₄	NO		NO	
	N ₂ O	NO		NO	
Solid fuels	CH ₄	NO		NO	
	N ₂ O	NO		NO	
Gaseous fuels	CH ₄	NO		NO	
	N ₂ O	NO		NO	
Biomass	CH ₄	NO		NO	
	N ₂ O	NO		NO	
Other fuels	CH ₄	NO		NO	
	N ₂ O	NO		NO	
1.A 3. Transport					
a. Civil Aviation	CH ₄	NO		NO	
	N ₂ O	NO		NO	
b. Road Transportation					
Gasoline	CH ₄	NO		NO	
Cars with Catalytic Converters	N ₂ O	NO		YES	L, T
Cars without Catalytic Converters	N ₂ O	NO		YES	T2
Diesel	CH ₄	NO		NO	
	N ₂ O	NO		NO	
Natural gas	CH ₄	NO		NO	
	N ₂ O	NO		NO	

IPCC Source Categories	Direct GHG	Key Category in 1990	Criteria1	Key Category in 2003	Criteria1
c. Railways	CH ₄ N ₂ O	NO NO		NO NO	
d. Navigation					
Residual Oil & Gas/Diesel Oil	CH ₄ N ₂ O	NO NO		NO NO	
Gasoline	CH ₄ N ₂ O	NO NO		NO NO	
e. Other Transportation					
Liquid fuels	CH ₄	NO		NO	
Gasoline	N ₂ O	NO		NO	
Diesel	N ₂ O	NO		NO	
1.A 4. Other Sectors					
Liquid fuels	CH ₄ N ₂ O	NO NO		NO NO	
Solid fuels	CH ₄ N ₂ O	NO NO		NO NO	
Gaseous fuels	CH ₄ N ₂ O	NO NO		NO NO	
Biomass	CH ₄ N ₂ O	YES NO	L	YES NO	L
Other fuels	CH ₄ N ₂ O	NO NO		NO NO	
1.A 5 Other					
Liquid fuels	CH ₄ N ₂ O	NO NO		NO NO	
Gaseous fuels	CH ₄ N ₂ O	NO NO		NO NO	
1.B. Fugitive Emissions from Fuels					
1.B 1 Solid Fuels					
Peat production areas	CO ₂	YES	L	YES	L, T
Peat production areas	CH ₄	NO		NO	
1.B 2. Oil and Natural Gas					
Flaring	CO ₂	NO		NO	
Oil refining	CH ₄	NO		NO	
Gas transmission	CH ₄	NO		NO	
Gas distribution	CH ₄	NO		NO	
2. Industrial Processes					
2.A 1. Cement Production	CO ₂	NO		NO	
2.A 2. Lime Production	CO ₂	NO		NO	
2.A 3 Limestone and Dolomite Use	CO ₂	NO		NO	
2.A 4 Soda Ash Use	CO ₂	NO		NO	
2.B 2 Nitric Acid Production	N ₂ O	YES	L	YES	L, T
2.B 5 Other: Ethylene	CH ₄	NO		NO	

IPCC Source Categories	Direct GHG	Key Category in 1990	Criteria1	Key Category in 2003	Criteria1
2.B 5 Other: Hydrogen Production	CO ₂	NO		NO	
2.C Iron and Steel production	CH ₄	NO		NO	
2.F 1. Refrigeration and Air Conditioning Equipment	HFCs, PFCs	NO		YES	T2
2.F 2 Foam Blowing	HFCs	NO		NO	
2.F 4 Aerosols	HFCs	NO		NO	
2.F 7 Electrical Equipment	SF6	NO		NO	
2.F Other (grouped data)	HFCs PFCs SF6	NO		NO	
3. Total Solvent and Other Product Use	N ₂ O	NO		NO	
4. Agriculture					
4.A. Enteric fermentation	CH ₄	YES	L	YES	L, T
4.B. Manure management	CH ₄	NO		NO	
4.B. Manure management	N ₂ O	YES	L	YES	L2, T
4.D. Agricultural soils: direct emissions, animal production and sludge spreading	N ₂ O	YES	L	YES	L, T
4.D. Agricultural soils: indirect emissions	N ₂ O	YES	L	YES	L, T
5. LULUCF					
5.A 1. Forest Land remaining Forest Land					
carbon stock change in living biomass	CO ₂	YES	L1	YES	L1, T1
5.B 1. Cropland Remaining Cropland					
net carbon stock change in soils: mineral	CO ₂	YES	L1	YES	L1, T1
net carbon stock change in soils: organic	CO ₂	YES	L1	YES	L1, T1
5.C 1. Grassland Remaining Grassland					
net carbon stock change in soils: mineral	CO ₂	YES	L1	YES	L1, T1
net carbon stock change in soils: organic	CO ₂	NO		NO	
5 (I) Direct N₂O Emissions from N Fertilization	N ₂ O	NO		NO	
5 (IV) Carbon Emissions from Agricultural Lime Application	CO ₂	NO		NO	
5 (V) Biomass Burning					
Forest Land	CO ₂ CH ₄ N ₂ O	NO NO NO		NO NO NO	
6. Waste					
6.A. Solid Waste Disposal on Land	CH ₄	YES	L	YES	L, T

IPCC Source Categories	Direct GHG	Key Category in 1990	Criteria1	Key Category in 2003	Criteria1
6.B 1 Industrial Wastewater	CH ₄	NO		NO	
6.B 2 Domestic and Commercial Wastewater					
sparsely populated areas	CH ₄	NO		NO	
densely populated areas	CH ₄	NO		NO	
sparsely populated areas	N ₂ O	NO		NO	
densely populated areas	N ₂ O	YES	L2	YES	T2
6.B 3. N input from Fish Farming	N ₂ O	NO		NO	
6.B 3. N input from industrial wastewater	N ₂ O	NO		NO	
7. Other - non-energy use of fuels	CO ₂	YES	L2	YES	L

L=vuositaso, T=trendi, 1=ainoastaan LULUCF-sektori mukana, 2=kaikki muut sektorit paitsi LULUCF-mukana

Summataulukot vuoden 2003 päästöistä

Taulukot sisältävät pieniä epäohdonmukaisuuksia esitettyihin lukuihin raportoinnissa käytetyn ohjelmaversion puutteiden vuoksi (CRF Reporter Versio 2.17)

SUMMARY 1-A SUMMARY REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (IPCC TABLE 7A)
(Sheet 1 of 3)

Inventory 2003
Submission 2006 v.1.1
FINLAND

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	Net CO ₂ emissions/removals	CH ₄	N ₂ O	HFCs ⁽¹⁾			PFCs ⁽¹⁾			SF ₆			NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
				CO ₂ equivalent (Gg)												
				P	A	P	A	P	A							
Total National Emissions and Removals	55 404.32	236.60	22.69	1 320.18	733.06	17.82	14.86	0.01	0.00	235.84	580.80	145.02	107.85			
1. Energy	69 676.64	21.71	3.76							235.74	577.55	104.08	97.18			
A. Fuel Combustion	69 033.83	18.78	3.76							235.74	577.55	87.74	97.18			
Reference Approach ⁽²⁾																
Sectoral Approach ⁽²⁾																
1. Energy Industries	36 266.78	1.29	1.15							61.68	26.55	NO	56.45			
2. Manufacturing Industries and Construction	12 037.55	2.79	0.51							85.38	368.89	48.24	26.16			
3. Transport	13 102.66	2.79	1.71							24.88	119.95	34.95	7.45			
4. Other Sectors	5 983.78	13.94	0.35							4.72	8.98	0.44	5.02			
5. Other	2 163.86	0.16	0.05							NA,NO	NA,NO	16.34	NA,NO			
B. Fugitive Emissions from Fuels	122.00	2.93	0.00							NO	NO	NO	NO			
1. Solid Fuels	NO	NO	NO													
2. Oil and Natural Gas	122.00	2.93	0.00							NA,NO	NA,NO	16.34	NA,NO			
2. Industrial Processes	3 543.52	0.70	4.58	1 320.18	733.06	17.82	14.86	0.01	0.00	IE,NO	IE,NO	11.51	10.67			
A. Mineral Products	1 179.13	NO	NO							NO	NO	1.06	IE,NO			
B. Chemical Industry	160.05	0.25	4.58	NA	NO	NA	NO	NO	NO	IE,NO	NO	3.97	2.62			
C. Metal Production	2 187.87	0.45	NO	NO	NO	NO	NO	NO	C,NO	IE,NO	IE,NO	1.20	4.83			
D. Other Production ⁽³⁾	16.47									IE	IE	5.29	3.22			
E. Production of Halocarbons and SF ₆				NA,NO	NA,NO		NA,NO		NO							
F. Consumption of Halocarbons and SF ₆				1 320.18	733.06	17.82	14.86	0.01	0.00							
G. Other				NO	NO	NO	NO	NO	NO							

Note: A = Actual emissions based on Tier 2 approach of the IPCC Guidelines.
P = Potential emissions based on Tier 1 approach of the IPCC Guidelines.

Note: All footnotes for this table are given at the end of the table on sheet 3.

SUMMARY 1.A. SUMMARY REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (IPCC TABLE 7A)
(Sheet 2 of 3)

Inventory 2003
Submission 2006 v1.1
FINLAND

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	Net CO ₂ emissions/removals (Gg)		CH ₄	N ₂ O	HFCs ⁽¹⁾			PFCs ⁽¹⁾			NO _x	CO	NMVOC	SO ₂		
	CO ₂ equivalent (Gg)				P	A	P	A	P	A						
	P	A													P	A
3. Solvent and Other Product Use		63.81		0.13						NO	NO	29.00	NO			
4. Agriculture										NA,NE	NA,NE	NA,NE,NO	NE			
A. Enteric Fermentation		88.81		12.51												
B. Manure Management		76.67										NA,NE				
C. Rice Cultivation		12.15		1.78								NO				
D. Agricultural Soils ⁽⁴⁾		NO										NO				
E. Prescribed Burning of Savannas		NE		10.73								NE				
F. Field Burning of Agricultural Residues		NE		NE								NE				
G. Other		NE		NE								NE				
5. Land Use, Land-Use Change and Forestry																
A. Forest Land	(5)	-17 879.64	0.68	0.07						0.09	3.24					
B. Cropland	(5)	-25 699.93	0.37	0.04						0.09	3.24					
C. Grassland	(5)	4 172.32	NE	NE						NE	NE					
D. Wetlands	(5)	3 010.79	NE,NO	NE,NO						NE	NE					
E. Settlements	(5)	637.18	0.31	0.03						IE	IE					
F. Other Land	(5)	IE,NA,NE	NA,NE	NA,NE						NA	NA					
G. Other	(5)	IE,NA,NE	IE,NA	IE,NA						NA	NA					
6. Waste																
A. Solid Waste Disposal on Land	(6)	IE,NO	124.70	0.52						IE,NA,NO	IE,NA,NO	0.43	IE,NO			
B. Waste-water Handling		NE	116.07							NA,NO	NA,NO	0.16				
C. Waste Incineration	(6)	NE	6.04	0.35						NO	NO	0.27				
D. Other		NE	2.59	0.17						IE	IE	IE	IE			
7. Other (please specify)⁽⁶⁾																
Other non-specified		NO	NO	1.13						NO	NO	NE,NO	NO			
		NO	NO	1.13						NO	NO	NO	NO			

Note: All footnotes for this table are given at the end of the table on sheet 3.

SUMMARY 1.A SUMMARY REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (IPCC TABLE 7A)
(Sheet 3 of 3)

Inventory 2003
Submission 2006 v1.1
FINLAND

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	Net CO ₂ emissions/removals (Gg)	CH ₄	N ₂ O	HFCs						PFCs			SF ₆		NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
				CO ₂ equivalent (Gg)		CO ₂ equivalent (Gg)		CO ₂ equivalent (Gg)		P	A	P	A					
				P	A	P	A	P	A									
Memo Items: ⁽⁸⁾																		
International Bunkers	3 108.12	0.19	0.10															
Aviation	1 076.82	0.03	0.05															
Marine	2 031.30	0.16	0.05															
Multilateral Operations	NO	NO	NO															
CO₂ Emissions from Biomass	31 518.07																	

- (1) The emissions of HFCs and PFCs are to be expressed as CO₂ equivalent emissions. Data on disaggregated emissions of HFCs and PFCs are to be provided in Table 2(II) of this common reporting format.
- (2) For verification purposes, countries are asked to report the results of their calculations using the Reference approach and to explain any differences with the Sectoral approach in the documentation box to Table I.A.(c).
- (3) Other Production includes Pulp and Paper and Food and Drink Production.
- (4) Parties which previously reported CO₂ from soils in the Agriculture sector should note this in the NIR.
- (5) For the purposes of reporting, the signs for removals are always negative (-) and for emissions positive (+).
- (6) CO₂ from source categories Solid Waste Disposal on Land and Waste Incineration should only be included if it stems from non-biogenic or inorganic waste streams. Only emissions from Waste Incineration Without Energy Recovery are to be reported in the Waste sector, whereas emissions from Incineration With Energy Recovery are to be reported in the Energy sector.
- (7) If reporting any country-specific source category under sector "7. Other", detailed explanations should be provided in Chapter 9: Other (CRF sector 7) of the NIR
- (8) Countries are asked to report emissions from international aviation and marine bunkers and multilateral operations, as well as CO₂ emissions from biomass, under Memo Items. These emissions should not be included

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS
(Sheet 1 of 1)

Inventory 2003
Submission 2006 v1.1
FINLAND

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs ⁽²⁾	PFCs ⁽²⁾	SF ₆ ⁽²⁾	Total
	CO ₂ equivalent (Gg)						
Total (Net Emissions)⁽¹⁾	55 404.32	4 968.67	7 035.33	733.06	14.86	62.26	68 218.51
1. Energy	69 676.64	455.89	1 166.23				71 298.75
A. Fuel Combustion (Sectoral Approach)	69 554.64	394.29	1 165.63				71 114.56
1. Energy Industries	36 266.78	27.14	356.13				36 650.06
2. Manufacturing Industries and Construction	12 037.55	12.39	158.45				12 208.39
3. Transport	13 102.66	58.66	529.58				13 690.90
4. Other Sectors	5 983.78	292.67	107.00				6 383.46
5. Other	2 163.86	3.42	14.47				2 181.75
B. Fugitive Emissions from Fuels	122.00	61.59	0.60				184.19
1. Solid Fuels	NO	NO	NO				NO
2. Oil and Natural Gas	122.00	61.59	0.60				184.19
2. Industrial Processes	3 543.52	14.66	1 420.21	733.06	14.86	62.26	5 788.57
A. Mineral Products	1 179.13	NO	NO				1 179.13
B. Chemical Industry	160.05	5.21	1 420.21	NA,NO	NA,NO	NO	1 585.47
C. Metal Production	2 187.87	9.45	NO	NA,NO	NA,NO	C,NO	2 197.32
D. Other Production	16.47						16.47
E. Production of Halocarbons and SF ₆				NA,NO	NA,NO	NO	NA,NO
F. Consumption of Halocarbons and SF ₆ ⁽²⁾				733.06	14.86	62.26	810.18
G. Other				NO	NO	NO	NO
3. Solvent and Other Product Use	63.81		40.30				104.11
4. Agriculture		1 865.04	3 877.23				5 742.27
A. Enteric Fermentation		1 609.98					1 609.98
B. Manure Management		255.06	552.43				807.49
C. Rice Cultivation		NO					NO
D. Agricultural Soils ⁽³⁾		NE	3 324.80				3 324.80
E. Prescribed Burning of Savannas		NE	NE				NE
F. Field Burning of Agricultural Residues		NE	NE				NE
G. Other		NE	NE				NE
5. Land Use, Land-Use Change and Forestry⁽¹⁾	-17 879.64	14.35	20.29				-17 845.00
A. Forest Land	-25 699.93	7.79	12.06				-25 680.09
B. Cropland	4 172.32	NE	NE				4 172.32
C. Grassland	3 010.79	NE,NO	NE,NO				3 010.79
D. Wetlands	637.18	6.56	8.23				651.98
E. Settlements	IE,NA,NE	NA,NE	NA,NE				IE,NA,NE
F. Other Land	IE,NA,NE	IE,NA	IE,NA				IE,NA,NE
G. Other		NE	NE				NE
6. Waste	IE,NO	2 618.75	160.14				2 778.89
A. Solid Waste Disposal on Land	NE	2 437.49					2 437.49
B. Waste-water Handling		126.86	107.32				234.17
C. Waste Incineration	NE	NE	NE				IE
D. Other	NE	54.40	52.83				107.23
7. Other (as specified in Summary I.A)	NO	NO	350.92	NO	NO	NO	350.92

Memo Items: ⁽⁴⁾							
International Bunkers	3 108.12	3.92	30.97				3 143.01
Aviation	1 076.82	0.58	14.14				1 091.53
Marine	2 031.30	3.35	16.83				2 051.48
Multilateral Operations	NO	NO	NO				NO
CO₂ Emissions from Biomass	31 518.07						31 518.07

Total CO₂ Equivalent Emissions without Land Use, Land-Use Change and Forestry⁽⁵⁾ 86 098.15

Total CO₂ Equivalent Emissions with Land Use, Land-Use Change and Forestry⁽⁵⁾ 68 218.51

⁽¹⁾ For CO₂ from Land Use, Land-use Change and Forestry the net emissions/removals are to be reported. For the purposes of reporting, the signs for removals are always negative (-) and for emissions positive (+).

⁽²⁾ Actual emissions should be included in the national totals. If no actual emissions were reported, potential emissions should be included.

⁽³⁾ Parties which previously reported CO₂ from soils in the Agriculture sector should note this in the NIR.

⁽⁴⁾ See footnote 8 to table Summary I.A.

⁽⁵⁾ These totals will differ from the totals reported in table 10, sheet 5 if Parties report non-CO₂ emissions from LULUCF.

TABLE 10 EMISSIONS TRENDS (CO₂)

(Sheet 1 of 5)

(Part 1 of 2)

Inventory 2003

Submission 2006 v1.1

FINLAND

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	Base year (1990)	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)
1. Energy	53 533.04	52 640.91	51 778.68	53 643.28	58 889.72	55 483.41	60 696.00	59 678.71	56 238.66	55 478.90
A. Fuel Combustion (Sectoral Approach)	53 307.15	52 426.15	51 554.07	53 370.94	58 719.14	55 306.08	60 536.60	59 474.59	56 091.36	55 346.53
1. Energy Industries	19 226.09	18 993.59	18 761.08	21 336.33	26 241.60	24 113.34	29 312.64	27 212.11	23 885.49	23 315.19
2. Manufacturing Industries and Construction	13 136.34	12 696.05	12 250.56	12 359.68	12 528.62	11 894.81	11 700.64	12 159.55	11 990.47	11 803.93
3. Transport	12 548.60	12 174.83	12 101.86	11 657.06	12 029.55	11 841.35	11 782.16	12 374.55	12 507.43	12 694.80
4. Other Sectors	7 061.02	7 106.58	7 033.74	6 569.32	6 227.56	5 773.43	5 885.84	5 909.39	6 005.68	5 922.71
5. Other	1 335.09	1 455.09	1 406.82	1 448.54	1 691.81	1 683.14	1 855.31	1 818.99	1 702.28	1 609.90
B. Fugitive Emissions from Fuels	225.89	214.76	224.62	272.35	170.58	177.34	159.40	204.12	147.31	132.37
1. Solid Fuels	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. Oil and Natural Gas	225.89	214.76	224.62	272.35	170.58	177.34	159.40	204.12	147.31	132.37
2. Industrial Processes	3 467.86	3 197.54	2 949.47	2 719.31	2 999.99	2 852.62	2 729.97	3 269.97	3 218.02	3 291.44
A. Mineral Products	1 308.52	1 122.97	1 009.11	911.27	959.48	924.87	958.83	976.73	986.75	1 071.41
B. Chemical Industry	133.70	147.34	111.00	95.64	136.14	117.19	133.40	135.13	124.27	121.92
C. Metal Production	2 009.15	1 912.13	1 814.80	1 697.11	1 888.54	1 795.07	1 623.14	2 142.52	2 091.76	2 083.07
D. Other Production	16.50	15.09	14.56	15.30	15.83	15.50	14.59	15.59	15.24	15.05
E. Production of Halocarbons and SF ₆										
F. Consumption of Halocarbons and SF ₆										
G. Other										
3. Solvent and Other Product Use	115.72	107.03	95.04	87.45	83.49	77.99	73.59	71.83	72.49	70.84
4. Agriculture										
A. Enteric Fermentation										
B. Manure Management										
C. Rice Cultivation										
D. Agricultural Soils										
E. Prescribed Burning of Savannas										
F. Field Burning of Agricultural Residues										
G. Other										
5. Land Use, Land-Use Change and Forestry⁽²⁾	-21 439.86	-36 168.24	-30 029.71	-27 618.46	-17 155.37	-15 407.83	-22 925.89	-16 885.54	-16 187.95	-17 015.33
A. Forest Land	-27 793.46	-41 764.79	-35 676.18	-33 931.64	-24 297.27	-24 058.26	-31 323.23	-25 274.33	-24 735.27	-25 892.55
B. Cropland	7 416.30	5 613.25	5 437.50	5 428.01	5 239.57	6 901.38	7 129.44	6 707.35	6 130.18	5 800.32
C. Grassland	-1 647.96	-610.03	-409.33	257.09	1 254.22	1 093.85	600.14	1 002.96	1 739.75	2 393.65
D. Wetlands	585.26	593.34	618.31	628.07	648.11	655.21	667.75	678.47	677.40	683.25
E. Settlements	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE
F. Other Land	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE
G. Other	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
6. Waste	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO
A. Solid Waste Disposal on Land	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
B. Waste-water Handling										
C. Waste Incineration	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
D. Other	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
7. Other (as specified in Summary 1.A)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Other non-specified	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total CO₂ emissions including net CO₂ from LULUCF⁽³⁾	35 676.75	19 777.23	24 793.48	28 831.58	44 817.84	43 006.20	40 573.66	46 134.97	43 341.22	41 825.86
Total CO₂ emissions excluding net CO₂ from LULUCF⁽³⁾	57 116.61	55 945.47	54 823.19	56 450.05	61 973.21	58 414.02	63 499.55	63 020.50	59 529.18	58 841.18
Memo Items:										
International Bunkers	2 826.24	2 630.95	2 971.34	2 454.10	2 118.97	1 911.14	2 109.33	2 248.35	2 632.43	2 817.67
Aviation	984.34	917.02	810.63	761.79	801.99	867.40	927.85	964.73	988.44	1 057.97
Marine	1 841.90	1 713.93	2 160.71	1 692.31	1 316.98	1 043.74	1 181.48	1 283.62	1 643.99	1 759.70
Multilateral Operations	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
CO₂ Emissions from Biomass	19 276.54	18 979.10	18 679.49	22 140.94	22 967.27	22 923.34	23 574.45	26 529.14	27 161.95	29 725.02

Note: All footnotes for this table are given at the end of the table on sheet 5.

TABLE 10 EMISSIONS TRENDS (CO₂)

Inventory 2003

(Sheet 1 of 5)

Submission 2006 v1.1

(Part 2 of 2)

FINLAND

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	2000	2001	2002	2003	Change from base to latest reported year
	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	%
1. Energy	54 247.08	59 336.19	61 792.61	69 676.64	30.16
A. Fuel Combustion (Sectoral Approach)	54 116.38	59 213.68	61 665.89	69 554.64	30.48
1. Energy Industries	21 881.19	27 095.61	29 396.77	36 266.78	88.63
2. Manufacturing Industries and Construction	12 096.93	11 584.20	11 565.75	12 037.55	-8.36
3. Transport	12 596.26	12 710.95	12 909.08	13 102.66	4.42
4. Other Sectors	5 640.65	5 914.31	6 005.46	5 983.78	-15.26
5. Other	1 901.35	1 908.62	1 788.83	2 163.86	62.08
B. Fugitive Emissions from Fuels	130.70	122.51	126.72	122.00	-45.99
1. Solid Fuels	NO	NO	NO	NO	0.00
2. Oil and Natural Gas	130.70	122.51	126.72	122.00	-45.99
2. Industrial Processes	3 409.76	3 333.54	3 145.56	3 543.52	2.18
A. Mineral Products	1 123.55	1 136.05	1 130.65	1 179.13	-9.89
B. Chemical Industry	133.53	129.01	143.44	160.05	19.71
C. Metal Production	2 137.01	2 052.85	1 856.11	2 187.87	8.90
D. Other Production	15.66	15.62	15.35	16.47	-0.13
E. Production of Halocarbons and SF ₆					
F. Consumption of Halocarbons and SF ₆					
G. Other					0.00
3. Solvent and Other Product Use	70.29	69.04	66.46	63.81	-44.86
4. Agriculture					
A. Enteric Fermentation					
B. Manure Management					
C. Rice Cultivation					
D. Agricultural Soils					
E. Prescribed Burning of Savannas					
F. Field Burning of Agricultural Residues					
G. Other					
5. Land Use, Land-Use Change and Forestry⁽²⁾	-16 324.68	-19 062.18	-18 902.38	-17 879.64	-16.61
A. Forest Land	-25 256.87	-28 081.65	-26 919.67	-25 699.93	-7.53
B. Cropland	5 283.91	5 091.40	4 624.48	4 172.32	-43.74
C. Grassland	2 970.75	3 228.93	2 701.33	3 010.79	-282.70
D. Wetlands	677.53	699.15	691.48	637.18	8.87
E. Settlements	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	0.00
F. Other Land	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	IE,NA,NE	0.00
G. Other	NE	NE	NE	NE	0.00
6. Waste	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	0.00
A. Solid Waste Disposal on Land	NE	NE	NE	NE	0.00
B. Waste-water Handling					
C. Waste Incineration	NE	NE	NE	NE	0.00
D. Other	NE	NE	NE	NE	0.00
7. Other (as specified in Summary 1.A)	NO	NO	NO	NO	0.00
Other non-specified	NO	NO	NO	NO	0.00
Total CO₂ emissions including net CO₂ from LULUCF⁽³⁾	41 402.45	43 676.59	46 102.24	55 404.32	55.30
Total CO₂ emissions excluding net CO₂ from LULUCF⁽³⁾	57 727.13	62 738.77	65 004.63	73 283.96	28.31
Memo Items:					
International Bunkers	3 056.13	2 868.68	3 085.79	3 108.12	9.97
Aviation	1 028.20	1 054.02	1 042.01	1 076.82	9.39
Marine	2 027.93	1 814.67	2 043.78	2 031.30	10.28
Multilateral Operations	NO	NO	NO	NO	0.00
CO₂ Emissions from Biomass	29 708.85	28 909.96	31 092.66	31 518.07	63.50

Note: All footnotes for this table are given at the end of the table on sheet 5.

TABLE 10 EMISSIONS TRENDS (CH₄)
(Sheet 2 of 5)
(Part 1 of 2)

Inventory 2003
Submission 2006 v1.1
FINLAND

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	Base year (1990)	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)
Total CH₄ emissions	305.19	304.12	303.08	303.48	301.42	294.65	291.37	287.92	278.47	272.37
1. Energy	19.10	20.38	20.97	21.64	22.08	22.02	22.63	22.09	22.15	21.10
A. Fuel Combustion (Sectoral Approach)	18.57	18.40	18.30	18.19	18.26	18.22	18.70	18.68	18.67	18.29
1. Energy Industries	0.40	0.41	0.41	0.45	0.56	0.57	0.65	0.67	0.70	0.73
2. Manufacturing Industries and Construction	0.61	0.55	0.54	0.59	0.61	0.62	0.57	0.63	0.59	0.61
3. Transport	4.77	4.52	4.38	4.20	4.03	3.91	3.74	3.61	3.47	3.35
4. Other Sectors	12.66	12.80	12.87	12.84	12.94	13.00	13.60	13.63	13.79	13.48
5. Other	0.12	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12	0.14	0.14	0.13	0.12
B. Fugitive Emissions from Fuels	0.53	1.98	2.67	3.45	3.82	3.80	3.93	3.41	3.47	2.81
1. Solid Fuels	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. Oil and Natural Gas	0.53	1.98	2.67	3.45	3.82	3.80	3.93	3.41	3.47	2.81
2. Industrial Processes	0.43	0.46	0.47	0.63	0.64	0.69	0.69	0.62	0.71	0.71
A. Mineral Products	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
B. Chemical Industry	0.19	0.22	0.22	0.20	0.18	0.23	0.23	0.18	0.25	0.26
C. Metal Production	0.24	0.24	0.25	0.44	0.46	0.46	0.46	0.44	0.46	0.45
D. Other Production										
E. Production of Halocarbons and SF ₆										
F. Consumption of Halocarbons and SF ₆										
G. Other										
3. Solvent and Other Product Use										
4. Agriculture	102.33	98.32	95.44	95.44	95.90	92.12	92.62	94.24	92.29	90.93
A. Enteric Fermentation	91.35	87.88	85.10	84.89	85.00	80.38	80.76	81.74	79.92	78.73
B. Manure Management	10.98	10.43	10.34	10.55	10.89	11.74	11.86	12.50	12.37	12.21
C. Rice Cultivation	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
D. Agricultural Soils	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Prescribed Burning of Savannas	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
F. Field Burning of Agricultural Residues	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
G. Other	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5. Land Use, Land-Use Change and Forestry	1.06	0.60	0.85	0.50	0.76	0.67	0.57	0.73	0.47	0.68
A. Forest Land	0.77	0.30	0.54	0.19	0.44	0.35	0.24	0.40	0.14	0.35
B. Cropland	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
C. Grassland	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
D. Wetlands	0.29	0.30	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.33
E. Settlements	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE
F. Other Land	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA
G. Other	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
6. Waste	182.27	184.36	185.36	185.27	182.04	179.15	174.86	170.24	162.85	158.94
A. Solid Waste Disposal on Land	173.93	176.33	177.19	176.86	173.68	170.45	166.13	161.58	154.25	150.41
B. Waste-water Handling	7.31	6.89	6.87	7.02	6.88	7.00	6.82	6.73	6.56	6.37
C. Waste Incineration	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
D. Other	1.03	1.15	1.29	1.39	1.49	1.70	1.91	1.92	2.04	2.16
7. Other (as specified in Summary 1.A)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Memo Items:										
International Bunkers	0.19	0.17	0.19	0.15	0.13	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15
Aviation	0.02	0.02		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
Marine	0.17	0.15	0.17	0.13	0.11	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12
Multilateral Operations	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
CO₂ Emissions from Biomass										

Note: All footnotes for this table are given at the end of the table on sheet 5.

TABLE 10 EMISSIONS TRENDS (CH₄)

(Sheet 2 of 5)

(Part 2 of 2)

Inventory 2003

Submission 2006 v1.1

FINLAND

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	2000	2001	2002	2003	Change from base to latest reported year
	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	%
Total CH₄ emissions	261.74	256.10	246.32	236.60	-22.47
1. Energy	20.37	21.55	21.37	21.71	13.67
A. Fuel Combustion (Sectoral Approach)	17.75	18.32	18.65	18.78	1.13
1. Energy Industries	0.69	0.86	1.05	1.29	220.29
2. Manufacturing Industries and Construction	0.64	0.57	0.59	0.59	-3.64
3. Transport	3.15	3.02	2.93	2.79	-41.39
4. Other Sectors	13.11	13.73	13.95	13.94	10.06
5. Other	0.15	0.14	0.13	0.16	33.89
B. Fugitive Emissions from Fuels	2.62	3.23	2.72	2.93	451.42
1. Solid Fuels	NO	NO	NO	NO	0.00
2. Oil and Natural Gas	2.62	3.23	2.72	2.93	451.42
2. Industrial Processes	0.71	0.71	0.68	0.70	61.93
A. Mineral Products	NO	NO	NO	NO	0.00
B. Chemical Industry	0.26	0.26	0.23	0.25	32.23
C. Metal Production	0.46	0.45	0.46	0.45	84.80
D. Other Production					
E. Production of Halocarbons and SF ₆					
F. Consumption of Halocarbons and SF ₆					
G. Other					0.00
3. Solvent and Other Product Use					
4. Agriculture	90.94	89.24	90.04	88.81	-13.21
A. Enteric Fermentation	78.59	77.53	77.96	76.67	-16.08
B. Manure Management	12.35	11.71	12.08	12.15	10.63
C. Rice Cultivation	NO	NO	NO	NO	0.00
D. Agricultural Soils	NE	NE	NE	NE	0.00
E. Prescribed Burning of Savannas	NE	NE	NE	NE	0.00
F. Field Burning of Agricultural Residues	NE	NE	NE	NE	0.00
G. Other	NE	NE	NE	NE	0.00
5. Land Use, Land-Use Change and Forestry	0.48	0.81	0.82	0.68	-35.64
A. Forest Land	0.15	0.49	0.49	0.37	-51.65
B. Cropland	NE	NE	NE	NE	0.00
C. Grassland	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	0.00
D. Wetlands	0.33	0.33	0.34	0.31	6.03
E. Settlements	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	0.00
F. Other Land	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	0.00
G. Other	NE	NE	NE	NE	0.00
6. Waste	149.23	143.79	133.40	124.70	-31.58
A. Solid Waste Disposal on Land	140.72	135.25	124.71	116.07	-33.27
B. Waste-water Handling	6.24	6.16	6.20	6.04	-17.37
C. Waste Incineration	NE	NE	NE	NE	0.00
D. Other	2.28	2.38	2.49	2.59	152.39
7. Other (as specified in Summary 1.A)	NO	NO	NO	NO	0.00
	NO	NO	NO	NO	0.00
Memo Items:					
International Bunkers	0.17	0.15	0.17	0.19	-3.21
Aviation	0.03	0.03	0.03	0.03	10.44
Marine	0.14	0.13	0.14	0.16	-5.23
Multilateral Operations	NO	NO	NO	NO	0.00
CO₂ Emissions from Biomass					

Note: All footnotes for this table are given at the end of the table on sheet 5.

TABLE 10 EMISSIONS TRENDS (N₂O)

(Sheet 3 of 5)
(Part 1 of 2)

Inventory 2003
Submission 2006 v1.1
FINLAND

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	Base year (1990)	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)
Total N₂O emissions	25.57	23.64	21.84	22.21	22.60	23.27	23.13	23.06	22.51	22.14
1. Energy	1.96	1.96	2.02	2.18	2.34	2.41	2.61	2.77	2.85	2.93
A. Fuel Combustion (Sectoral Approach)	1.95	1.96	2.02	2.18	2.34	2.41	2.60	2.77	2.85	2.93
1. Energy Industries	0.41	0.45	0.49	0.55	0.65	0.66	0.77	0.78	0.77	0.73
2. Manufacturing Industries and Construction	0.61	0.49	0.45	0.50	0.51	0.49	0.49	0.53	0.51	0.52
3. Transport	0.56	0.63	0.70	0.76	0.82	0.90	0.97	1.09	1.19	1.30
4. Other Sectors	0.35	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.34	0.34	0.34	0.34
5. Other	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03
B. Fugitive Emissions from Fuels	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1. Solid Fuels	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. Oil and Natural Gas	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2. Industrial Processes	5.34	4.64	4.20	4.39	4.63	4.72	4.72	4.66	4.44	4.34
A. Mineral Products	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
B. Chemical Industry	5.34	4.64	4.20	4.39	4.63	4.72	4.72	4.66	4.44	4.34
C. Metal Production	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
D. Other Production										
E. Production of Halocarbons and SF ₆										
F. Consumption of Halocarbons and SF ₆										
G. Other										
3. Solvent and Other Product Use	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
4. Agriculture	16.00	14.84	13.49	13.55	13.50	14.11	13.75	13.61	13.29	12.95
A. Enteric Fermentation										
B. Manure Management	2.15	1.97	1.86	1.83	1.83	1.83	1.87	1.96	1.92	1.86
C. Rice Cultivation										
D. Agricultural Soils	13.85	12.88	11.64	11.72	11.66	12.28	11.88	11.65	11.36	11.09
E. Prescribed Burning of Savannas	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
F. Field Burning of Agricultural Residues	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
G. Other	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5. Land Use, Land-Use Change and Forestry	0.12	0.09	0.06	0.04	0.07	0.05	0.05	0.07	0.06	0.07
A. Forest Land	0.09	0.07	0.03	0.01	0.04	0.02	0.03	0.04	0.03	0.05
B. Cropland	NE	IE,NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
C. Grassland	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
D. Wetlands	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
E. Settlements	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE
F. Other Land	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA
G. Other	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
6. Waste	0.53	0.52	0.51	0.50	0.51	0.52	0.53	0.52	0.51	0.50
A. Solid Waste Disposal on Land										
B. Waste-water Handling	0.46	0.44	0.43	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.38	0.36
C. Waste Incineration	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
D. Other	0.07	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14
7. Other (as specified in Summary I.A)	1.43	1.39	1.35	1.35	1.36	1.25	1.27	1.24	1.16	1.14
	1.43	1.39	1.35	1.35	1.36	1.25	1.27	1.24	1.16	1.14
Memo Items:										
International Bunkers	0.09	0.08	0.09	0.08	0.07	0.06	0.07	0.07	0.09	0.09
Aviation	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Marine	0.05	0.05	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05
Multilateral Operations	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
CO₂ Emissions from Biomass										

Note: All footnotes for this table are given at the end of the table on sheet 5.

TABLE 10 EMISSIONS TRENDS (N₂O)

(Sheet 3 of 5)

(Part 2 of 2)

Inventory 2003

Submission 2006 v1.1

FINLAND

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	2000	2001	2002	2003	Change from base to latest reported year
	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	%
Total N₂O emissions	22.25	22.02	22.34	22.69	-11.26
1. Energy	2.97	3.26	3.56	3.76	92.18
A. Fuel Combustion (Sectoral Approach)	2.97	3.25	3.56	3.76	92.46
1. Energy Industries	0.67	0.89	1.08	1.15	182.99
2. Manufacturing Industries and Construction	0.53	0.50	0.50	0.51	-16.45
3. Transport	1.39	1.49	1.60	1.71	204.55
4. Other Sectors	0.32	0.34	0.35	0.35	-1.65
5. Other	0.04	0.04	0.04	0.05	93.16
B. Fugitive Emissions from Fuels	0.00	0.00	0.00	0.00	-48.94
1. Solid Fuels	NO	NO	NO	NO	0.00
2. Oil and Natural Gas	0.00	0.00	0.00	0.00	-48.94
2. Industrial Processes	4.40	4.14	4.31	4.58	-14.22
A. Mineral Products	NO	NO	NO	NO	0.00
B. Chemical Industry	4.40	4.14	4.31	4.58	-14.22
C. Metal Production	NO	NO	NO	NO	0.00
D. Other Production					
E. Production of Halocarbons and SF ₆					
F. Consumption of Halocarbons and SF ₆					
G. Other					0.00
3. Solvent and Other Product Use	0.20	0.16	0.14	0.13	-35.00
4. Agriculture	13.03	12.79	12.67	12.51	-21.82
A. Enteric Fermentation					
B. Manure Management	1.80	1.76	1.78	1.78	-17.07
C. Rice Cultivation					
D. Agricultural Soils	11.23	11.04	10.89	10.73	-22.56
E. Prescribed Burning of Savannas	NE	NE	NE	NE	0.00
F. Field Burning of Agricultural Residues	NE	NE	NE	NE	0.00
G. Other	NE	NE	NE	NE	0.00
5. Land Use, Land-Use Change and Forestry	0.07	0.07	0.07	0.07	-43.98
A. Forest Land	0.04	0.04	0.04	0.04	-57.63
B. Cropland	NE	NE	NE	NE	0.00
C. Grassland	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	0.00
D. Wetlands	0.03	0.03	0.03	0.03	6.05
E. Settlements	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	0.00
F. Other Land	IE,NA	IE,NA	IE,NA	IE,NA	0.00
G. Other	NE	NE	NE	NE	0.00
6. Waste	0.51	0.52	0.51	0.52	-2.48
A. Solid Waste Disposal on Land					
B. Waste-water Handling	0.36	0.36	0.34	0.35	-25.36
C. Waste Incineration	NE	NE	NE	NE	0.00
D. Other	0.15	0.16	0.16	0.17	158.58
7. Other (as specified in Summary 1.A)	1.07	1.08	1.08	1.13	-20.89
	1.07	1.08	1.08	1.13	-20.89
Memo Items:					
International Bunkers	0.10	0.09	0.10	0.10	12.63
Aviation	0.04	0.04	0.04	0.05	10.41
Marine	0.05	0.05	0.05	0.05	14.56
Multilateral Operations	NO	NO	NO	NO	0.00
CO₂ Emissions from Biomass					

Note: All footnotes for this table are given at the end of the table on sheet 5.

TABLE 10 EMISSION TRENDS (HFCs, PFCs and SF₆)
(Sheet 4 of 5)
(Part 1 of 2)

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	Base year (1990)	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)
Emissions of HFCs⁽⁴⁾ - (Gg CO2 equivalent)	0.01	0.04	0.10	0.09	6.52	29.32	77.29	167.64	245.19	316.19
HFC-23	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	0.00	C ₂ NA,NO	0.00
HFC-32	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
HFC-41	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-43-10mee	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-125	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03
HFC-134	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-134a	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00	0.01	0.04	0.09	0.09	0.13
HFC-152a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.04	0.03	0.03
HFC-143	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-143a	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01
HFC-227ea	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-236fa	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-245ca	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
Unspecified mix of listed HFCs ⁽⁵⁾ - (Gg CO2 equivalent)	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO
Emissions of PFCs⁽⁴⁾ - (Gg CO2 equivalent)	C₂NA,NO	C₂NA,NO	C₂NA,NO	C₂NA,NO	C₂NA,NO	C₂NA,NO	C₂NA,NO	C₂NA,NO	1.80	30.10
CF ₄	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO
C ₂ F ₆	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO
C ₃ F ₈	NA,NO	C ₂ NA,NO	NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	C ₂ NA,NO	0.00
C ₄ F ₁₀	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
c-C ₄ F ₈	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
C ₅ F ₁₂	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
C ₆ F ₁₄	C ₂ NA,NO	NA,NO	C ₂ NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00
Unspecified mix of listed PFCs ⁽⁵⁾ - (Gg CO2 equivalent)	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
Emissions of SF₆⁽⁴⁾ - (Gg CO2 equivalent)	86.52	59.27	28.68	27.46	27.26	57.52	37.50	41.56	27.92	34.99
SF ₆	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Note: All footnotes for this table are given at the end of the table on sheet 5.

TABLE 10 EMISSION TRENDS (HFCs, PFCs and SF₆)

(Sheet 4 of 5)
(Part 2 of 2)

Inventory 2003
Submission 2006 v1.1
FINLAND

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	2000	2001	2002	2003	Change from base to latest reported year
	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	%
Emissions of HFCs⁽⁴⁾ - (Gg CO2 equivalent)	501.60	581.97	396.46	733.06	5 817 868.73
HFC-23	C,NA,NO	C,NA,NO	C,NA,NO	C,NA,NO	0.00
HFC-32	0.00	0.01	NA,NO	0.01	100.00
HFC-41	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00
HFC-43-10mee	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00
HFC-125	0.03	0.05	0.03	0.06	100.00
HFC-134	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00
HFC-134a	0.24	0.20	0.13	0.16	100.00
HFC-152a	0.02	0.00	0.00	0.00	2 854.44
HFC-143	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00
HFC-143a	0.02	0.04	0.04	0.06	100.00
HFC-227ea	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00
HFC-236fa	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00
HFC-245ca	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00
Unspecified mix of listed HFCs ⁽⁵⁾ - (Gg CO2 equivalent)	NA,NE,NO	NA,NO	NA,NO	148.25	100.00
Emissions of PFCs⁽⁴⁾ - (Gg CO2 equivalent)	22.18	19.74	12.60	14.86	100.00
CF ₄	C,NA,NO	C,NA,NO	C,NA,NO	C,NA,NO	0.00
C ₂ F ₆	C,NA,NO	C,NA,NO	C,NA,NO	C,NA,NO	0.00
C ₃ F ₈	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
C ₄ F ₁₀	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00
c-C ₄ F ₈	NA,NO	NA,NO	NA,NO	C,NA,NO	0.00
C ₅ F ₁₂	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00
C ₆ F ₁₄	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0.00
Unspecified mix of listed PFCs ⁽⁵⁾ - (Gg CO2 equivalent)	NA,NO	NA,NO	NA,NO	1.06	100.00
Emissions of SF₆⁽⁴⁾ - (Gg CO2 equivalent)	31.86	35.85	33.46	62.26	-28.04
SF ₆	0.00	0.00	0.00	0.00	-28.04

Note: All footnotes for this table are given at the end of the table on sheet 5.

TABLE 10. EMISSION TRENDS (SUMMARY)
(Sheet 5 of 5)
(Part 1 of 2)

GREENHOUSE GAS EMISSIONS	1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999	
	Base year (1990) CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)	CO ₂ equivalent (Gg)
CO ₂ emissions including net CO ₂ from LULUCF ⁽³⁾	35 676.75	19 777.23	24 793.48	28 831.58	28 831.58	44 817.84	44 817.84	44 817.84	61 973.21	61 973.21	58 414.02	43 906.20	40 573.66	43 941.22	43 941.22	41 825.86	41 825.86	58 841.18	58 841.18	58 841.18
CO ₂ emissions excluding net CO ₂ from LULUCF ⁽³⁾	6 409.02	6 386.52	6 364.67	6 373.11	6 373.11	6 329.77	6 329.77	6 329.77	7 006.11	7 006.11	6 187.65	6 118.67	6 118.67	6 118.67	6 118.67	6 864.44	6 864.44	6 864.44	6 864.44	6 864.44
CH ₄	7 928.02	7 327.88	6 770.01	6 885.50	6 885.50	7 006.11	7 006.11	7 006.11	7 212.71	7 212.71	7 150.12	7 150.12	7 150.12	7 150.12	7 150.12	7 150.12	7 150.12	7 150.12	7 150.12	7 150.12
N ₂ O	0.01	0.04	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	27.46	27.46	57.52	37.50	27.92	27.92	27.92	34.99	34.99	34.99	34.99	34.99
HFCs	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	59.27	59.27	59.27	59.27	59.27	59.27	59.27	59.27	59.27	59.27	59.27	59.27
PFCs	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	C,N,A,N,O	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46
SF ₆	86.52	59.27	28.68	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46	27.46
Total (including net CO₂ from LULUCF⁽³⁾)	50 100.32	33 550.95	37 956.95	42 117.74	42 117.74	58 187.50	58 187.50	58 187.50	75 342.87	75 342.87	71 901.22	69 904.63	69 904.63	72 628.71	72 628.71	71 806.70	71 806.70	71 806.70	71 806.70	71 806.70
Total (excluding net CO₂ from LULUCF^{(3),(6)})	71 540.19	69 719.19	67 986.65	69 736.21	69 736.21	85 187.50	85 187.50	85 187.50	102 685.74	102 685.74	98 007.44	96 004.63	96 004.63	102 628.71	102 628.71	101 806.70	101 806.70	101 806.70	101 806.70	101 806.70
GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	Base year (1990) CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)	CO₂ equivalent (Gg)
1. Energy	54 540.94	53 676.67	52 845.45	54 774.35	54 774.35	60 080.34	60 080.34	60 080.34	75 342.87	75 342.87	71 901.22	69 904.63	69 904.63	72 628.71	72 628.71	71 806.70	71 806.70	71 806.70	71 806.70	71 806.70
2. Industrial Processes	3 219.15	4 704.57	4 290.78	4 120.40	4 120.40	4 882.10	4 882.10	4 882.10	4 882.10	4 882.10	4 167.70	4 167.70	4 167.70	4 167.70	4 167.70	4 882.73	4 882.73	4 882.73	4 882.73	4 882.73
3. Solvent and Other Product Use	177.72	169.03	157.04	149.45	149.45	145.49	145.49	145.49	145.49	145.49	139.99	139.99	139.99	139.99	139.99	134.49	134.49	134.49	134.49	134.49
4. Agriculture	7 108.44	6 666.36	6 187.42	6 203.42	6 203.42	6 197.48	6 197.48	6 197.48	6 203.42	6 203.42	6 308.85	6 308.85	6 308.85	6 308.85	6 308.85	6 925.11	6 925.11	6 925.11	6 925.11	6 925.11
5. Land Use, Land-Use Change and Forestry ⁽⁷⁾	-21 381.36	-36 126.95	-29 994.08	-27 595.98	-27 595.98	-17 118.49	-17 118.49	-17 118.49	-17 118.49	-17 118.49	-15 377.99	-15 377.99	-15 377.99	-15 377.99	-15 377.99	-16 160.56	-16 160.56	-16 160.56	-16 160.56	-16 160.56
6. Waste	3 991.82	4 031.88	4 051.79	4 046.80	4 046.80	3 980.43	3 980.43	3 980.43	3 924.70	3 924.70	3 873.32	3 873.32	3 873.32	3 873.32	3 873.32	3 494.06	3 494.06	3 494.06	3 494.06	3 494.06
7. Other	443.61	429.39	418.54	419.31	419.31	420.15	420.15	420.15	420.15	420.15	387.32	387.32	387.32	387.32	387.32	360.91	360.91	360.91	360.91	360.91
Total (including LULUCF⁽⁷⁾)	50 100.32	33 550.95	37 956.95	42 117.74	42 117.74	58 187.50	58 187.50	58 187.50	75 342.87	75 342.87	71 901.22	69 904.63	69 904.63	72 628.71	72 628.71	71 806.70	71 806.70	71 806.70	71 806.70	71 806.70

TABLE 10 EMISSION TRENDS (SUMMARY)
(Sheet 5 of 5)
(Part 2 of 2)

Inventory 2003
Submission 2006 v1.1
FINLAND

GREENHOUSE GAS EMISSIONS	2000	2001	2002	2003
	CO2 equivalent (Gg)	CO2 equivalent (Gg)	CO2 equivalent (Gg)	CO2 equivalent (Gg)
CO2 emissions including net CO2 from LULUCF ⁽³⁾	41 402.45	43 676.59	46 102.24	55 404.32
CO2 emissions excluding net CO2 from LULUCF ⁽³⁾	57 727.13	62 738.77	65 004.63	73 283.96
CH ₄	5 496.45	5 378.20	5 172.70	4 968.67
N ₂ O	6 897.78	6 825.29	6 925.41	7 035.33
HFCs	501.60	581.97	396.46	733.06
PFCs	22.18	19.74	12.60	14.86
SF ₆	31.86	35.85	33.46	62.26
Total (including net CO2 from LULUCF)⁽³⁾	54 352.31	56 517.63	58 642.87	68 218.51
Total (excluding net CO2 from LULUCF)^{(3), (6)}	70 676.99	75 579.82	77 545.26	86 098.15

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	2000	2001	2002	2003
	CO2 equivalent (Gg)	CO2 equivalent (Gg)	CO2 equivalent (Gg)	CO2 equivalent (Gg)
1. Energy	55 595.09	60 797.91	63 344.34	71 298.75
2. Industrial Processes	5 343.86	5 270.57	4 939.64	5 788.57
3. Solvent and Other Product Use	132.29	118.64	109.86	104.11
4. Agriculture	5 949.12	5 840.25	5 819.18	5 742.27
5. Land Use, Land-Use Change and Forestry ⁽⁷⁾	-16 292.27	-19 024.54	-18 863.54	-17 845.00
6. Waste	3 292.26	3 180.05	2 958.72	2 778.89
7. Other	331.96	334.77	334.67	350.92
Total (including LULUCF)⁽⁷⁾	54 352.31	56 517.63	58 642.87	68 218.51

⁽¹⁾ The column "Base year" should be filled in only by those Parties with economies in transition that use a base year different from 1990 in accordance with the relevant decisions of the COP. For these Parties, this different base year is used to calculate the percentage change in the final column of this table.

⁽²⁾ Fill in net emissions/removals as reported in table Summary 1.A. For the purposes of reporting, the signs for removals are always negative (-) and for emissions positive (+).

⁽³⁾ The information in these rows is requested to facilitate comparison of data, because Parties differ in the way they report CO₂ emissions and removals from LULUCF.

⁽⁴⁾ Enter actual emissions estimates. If only potential emissions estimates are available, these should be reported in this table and an indication for this be provided in the documentation box. Only in these rows are the emissions expressed as CO₂ equivalent emissions.

⁽⁵⁾ In accordance with the UNFCCC reporting guidelines, HFC and PFC emissions should be reported for each relevant chemical. However, if it is not possible to report values for each chemical (i.e. mixtures, confidential data, lack of disaggregation), this row could be used for reporting aggregate figures for HFCs and PFCs, respectively. Note that the unit used for this row is Gg of CO₂ equivalent and that appropriate notation keys should be entered in the cells for the individual chemicals.

⁽⁶⁾ These totals will differ from the totals reported in table Summary 2 if Parties report non-CO₂ emissions from LULUCF.

⁽⁷⁾ Includes net CO₂, CH₄ and N₂O from LULUCF.

Documentation box:

- Parties should provide detailed explanations on emissions trends in Chapter 2: Trends in Greenhouse Gas Emissions and, as appropriate, in the corresponding Chapters 3 - 9 of the NIR. Use this documentation box to
- Use the documentation box to provide explanations if potential emissions are reported.

Kiitokset

Suomen neljännen ilmastonraportin valmistelussa pyrittiin mahdollisimman avoimeen menettelyyn. Tavoitteena oli taata kaikille osapuolille tilaisuus vaikuttaa raportin sisältöön ja kommentoida raporttiluonnosta.

Tiedot raportin valmistelusta olivat esillä tarkoitusta varten perustetuilla nettisivuilla. Sieltä ilmeni muun muassa, että kyseessä on Suomen virallinen raportti YK:n ilmastosihteeristölle, samoin raportoinnin aikataulu. Eri lukujen luonnokset olivat esillä ja niiden kommentointi oli ohjeistettu.

Raportin toimituskunta otti sähköpostitse yhteyttä eri ministeriöihin, tutkimuslaitoksiin, yrityksiin ja järjestöihin. Kaikkiaan yhteyttä otettiin 80 organisaatioon ja niissä 270 osoitteeseen. Palautetta saatiin 16 organisaatiosta, pääasiassa ministeriöistä ja tutkimuslaitoksista (esim. maa- ja metsätalousministeriö, Helsingin yliopiston ilmakehätieteiden osasto). Toimituskunnan käsittelyn jälkeen kaikki keskeiset kommentit sisällytettiin raporttiin.

Toimituskunta kiittää kaikkia palautteen lähettäjiä, joiden työpanos on merkittävästi tarkentanut raporttia. Samalla välitetään kiitos ministeriöille sekä eri laitoksille ja järjestöille, jotka ovat toimittaneet aineistoja raporttiin.

Kommentointimahdollisuudesta informoitiin seuraavia organisaatioita:

Suomen Akatemia
Maa- ja elintarvetalouden tutkimuskeskus
Suomen ammattiliittojen keskusjärjestö
Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto
Ilmailulaitos
Elinkeinoelämän keskusliitto
Energiamarkkinavirasto
Suomen evankelis-luterilainen kirkko
Suomen kaupan liitto
Suomen yrittäjät
Suomen luonnonsuojeluliitto
Terveyden edistämisen keskus
Eläketurvakeskus
Energiateollisuus
Suomen ympäristökeskus
Tietoliikenteen ja tietotekniikan keskusliitto
Metsäteollisuus
Metsätutkimuslaitos
Merentutkimuslaitos
Ilmatieteenlaitos
Opetushallitus
Öljy- ja kaasualan keskusliitto
Suomen Tieyhdistys
Suomen Kuljetus ja Logistiikka
Suomen YK-liitto
Maanystävät
Geologian tutkimuskeskus
Valtion taloudellinen tutkimuskeskus
Greenpeace
Helsingin kauppakorkeakoulu
Helsingin teknillinen korkeakoulu
Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu
Luontoliitto
Metsähallitus
Ulkoministeriö
Maa- ja metsätalousministeriö
Puolustusministeriö
Opetusministeriö
Valtiovarainministeriö
Oikeusministeriö
Työministeriö
Sosiaali- ja terveysministeriö
Ympäristöministeriö
Sisäasiainministeriö
Kauppa- ja teollisuusministeriö
Motiva Oy
Liikenne- ja viestintäministeriö
Maanmittauslaitos
Kansanterveyslaitos
Teknologian kehittämiskeskus

Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskus
Suomen ortodoksinen kirkko
Palkansaajien tutkimuslaitos
Valtioneuvoston kanslia
Säteilyturvakeskus
Kehitysyhteistyön palvelukeskus
Tilastokeskus
Teknologiateollisuus
Autoalan tiedotuskeskus
Suomen kuntaliitto
Svenska lantbruksproducenternas Centralförbund
Korkeasti koulutettujen työmarkkinakeskusjärjestö
Tekniikan akateemisten liitto
Toimihenkilökeskusjärjestö
Suomen kuluttajaliitto
Metallityöväen Liitto
Suomen kestävän kehityksen toimikunta
Suomen itsenäisyyden juhlarahasto
Verohallinto
Vihreät
Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
Saamelaiskäräjät
Terveys- ja sosiaalialan koulutettujen ammattilaisten etujärjestö
Opetusalan ammattijärjestö
Turun kauppakorkeakoulu
Helsingin yliopisto
Joensuun yliopisto
Oulun yliopisto
Rovaniemen yliopisto
Tampereen yliopisto
Turun yliopisto
Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Suomen WWF
Ålands landskapsregering

Tilastokeskus, myyntipalvelu
PL 4C
00022 TILASTOKESKUS
puh. (09) 1734 2011
faksi (09) 1734 2500
myynti@tilastokeskus.fi

ISBN 952-467-617-6 (print)
ISBN 952-467-618-4 (pdf)
Tuotenumero 3465
CE

Hämeen Kirjapaino Oy, Tampere