



VALTIONEUVOSTON KANSLIA



## Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta: kohti vähäpäästöistä Suomea



VNS 8/2009 vp

Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko  
ilmasto- ja energiapolitiikasta:  
kohti vähäpäästöistä Suomea

Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja | 28/2009



Julkaisija  
VALTIONEUUVOSTON KANSLIA

KUVAILELEHTI  
15.10.2009

Tekijät

Julkaisun laji  
Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko

Toimeksiantaja

Toimielimen asettamispäivä

**Julkaisun nimi** (myös ruotsinkielinen)

Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta: kohti vähäpäästöistä Suomea  
Statsrådets framtidsredogörelse om klimat- och energipolitiken: vägen till ett utsläppsnålt Finland

**Tiivistelmä**

Matti Vanhasen II hallituksen tulevaisuusselonteko arvioi ilmasto- ja energiapolitiikan haasteita pitkällä aikavälillä sekä globaalista että kansallisesta näkökulmasta. Selonteossa valtioneuvosto linjaa tavoitteita ja toimenpiteitä, jotka viitoittavat tietä kohti hyvinvoivaa ja vähäpäästöistä Suomea.

Tulevaisuusselonteon tarkastelu ulottuu vuosisadan puoliväliin asti ja tarvittaessa pitemmälle, ja se kattaa sekä ilmastonmuutoksen torjunnan että sen vaikutuksiin sopeutumisen. Selonteossa käsitellään energiantuotannon lisäksi energian käyttöä, liikennettä, metsiä ja muita ilmastonsuojelun kannalta keskeisiä aloja.

Selonteossa valtioneuvosto linjaa toimivansa aktiivisesti sen puolesta, että lämpeneminen saadaan rajoitettua globaalisti enintään kahteen asteeseen. Tämä edellyttää sitä, että tiukat päästörajoitukset saadaan koskemaan kaikkia keskeisiä maita. Osana kansainvälistä yhteistyötä Suomi sitoutuu vähentämään omat päästöt kestäväälle tasolle – vuoden 1990 tasosta vähintään 80 prosenttia vuoteen 2050 mennessä. Tämän tukemiseksi siirrytään pitkällä aikavälillä käytännössä päästöttömään energiajärjestelmään ja henkilöliikenteeseen.

Vähäpäästöisen yhteiskunnan rakentaminen edellyttää vahvoja ja ripeitä toimia kaikilla tasoilla ja aloilla. Mukaan ilmastotalkoisiin tarvitaan niin kunnat, yritykset, järjestöt kuin yksittäiset kansalaiset. Ilmastonäkökulma on valtavirtaistettava kautta kaiken päätöksenteon. Nykyistä ohjausta on vahvistettava ja uutta otettava käyttöön.

Selonteon taustoittamiseksi tilattiin selvityksiä keskeisistä ilmasto- ja energiapolitiikan kysymyksistä. Sidosryhmäpaneelista ja verkkokeskusteluista saatiin syötettä valmisteluun. Myös selonteon taustaskenaarioiden laadinta perustui osallistavaan työtapaan.

**Avainsanat**

ilmasto- ja energiapolitiikka, tulevaisuus, pitkä aikaväli, varautuminen, ennakointi, ilmastonsuojelu, vähäpäästöinen yhteiskunta

**Julkaisusarjan nimi ja numero**

Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja  
28/2009

**ISSN**

0782-6028

**ISBN (painettu)**

978-952-5807-65-3

**Kokonaissivumäärä**

180

**Kieli**

Suomi

**Luottamuksellisuus**

Julkinen

**ISBN (PDF)**

978-952-5807-66-0

**Kustantaja**

Valtioneuvoston kanslia  
Julkaisu PDF:nä: [www.vnk.fi/julkaisut](http://www.vnk.fi/julkaisut)  
Lisätietoja: [julkaisut@vnk.fi](mailto:julkaisut@vnk.fi)

**Taitto**

Valtioneuvoston kanslia/Politiikka-analyysiyksikkö

**Julkaisun välitys**

Yliopistopaino, Helsinki  
[www.yliopistopaino.fi/kirjamyynti](http://www.yliopistopaino.fi/kirjamyynti)  
Tilaukset: [books@yliopistopaino.fi](mailto:books@yliopistopaino.fi)

**Painopaikka**

Yliopistopaino, Helsinki, 2009



# Sisällys

ESIPUHE .....	7
1 JOHDANTO: SUOMESTA ILMASTONSUOJELUN EDELLÄKÄVIJÄ.....	9
2 MITÄ ILMASTOKRIISIN VÄLTÄMINEN EDELLYTTÄÄ? .....	12
3 ILMASTONSUOJELU – GLOBAALIN POLITIIKAN HAASTE.....	25
4 POLKUJA KOHTI VÄHÄPÄÄSTÖISTÄ SUOMEA.....	43
5 KESTÄVÄ ILMASTOPOLITIIKKA .....	53
6 VAURAUTTA ILMASTOA KUORMITTAMATTA.....	65
7 ILMASTOA SÄÄSTÄVÄ ARKI .....	94
8 SOPEUTUMINEN ILMASTONMUUTOKSEEN.....	113
9 VAIKUTTAVAMPIIN OHJAUSKEINOIHIN .....	126
10 ILMASTOPOLITIIKAN VALTAVIRTAISTAMINEN .....	138
YHTEENVETO LINJAUKSISTA .....	146
LIITE 1: TULEVAISUUSSELONTEON SKENAARIOIDEN KUVAUS JA ARVIOINTIA .....	149
LIITE 2: SANASTO .....	173
LIITE 3: TULEVAISUUSSELONTEON VALMISTELU JA SELVITYKSET .....	177





## ESIPUHE

Tulevaisuusselontekoja on laadittu kerran hallituskaudessa kansakunnan tulevaisuuden kannalta ratkaisevista kysymyksistä. Matti Vanhasen II hallituksen ohjelmassa päätettiin laatia ilmasto- ja energiapolitiittinen tulevaisuusselonteko.

Tällä tulevaisuusselonteolla pyritään arvioimaan ilmasto- ja energiapolitiikan haasteita pitkällä aikavälillä. Aikajänne mahdollistaa pohdiskelevan otteen ja eri vaihtoehtojen vapaan punnitsemisen. Selonteko pyrkii viitoittamaan tietä kohti hyvinvoivaa ja vähäpäästöistä Suomea.

Selonteon taustoittamiseksi tilattiin selvityksiä joistakin ilmasto- ja energiapolitiikan kannalta keskeisistä kysymyksistä. Niissä tarkasteltiin mm. ilmastonmuutoksen globaalin rajoittamisen edellytyksiä, ilmastopolitiikan kustannustehokkuutta ja ilmastonäkökulman valtavirtaistamista.

Selonteon valmistelussa on pyritty osallistavaan otteeseen. Kansalaisten ja sidosryhmien näkemyksiä on kysytty verkkokyselyillä ja -keskusteluilla, työpajoilla sekä ryhmäpaneelilla. Selonteko on myös pyritty kirjoittamaan tavalla, joka tekisi siitä kansalaisille helposti lähestyttävän.

Selontekoa varten laadittiin monivaiheisessa prosessissa neljä erilaista malliskenaariota, joilla kuvataan mahdollisia polkuja kohti vähäpäästöistä Suomea. Skenaariot eivät ole valtioneuvoston suosituksia, vaan esimerkkejä erilaisista tulevaisuuksista, joilla kaikilla on omat vahvuutensa ja haasteensa. Skenaarioiden toivotaan havainnollistavan vähäpäästöisyyden edellyttämiä muutoksia ja ruokivan julkista keskustelua halutuista tulevaisuuspoluista.

Tulevaisuusselontekoa kannattaa lukea rinnan hallituksen muiden ilmasto- ja energiapolitiikkaa linjaavien asiakirjojen kanssa. Merkittävin näistä on pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. Tärkeimpiä sektorikohtaisia asiakirjoja ovat

- liikennepoliitikassa liikennepoliittinen selonteko, liikenne- ja viestintäministeriön ilmastopolitiittinen ohjelma sekä joukkoliikenteen kehittämisohjelma
- kehityspoliitikassa kehityspoliittinen ohjelma
- julkisissa hankinnoissa valtioneuvoston periaatepäätös kestävästä hankinnoista
- sopeutumisessa kansallinen sopeutumisstrategia

Ilmasto- ja energiastrategiassa hallitus on linjannut politiikkaa erityisesti vuoteen 2020 asti. Siinä on esitetty sektoreittain tavoitteet ja konkreettisia toimenpiteitä, joilla Suomi saavuttaa EU:n ilmasto- ja energiatavoitteet. Tulevaisuusselonteko tukee ja täydentää strategiassa tehtyä työtä. Selonteko jatkaa politiikan tarkas-

telemista erityisesti vuodesta 2020 eteenpäin ja hahmottelee polkuja kohti kestävästä päästötasosta pitkällä aikavälillä.

Tulevaisuusselonteko on osa hallituksen ja eduskunnan välistä tulevaisuusdialogia. Koordinointivastuu selonteon toimeenpanosta on valtioneuvoston kanslialla, mutta useimmat käytännön ratkaisut kuuluvat sektoriministeriöille.

Tulevaisuusselonteon johdannossa määritetään työn tavoitteet: Suomen nostaminen ilmastonsuojelun edelläkävijäksi. Toisessa luvussa kuvataan ilmastokriisin syitä ja seurauksia. Kolmas luku käsittelee ilmastopolitiikkaa globaalina haasteena.

Neljännessä luvussa ja sen liitteessä esitellään selontekoa varten laaditut esimerkinomaiset polut kohti vähäpäästöistä Suomea. Viidennessä luvussa ilmastonsuojelu asetetaan laajempaan kestäväen kehityksen viitekehykseen. Kuudes luku tarkastelee ilmastopolitiikkaa erityisesti elinkeinojen, seitsemäs ihmisten arjen näkökulmasta.

Kahdeksannessa luvussa esitellään ilmastomuutokseen sopeutumisen edellyttämiä politiikkoja. Yhdeksännessä luvussa lähestytään ilmastopolitiikkaa ohjauskeinojen kannalta. Kymmenes luku puolestaan kuvaa vähäpäästöisen yhteiskunnan edellyttämiä hallinnollisia muutoksia. Yhteenveto linjauksista kokoaa selonteosta valtioneuvoston tärkeimpiä linjauksia.

Yhteenvetoa seuraava liite kuvaa vähäpäästöisen Suomen skenaarioita. Toiseen liitteeseen on koottu taustoittavaa tietoa: kuvaus valmisteluprosessista ja työhön osallistuneista tahoista, lista taustaselvityksistä sekä sanasto. Hyväksyessään selonteon valtioneuvosto ei ole käsitellyt näitä liitteitä.

Tulevaisuusselonteko on laadittu valtioneuvoston kansliassa (VNK) yhteistyössä sektoriministeriöiden kanssa. Työssä ovat neuvoneet selonteon asiantuntijaryhmä ja ne toista sataa asiantuntijaa ja sidosryhmien edustajaa, jotka ovat osallistuneet erilaisiin työpajoihin ja teemakeskusteluihin.

Valmistelusta VNK:ssa on vastannut valtioneuvoston ilmastopoliittinen asiantuntija Oras Tynkkynen ja sitä on ohjannut ympäristöministeri Paula Lehtomäen (28.9.2007–11.4.2008 ympäristöministeri Kimmo Tiilikaisen) johtama ministerityöryhmä. Lisäksi ministerityöryhmään ovat kuuluneet puolustusministeri Jyri Häkämies (4.4.2008 asti ulkoministeri Ilkka Kanerva), valtiovarainministeri Jyrki Katainen, työministeri Anni Sinnemäki (25.6.2009 asti työministeri Tarja Cronberg), asuntonministeri Jan Vapaavuori, liikenneministeri Anu Vehviläinen, ulkomaankauppa- ja kehitysministeri Paavo Väyrynen sekä kulttuuri- ja urheiluministeri Stefan Wallin.

# 1 JOHDANTO: SUOMESTA ILMASTONSUOJELUN EDELLÄKÄVIJÄ

Ihmiskunta on tienhaarassa. Kasvava tieteellinen näyttö kertoo yhä vakuuttavammin, että uhkaamme ajautua ilmastokriisiin. Tällöin ilmastomuutos voisi pahimmillaan jopa horjuttaa sivilisaation perustaa.

Tienhaarassa voi vielä valita. Ihmiskunta voi jatkaa nykyisellä polulla, jolla ilmastomuutos edetessään aiheuttaisi inhimillistä kärsimystä erityisesti köyhissä maissa. Rajoittamaton lämpeneminen myös hävittäisi ekosysteemejä ja voisi johtaa mahdollisesti peruuttamattomiin ja katastrofaalisiin häiriöihin ilmastojärjestelmässä. Tämä kaikki heijastuisi hyvin kielteisellä tavalla myös Suomeen.

Vaihtoehtoisesti voidaan valita toisenlainen polku. Sillä maailman päästöt käännetään ripeästi nopeaan laskuun. Ihmisten kekseliäisyys ja uusi teknologia, julkiset ohjaukset ja kansalaisten osallistuminen valjastetaan tasoittamaan tietä kohti vähäpäästöisiä ja päästöttömiä yhteiskuntia.

Tulevaisuusselonteko tarkastelee yhteiskunnan kehitystä ilmastohaasteen näkökulmasta. Mitä pidemmälle nykyhetkestä katsotaan, sitä enemmän epävarmuustekijöitä on vastassa. Selonteon tavoitteena on herättää keskustelua ilmastomuutoksesta, sen torjunnasta ja siihen sopeutumisesta. Selonteko tunnistaa ja linjaa politiikan osa-alueita, joihin on kiinnitettävä huomiota lähitulevaisuudessa, jotta tuntuja muutoksia saadaan aikaan pitkällä aikavälillä.

Tulevaisuusselonteko on laadittu aikana, jolloin ripeä talouskasvu on vaihtunut globaaliin taantumiaan. Taluskriisi ei ole kuitenkaan tehnyt ilmastonsuojelusta vähemmän kiireellistä tai välttämätöntä. Päinvastoin vain torjumalla ilmastokriisi voidaan välttyä tulevaisuudessa monin verroin pahemmilta, ilmastomuutoksen laukaisemilta taluskriiseiltä.

Valtioneuvosto painottaa, ettei taloustaantuma ole kestävä syy lykätä päästövähennyksiä. Päinvastoin: samanaikaisiin kriiseihin voidaan hakea yhteisiä ratkaisuja. Rakennusten remontoiminen energiatehokkaammiksi, investoinnit uusiutuvaan energiaan sekä satsaukset ratoihiin ovat vain muutamia esimerkkejä keinoista, joilla voidaan yhtä aikaa leikata päästöjä, elvyttää taloutta ja saada aikaan myönteisiä rakenteellisia muutoksia tulevaisuutta varten.

Ilmastokriisin välttäminen ei ole ilmaista. Järkevästi suunnitellulla politiikalla kustannukset on kuitenkin mahdollista pitää kohtuullisina.

Ilmastonsuojelu tarjoaa myös huomattavia mahdollisuuksia. Energia- ja materiaalihokkuuden parantaminen kohentaa kilpailukykyä, uusi teknologia ja biota-

lous tuovat vientimahdollisuuksia sekä kotimainen, uusiutuva energia luo työpaikkoja. Leikkaamalla päästöjä vähennetään riippuvuutta kallistuvasta tuontienergiasta. Monet ilmastonsuojelutoimet vähentävät samalla myös muita ympäristö- ja terveyshaittoja.

Mikään maa ei voi ratkaista ilmastonmuutosta yksin. Globaaleihin ilmastotalkoiisiin tarvitaan kaikki. Onneksi yhä useampi maa on jo asettanut päästötavoitteita ja laatinut kansallisia ilmastostrategioita.

Pienikin maa voi vaikuttaa näyttämällä esimerkkiä, soveltamalla kestävä ratkaisuja käytännössä ja kehittämällä kestävä teknologiaa. Toisaalta nousevia talouksia olisi mahdotonta suostutella hyväksymään päästörajoituksia, jos edes maailman vauraimpiin kuuluvat maat eivät suostuisi tekemään omaa osuuttaan.

Suomella on kaikki edellytykset nousta ilmastonsuojelun edelläkävijäksi. Suomi on kansainvälisesti vertailtuna vauras, korkean osaamisen maa. Meillä on mittavat uusiutuvat luonnonvarat ja huippuosaamista kestävässä teknologiassa. Suomessa sekä kansalaismielipide että poliittinen johto tukevat ilmastonsuojelua voimakkaasti.

Edelläkävijyys parantaa Suomen kansainvälistä asemaa ja tuo etuja vähäpäästöisen teknologian kasvavilla markkinoilla. Lopulta kyseessä on kuitenkin ylisukupolvinen ja maailmanlaajuinen moraalinen valinta.

Tässä tulevaisuusselonteossa valtioneuvosto visioi ja viitoittaa tietä kohti vähäpäästöistä Suomea. Vähäpäästöisessä yhteiskunnassa hyvinvointi tuotetaan murto-osalla nykyisistä päästöistä. Suomen päästöt on leikattu tasolle, joka tukee globaalin ilmastomuutoksen rajoittamista siedettäväksi ja mahdollistaa siihen sopeutumisen. Vähäpäästöisyys voi olla vasta alkua – vuosisadan toisella puoliskolla voi olla edessä siirtyminen kokonaan päästöttömään tai päästöneutraalin yhteiskuntaan.

Polku vähäpäästöiseen yhteiskuntaan edellyttää isoja poliittisia päätöksiä. Päästöjen vähentämiseksi tarvitaan laajoja, syviä ja ripeitä toimia kaikilla yhteiskunnan tasoilla ja sektoreilla. Ilmastotalkoiisiin on kaikkien osallistuttava. Mukaan tarvitaan niin kunnat, yritykset kuin yksittäiset kansalaiset.

Toisaalta tulevaisuusselonteko osoittaa, että vähäpäästöinen Suomi on mahdollinen. Vaikka monen asian on muututtava, toisaalta moni asia näyttäisi kovin tutulta. Autoilla ajetaan myös vuoden 2050 Suomessa – ehkä vain vähemmän kuin nykyään ja bensiinin tai dieselin sijaan sähköllä. Teollisuus luo yhä työpaikkoja, mutta sen on oltava radikaalisti vähäpäästöisempi. Kodeissa ei tarvitse palella, mutta lämpöä haaskataan vähemmän ja se tuotetaan päästöttömästi.

Vähäpäästöinen Suomi ei ole vain mahdollinen, vaan se voi olla monessa suhteessa myös hyvinvoivempi kuin nykyään. Tavaroiden ja palveluiden tuottaminen voidaan tehdä kestävästi ja tehokkaasti. Ilmastopäästöjen leikkaaminen tuottaa sivussa monia muita ympäristö- ja terveyshyötyjä. Tarve vähentää päästöjä voi antaa aihetta arvioida uudelleen asioiden tärkeysjärjestystä. Ehkä silloin arvostetaan enemmän aineellisen elintason varjoon jääneitä asioita: sosiaalisia suhteita, vapaa-aikaa, kulttuuria ja toisista välittämistä.

Tulevaisuusselonteko tarkastelee ilmasto- ja energiapolitiikan näkymiä vuosittain puoliväliin asti ja pitemmällekin. Näin pitkälle tulevaisuuteen varmintakin on se, että moni asia tulee muuttumaan merkittävästi. Vuonna 1968 tuskin kukaan osasi kuvitella Neuvostoliiton hajoamista, internetiä, Kiinan nousua tai kännyköiden suosiota. Vastaavasti vuoteen 2050 mennessä moni asia tulee muuttumaan tavalla, jota nyt on mahdotonta nähdä.

Ilmastonmuutos on haaste politiikalle sekä poikkeuksellisen aikajänteensä että laajuutensa takia. Ilmastonäkökulma on saatava mukaan kaikkeen päätöksentekoon ja kaikkiin politiikkoihin. Siirtyminen vähäpäästöiseen yhteiskuntaan edellyttää yhteisymmärrystä yli hallituskausien ja puoluerajojen.

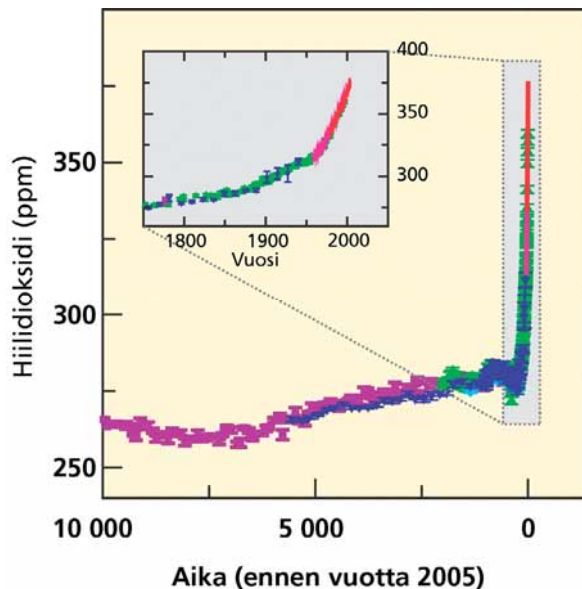
Tulevaisuusselonteko on yksi väline tuon pitkäjänteisen yhteisymmärryksen synnyttämisessä.

## 2 MITÄ ILMASTOKRIISIN VÄLTÄMINEN EDELLYTTÄÄ?

**Ilmastonmuutos uhkaa aiheuttaa merkittävää vahinkoa ihmisille ja ympäristölle. Pahimmillaan vaikutukset voivat olla peruuttamattomia ja katastrofaalisia. Lämpenemisen rajoittaminen siedettäväksi enintään kahteen asteeseen edellyttää erittäin mittavia globaaleja päästövähennyksiä. Päästöjen leikkaaminen kestävälle tasolle lienee vielä mahdollista, mutta aika on käymässä vähiin.**

Ihmiskunta on teollisesta vallankumouksesta alkaen muuttanut ilmakehän koostumusta ratkaisevasti polttamalla vuosimiljoonien aikana kertyneitä fossiilisia polttoaineita. Tärkeimmän ihmisen tuottaman kasvihuonekaasun, hiilidioksidin, pitoisuus ilmakehässä on noussut yli kolmanneksella ja saavuttanut selvästi korkeamman tason kuin kertaakaan ainakin 650 000:een mutta mahdollisesti jopa 20 miljoonaan vuoteen.

**Kaavio 2.1** Hiilidioksidin pitoisuuden vaihtelu ilmakehässä



Hiilidioksidin pitoisuuden vaihtelu ilmakehässä 10 000 (iso kuva) ja 250 (pieni kuva) viime vuoden aikana. Arviot perustuvat jäätikkökairauksiin (eri tutkimusten tulokset merkitty eri väreillä) ja suoraan ilmakehästä tehtyihin mittauksiin (punaiset käyrät).

Lähde: IPCC. 2007. IPCC Fourth Assessment Report. Working Group I Report "The Physical Science Basis. Summary for Policy Makers", s. 3.

Ilmasto muuttuu luonnostaankin. Kasvihuonekaasujen pitoisuuksien kasvu ilmakehässä on kuitenkin voimistanut luonnollista kasvihuoneilmiötä, minkä seurauksena maapallon keskilämpötila on noussut jo noin 0,8 astetta esiteolliseen aikaan verrattuna. Tätä pääosin ihmisen aiheuttamaa ilmiötä kutsutaan ilmastomuutokseksi.

Lämpeneminen ei jakaudu tasaisesti. Arktisilla alueilla lämpötila on noussut liki kaksi kertaa niin nopeasti kuin maapallolla keskimäärin. Maa-alueilla lämpeneminen on ollut niin ikään kaksi kertaa niin voimakasta kuin merialueilla. Lämpeneminen ei myöskään välttämättä etene ajallisesti tasaisesti, vaan se voi välillä hidastua ja välillä taas kiihtyä.

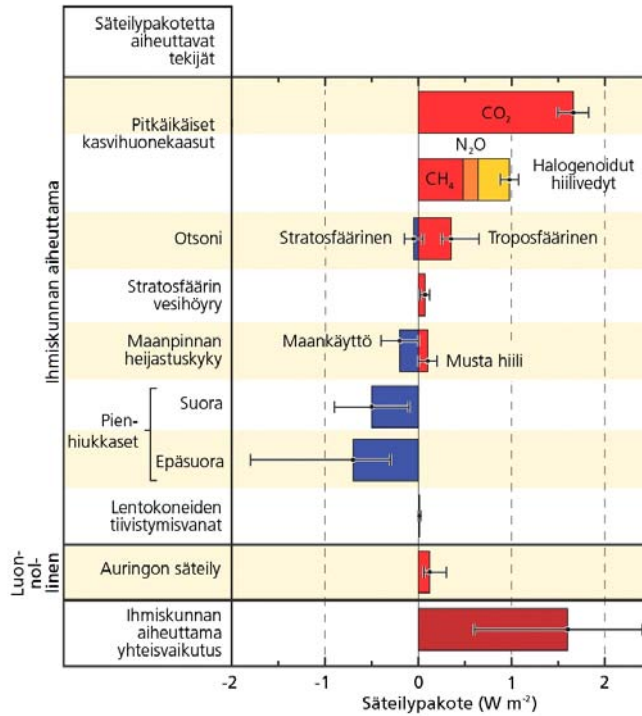
Jo tähänastinen lämpeneminen on aiheuttanut lukuisia muutoksia ympäristössä. Näitä ovat mm.

- kylmien kausien väheneminen ja kuumien kausien lisääntyminen
- jäätiköiden massan, pohjoisen napa-alueen jääpeitteen ja ikiroudan supistuminen
- merenpinnan nousu
- sadannan, haihdunnan ja tuulten jakauman muutokset
- kuivuuskausien voimistuminen ja piteneminen sekä rankkasateiden yleistyminen
- eliölajien siirtyminen viileämmän ilmaston perässä lähemmäs napoja ja korkeammalle

Kaikissa ilmastotekijöissä ei kuitenkaan ole havaittu muutoksia, eivätkä kaikki havaitut muutokset johdu ihmisestä. Esimerkiksi Antarktiksien merijää ei näytä supistuneen ja ilmastomuutoksen yhteydestä trooppisten hirmumyrskyjen yleisyyteen on ristiriitaisia arvioita.

Ilmastoon vaikuttavat ihmistoiminnan lisäksi myös luonnolliset tekijät kuten auringon säteilytehon muutokset, tulivuorenpurkaukset ja ENSO-ilmiönä (El Niño Southern Oscillation) tunnettu kausivaihtelu eteläisellä pallonpuoliskolla. Ihmisperäisten tekijöiden on arvioitu vaikuttavan lämpenemiseen yli kymmenen kertaa niin paljon kuin auringon säteilyn muutokset. Mikään tunnettu teoria ei kykene selittämään havaittuja muutoksia vakuuttavasti ilman ihmisen osuutta.

## Kaavio 2.2 Ilmaston vaikuttavia tekijöitä



Pylvään leveys kertoo parhaan arvion säteilypakotteen suuruudelle. Jana puolestaan kuvaa tämän arvion epävarmuusvälin.

Lähde: IPCC. 2007. IPCC Fourth Assessment Report. Working Group I Report "The Physical Science Basis. Summary for Policy Makers", s.4.

### Laatikko 2.1 IPCC-prosessi

Hallitustenvälinen ilmastopaneeli (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) perustettiin vuonna 1988 koostamaan tieteellistä ilmastotietoa päätöksenteon tueksi. IPCC ei itse tee tutkimusta eikä myöskään anna suosituksia politiikasta.

IPCC:n tärkeimmät tuotokset ovat laajat arviointiraportit, joista tuorein on vuonna 2007 julkaistu neljäs arviointiraportti (AR4). Prosessin alussa jäsenmaat ja eri organisaatiot tekevät esityksiä raportin kirjoittajiksi. Asiantuntijat eivät ole sidottuja heitä ehdottaneiden maiden kantoihin.

Pääkirjoittajat ovat vastuussa raportin ensimmäisen luonnoksen kirjoittamisesta. Luonnos perustuu vertaisarvioituun tutkimukseen, ja sen arvioivat riippumattomat asiantuntijat. AR4:n arvioinnissa oli mukana yli 2 500 asiantuntijaa. Arvioinnin kommentit ja pääkirjoittajien vastaukset niihin julkaistiin verkossa. Raporttien päätöksistä vastaavat tieteelliset asiantuntijat, ja heillä on myös veto-oikeus siihen, että yhteenvedot päätöksentekijöille ovat yhteensopivia tekstin kanssa.



## **Ilmastonmuutos vaikuttaa miljardien ihmisten elämään**

Ilmastonmuutos ei ole vain ympäristöongelma, vaan mitä suurimmassa määrin taloudellinen, sosiaalinen, poliittinen ja myös turvallisuuskysymys. Vaikka osa vaikutuksista voi etenkin lyhyellä aikavälillä ja joissakin osissa maailmaa olla myönteisiä, valtaosa on jonkin verran tai erittäin kielteisiä – osa jopa mahdollisesti katastrofaalisia.

Ilmastonmuutoksen ennakoitaan mm.

- laajentavan kuivuudesta kärsiviä alueita ja heikentävän veden saatavuutta
- lisäävän rankkasateita ja tulvariskiä
- vahingoittavan ekosysteemejä ja altistavan merkittävän osan eliölajeista sukupuutolle
- heikentävän ruoan saatavuutta ja pahentavan nälkää
- lisäävän tauteja ja kuolleisuutta

Ilmastonmuutos voi vaikuttaa dramaattisesti valtaviin ihmisjoukkojen elämään. Esimerkiksi kahden asteen lämpötilan nousu voi altistaa vesipulalle yhdestä kahteen miljardia ihmistä lisää. Yksin Afrikassa ilmastonmuutos voi pahentaa jo vuoteen 2020 mennessä 75–250 miljoonan ihmisen vesipulaa, ja vuoteen 2080 mennessä 75 miljoonaa hehtaaria maata voi muuttua sopimattomaksi sateisiin perustuvalla maanviljelylle.

Lämpeneminen lisää köyhyyttä ja eriarvoisuutta. YK:n kehitysohjelma UNDP arvioi, että ilmastonmuutos uhkaa pysäyttää kehityksen ja jopa pyyhkiä pois sukupolvien aikana saadut tulokset köyhyyden poistamisessa, terveydenhuollossa, ravitsemuksessa ja koulutuksessa.

Kehityksen taantuminen voi lisätä erityisesti köyhien ja hauraiden maiden epävakautta ja pahimmillaan johtaa valtioiden luhistumiseen (failed states). Yhden arvion mukaan jopa 200 miljoonaa ihmistä voi joutua jättämään kotinsa pysyvästi merenpinnan nousun, tulvien ja kuivuuskausien takia. YK:n ympäristöohjelma UNEP on puolestaan arvioinut, että Darfurin konflikti on jo nykyään vahvassa yhteydessä aavikoitumiseen ja maaperän köyhtymiseen, jotka taas liittyvät alueellisen ilmaston muutokseen.

Ilmastonmuutoksen haitat voivat myös käydä kalliiksi. Ison-Britannian hallituksen tilaamassa Sternin raportissa arvioidaan, että rajoittamattoman lämpenemisen kustannukset voivat nousta 5–11 prosenttiin maailman taloudesta, kun mukaan lasketaan sekä rahalliset että ei-rahalliset haitat. Palautekytkentöjen riskien huomioon ottaminen voisi nostaa kustannukset 7–14 prosenttiin ja köyhimpiin kohdistuvien haittojen painottaminen jopa 20 prosenttiin.

Mitä enemmän ilmasto lämpenee, sitä vakavammiksi haitat käyvät. Vaikutukset myös vaihtelevat alueittain merkittävästi. Muutaman asteen lämpenemisen arvioidaan lisäävän satoisuutta korkeilla ja keskileveysasteilla, mutta heikentävän sitä tropiikissa. Voimakas lämpeneminen kääntäisi jo maailman ruoantuotannon laskuun kokonaisuutena.

**Kaavio 2.3** Arvioita ilmastonmuutoksen vaikutuksista eri lämpenemistasoilla



Perustuu lähteeseen Stern, Nicholas. 2006. Stern Review on the Economics Of Climate Change. Executive Summary, s. 5.

Vaikutusten vakavuus riippuu olennaisesti myös yhteiskuntien sopeutumiskyvystä. Kehittyneet ja muutoksia ennakoineet yhteisöt ovat parhaassa asemassa, köyhät ja varautumattomat huomattavasti huonommassa.

## Laatikko 2.2 Ilmastotieteen arviointi

Tieteen käsitys ilmastojärjestelmästä ja ihmisen siinä aiheuttamista muutoksista perustuu vuosikymmenien aikana karttuneeseen tutkimustietoon, joka on arvioitu ja testattu tiedeyhteisön sisällä. Tietämys ilmastomuutoksesta on tarkentunut ja vahvistunut ajan kuluessa olennaisesti.

Julkisessa keskustelussa ilmastotieteen tuloksia pyritään ajoittain kyseenalaistamaan. Ilmastoskeptikoiksi usein kutsutut valtavirtailmastotieteen kriitikot väittävät, ettei ilmasto muutu; jos ilmasto muuttuukin, se johtuu luonnollisista tekijöistä; jos ihminen muuttaa ilmastoa, ihmisen osuus on pieni tai muutos vähäinen; tai vaikka ihminen muuttaisikin ilmastoa merkittävästi, ovat lämpenemisen haitat vähäisiä tai sen torjuminen tulee kohtuuttoman kalliiksi.

Normaaliin tieteelliseen prosessiin kuuluu arvioida kaikkia tuloksia kriittisesti ja tarkastella ennakkoluulottomasti vaihtoehtoisia selitysmalleja. Eri argumentteja esimerkiksi auringonpilkkujen ja pilvisyyden muutoksista, mittausvirheistä sekä mallien puutteista on punnittu tiedeyhteisössä. Tämän punninnan perusteella valtavirtatieteen viesti on: ihminen muuttaa ilmastoa ja ilmastomuutoksen vaikutukset voivat olla erittäin vakavia. Tulevina vuosikymmeninä ilmastotieteen kehitystä on seurattava tarkoin, jotta politiikkatoimien oikeellisuus voidaan turvata.

## Yllätyksiä luvassa?

Ilmastojärjestelmä sisältää palautekytkentöjä, jotka saattavat kiihdyttää tai jarruttaa lämpenemistä. Näistä merkittävimpiä ovat

- vesihöyryn määrän lisääntyminen ilmakehässä ja pilvisyyden muutokset
- maan ja veden heijastavuuden pieneneminen jään ja lumen sulaaessa
- metaanin vapautuminen ikeroudan alta tai meren pohjan kerrostumista
- kasvillisuuden tai merien muuttuminen hiilidioksidin nielusta lähteeksi

Palautekytkentöjen nettovaikutus on lämpenemistä vauhdittava. Osa mekanismeista tunnetaan kuitenkin vielä varsin puutteellisesti, eikä niitä ole voitu ottaa ilmastomalleissa täysin huomioon.

Vielä IPCC:n neljännessä arviointiraportissa oletettiin Etelänapamantereen ja Grönlannin mannerjään sulamisen jatkuvan entistä tahtia. Näin merenpinnan nousu olisi voinut jäädä tällä vuosisadalla 18–59 senttimetriin. Tuoreet tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet napa-alueiden jäätiköiden menettävän massaa kiihtyvällä vauhdilla. Uusien arvioiden perusteella merenpinta nousisi jo kuluvalle vuosisadalla metrin verran.

Lämpeneminen saattaa laukaista myös epälineaarisia ja äärimmäisiä muutoksia, jotka voivat edetä tietyn kynnyksen ylitettyään äkillisesti. Esimerkiksi Grönlannin mannerjäätikkö voi joidenkin vuosisatojen kuluessa sulaa täysin, jos maapallon keskilämpötila kohoaa vain 1–2 astetta nykyisestä – ja Länsi-Antarktiksien, jos lämpötilan nousu on 3–5 astetta. Grönlannin jäiden sulaminen nostaisi maailman

merenpintaa noin seitsemän ja Länsi-Antarktiksien viisi metriä. Kolmen asteen lämpeneminen voisi puolestaan johtaa puolessa vuosisadassa Amazonin sademetsän ja boreaalisten metsien laaja-alaiseen katoamiseen.

Vaikka joidenkin äärimmäisten muutosten todennäköisyys on melko tai hyvin pieni, toteutuessaan niiden vaikutukset voivat olla hyvin dramaattisia. Siksi uhkat on syytä ottaa vakavasti. Ilmastopolitiikan tavoitteena tulee olla paitsi vähentää lämpenemisen haittoja, myös minimoida äärimmäisten, peruuttamattomien ja mahdollisesti katastrofaalisten muutosten riski.

### **Laatikko 2.3** Mitä tapahtuu Golf-virrälle?

Golf-virta leudontaa merkittävästi Pohjois-Euroopan ilmastoa. Ilmastonmuutoksen eteneminen on herättänyt kysymyksen siitä, voisiko Golf-virta heiketä, kääntyä tai jopa lakata kokonaan.

Uusien mallien perusteella näyttää hyvin todennäköiseltä, että Atlantin meridionaalinen kiertoliike – Golf-virta siinä mukana – heikkenee. Enimmillään virta voisi jopa puolittua voimakkuudeltaan. Heikkenemisestä huolimatta lämpötilojen ennustetaan nousevan Pohjois-Atlantillakin hieman, koska ilmastonmuutos lämmittää niin voimakkaasti. Sen sijaan on hyvin epätodennäköistä, että kiertoliikkeessä esiintyisi äkillisiä ja voimakkaita muutoksia vielä tällä vuosisadalla.

Jos kiertoliike jostain syystä kuitenkin pysähtyisi kokonaan, olisivat sen vaikutukset huomattavia:

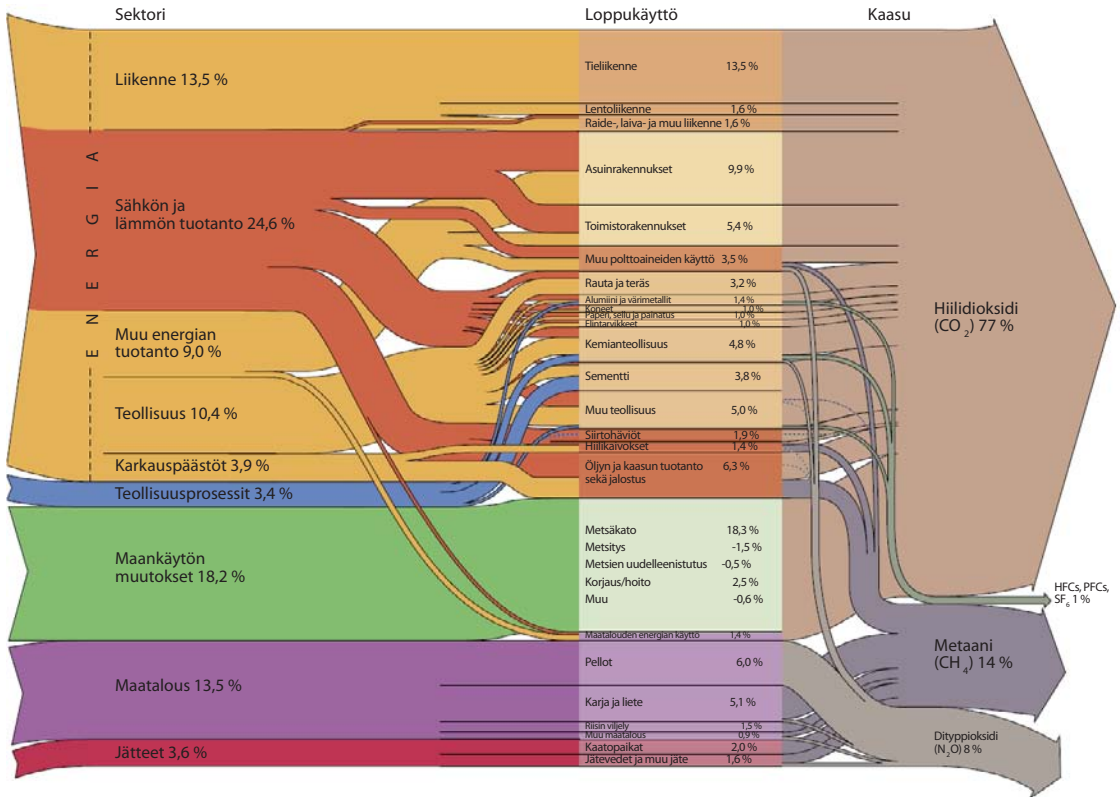
- Pohjois-Atlantin alueella merenpinta nousisi paikoin nopeasti jopa metrin, ja eteläisellä pallonpuoliskolla merenpinta vastaavasti laskisi
- Etelä-Euroopassa veden valuma vähenisi ja saatavuus huononisi
- Länsi-Euroopassa lumen sulamisvesien aiheuttamat tulvat lisääntyisivät
- sadot heikkenisivät
- Länsi-Euroopan ja Välimeren alueen ekosysteemeissä tapahtuisi muutoksia

### **Mistä päästöt syntyvät?**

Ihmiskunta tuottaa kasvihuonekaasuja polttamalla fossiilisia polttoaineita, hävittämällä ja heikentämällä metsiä sekä käyttämällä typpilannoitteita maataloudessa. Lisäksi päästöjä syntyy teollisuuden prosesseissa, karjankasvatuksessa, riisin viljelyssä ja jätteiden hajoamisessa.

Hiilinieluisi kutsutaan prosesseja, joissa ilmakehän hiilidioksidia sitoutuu metsiin, maaperään ja mereen. Luonnon nielut ovat tähän asti sitoneet ison osan ihmisen tuottamista päästöistä, mikä on hidastanut lämpenemistä selvästi. Ihmistoiminta vaikuttaa nieluihin: metsäkato, eroosio ja maaperän muokkaaminen heikentävät nieluja, kun taas kestävä metsien hoitaminen voi kasvattaa niitä. Tulevaisuudessa myös lämpeneminen voi heikentää ekosysteemien kykyä sitoa hiiltä.

**Kaavio 2.4** Maailman kasviuonekaasupäästöt



Maailman kasviuonekaasupäästöt vuonna 2005 sektoreittain, loppukäytön mukaan ja kaasuittain (paitsi CFC-yhdisteet).

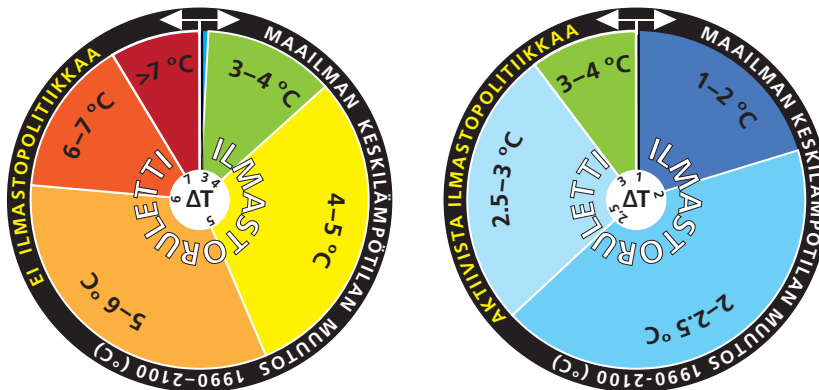
Lähde: Baumert, K. A. et al. 2005. Navigating the Numbers – Greenhouse Gas Data and International Climate Policy. World Resources Institute.

Ilmastopäästöt ovat kasvaneet toisesta maailmansodasta alkaen lukuun ottamatta 1970-luvun öljykriisin lyhyttä notkahdusta, ja kuluvan vuosikymmenen alusta päästöjen kasvutahti on kiihtynyt lukuun ottamatta viime aikojen taantumaa. Vauhdittuminen on johtunut nopeasta talouskasvusta, talouden muuttumisesta hiili-intensiivisemmäksi ja hiilidioksidia sitovien nielujen heikentymisestä. Yli puolet 2000-luvun alun päästöjen kasvusta on peräisin nopeasti teollistuvasta Kiinasta.

Arviot tulevasta päästökehityksestä riippuvat väestön ja talouden kasvua, teknologian kehitystä sekä ilmastopolitiikkaa koskevista oletuksista. Hallitustenvälinen ilmastopaneeli IPCC arvioi, että maailman päästöt voivat kasvaa jopa 90 prosenttia vuoden 2000 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Skenaarioissa ei oleteta varsinaisesti ilmastopolitiikan toteuttamista, mutta alhaisen päästökehityksen poluille pyritään muuten puuttumaan ympäristöongelmiin.

Päästöjen seurauksena maailman keskilämpötila voi IPCC:n mukaan nousta vuosisadan loppuun mennessä vielä 1,1–6,4 astetta. Esiteolliseen aikaan verrattuna lämpeneminen olisi vähimmilläänkin lähes kaksi ja enimmillään jopa noin seitsemän astetta. Vertailun vuoksi: viime jääkauden ollessa laajimmillaan keskilämpötila oli 3–5 astetta nykyistä alaisempi. Yhdysvaltalaisen MIT-yliopiston tuoreen arvion mukaan lämpeneminen olisi suurella todennäköisyydellä jopa 3,5–7,4 astetta, ellei päästöjä rajoiteta.

**Kaavio 2.5** Ennakoitu lämpeneminen tällä vuosisadalla ilman ilmastopoliitikkaa (vasen) ja sen kanssa (oikea)



MIT:n tutkijat ovat laatineet kaksi ilmastorulettia havainnollistamaan eri lämpenemistasojen todennäköisyyttä. Vasemmanpuoleisen ruletin sektorit kuvaavat, minkä suuruisilla todennäköisyyksillä ilmasto lämpenee tietyn määrän seuraavat 100 vuotta ilman ilmastopoliitikkaa. Oikeanpuoleinen rulettipyörä näyttää vastaavat arvot, jos harjoitetaan voimakasta ilmastopoliitikkaa.

Lähde: Kuva julkaistu MIT:n tutkimusohjelman Joint Program on the Science and Policy of Global Change (<http://globalchange.mit.edu/>) luvalla. Tekniset tiedot Sokolov et al. 2009. Probabilistic forecast for 21st century climate based on uncertainties in emissions (without policy) and climate parameters. *Journal of Climate*, Oct 2009, Vol. 22, Issue 19, s. 5175-5204. American Meteorological Society.

Koska ilmasto reagoi kasvihuonekaasuihin viiveellä, jatkuisi lämpeneminen vielä kasvihuonekaasujen pitoisuuksien jo tasaannuttua ilmakehässä. Muut tekijät seuraavat perässä; merenpinnan nousu veden lämpölaajenemisen ja jäätiköiden sulamisen takia jatkuisi vielä vuosisatoja ja jopa vuosituhansia keskilämpötilan tasaannuttua. Lähitulevaisuuden päätökset ilmastopoliitikassa vaikuttavat siis erittäin pitkälle tulevaisuuteen.

Ihmistoiminta lämmittää ilmastoa myös epäsuorasti esimerkiksi lentokoneiden tiivistymisvannoilla ja epätäydellisen palamisen tuottamilla nokihiukkasilla (black carbon). Muutosten maan pinnan heijastavuudessa eli albedossa arvioidaan puolestaan vaikuttavan kokonaisuutena viilentävästi.

## **Riskirajana kaksi astetta**

Euroopan unioni on asettanut tavoitteeksi rajoittaa maailman keskilämpötilan nousu enintään kahteen asteeseen esiteolliseen aikaan verrattuna. Tavoitetta tukee myös suurten talouksien Major Economies Forum, johon kuuluvat mm. Yhdysvallat, Japani, Kiina ja Intia.

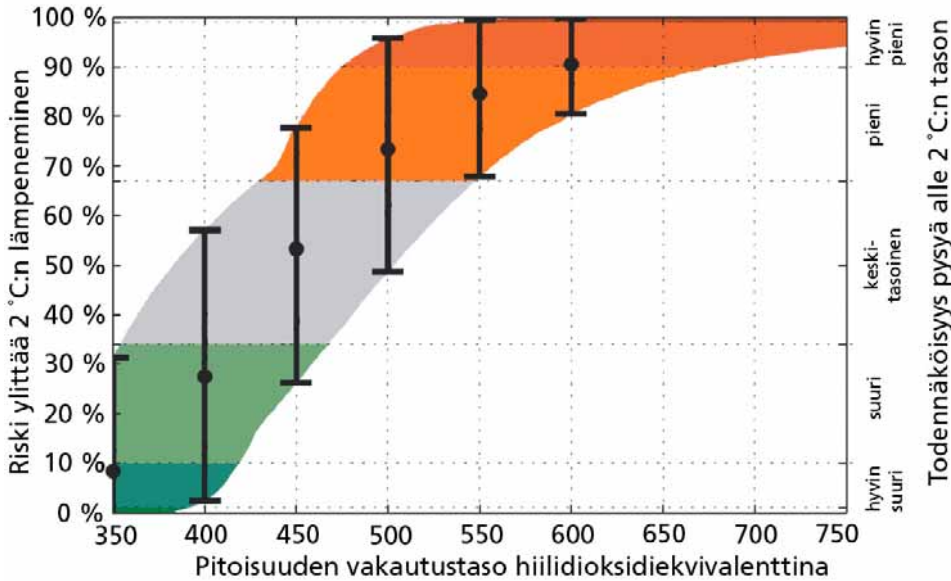
Kahden asteen lämpenemistä voi pitää poliittisesti realistisimpana tavoitteena, joka mahdollisesti vielä pitäisi ilmastomuutoksen haitat siedettävänä. Sekään ei silti ole turvallinen lämpenemisen taso.

Jo 1,5–2,0 asteen lämpeneminen voi merkitä mm. sukupuuttojen kasvavaa riskiä, satojen merkittävää heikkenemistä joissakin Afrikan maissa, vesipulan pahenemista sadoille miljoonille ihmisille ja Himalajan ja Tiibetin ylängön jäätiköiden hupenemista jopa 4/5:llä. Riskien minimoimisen kannalta lämpeneminen olisi perusteltua pyrkiä rajoittamaan kahta astetta alemmaksi. Köyhimpien kehitysmaiden ja pienten saarivaltioiden ryhmät ovatkin vaatineet ilmastoneuvotte- luissa lämpenemisen rajoittamista enintään 1,5 asteeseen.

Maailman keskilämpötilan nousu on vielä mahdollista rajoittaa kahteen asteeseen, jos ilmastojärjestelmä ei reagoi päästöihin erityisen voimakkaasti eli ns. ilmastoherkkyys ei osoittaudu suureksi. IPCC:n arvion mukaan kahden asteen rajoissa olisi vielä mahdollista pysyä, jos hiilidioksidin pitoisuus ilmakehässä onnistutaan vakauttamaan enintään 350–400 miljoonasosaan.

Pitoisuustavoitteen määrittäminen ei kuitenkaan ole vain tieteellinen vaan mitä suurimmassa määrin myös poliittinen ja moraalinen kysymys. Tavoitteen taso riippuu olennaisesti siitä, kuinka suuri todennäköisyys lämpenemisen riskirajan ylittämisestä ollaan valmiita hyväksymään. Mitä korkeampi pitoisuustavoite valitaan, sitä suuremmalla todennäköisyydellä lämpeneminen ylittää kahteen asteen.

**Kaavio 2.6** Kahden asteen tavoitteen saavuttamisen todennäköisyys eri pitoisuustasoilla



Lähde: Meinshausen, M. 2005. On the risk of overshooting 2 C. Paper presented on at Scientific Symposium "Avoiding Dangerous Climate Change", MetOffice, Exeter, 1-3 February 2005.

Kahden asteen mukaiset pitoisuustavoitteet edellyttävät hyvin ripeitä ja rajuja päästövähennyksiä. Maailman päästöt pitäisi IPCC:n mukaan onnistua kääntämään laskuun viimeistään vuoteen 2015 mennessä. Vuosisadan puoliväliin mennessä niitä pitäisi leikata vähintään 50–85 prosenttia vuoden 2000 tasosta.

Aikaa kääntää suunta on vähän, joten tarvitaan voimakkaita toimia heti. Jokainen vuosi ilman globaaleja päästövähennystoimia voi johtaa kasvihuonekaasujen pitoisuuksien huipputasoon nousemiseen viidellä miljoonasosalla (5 ppm CO<sub>2</sub>-ekv.). Jo kymmenen vuoden viive toimien aloittamisessa voisi tehdä kahden asteen tavoitteen saavuttamisesta käytännössä mahdotonta.

Päästövähennykset eivät kuitenkaan päättyisi vuoteen 2050. Vuosisadan toisella puoliskolla globaalit nettopäästöt pitäisi leikata käytännössä nolnaan. Edelleen eteenpäin mentäessä olisi todennäköisesti päästävä jopa negatiivisiin päästöihin eli ilmakehästä pitäisi poistaa sinne jo päässeitä kasvihuonekaasuja.

Erittäin rajujen globaalien päästövähennysten toteutettavuutta on tutkittu vasta vähän. Eri tahojen skenaariotyön perusteella näyttää kuitenkin siltä, että maailman päästöjen leikkaaminen 50–85 prosenttia on teknis-taloudellisesti mahdollista nykyisin tunnetulla ja näköpiirissä olevalla teknologialla. Teknisiä mahdolli-



suuksia tätä suurempiinkin leikkauksiin on, mutta tällöin kustannukset saattaisivat nousta kohtuuttoman suuriksi.

Vaikka päästöjen nopea leikkaaminen on kiistatta haastavaa, osa kehityskuluista helpottaa urakkaa. Esimerkiksi edullisesti hyödynnettävän öljyn ja kaasun ehtyminen nostaa fossiilisten polttoaineiden hintoja, mikä kannustaa energiankäytön tehostamiseen ja parantaa uusiutuvien energianlähteiden kilpailukykyä. Samaan aikaan kestävä teknologian kehittyminen alentaa päästövähennysten kustannuksia.

#### **Laatikko 2.4** Plan B: mitä jos ilmastonmuutos riistäytyy käsistä?

Osa tutkijoista pitää mahdollisena, että ilmastonmuutos on vaarassa ylittää – tai on voinut jopa ylittää – kynnyksen, jonka jälkeen palautekytkennät alkavat voimistaa lämpenemistä hallitsemattomasti. Tällöin edes ihmiskunnan päästöjen leikkaaminen nollaan ei riittäisi pysäyttämään lämpenemisen kierrettä.

Ilmastonmuutoksen vauhtia voitaisiin silti edelleen hidastaa leikkaamalla ensin globaalit päästöt mahdollisimman vähiin ja siirtymällä sitten negatiivisiin päästöihin. Tämä voi onnistua mm. metsittämällä, ottamalla bioenergian tuotannossa syntyvä hiilidioksidi talteen sekä sitomalla hiiltä puuhiileen. Voi olla tarpeen myös kehittää teknisiä tapoja poistaa hiilidioksidi ilmakehästä.

Lisäksi on esitetty harkittavaksi ilmaston viilentämistä maapallon heijastavuutta muuttamalla. Mahdollisia keinoja voisivat olla esimerkiksi lumi- ja jääpeitteen keinotekoinen lisääminen, enemmän auringonvaloa heijastavien puulajien suosiminen sekä rakennusten pintojen vaalentaminen.

Ilmaston keinotekoiseen muuttamiseen liittyy merkittäviä riskejä. Toimien vaikuttavuudesta, kustannustehokkuudesta ja kestävyydestä on vain hyvin vähän tietoa. Alan tutkimusta tarvitaan lisää.

### **Valtioneuvoston linjaukset**

- Ilmastonmuutos on yksi tämän vuosisadan selvästi suurimpia uhkia ihmiskunnan hyvinvoinnille. Uhkan vakavuuden ja kiireellisyyden tulee näkyä sen torjumiseen tähtäävässä politiikassa.
- Sitoudutaan tekemään oma oikeudenmukainen osa päästöjen vähentämisessä niin, että lämpeneminen voidaan rajoittaa riittävällä todennäköisyydellä enintään kahteen asteeseen. Tuetaan maailman päästöjen kasvun taittamista vuoteen 2015 mennessä ja leikkaamista selvästi alle puoleen vuoden 2000 tasosta vuoteen 2050 mennessä.
- Päästötavoitteita asetettaessa pyritään paitsi torjumaan lämpenemisen haittoja, myös minimoimaan äärimmäisten, peruuttamattomien ja mahdollisesti katastrofaalisten muutosten riski. Tavoitteita tarkistetaan tarvittaessa tieteellisen tiedon tarkentuessa.

- Asetetaan monitieteinen asiantuntijaryhmä, joka seuraa ilmastotieteen, -teknologian ja -politiikan kehitystä. Ryhmä raportoi valtioneuvostolle ja antaa sille suosituksia päätöksenteon tueksi.
- Lisätään tutkimusta äärimmäisistä ja äkillisistä ilmaston muutoksista sekä ilmastojärjestelmän palautekytkennöistä. Arvioidaan keinoja vähentää ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuuksia ja viilentää ilmastoa kestävästi ja turvalisesti.

### 3 ILMASTONSUOJELU – GLOBAALIN POLITIIKAN HAASTE

**Teollisuusmailla on päävastuu tähänastisesta lämpenemisestä, mutta ilmastomuutosta ei saada kuriin ilman merkittäviä päästörajoituksia myös kehitysmaissa. Tulevien ilmastosopimusten tulee olla mahdollisimman kattavia ja tehokkaita. Kansainväliseen velvoitteenjakoon tarvitaan kaikille maille oikeudenmukaisia ratkaisuja. Ilmastonäkökulmaa on vahvistettava ulkopolitiikassa, ja riittävä rahoitus on turvattava kestävä teknologian siirtoon, metsäkadon pysäyttämiseen ja lämpenemisen haittoihin sopeutumiseen köyhissä maissa.**

Ilmasto on koko maailmalle yhteinen. Kasvihuonekaasut lämmittävät ilmastoa yhtä paljon riippumatta siitä, missä ne tuotetaan. Vastuu ilmastomuutoksen aiheuttamisesta vaihtelee kuitenkin merkittävästi maittain ja ihmisryhmittäin.

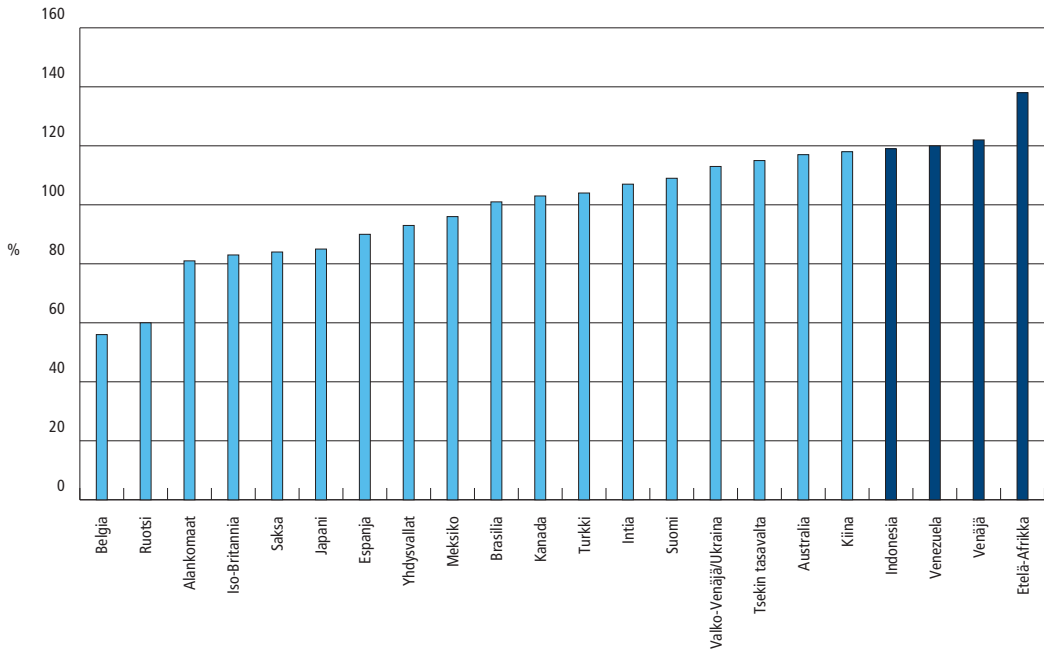
Teollisuusmaiden yhteistyöjärjestön OECD:n jäsenmaat ja viisi eniten päästöjä tuottavaa kehitysmaata kattavat yhteensä kolme neljännessä maailman päästöistä. Sen sijaan Saharan eteläpuoleisen Afrikan 700 miljoonaa ihmistä tuottavat vain alle kaksi prosenttia maailman energiaperäisistä päästöistä – vähemmän kuin runsaan 30 miljoonan asukkaan Kanada. EU:n osuus maailman päästöistä on noin 13 prosenttia.

Joidenkin kehitysmaiden merkitys ilmastomuutoksen aiheuttajina kasvaa selvästi, kun mukaan lasketaan myös muut kuin energiaperäiset päästöt. Yksin Indonesian metsäkato on joinakin vuosina aiheuttanut enemmän päästöjä kuin Latinalaisen Amerikan ja Afrikan energiankäyttö yhteensä.

Laskennassa otetaan yleensä huomioon vain kunkin maan rajojen sisällä syntyvät päästöt. Osa päästöistä aiheutuu kuitenkin muiden maiden valmistamien tuotteiden kuluttamisesta. Teollisuusmaat ovat usein päästöjen nettotuojia – maat tuovat päästöjä aiheuttavia tuotteita enemmän kuin vievät – kehitysmaat puolestaan nettoviejiä.

Arviolta jo kolmannes Kiinan päästöistä syntyy tuotannosta muiden maiden kuluksi. Viennin kasvu lienee myös tärkein syy maan päästöjen viimeaikaiseen nopeaan lisääntymiseen. Myös Suomi on päästöjen nettoviejiä, sillä täällä valmistetaan paperi- ja metallituotteita kymmenille miljoonille ihmisille. Suomen kokonaispäästöt eivät kuitenkaan muuttuisi merkittävästi, vaikka tuonti ja vienti otettaisiin huomioon. Laskentaa monimutkaistaa se, että paperituotteiden raaka-aineena käytetty puu on kasvaessaan sitonut ilmakehästä hiiltä.

**Kaavio 3.1** Esimerkkejä eri maiden kulutusperusteisista hiilidioksidipäästöistä



Maiden tuotantoperusteisten hiilidioksidipäästöjen suhde kulutusperusteisiin päästöihin vuonna 2001. Sadan prosentin alittavat maat ovat päästöjen nettotuojia eli maihin tuotavien tuotteiden valmistus aiheuttaa enemmän päästöjä kuin näistä maista vietävien tuotteiden valmistus. Sadan prosentin ylittävät maat ovat vastaavasti päästöjen nettoviejiä.

Lähde: Peters, G., Hertwich, E., 2008. CO<sub>2</sub> embodied in international trade with implications for global climate policy. *Environmental science and technology* 42 (5), 1401–1407.

## Kansainvälinen ilmastopoliittika

Maailman ilmatieteen järjestön WMO:n johdolla järjestettiin ensimmäinen kansainvälinen ilmastotiedekonferenssi vuonna 1979. Kokouksessa ilmastonmuutos tunnistettiin globaaliksi uhkaksi ja valtioita kehoitettiin ryhtymään toimiin ongelman torjumiseksi. Vuonna 1988 pidettiin YK:n ja WMO:n tuella Torontossa päätäjien ja tutkijoiden ilmastokokous, joka suositti maailman hiilidioksidipäästöjen leikkaamista viidenneksellä vuoteen 2005 mennessä.

Neljä vuotta myöhemmin solmittiin YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssissa Rio de Janeirossa YK:n ilmastosopimus. Tavoitteeksi asetettiin rajoittaa lämpenemisen siedettävälle tasolle.

Valtiot sitoutuivat suojelemaan ilmastoa yhteisten mutta eriytettyjen vastuiden mukaan, mikä merkitsee käytännössä rikkaiden maiden velvollisuutta näyttää tietä päästöjen rajoittamisessa. Sen mukaisesti teollisuusmaat lupasivat jäädyt-

tää päästönsä vuoden 1990 tasolle vuoteen 2000 mennessä. Kehitysmailla ei asetettu päästötavoitteita, mutta kaikkia valtioita koskevat veloitteet mm. päästöjen seurannasta, teknologian kehittämisestä ja kansallisen ilmastopolitiikan edistämisestä.

Ilmastosopimus ei johtanut päästöjen hillintään tavoitellulla tavalla. Sopimusta täydennettiin vuonna 1997 Kioton pöytäkirjalla, jossa teollisuusmaat sitoutuivat vähentämään päästöjä keskimäärin viisi prosenttia vuoden 1990 tasosta vuosiin 2008–2012 mennessä. Laillisesti sitovat päästötavoitteet vaihtelevat maittain Islannille sallitusta kymmenen prosentin kasvusta EU:n kahdeksan prosentin vähennykseen. Pöytäkirja kattaa keskeisten päästöjen lisäksi osan niitä sitovista nieluista. Osan veloitteista voi hoitaa ostamalla päästövähennysyksiköitä ulkomailta.

Pöytäkirjan ovat ratifioineet kaikki merkittävät valtiot Yhdysvaltoja lukuun ottamatta, ja se tuli voimaan vuonna 2005. Neuvottelut uudesta sopimuksesta vuoden 2012 jälkeiselle ajalle alkoivat Balin ilmastokokouksessa vuonna 2007, ja ne on tarkoitus saattaa päätökseen vuoden 2009 lopulla Kööpenhaminassa.

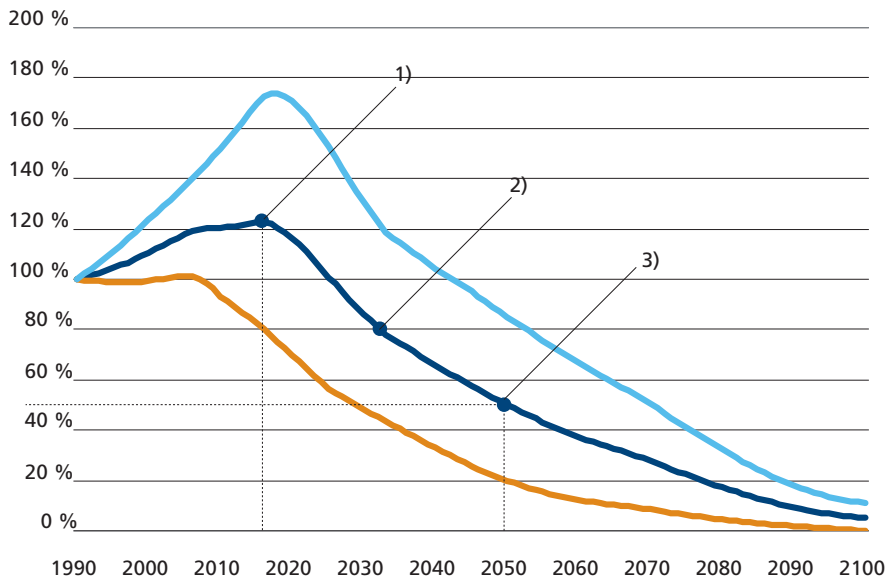
Balista alkaneissa neuvotteluissa tarkastellaan ensimmäistä kertaa sekä teollisuusmaiden että kehitysmaiden päästörajoitustoimia. Sopimuksen tulisi kattaa myös kehitysmaiden metsäkadon pysäyttäminen, ilmastonmuutoksen vaikutuksiin sopeutuminen, teknologiansiirto ja köyhien maiden tukemisen edellyttämä rahoitus.

Ilmastokeskustelu on laajentunut kansainvälisessä politiikassa varsinaisten ilmastoneuvottelujen ulkopuolelle. Ilmastonsuojelua on käsitelty niin YK:n yleiskokouksessa, turvallisuusneuvostossa kuin useissa alajärjestöissä. Balin kokouksen yhteydessä teemaa käsitelivät kauppa- ja valtiovarainministerit. Ilmasto on vakiintumassa ja valtavirtaistumassa osaksi kaikkea kansainvälistä politiikkaa.

### **Kenen on vastuu?**

Kahden asteen tavoitteen saavuttaminen edes 50 prosentin todennäköisyydellä edellyttää rikkailta teollisuusmailta IPCC:n arvion mukaan vähintään 25–40 prosentin päästövähennyksiä vuoden 1990 tasosta jo vuoteen 2020 mennessä. Samassa ajassa kuitenkin myös nopeasti kasvavien kehitysmaiden olisi onnistuttava rajoittamaan päästöjä 15–30 prosenttia suhteessa tasoon ilman erillisiä toimia.

**Kaavio 3.2** Maailman päästöjen puolittamiseen tähtäviä päästöpolkuja



- Kehitysmaat = YK:n ilmastopimuksen liitteen 1 ulkopuoliset maat
- Maailma
- Teollisuusmaat = YK:n ilmastopimuksen liitteen 1 maat

- 1) Päästöt saavuttavat huippunsa ja kääntyvät laskuun ennen vuotta 2020
- 2) Kehityspolulla ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuus saavuttaa huippunsa, 500 ppm CO<sub>2</sub>-ekv. ennen vuosisadan puoliväliä, ja laskee 450 ppm CO<sub>2</sub>-ekv. tasolle vuosisadan loppuun mennessä
- 3) 50 %:n päästövähennys vuoteen 2050 mennessä

Lähde: Meinshausen, M. 2007. Stylized emission path. Background note prepared for the UNDP Human Development Report, 2007.

Lämpeneminen voidaan rajoittaa siedettävälle tasolle vain välittömällä, kattavalla ja ennennäkemättömän vahvalla kansainvälisellä yhteistyöllä. Se edellyttää ratkaisua, jota erilaiset valtiot voivat pitää riittävän oikeudenmukaisena – rutiiköyhistä Afrikan maista Yhdysvaltoihin, pienistä saarivaltioista öljyntuottajamaihin.

Päävastuu lämpenemisestä on rikkailla mailla. Tähän asti ilmakehään kertyneistä teollisista päästöistä liki neljä viidennestä on peräisin nykyisistä teollisuusmaista. Yhdysvallat ja EU ovat tuottaneet yli puolet maailman päästöistä, vaikka niissä asuu nykyään vain noin kahdeksasosa maailman väestöstä.

Nousevien talouksien ja kehitysmaiden merkitys päästöjen aiheuttajina kasvaa kuitenkin nopeasti. Kansainvälisen energijärjestön IEA:n perusuraskenaariossa 97 prosenttia maailman energiaperäisten päästöjen kasvusta vuoteen 2030 mennessä tulee OECD:n ulkopuolisista maista. Vaikka rikkaat maat leikkaisivat päästönsä nolnaan, yksin kehitysmaiden päästöjen kasvu riittäisi ylittämään kahden asteen polun edellyttämän globaalien päästötason jo lähivuosisikymmeninä.

Päästötaso asukasta kohti vaihtelee maittain olennaisesti. Maailman energiaperäisten päästöjen keskiarvo on neljä tonnia henkilöä kohti vuodessa. Yhdysvalloissa päästötaso on kuitenkin 20 tonnia ja Intiassa vain tonni. Keskiwertosuomalainen tuottaa päästöjä noin 11 tonnia – lähes kolme kertaa niin paljon kuin kiinalainen ja 40 kertaa niin paljon kuin bangladeshilainen.

Maiden sisälläkin on huomattavia eroja. Vaikka Intian keskimääräinen päästötaso asukasta kohti on edelleen alhainen, yhden arvion mukaan vauraimmat 150 miljoonaa intialaista tuottavat jo päästöjä yli kestävän tason. Vastaavasti teollisuusmaiden köyhien osuus päästöjen aiheuttamisessa on tyypillisesti kansallista keskiarvoa alhaisempi.

Myös talouksien päästöintensiivisyys vaihtelee merkittävästi. Esimerkiksi Ukraina tuotti jokaista bruttokansantuotteen euroa kohti kuusi kertaa niin paljon päästöjä kuin EU. Suomen talous on elinkeinorakenteen takia runsaan viidenneksen päästöintensiivisempi kuin EU:ssa keskimäärin. Koko maailmassa päästöintensiivisimpiä ovat entiset sosialistimaat, öljyntuottajavaltiot ja hiilestä riippuvaiset nousevat kehitysmaat kuten Kiina ja Etelä-Afrikka.

## **Oikeudenmukainen veloitteenjako**

Tarpeesta vähentää maailman päästöjä merkittävästi vallitsee nykyään verraten laaja yksimielisyys. Poliittisesti haastavinta on jakaa globaalit päästövähennykset maiden välillä. Keskustelussa veloitteenjaosta esitetään usein neljä kriteeriä.

Historialliseen vastuuseen perustuva ratkaisu kohdentaisi päästövähennykset erityisesti niille maille, jotka ovat aiheuttaneet tähänastisen lämpenemisen. Se merkitsisi Ison-Britannian kaltaisille varhain teollistuneille maille erittäin rajuja päästövelvoitteita. Toisaalta parhaillaan päästöjä nopeasti kasvattavat kehitysmaat eivät joutuisi rajoittamaan päästöjään juuri lainkaan.

Maksukykyyn perustuva veloitteenjako ottaisi huomioon maan taloudellisen kehityksen tason. Eniten vähentäisivät päästöjä ne maat, joilla siihen on parhaiten varaa. Malli edellyttäisi kuitenkin huomattavia päästövähennyksiä myös rikkailta mutta verraten vähän päästöjä tuottavilta valtioilta. Vastaavasti verraten köyhät mutta paljon päästöjä tuottavat valtiot selviäisivät vähin rajoituksin.

Kolmanneksi velvoitteet voidaan jakaa niin, että pyritään yhtäläisiin rajakustannuksiin. Tämä varmistaisi ilmastotavoitteiden saavuttamisen globaalisti kustannustehokkaimmalla tavalla. Konsulttiyhtiö McKinsey on arvioinut, että maailman taloudellisesta päästövähennyspotentiaalista vuoteen 2030 mennessä Kiinassa on saman verran kuin Yhdysvalloissa ja Länsi-Euroopassa yhteensä. Malli vaatisi kuitenkin huomattavia päästövähennyksiä myös köyhissä maissa.

Neljäs tapa on jakaa päästöoikeudet jollain aikavälillä tasan maailman asukkaiden kesken. Mallin vahvuutena voidaan pitää sitä, että globaali ilmastoressurssi kuuluu yhtä lailla kaikille, joten myös oikeus kuormittaa sitä tulisi jakaa tasan. Yhtäläisen päästötason saavuttaminen edellyttäisi kuitenkin paitsi erittäin rajuja leikkauksia teollisuusmailta, myös merkittäviä päästövähennyksiä Kiinan kaltaisilta teollistuvilta valtioilta. Soveltaen IPCC:n arvioita kahden asteen mukaisista poluista globaalisti kestävä päästötaso vuonna 2050 olisi 0,75–2,5 tonnia hiilidioksidia asukasta kohti.

Velvoitteenjaon perustapoja voi soveltaa ja täydentää lukuisin tavoin. Sektorimallissa päästovelvoitteet jaettaisiin teollisuudenaloittain käyttäen perusteena parasta ominaistehokkuutta. Esimerkiksi terästeollisuudessa lähtökohdaksi otettaisiin tähän asti alhaisin päästömäärä tuotettua terästonnia kohti. Näin malli antaisi kilpailuetua tehokkaimmille yrityksille teollisuudenalan sisällä.

Sektorimalli edellyttää laajaa kansainvälistä tiedonkeruuta ja sektorikohtaista analyysiä, mikä nostaa kustannuksia ja rajoittaa sen sovellettavuutta. Malli ei pysty kattamaan kaikkia päästölähteitä eikä se siten voi korvata kansallisia päästötavoitteita. Se voisi myös ohjata valitsemaan esimerkiksi kaikkein hiilitehokkainta sementtiä, mutta ei korvaamaan ilmastoa kuormittavaa sementtiä rakentamisessa päästöjä sitovalla puulla.

Sektorimalli voi kuitenkin täydentää kansallisia päästötavoitteita muutamilla keskeisillä teollisuudenaloilla. Sektorianalyysiä voidaan myös käyttää yhtenä maiden välisen velvoitteenjaon perusteena, ja teollistuvat taloudet voisivat aloittaa osallistumisen päästörajoituksiin sektorivelvoitteilla.

Käytännönläheinen lähestymistapa voi olla jakaa valtiot kehitys- ja päästötason perusteella ryhmiin. Teollisuusmaita, siirtymätalousmaita ja vauraimpia kehitysmaita koskisivat Kioton pöytäkirjan mallin mukaiset määrälliset päästörajoitusvelvoitteet. Kiinan kaltaisia nousevia talouksia veloitettaisiin sitoutumaan vähäpäästöisiin kehityspolkuihin, joissa päästöjen kasvua rajoitetaan suhteessa ennakoituuun kehitykseen. Köyhimmät kehitysmaat keskittyisivät ilmastomuutoksen vaikutuksiin sopeutumiseen ja kestäväen kehityksen edistämiseen rikkaiden maiden tuella.



Luotettavat lähtötiedot ovat tärkeitä velvoitteenjaossa. Erityisesti maankäytön, metsätalouden ja maankäytön muutosten päästöarviot ovat epävarmoja. Siksi tulee varmistaa se, että päästöihin ja nieluihin vaikuttavat lähtötiedot ovat riittäväällä tieteellisellä pohjalla tasapuolisuuden toteuttamiseksi.

Pitkällä aikavälillä kaikilta mailta tulee edellyttää vähäpäästöisyysstrategioita. Tulevaisuudessa velvoitteita voidaan ehkä asettaa suoraan myös suurimmille yrityksille.

Teollisuusmaiden välisessä velvoitteenjaossa tulisi EU:n mukaan käyttää ainakin neljää kriteeriä:

1. kyky maksaa päästövähennyksistä omissa maassa ja ostaa päästövähennyksiä ulkomailta
2. päästövähennyspotentiaali
3. varhaiset toimet päästöjen vähentämiseksi
4. väestön muutokset ja kokonaispäästötaso

### **Laatikko 3.1** Greenhouse Development Rights -malli

Tutkimuslaitos Stockholm Environment Institute on yhdessä kansalaisjärjestöjen kanssa kehittänyt Greenhouse Development Rights -mallin (GDR), jossa päästövähennys- ja rahoitusvelvoitteet jaettaisiin maiden vastuun ja kyvyn mukaan. Mallin pohjana on toisaalta ilmastonmuutoksen rajoittaminen enintään kahteen asteeseen, toisaalta köyhien maiden oikeus kehittyä.

Vastuu määriteltäisiin tietyn kehitystason ylittävän väestön päästöinä vuodesta 1990. Kyky laskettaisiin vastaavasti tietyn kehitystason yläpuolella elävän väestönosan tulojen perusteella. Näin maille turvattaisiin peruskehitystaso, ennen kuin ne velvoitettaisiin rajoittamaan päästöjään.

Malli tuottaa hätkähdyttäviä tuloksia. EU:lta GDR edellyttäisi yli sadan prosentin päästöleikkauksia vuoteen 2025 mennessä. Näistä valtaosa pitäisi toteuttaa rahoittamalla päästövähennyksiä kehitysmaissa. Toisaalta rikkaiden maiden rahoitus mahdollistaisi tarvittavat päästövähennykset Kiinan ja Intian kaltaisissa maissa.

## **Euroopan ja Suomen rooli globaalissa yhteisössä**

Vaikka kansainvälinen yhteisö on herännyt ilmastokriisiin verkkaisesti, on viime vuosina ympäri maailmaa tapahtunut paljon. Ilmastonsuojelun tahdin voi odottaa kiihtyvän, kun kansainväliset sopimukset, kansalliset tavoitteet ja päästökauppajärjestelmät alkavat vaikuttaa toden teolla. Suomen tulee aktiivisesti seurata edelläkävijämaiden etenemistä.

**Taulukko 3.1** Esimerkkejä joidenkin maiden ilmastopoliitikasta vuosilta 2007–2009

Maa	Politiikka
Australia	hehkulamppujen kieltö 500 milj. Australian dollarin rahasto uusiutuvalla energialle
Brasilia	kansallinen ilmasto-ohjelma, jossa tavoitteena vähentää energiankulutusta 10 % vuoteen 2030, lisätä uusiutuvan energiantuotannon kapasiteettia 7 000 MW vuoteen 2010 ja lopettaa metsäkatko 2015 mennessä
Etelä-Afrikka	syöttötariffi tuulelle, pienvesivoimalle, biokaasulle ja aurinkovoimalle
Hollanti	ympäristövero maasta lähteille lennoille rakennusten energiatehokkuusohjelma (lisää 500 000 rakennuksen energiatehokkuutta 30 % v. 2008–11) rakennusten uusiutuvan energian ohjelma
Indonesia	kansallinen ilmasto-ohjelma, jossa tavoitteena kasvattaa uusiutuvan energian osuus 17 %:iin vuoteen 2025 ja 30 %:iin vuoteen 2050 mennessä sekä metsittää 36 miljoonaa hehtaaria metsien hupenemisesta kärsivää maa-alaa
Intia	kansallinen ilmasto-ohjelma, jossa toimia energiatehokkuuteen, uusiutuvaan energiaan ja uudelleenmetsitykseen syöttötariffi aurinko- ja tuulivoimalle, tuulivoiman tavoite 10,5 GW 2012 uusien rakennusten energiatehokkuusvaatimukset
Iso-Britannia	ilmistolaki, jossa sitovat päästötavoitteet ja niihin liittyvät toimet energialakia, jossa syöttötariffit ja valtuudet lisätä uusiutuvan lämmön tukia
Japani	kansallinen energiansäästöohjelma, jossa mm. kotitalouksien ja teollisuuden energiapalveluihin, rakennusten energiatehokkuuteen ja energiansäästölain soveltamisalaa liittyviä toimia uudet normit ajoneuvojen polttoaineiden kulutukselle
Kiina	kansallinen ilmasto-ohjelma, jossa tavoitteena mm. vähentää talouden energiaintensiteettiä 20 % ja lisätä metsäalaa 20 % vuoteen 2010 uudet rakennusten energiatehokkuusvaatimukset, joissa 50 %:n vähennys 1980-luvun keskitasoon verrattuna
Meksiko	kansallinen ilmasto-ohjelma, jossa päästöt saavuttavat huippunsa 2012 ja vähenevät sitten 50 % vuoteen 2050 mennessä
Norja	hiilineutraaliusohjelma, jossa investointitukia, veroja, joukkoliikenteen kehittämistä ja tukia metsäkadon ehkäisemiseksi kehitysmaissa bioenergiastrategia, jossa uusia investointitukia, julkisten rakennusten velvoitteita ja T&K-tukia syöttötariffit tuulelle, vesivoimalle ja bioenergialle
Ruotsi	hallituksen strategia, jolla pyritään vuoteen 2020 mennessä leikkaamaan päästöjä 40 % päästökaupan ulkopuolella, tehostamaan energian käyttöä 20 % ja nostamaan uusiutuvan energian osuus 50 %:iin
Saksa	kansallinen ilmasto-ohjelma, jossa 29 säädös- ja rahoitushanketta eri sektoreille tavoitteena vähentää päästöjä 40 % vuoteen 2020 mennessä erillinen rahasto pk-yritysten energiatehokkuusneuvonnalle ja -lainoitukselle
Uusi-Seelanti	päästökauppa vuodesta 2008 alkaen osalle metsiä ja vuodesta 2010 energiantuotannolle ja teollisuudelle kodeille, liikenteelle, valtionhallinnolle ja yrityksille energiatehokkuusohjelma, jossa tavoitteena 2025 noin 205 PJ:n säästö energiaohjelma, jossa tavoitteena 90 %:n uusiutuvan energian osuus vuonna 2025
Yhdysvallat	800 milj. dollarin lisäys uusiutuvan energian vero- ja muihin tukiin ja 800 milj. dollaria energiatehokkuuteen vuonna 2008 budjettiesityksessä vuodelle 2010 yht. 150 mrd. dollaria puhtaaseen energiaan 10 vuodessa, päästökauppa ja fossiilisten tukien vaiheittainen alasajo, 16 mrd. dollaria rakennusten energiatehokkuuteen

Suomelle tärkein ilmastopoliittisen yhteistyön foorumi Euroopan unioni on johdonmukaisesti ollut kansainvälisen ilmastonsuojelun veturi. Kioton pöytäkirjan

voi katsoa syntyneen ja selvinneen Yhdysvaltain irtaantumisen jälkeisistä vaaran vuosista pääosin EU:n sinnikkyuden ansiosta. Neuvotteluissa kasvavaa suosiota nauttiva tavoite rajoittaa lämpeneminen enintään kahteen asteeseen on sekin alun perin EU:n esittämä.

EU:n päästökauppajärjestelmää voidaan pitää maailman mittavimpana ilmasto-poliittisena ohjauskeinona, ja siitä otetaan mallia monilla muilla alueilla. Loppuvuodesta 2008 hyväksytty unionin ilmasto- ja energiapaketti sisältää puutteineenkin kunnianhimoisimmat missään laajassa mittakaavassa hyväksytyt tavoitteet ja toimenpiteet. Siinä EU sitoutuu leikkaamaan päästöjä vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 mennessä 20 prosenttia joka tapauksessa ja jopa 30 prosenttia, jos muut keskeiset maat saadaan mukaan.

Ilman EU:n jatkuvaa johtajuutta riittävän kunnianhimoisia sopimuksia on tuskin mahdollista saada aikaan. Unionin on siis syytä jatkaa ilmastonsuojelun vetäjän roolissa. Suomi tukee ja pyrkii vahvistamaan EU:n edelläkävijyyttä. Samalla on välttämätöntä, että myös muut merkittävät maat osallistuvat päästörajoituksiin rakentavasti.

EU:n johtoaseman säilyttäminen edellyttää paitsi aktiivisuutta ja aloitteellisuutta kansainvälisessä ilmastopolitiikassa, myös näyttöjä kotikentällä. Unionin maiden – Suomen siinä mukana – on pystyttävä osoittamaan uskottavasti etenevänsä kohti hyväksymiään ilmasto- ja energiavoitteen. Riittävä osa päästövähennyksistä on saavutettava kustannustehokkaasti unionin alueella.

Vaikka Suomen päästöt ovat väestöön ja talouteen suhteutettuna korkeat, on maan osuus maailman päästöistä vain muutamia promilleja ja laskemaan päin. Pienikin maa voi kuitenkin vaikuttaa globaaliin kehitykseen pyrkimällä määrätietoisesti ilmastonsuojelun edelläkävijäksi ja näyttämällä tietä muille maille. Pohjoismaat voivat toimia kestävien ratkaisujen kehittäjinä ja soveltajina sekä kaupallistaa kestävää teknologiaa, jota voidaan hyödyntää ympäri maailmaa.

## **Ilmastonsuojelu ja ulkopoliittika**

Ilmastonmuutos on maailmanlaajuinen taloudellinen, sosiaalinen ja poliittinen sekä entistä enemmän myös turvallisuuskysymys. Ongelma voidaan ratkaista vain laajamittaisella kansainvälisellä yhteistyöllä, jota voidaan edistää ulkopoliittikan keinoin. Poliittisen signaalin kannalta tärkeää on erityisesti ylimmän valtionjohdon sitoutuminen vastedeskin, mutta ilmastodiplomatia on syytä jalkauttaa ulkosuhteisiin kaikilla tasoilla.

Suomi edistää kansainvälistä ilmastonsuojelua erityisesti osana EU:ta ja ajaa aktiivisesti ilmastonäkökulman sisällyttämistä kaikkeen monenkeskiseen yhteistyöhön. Tärkeitä kansainvälisiä foorumeja ovat YK-järjestöt ja -sopimukset, Maailman kauppajärjestö WTO sekä kansainväliset rahoituslaitokset kuten Maail-

manpankki ja alueelliset kehityspankit. Alueellisista foorumeista Suomelle merkittävimpiä ovat Pohjoismaiden neuvosto ja Arktinen neuvosto. Virallisia järjestöjä täydentämään on noussut myös vapaamuotoisempia foorumeja kuten suurten päästäjien Major Economies Forum (MEF).

Ilmastonsuojelu edellyttää todennäköisesti muutoksia myös globaalin hallinnan rakenteissa. YK-järjestelmää on uudistettava ja ilmastopimuksia tukevia instituutioita vahvistettava. Tuleviin sopimuksiin on haettava uskottavat valvontamekanismit ja sanktiot. Nykyään vahvin toimeenpanojärjestelmä on Maailman kauppajärjestöllä WTO:lla, joten sen yhteyttä ilmastopimuksiin voi olla tarvetta vahvistaa. Suomi on pitkään tukenut myös YK:n ympäristöohjelman UNEPin vahvistamista perustamalla Maailman ympäristöjärjestö UNEO.

Monet ilmastomuutoksen haitoista – esimerkiksi ruoka- ja vesipula, köyhyys sekä ilmastopakolaisuus – voivat kärjistää tai äärimmäisissä tapauksissa jopa laukaista konflikteja erityisesti köyhissä ja hauraissa maissa. Turvallisuuden kannalta ilmastomuutos voi toimia uhkien voimistajana. Toisaalta ilmastonsuojelu merkitsee keskinäisriippuvuuden lisääntymistä, mikä voi myös tukea turvallisuusongelmien ratkaisemista.

Ilmastoturvallisuus edellyttää toimia, jotka olisivat pääosin perusteltuja joka tapauksessa. Tällaisia ovat mm. kansainvälisen yhteistyön vahvistaminen, kriisien ennaltaehkäisy, siviilikriisinhallinta ja kestävä kehityksen edistäminen köyhissä maissa.

Ilmastomuutoksen vaikutukset Suomen turvallisuuteen ovat pääosin epäsuoria, ja ne ilmennevät enimmäkseen pitkällä aikavälillä. Jos lämpeneminen muuttaa maailmaa kurjemmaksi ja epävakammaksi, Suomikaan ei voi välttyä monilta uhkilta. Osa vaikutuksista kuten äärimmäisten sääilmiöiden lisääntyminen tai voimistuminen voi kuitenkin jo lyhyellä aikavälillä heikentää ainakin väliaikaisesti mahdollisuuksia ylläpitää yhteiskunnan perustoimintoja.

Ilmastomuutos näkyy kautta linjan alkuvuodesta 2009 hyväksytyssä turvallisuus- ja puolustuspoliittisessa selonteossa. Ilmastönäkökulmaa on syytä edelleen vahvistaa ja konkretisoida kansallisessa turvallisuus- ja puolustuspolitiikassa. Samoin tulee tukea ilmaston käsittelemistä kansainvälisillä turvallisuusfoorumeilla kuten YK:n turvallisuusneuvostossa.

## **Kauppapolitiikka ja teknologiansiirto**

Kansainvälinen kauppa ja ilmasto kytkeytyvät toisiinsa useilla, osin ristikkäisillä tavoilla. Rajoittamaton ilmastomuutos voi johtaa maailmanlaajuiseen talouslamaan ja kansainvälisten suhteiden heikkenemiseen, mikä murentaisi vakavasti kaupan edellytyksiä. Toisaalta ilmastoperusteet voivat johtaa kuljetusten kustannusten kasvuun ja rajoitukseen vapaamatkustajamaiden tuotteiden kaupalle.

Vapaata kauppaa voidaan pitää edellytyksenä kestäväen teknologian ja innovaatioiden tehokkaalle siirrolle maasta toiseen. Toisaalta kaupan vapauttaminen voi vaikeuttaa ilmastonsuojelua, jos se kiihdyttää päästöjä aiheuttavaa taloudellista toimintaa ja erityisesti kansainvälisiä kuljetuksia.

Ilmastönäkökulma on näkynyt kansainvälisessä kauppapolitiikassa heikohkosti. EU on ajanut tavoitteeksi, että kauppa- ja ympäristösopimusjärjestelmät olisivat tasa-arvoisia eli toinen ei olisi alisteinen toiselle. WTO:lla voisi olla rooli myös kansainvälisen päästökaupan säätelijänä. Tavoitteena tulee olla, että kaikkien tuotteiden hinnat heijastavat niiden todellisia yhteiskunnallisia kustannuksia.

Myös kansainvälisille kuljetuksille on saatava ilmastohaittoja heijasteleva hinta päästökaupalla tai kansainvälisillä veroilla. Näin huolehditaan siitä, etteivät mitkään tuottajat saa epäreilua kilpailuetua ulkoistamalla kustannuksia muiden maksettavaksi. Ensijaisena tavoitteena tulee olla kattava, kansainvälinen ratkaisu, mutta EU on valmis etenemään itsenäisesti, jos Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö ICAO ja Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO eivät kykene sopimaan päästörajoituksista. Järjestelmässä voidaan ottaa huomioon kuljetusten merkitys syrjäisten alueiden ja köyhimpien kehitysmaiden taloudelle.

Ilmastomyötäisten tuotteiden, teknologian ja palveluiden kaupan vapauttaminen kasvattaa markkinoita, lisää erikoistumiseen liittyviä mittakaavaetuja ja auttaa siten parantamaan tarjontaa sekä laskemaan hintoja. Kauppaa rajoittavien tullien ja teknisten esteiden poisto jo vain 12 tuotteessa lisäisi Maailmanpankin arvioiden mukaan puhtaan teknologian vientiä kehitysmaihin 14 prosenttia. Ilmastoa säästävien tuotteiden ja palveluiden kauppaa onkin helpotettava.

Ilmastososopimuksissa teollisuusmaat ovat sitoutuneet edistämään kestäväen teknologian siirtoa kehitysmaihin. Kehitysmaat ovat pitäneet sitoumusten tähänastista toimeenpanoa riittämättömänä. Köyhät maat painottavat julkisen sektorin roolia, kun taas rikkaat maat pitävät ensijaisena kaupallisin ehdoin tapahtuvaa yritysten välistä teknologiansiirtoa.

Tulevissa ilmastososopimuksissa teknologiansiirtoa on olennaisesti vauhditettava ja sen riittävään rahoittamiseen on haettava pysyvät ja toimivat ratkaisut. Tukea tarvitaan myös kehitysmaiden investointi-ilmaston ja valmiuksien kohentamiseen, jotta ne kykenevät vastaanottamaan ja hyödyntämään uutta teknologiaa.

Teollis- ja tekijänoikeudet takaavat korvauksen teknologiasta ja tarjoavat siten kannustimen ratkaisujen kehittäjille. Oikeuksia laiminlyövät maat eivät yleensä ole houkuttelevia kohteita teknologiaa myyville yrityksille. Kestäväen teknologian hinta voi kaupallisin ehdoin kuitenkin nousta niin korkeaksi, että köyhillä mailla ei ole mahdollisuuksia ottaa sitä käyttöön.

Euroopan komission arvion mukaan lisenssimaksut eivät yleensä rajoita teknologiansiirtoa olennaisesti. Myös selvitykset otsonikatoa torjuvien tekniikoiden levittämisestä viittaavat siihen, että teollis- ja tekijänoikeudet muodostavat merkittävän esteen vain poikkeustapauksissa.

Jos voidaan kuitenkin perustellusti arvioida oikeuksien hidastavan siirtoa kohtuuttomasti, on syytä hakea WTO:ssa uusia keinoja tasapainottaa ratkaisujen kehittäjien ja niiden käyttäjien etuja. Tällöinkin tulee ensisijaisesti valita toimia, jotka eivät heikennä teknologian kehittäjien luottamusta oikeuksien suojaan kohdemaissa.

## **Köyhien maiden auttaminen**

Ilmastonmuutos uhkaa vuosikymmenien kehitysyhteistyöllä ja kehitysmaiden omilla ponnistuksilla saavutettuja tuloksia inhimillisen kehityksen edistämässä. Yksi hirmumyrsky tai tulva saattaa kääntää kehityksen kelloa taaksepäin vuosia. Kestävä kehitys kehitysmaissa on mahdollista vain, jos ilmastonmuutos saadaan rajoitettua siedettävälle tasolle. Toisaalta myöskään taistelu ilmastonmuutosta vastaan ei johda kestäviin tuloksiin ilman köyhyyden vähentämistä.

Kehitysyhteistyöllä on tärkeä rooli ilmastonsuojelun edistämässä erityisesti vähiten kehittyneissä maissa, joissa markkinamekanismit toimivat puutteellisesti. Toisaalta sen vaikutukset voivat olla vain rajallisia. Teollisuusmaat käyttivät viralliseen kehitysapuun vuonna 2007 noin 104 miljardia Yhdysvaltain dollaria. Pelkästään 20 suurinta OECD:n ulkopuolista maata käytti lähes kolminkertaisen määrän rahaa energiatukiin. Ilmaston kannalta kestävä kehitys edellyttääkin sitoutumista ja politiikan tarkistamista myös kehitysmailla itseltään.

Kehitysyhteistyö tukee monin tavoin kehitysmaiden osallistumista ilmastotalkoihin. Sillä voidaan auttaa kehitysmaita esimerkiksi sopeutumissuunnitelmien laadinnassa, päästölaskennassa, ilmastohankkeiden vastaanottamisessa ja kansainvälisiin neuvotteluihin osallistumisessa. Kehitysyhteistyöllä tuetaan myös päästöjä rajoittavia ja sopeutumista edistäviä käytännön hankkeita esimerkiksi energian käytössä ja tuotannossa sekä maa- ja metsätaloudessa.

Joissakin tapauksissa kehitysyhteistyö voi kuitenkin kasvattaa ilmastokuormitusta. Esimerkiksi vielä tilivuoden 2008 energiarahoituksesta Maailmanpankkiryhmä käytti kaksi kolmasosaa fossiilisten polttoaineiden käytön edistämiseen. Kehitysyhteistyövaroin on myös voitu toteuttaa hankkeita, joissa ei ole riittävästi varauduttu lämpenemisen seurauksiin. Koulu ei välttämättä kestä hurrikaania tai maanviljelyä ei ole sopeutettu paheneviin kuivuuskausiin.

Kehityspoliittikkaa on arvioitava ja tarkistettava kansainvälisesti niin, että se tukee nykyistä vahvemmin sekä ilmastomuutoksen torjumista että sen vaikutuksiin sopeutumista. Kehitysyhteistyö on siis ilmastomukautettava (climate proofing).

Kehitysmaita on tuettava siirtymisessä vähäpäästöisille kehityspoluille. Julkinen kehitysrahoitus on ohjattava fossiilisten polttoaineiden sijaan energiatehokkuuden parantamiseen, uusiutuvan energian hyödyntämiseen ja metsien kestävään hoitoon. Ilmastorahoituksessa tulee mahdollisimman pitkälle noudattaa kehityspoliittikan yleisiä periaatteita. Nykyisen puhtaan kehityksen mekanismin kaltaiset markkinamekanismit voivat tukea vähäpäästöisiä polkuja erityisesti nopeasti teollistuvissa maissa.

Suomen kehityspoliittinen ohjelma korostaa ympäristö- ja erityisesti ilmastokysymyksiä keskeisenä osana laajasti kestävästä kehityksestä. Pitkän aikavälin tavoitteena on hiilineutraali kehitysyhteistyö. Globaalin ilmastokriisin kiireellisyys antaa aiheita vauhdittaa tavoitteen toteuttamista.

Kehitysyhteistyössä on opittu, että kehitystä tulee katsoa kokonaisuutena. Jos ilmastoa ei kytketä kehitysmaiden omaan suunnitteluun kuten köyhyydenvähentämisstrategioihin, kehitysmaiden omistajuus puuttuu eivätkä tulokset ole kestäviä. Kumppanimaiden kehityssuunnitelmissa tulee ottaa huomioon kestävä kehitys yleensä ja ilmasto erityisesti nykyistä vahvemmin.

Kehitysmaiden valmiuksia harjoittaa kestävästä ilmastopoliittikkaa kansallisesti ja kansainvälisissä neuvotteluissa on vahvistettava mm. kouluttamalla ja tietopohjaa parantamalla. Yksi mahdollinen työkalu olisi tukea kehitysmaissa eräänlaisia kansallisia Sternin raportteja eli arvioita toisaalta ilmastomuutoksen, toisaalta päästöjen vähentämisen kustannuksista. Toimivan hallinnon edellytysten parantaminen ja parhaiden käytäntöjen käyttöön ottaminen nopeuttavat tulosten saamista.

## **Metsäkato pysäytettävä**

Vajaa viidennes maailman päästöistä tulee metsäkadosta ja metsien hiilivarastojen heikkenemisestä erityisesti kehitysmaissa. 2000-luvun alussa metsiä menetettiin runsaat seitsemän miljoonaa hehtaaria eli Irlannin pinta-alan verran vuodessa. Eniten metsät hupenivat Etelä-Amerikassa, Afrikassa ja Kaakkois-Aasiassa. Toisaalta Yhdysvalloissa, EU:ssa ja Kiinassa metsäpinta-ala päinvastoin kasvaa, ja lähes kaikissa teollisuusmaissa metsät toimivat nieluina.

Suosademetsien raivauksen päästöt tropiikissa vastaavat jopa kahdeksaa prosenttia maailman fossiilisten polttoaineiden päästöistä. Yksin Indonesian metsäpalot vuosina 1997–1998 vapauttivat hiilidioksidia määrän, joka vastasi kahta viidesosaa vuoden fossiilisten polttoaineiden päästöistä. Suosademetsiä uhkaa

vat mm. hävittäminen palmuöljyn tuotannon tieltä, laittomat hakkuut sekä pienviljelijöiden harjoittama maanraivaus ja kaskeaminen.

Kansainvälinen yhteisö on ponnistellut pitkään kehitysmaiden metsäkadon torjumiseksi ja kestävänsä metsätalouden edistämiseksi. YK:n yleiskokouksen hyväksymä metsäasiakirja korostaa, että metsillä on olennainen merkitys kestävänsä kehityksen vahvistamisessa ja köyhyyden poistamisessa. Ongelman ratkaisemista on kuitenkin vaikeuttanut mm. rahoituksen puute.

Ilmastonmuutoksen torjuminen edellyttää metsäkadon pysäyttämistä ja kestävänsä metsätalouteen ja maankäyttöön siirtymistä. Sternin raportissa metsäkadon puolittamisen arvioidaan vaativan noin 6,5 miljardia dollaria vuodessa. EU:n komission arvio on 15–25 miljardia euroa vuodessa, kun otetaan huomioon dynaamiset vaikutukset metsä- ja maataloustuotteiden hintoihin. Tällöinkin päästövähennykset olisivat vielä verraten edullisia, 10–20 dollaria tonnilta hiilidioksidia.

Metsäkadon pysäyttäminen ja kestävänsä metsätalouteen siirtyminen ovat monille kehitysmailla tärkein tapa osallistua ilmastotalkoisiin. Kehitysmaiden palkitseminen metsäkadon estämisestä voi taivuttaa niitä kattavan ilmastositoumuksen kannalle ja tukea kunnianhimoisempien globaalien päästötavoitteiden asettamista. Todellisten päästövähennysten saavuttaminen edellyttää sitä, että toimet yhdellä alueella eivät johda metsäkadon kiihtymiseen muualla ja että saavutetut päästövähennykset ovat pysyviä. Seurantajärjestelmän pitää olla riittävän vahva, jotta toimien vaikuttavuus voidaan taata.

Kansainvälisessä yhteistyössä tavoitteeksi tulee asettaa maailman metsäkadon pysäyttäminen ja nettopinta-alan kääntäminen nousuun mm. kestävänsä metsätaloutta edistämällä viimeistään vuoteen 2020 mennessä EU:n ja Suomen aiempien sitoumusten mukaisesti. Painopisteen tulee olla hiilitaseen ja luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaimmissa alueissa. Ilmastoneuvotteluissa on haettava toimiva mekanismi, jolla voidaan tukea kehitysmaita kestävänsä metsien käytössä ja suojelussa. Suomi tukee tähän tähtäävää työtä omassa kehityspolitiikassaan.

## **Tasapainoinen väestökehitys tukee ilmastonsuojelua**

Keskeinen päästöjen ajuri vaurastumisen ja teollistumisen ohella on väestönkasvu. YK:n keskiarvion mukaan maailman väestö kasvaisi vuoteen 2050 mennessä liki kolmella miljardilla yhdeksään miljardiin. Hitaan väestönkasvun polulla luku jäisi alle kahdeksaan miljardiin, kun taas nopea väestönkasvu voisi nostaa sen yli kymmeneen miljardiin.



Yhden arvion mukaan puolet maailman päästöjen lisäyksestä vuoteen 2025 asti johtuu väestönkasvusta. Vuosisadan puoliväliin mennessä alhaisen väestökasvun polku voisi säästää päästöjä runsaat 11 miljardia tonnia hiilidioksidia vuodessa – saman verran kuin Kiina ja Yhdysvallat tuottavat nykyään fossiilisten polttoainien käytöllä yhteensä.

Jatkuva väestönkasvu on lopulta mahdoton kehityskulku sekä inhimillisen kehityksen että ilmaston kantokyvyn kannalta. Joissakin rikkaissa maissa edelleen melko nopeana jatkuva väestönkasvu kuormittaa ilmastoa keskimääräistä enemmän, sillä niissä päästötaso asukasta kohti on korkea. Hallitsematon väestönkasvu köyhissä maissa taas lisää köyhyyttä ja ruokkii usein metsäkatoa.

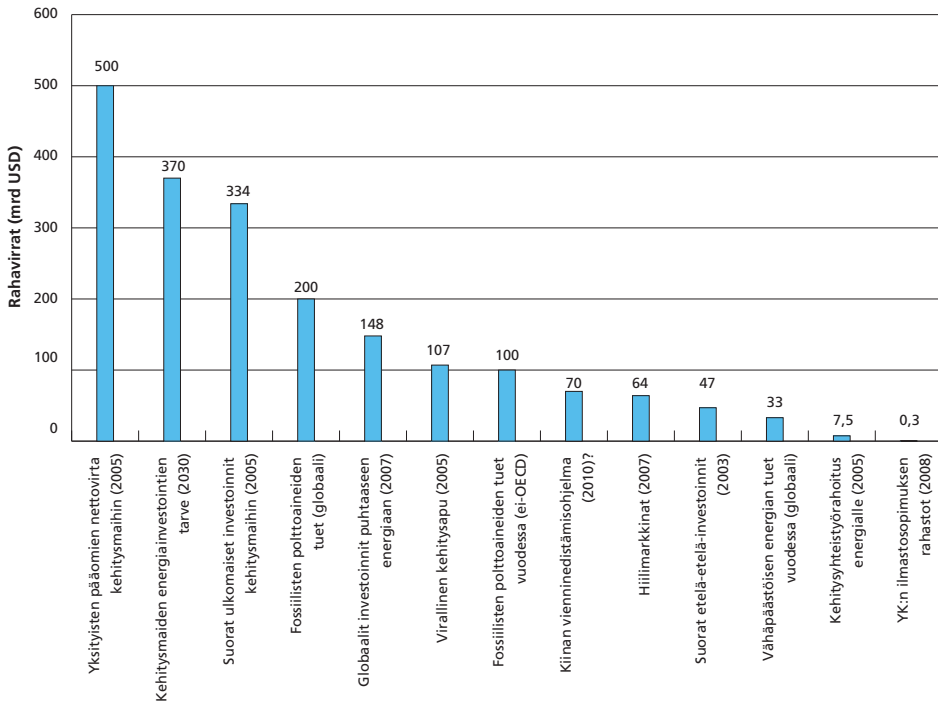
Väestökehitystä voidaan tasapainottaa parhaiten silloin, kun inhimilliset perustarpeet on tyydytetty riittäväällä tavalla, tarjolla on kattavasti laadukkaita seksuaali- ja lisääntymisterveyspalveluita sekä asenneilmapiiri tukee kohtuullisen kokoisia perheitä. Avainasemassa on tyttöjen ja naisten koulutus sekä voimaannuttaminen.

Sekä ilmastonsuojelun että inhimillisen kehityksen edistämisen näkökulmasta on perusteltua lisätä rahoitusta ja ohjata suurempi osa kehitysyhteistyöstä väestökehitystä tasapainottavaan työhön. Tätä tukevat esimerkiksi perusterveydenhuolto, tyttöjen koulutus, naisten aseman kohentaminen ja ehkäisypalveluiden saatavuuden parantaminen.

## **Rahoitushaaste**

Ilmastotyö tulee aiheuttamaan kehitysmaille merkittäviä kustannuksia, joita ne eivät pysty kattamaan yksin. YK:n kehitysohjelman UNDP:n arvion mukaan kehitysmaat tarvitsevat päästöjen rajoittamiseen lisärahoitusta 25–50 miljardia Yhdysvaltain dollaria vuodessa. Kansainvälisen energiajärjestön IEA:n mukaan summa voi nousta 65 miljardiin vuonna 2030. Maailmanpankki on arvioinut lämpenemiseen sopeutumisen edellyttävän 10–40 miljardin dollarin rahoitusta vuonna 2030, ja kehitysjärjestö Oxfam uskoo summan olevan ainakin 50 miljardia vuodessa.

**Kaavio 3.3** Ilmastorahoitus suhteutettuna muihin globaaleihin rahoitusvirtoihin



Vuotuisten investointi- ja rahavirtojen suuruusluokkia.

Lähde: Greenstream. 2008. Kansainväliset ilmastoneuvottelut. Investointi- ja rahoituskyvykset. Loppuraportti 28.9.2008, s. 25.

Yhteensä kehitysmaiden ilmastorahoitustarpeen arvioidaan olevan useista kymmenistä yli sataan miljardia dollaria vuodessa. Lisärahoitusta voitaisiin siis tarvita samaa suuruusluokkaa kuin kehitysyhteistyöhön käytetään vuosittain.

Mikään lähde ei yksin riitä kattamaan näin mittavaa tarvetta. Sen sijaan tarvitaan sekä julkista että kasvavassa määrin yksityistä rahoitusta, sekä tukea teollisuusmailta että kehitysmaiden omia satsauksia. Rahoituksen on myös oltava riittävää, ennakoitavaa ja kestävä.

Valtiovarainministeriö on alustavasti arvioinut, että Suomen osuus kehitysmaiden ilmastorahoituksesta voisi vuonna 2020 olla noin 100 miljoonaa euroa vuodessa. Pessimistisillä oletuksilla summa voisi nousta enimmillään jopa 400–500 miljoonaa euroon. Vuoteen 2030 mennessä tuen tarve edelleen kasvaa.

Merkittävä osa rahoituksesta päästöjen rajoittamiseen kehitysmaissa on mahdollista saada yksityisiltä markkinoilta päästökaupasta ja suorina investointeina kestäväan teknologiaan. Yksityisen rahoituksen saamista voidaan helpottaa kan-

sainvälisellä lainoituksella. Sen sijaan ilmastonmuutokseen sopeutumiseen on vaikea saada varoja suoraan markkinoilta.

Riittävän rahoituksen kokoon saamiseksi on syytä harkita uusia ja innovatiivisia lähteitä. EU:n ilmasto- ja energiapaketin yhteydessä päätettiin, että osa unionin päästökaupan päästöoikeuksien huutokaupan tuotoista tulisi käyttää tukemaan ilmastotyötä köyhissä maissa. Norja on tehnyt esityksen, jonka mukaan osa tulevan ilmastopimuksen päästöoikeuksista huutokaupattaisiin kansainvälisesti. Meksiko on esittänyt maksuosuus pohjaista järjestelmää kaikille maille. Sveitsi on ehdottanut globaalia hiiliveroa, köyhimpien kehitysmaiden ryhmä puolestaan kansainvälisen lentoliikenteen tai polttoaineiden verottamista.

Puhuttaessa näin huomattavista rahavirroista on erityistä huomiota kiinnitettävä toiminnan tuloksellisuuteen, kustannustehokkuuteen, koordinaatioon, hyvään hallintoon ja luotettavaan seurantaan. Rahoituksen kanavoimisessa tulee ensisijaisesti hyödyntää nykyisiä väyliä. Avunsaajamaiden sitoutumista ja osallistumista päätöksentekoon on parannettava. Tuki on tärkeä myös suunnata niin, että se auttaa erityisesti kaikkein haavoittuvimpia maita ja ihmisryhmiä.

Kehitysmaissa julkisesti rahoitetut ilmastotoimet täyttävät virallisen kehitysavun kriteerit. Koska lämpenemiseen sopeutuminen edellyttää kehitystä, käytännössä on välillä lähes mahdotonta sanoa, milloin kehityshanke loppuu ja ilmastohanke alkaa. Kehitysyhteistyövaroista myös tuetaan ilmastoneuvotteluja ja kehitysmaiden osallistumista. Suomi pyrkii erityisesti parantamaan naisten osallistumista kansainvälisessä ja kehitysmaiden kansallisessa ilmastopolitiikassa.

### **Laatikko 3.2** Ekologinen velka

Köyhät maat ovat olleet rikkaille maille velkaa mittavia summia. Vastakohtana tälle perinteiselle velalle on alettu puhua ekologisesta velasta, jossa rikkaat maat ovat velkaa köyhille maille yhteisten ympäristöresurssien ylikäytöstä. Teollisuusmaat ovat käyttäneet valtaosan ihmiskunnan yhteisestä hiilibudjetista ja jättäneet kehitysmaille ja tuleville sukupolville vain murto-osan.

Ekologisen velan määritelmä, rajaukset ja laskentatavat vaihtelevat merkittävästi. Kehitysjärjestö Christian Aid on jakanut ilmastovastuuta suhteessa maiden väestöön, tuloihin, mahdollisuuksiin vähentää päästöjä ja vuoden 1992 jälkeisiin päästöihin. Maailman koko ilmastovelaksi on määritelty ilmastonmuutoksen torjunnan ja siihen sopeutumisen hinta, jonka on arvioitu olevan noin prosentti bruttokansantuotteesta. Tällä laskentatavalla EU:n ilmastovelka on runsaat 200 miljardia Yhdysvaltain dollaria.

Ilmastonmuutoksen ennakoitaan pahentavan esimerkiksi kuivuuden tai hirmumyrskyjen kaltaisia ongelmia, jotka aiheuttavat suoria ja mahdollisesti huomattavia taloudellisia kustannuksia. Koska teollisuusmaat ovat aiheuttaneet valtaosan tähänastisesta lämpenemisestä, herää kysymys niiden velvollisuudesta korvata ilmastonmuutoksen haittoja köyhille maille.

## Valtioneuvoston linjaukset

- Toimitaan määrätietoisesti sen eteen, että ilmastoneuvotteluissa saadaan aikaan kattavia ja tehokkaita sopimuksia. Näytetään esimerkkiä ja kehitetään sekä otetaan käyttöön kestäviä ratkaisuja, joita voidaan soveltaa ilmastonsuojelussa myös muualla maailmassa.
- Tavoitellaan neuvotteluissa oikeudenmukaista veloitteenjakoa, jotta mukaan päästörajoituksiin saadaan kaikki keskeiset päästöjen tuottajat. Toimitaan kahden asteen tavoitteen mukaisella polulla teollisuusmaiden päästöjen leikkaamiseksi ja kehitysmaiden päästöjen rajoittamiseksi niin, että maiden asukaskohtaiset päästöt lähestyvät pitkällä aikavälillä kestävää tasoa.
- Tuetaan ja pyritään vahvistamaan EU:n johtoasemaa kansainvälisessä ilmastonsuojelussa. Toimitaan ilmastoneuvotteluissa aktiivisesti ja aloitteellisesti.
- Ajetaan aktiivisesti ilmastonäkökulman vahvistamista kansainvälisessä yhteistyössä kaikilla foorumeilla. Integroidaan ilmasto vahvemmin osaksi ulkopoliittikkaa ja kaikkia kahdenvälisiä suhteita.
- Vahvistetaan ilmastonsuojelun kansainvälisiä instituutioita ja tuetaan YK-järjestelmän uudistamista tavoitteen edistämiseksi. Tuetaan kehysmaita kansallisen ilmastopoliittikan valmiuksien kohentamisessa ja ilmastoneuvotteluihin osallistumisessa.
- Ilmastonsuojelua edistävää kauppaa pyritään vapauttamaan nopeasti. Epäreilun kilpailuedun hankkiminen ilmastovelvoitteita välttämällä on estettävä esimerkiksi WTO:ssa.
- Kansainvälisten kuljetusten hinnan tulee heijastaa niiden aiheuttamien päästöjen kustannuksia.
- Ilmastoa säästävän teknologian siirtoa kehitysmaihin vauhditetaan olennaisesti mm. parantamalla kehitysmaiden edellytyksiä vastaanottaa teknologiaa. Siirrytään hiilineutraaliin kehitysyhteistyöhän niin pian kuin mahdollista.
- Ajetaan kehitysrahoituksen muuttamista ilmaston kannalta kestäväksi kansainvälisissä kehityspankeissa ja muilla foorumeilla. Julkinen kehitysrahoitus päästöjä tuottavalle fossiilisten polttoaineiden käytölle ajetaan vaiheittain alas.
- Asetetaan tavoitteeksi pysäyttää maailman metsäkato ja kääntää metsien kokonaispinta-ala nousuun mm. kestävää metsätaloutta edistämällä vuoteen 2020 mennessä. Tuetaan köyhiä maita tavoitteen saavuttamiseksi.
- Väestökehitystä tasapainottavaa kehitysyhteistyötä painotetaan ja lisätään myös ilmastosyistä. Erityisesti painotetaan peruskoulutusta, seksuaali- ja lisääntymisterveyspalveluiden turvaamista sekä naisten aseman parantamista.
- Ilmastotyön tukeminen kehitysmaissa edellyttää merkittävää lisärahoitusta. Varaudutaan lisäämään julkista rahoitusta oman ja oikeudenmukaisen osuuden mukaisesti osana syntyvää kansainvälistä sopimusta.
- Riittävän rahoituksen keräämiseksi harkitaan uusia ja innovatiivisia keinoja kuten päästöoikeuksien huutokaupan tuottojen hyödyntämistä.

## 4 POLKUJA KOHTI VÄHÄPÄÄSTÖISTÄ SUOMEA

**Tulevaisuusselonteon taustaskenaarioiden tarkoitus on tuoda keskusteluun esimerkkejä mahdollisista vähäpäästöisistä poluista. Skenaariot osoittavat, että Suomen on mahdollista vähentää päästöjä vähintään 80 prosenttia vuosisadan puoliväliin mennessä monin eri tavoin. Esimerkiksi yhdyskuntarakenne, ydinvoiman osuus ja teollisuuden energiantarve voivat olla vähäpäästöisessä Suomessa hyvin erilaisia. Kaikilla poluilla on kuitenkin siirryttävä käytännössä lähes päästöttömään energia- ja liikennejärjestelmään. Jokaisessa skenaariossa on omat vahvuutensa ja haasteensa, eikä niistä valita yhtä toteutettavaksi.**

Skenaariot ovat mahdollisia ja sisäisesti johdonmukaisia kuvauksia tulevaisuuden kehittymisestä. Niillä voidaan havainnollistaa, millaiset tulevaisuuskuvat ja -polut ovat mahdollisia tietyillä oletuksilla – politiikoilla, teknologian ja käyttäytymisen muutoksilla, talouden tai valtioiden välisten suhteiden kehityksillä. Skenaarioilla voidaan tunnistaa, mitä on tehtävä haluttujen tulevaisuuksien saavuttamiseksi tai ei-toivottujen tulevaisuuksien välttämiseksi. Sen sijaan ne eivät ole ennusteita, eikä niillä siten pyritä veikkaamaan sitä, miltä tulevaisuus näyttää.

Skenaarioita voi tehdä karkeasti kahdella tavalla. Forecastingiin perustuvissa skenaarioissa pyritään ennakoimaan tuleva kehitys menneisyyden trendien, nykytilanteen ja tulevaisuuden muutosvoimien perusteella. Backcastingmenetelmään perustuvissa skenaarioissa kuvataan tavoiteltu tulevaisuus ja haetaan polkuja nykyhetkestä sitä kohti. Molemmilla lähestymistavoilla on etunsa, ja niitä voidaan myös soveltaa rinnan.

Skenaariot mahdollistavat vaihtoehtojen vertailun ja arvioivan keskustelun. Ilmasto- ja energiapoliittisia skenaarioita voi käyttää mm.

- lisäämään tietoisuutta ja sitouttamaan toimijoita
- määrittämään tarvittavia tavoitteita
- suunnittelemaan tavoitteiden edellyttämiä toimenpiteitä
- hahmottamaan tiekarttoja ja toimien ajoitusta kohti tavoitteita
- tunnistamaan mahdollisuuksia ja uhkia
- arvioimaan eri politiikkojen vaikutuksia ja kartoittamaan toimintaympäristöjä

Kansainvälisesti on laadittu useita pitkän aikavälin ilmasto- ja energiaskenaarioita. Laajimmin käytettyjä ovat IPCC:n globaalit SRES-skenaariot, joissa tarkastellaan maailman päästöjen ja ilmastomuutoksen kehitystä ilman varsinaista ilmastopolitiikkaa.

Aiemmin VTT on selvittänyt mahdollisuuksia vähentää Suomen päästöjä 60–66 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Tulevaisuusselonteon skenaariot ovat Suomessa ensimmäisiä, joissa kartoitetaan polkuja kohti kahden asteen tavoitteen mukaista päästötasoa. Ensimmäistä kertaa on myös hahmoteltu useita, toisistaan poikkeavia tapoja vähentää päästöjä merkittävästi.

Hallituksen ilmasto- ja energiastrategiassa skenaariotarkastelun pääpaino on vuoteen 2020 ulottuvassa jaksossa. Vuoteen 2050 kuvataan perusskenaario, jossa kuvataan trendit ilman uusia ilmastopoliittisia toimia, ja suuntaa antava visio energiankulutuksen ja päästöjen kehityksestä. Tulevaisuusselonteon pitkän aikavälin skenaariot tarjoavat rinnakkaisen ja täydentävän tarkastelutavan strategian skenaarioille.

Tulevaisuusselonteon skenaarioilla on useita tehtäviä. Niillä pyritään arvioimaan

1. onko Suomen päästöjen leikkaaminen vähintään 80 prosentilla mahdollista
2. millaisia erilaisia polkuja kohti vähäpäästöistä yhteiskuntaa voidaan hahmotella
3. mitä muutoksia ja millä aikataululla tarvitaan kaikilla poluilla
4. mitä vahvuuksia ja heikkouksia eri poluilla on

### **Tavoitteeksi päästöjen leikkaaminen vähintään 80 prosentilla**

Kansallisella pitkän aikavälin tavoitteella ilmaistaan tahtotila sekä toimijoille maan sisällä että EU:lle ja kansainväliselle yhteisölle. Asettamalla kunnianhimoisen tavoitteen Suomi osoittaa sitoutuvansa tekemään oman ja oikeudenmukaisen osuutensa globaaleista ilmastotalkoista. Näin muita maita on helpompi suositella mukaan.

EU:ssa noin 2/5 päästöistä kuuluu vuonna 2020 päästökauppaan. Tällä sektorilla unioninlaajuinen päästökauppajärjestelmä on ensisijainen tapa taata päästövähennysten toteutuminen. Päästöjen tarkka jakautuminen jäsenmaiden välillä tapahtuu markkinaehtoisesti eikä siksi ole helppo ennakoida, mikä osa Suomen päästökauppasektorin vähennyksistä toteutuu tiettyinä vuonna kotimaassa ja kuinka paljon ostetaan päästöoikeuksia muualta.

Vuoteen 2050 mennessä päästökauppajärjestelmä voi kuitenkin muuttua monin tavoin. Päästökauppa ei myöskään estä valtioita asettamasta kansallisia tavoitteita, ja monet EU:n jäsenmaat ovat näin tehneet. Hallituksen ilmasto- ja energiastrategian visiossa vuonna 2050 Suomen päästöt olisivat vähentyneet 70 prosenttia vuoden 1990 tasosta.

Suomi on sitoutunut EU:n yhteiseen tavoitteeseen saada maailman päästöjä leikattua niin, että lämpeneminen pysyy enintään kahdessa asteessa. Tämän mukaisesti valtioneuvosto asettaa tavoitteeksi Suomen kansallisten päästöjen leikkaamisen vähintään 80 prosentilla vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 men-

nessä. Tavoite merkitsee sitä, että vuonna 2050 Suomi voi tuottaa päästöjä enintään noin 14 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia – suunnilleen saman verran kuin liikenne tuottaa nykyään yksin.

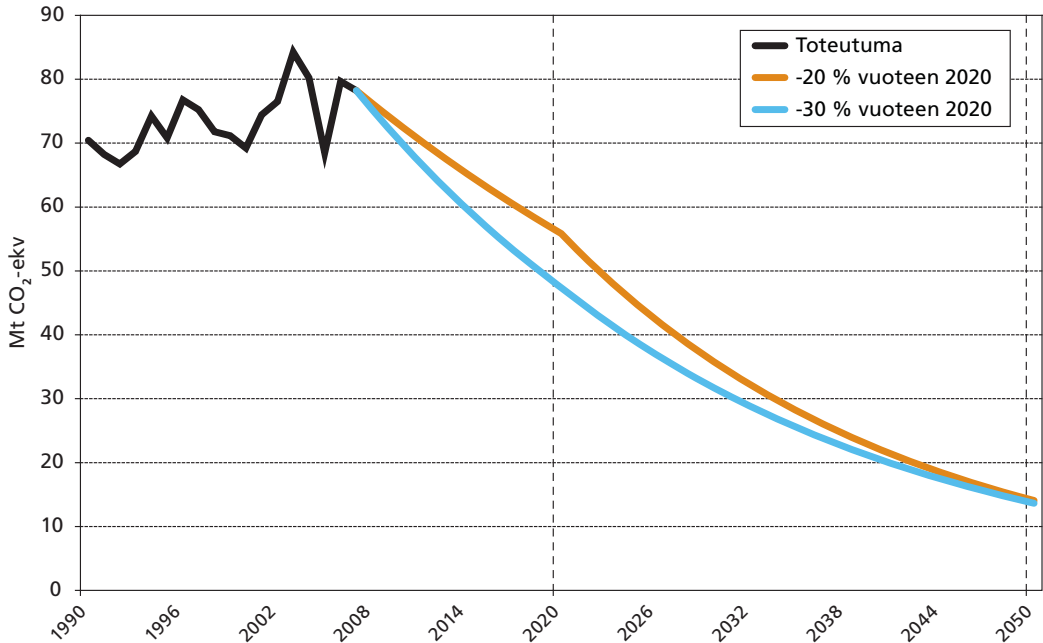
Päästövähennysten ajoittaminen riippuu mm. kansainvälisissä ilmastoneuvotte- luissa ja Euroopan unionissa sovittavista velvoitteista. Jos EU pitäytyy tavoittees- sa leikata päästöjä 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 eikä Suomi kansallisesti pyri tiukempiin tavoitteisiin, tulee pitkän aikavälin päästövähennys- polusta takapainotteinen. Vuoden 2007 tasosta vuoteen 2020 tarvittaisiin Suo- messa keskimäärin 2,6 prosentin vuotuiset päästövähennykset, kun vuosina 2020–2050 tahdin pitäisi kiristyä 4,5 prosenttiin.

Jos taas EU sitoutuu tiukempaan, 30 prosentin päästövähennykseen vuoteen 2020, tarvitaan Suomessa noin 3,8 prosentin vuotuiset vähennykset vuoteen 2020 ja 4,1 prosentin leikkaukset siitä eteenpäin. Päästövähennystarve pysyy siis melko tasaisena koko tarkastelujakson.

Ilmastonmuutoksen riskien rajoittamisen kannalta parasta on vähentää päästöjä mahdollisimman paljon ja nopeasti, sillä se säilyttää suuremman mahdollisuuden saavuttaa tarvittaessa alhaisia kasvihuonekaasujen pitoisuustavoitteita. Etupai- notteinen päästövähennyspolku myös estää tehokkaammin hiililukkiutumana eli investoinnit rakenteisiin, jotka sitovat korkeisiin päästöihin vuosikymmeniksi. Toisaalta teknologian kehittyessä osa päästövähennyksistä voi tulevaisuudessa olla helpompia kuin nykyään.

Vähintään 80 prosentin päästövähennys sijoittuu IPCC:n teollisuusmaille arvioi- man kahden asteen tavoitteen mukaisen haarukan (–80–95 %) alapäähän. Vä- hennys on linjassa EU:n komission, parlamentin ja ministerineuvoston kannanot- tojen kanssa. EU:n ohella muiden teollisuusmaiden tulee sitoutua verrattaviin päästövähennyksiin ja nousevien kehitysmaiden kantaa oma, kehitystason mu- kainen vastuunsa. Tavoite on myös samaa suuruusluokkaa kuin monissa edellä- kävijämaissa ja siten tukee tulevaisuusselonteon tavoitetta nostaa Suomi ilmas- tonsuojelun edelläkävijöiden joukkoon.

**Kaavio 4.1** Suuntaa antavia polkuja kohti vuoden 2050 tavoitetta



Polkujen kuvauksessa ei ole otettu kantaa siihen, saavutetaanko päästövähennystavoitteet kotimaisin toimin vai osin rahoittamalla päästövähennyksiä muualla. Jos päästötavoitteiden saavuttamisessa hyödynnetään päästökauppaa tai joustomekanismeja, jäävät kotimaiset päästövähennykset pienemmiksi.

**Taulukko 4.1** Joidenkin maiden päästötavoitteita vuoteen 2050

Maa	Tavoite	Huomioita
Malediivit	-100 %	hiilineutraali vuoteen 2020
Costa Rica	-100 %	hiilineutraali vuoteen 2021
Norja	-100 %	hiilineutraali vuoteen 2030
Uusi-Seelanti	-100 %	hiilineutraali vuoteen 2040
Ruotsi	-100 %	hiilineutraali
Iso-Britannia	-80 %	ilmastolaissa määritelty vähimmäistavoite
Yhdysvallat	-80 %	presidentti Obaman esitys

Tavoitteet ovat vuoden 1990 päästötasoon verrattuna. Hiilineutraalilla tarkoitetaan tilannetta, jossa maa ei tuota nettona lainkaan päästöjä. Tuolloin päästöjä syntyy hyvin vähän ja jäljelle jäävät päästöt kompensoidaan toteuttamalla päästövähennyksiä muualla.

### Mikä määrää tulevaisuuspolkuja?

Tuleva kehitys riippuu monesta tekijästä. Osaan Suomi voi vaikuttaa suoraan ja merkittävästi, osaan vain epäsuorasti ja vähän.



Perusmuuttuja on väestö. Päästöjen määrä on melko suoraan verrannollinen väestön kanssa. Tulevaisuusselonteon skenaarioissa oletetaan, että Suomen väestö kasvaa nykyisestä 5,3 miljoonasta 5,7 miljoonaan vuoteen 2050 mennessä.

Taloukasvun tahti vaikuttaa merkittävästi päästöjen määrään. Elinkeinorakenteesta taas riippuu, kuinka hiili-intensiivisesti kasvu saavutetaan. Selonteon skenaarioissa oletukset talouden kehityksestä vaihtelevat, mutta kaikissa Suomen talous kasvaa merkittävästi vuoteen 2050. Teollisuus myös uudistuu ja palveluiden volyyymi kasvaa. Siirryttäessä kohti vähäpäästöistä yhteiskuntaa talouden ja päästöjen kytkös heikkenee ja taloukasvu näkyy päästöissä yhä vähemmän.

Samoin ratkaiseva rooli on teknologian kehityksellä. Kaikissa skenaarioissa oletetaan vähäpäästöisen teknologian kehittyvän merkittävästi ja energiatehokkuuden paranevan kaikilla sektoreilla vuoteen 2050 mennessä.

Eri energiamuotojen osuuteen vaikuttavat niiden hinnat. Mitä kalliimpia fossiiliset polttoaineet ovat, sitä kilpailukykyisempiä ovat vähäpäästöiset vaihtoehdot. Skenaarioissa oletetaan fossiilisten polttoaineiden hintojen nousevan niiden ehtyessä ja kestävien ratkaisujen hintojen laskevan teknologian kehittyessä ja kaupallistuessa.

Vaikeasti hahmotettava tekijä on arvomaailma. Tulevaisuudessakin ihmisten arvot ja asenteet muuttuvat, mikä vaikuttaa käyttäytymiseen ja politiikkaan. Voidaan olettaa, että ilmastonmuutoksen edetessä suomalaisten valmius toimia päästöjen rajoittamiseksi kasvaa entisestään.

Myös ilmastonmuutos vaikuttaa edetessään ilmastopolitiikan edellytyksiin. Suomessa sen ennakoitaan mm. vähentävän lämmitystarvetta, kasvattavan tuuli-voiman, vesivoiman ja biomassan tuotantoa sekä parantavan maatalouden edellytyksiä. Toisaalta samalla monet riskit lisääntyvät. Skenaarioissa oletetaan lämpenemisen etenevän globaalisti kahden asteen polun mukaisesti.

## **Suomen polut osana maailmaa**

Kansainvälinen kehitys vaikuttaa Suomen ilmastopolitiikan edellytyksiin monin tavoin. Mitä kattavampi joukko maita sitoutuu päästörajoituksiin, sitä pienemmäksi käy uhka kilpailukyvyille. Kansainvälinen ilmastoyhteistyö vauhdittaa kestävän teknologian kehitystä ja alentaa sen hintaa kasvattamalla kestävien ratkaisujen markkinoita.

Päästöjen vähentäminen on monissa tapauksissa pitkällä aikavälillä hyödyllistä muiden maiden toimenpiteistä riippumatta. Suomi tuottaa kuitenkin niin pienen osan maailman päästöistä, että hyvin vähäpäästöiset polut täällä ovat mielekkäitä vain osana laajaa kansainvälistä yhteistyötä. Jos muu maailma ei riittävässä

määrin osallistuisi ilmastotalkoisiin, eivät edes koko Euroopan radikaalit ponnistelut riittäisi rajoittamaan lämpenemistä riittävästi.

Tulevaisuusselonteon skenaarioissa oletetaan, että ilmastotyöhön saadaan mukaan kaikki keskeiset päästöjä tuottavat maat. Myöskään työn laajuus ei mahdollistanut erilaisten globaalien skenaarioiden laatimista, joissa olisi tarkasteltu muita vaihtoehtoja.

Vahvojen ilmastositoumusten aikaansaaminen edellyttää määrätietoista ponnisteluja, ja Suomi sitoutuu siihen osana EU:ta. Ilmastotieteen varmuus, yleinen tietoisuus, poliittisten päättäjien sitoutuminen ja kestävien ratkaisujen kehitys parantavat mahdollisuuksia edetä kansainvälisessä ilmastopolitiikassa.

Myös riskiskenaarioihin on varauduttava. Edessä voi olla epävakampi maailma, jossa taistelu hupenevista luonnonvaroista kiihtyy ja eriarvoisuus ja köyhyys kasvavat. Asenteet voivat koventua, kansainvälinen yhteistyö kriisiytyä ja valtiot käpertyä kuoreensa. Näissä oloissa ilmastonmuutoksen rajoittaminen siedettävälle tasolle olisi käytännössä mahdotonta.

Tulevaisuudessa väestönkasvu, tarve parantaa ruokaturvaa ja kulutustottumusten muutokset lisäävät ruoan kysyntää globaalisti. Kehitys heijastuu myös Suomen maatalouteen ja sitä kautta ilmastonsuojelun mahdollisuuksiin maataloudessa. Skenaarioiden hahmottelussa ei kuitenkaan ollut käytettävissä aineistoa, jonka avulla ruuan kysynnän lisääntyminen olisi voitu ottaa huomioon.

### **Miten skenaariot laadittiin?**

Tulevaisuusselonteon skenaarioiden tavoitteena on hahmotella esimerkinomaisesti joitakin mahdollisia polkuja kohti vähäpäästöistä Suomea. Niiden avulla pyritään arvioimaan, miten päästöt voitaisiin käytännössä vähentää kestäväälle tasolle. Skenaariot täydentävät, tarkentavat ja kuvittavat hallituksen ilmasto- ja energiastrategiassa esitettyä pitkän aikavälin visiota.

Skenaarioiden toivotaan heijastelevan poliittisessa keskustelussa esillä olevia erilaisia näkemyksiä mahdollisista ratkaisuista. Keskustelun herättämiseksi työssä on pyritty tietoisesti hakemaan mahdollisimman erilaisia tapoja päästä tavoiteltuun lopputulokseen, minkä takia osa valinnoista saattaa vaikuttaa yllättävilä tai radikaaleilta.

Mitään skenaarioista ei ole pyritty laatimaan toisia realistisemmiksi tai houkuttelevammiksi, ja kaikissa poluissa on heikkoutensa ja vahvuutensa. Todennäköisesti tulevana vuosikymmeninä valittava linja on yhdistelmä kaikkien skenaarioiden parhaista piirteistä.

Skenaarioissa on ensin asetettu haluttu tavoitetilä – Suomi, jossa päästöt on osana kansainvälistä yhteistyötä onnistuttu leikkaamaan kestäväille tasolle vuonna 2050. Sitten on hahmoteltu polkuja kohti tuota tavoitetta (backcasting).

Skenaariotyössä on yhdistetty laadullista ja määrällistä otetta. Tulevaisuudet on esitetty tarinoina, joista kullakin on pyritty yhteen sisäisesti johdonmukaiseen vähäpäästöisen Suomen kuvaan. Konsulttiyhtiöiden toteuttamalla laskennalla tulevaisuuskuvat on muutettu numeroarvoiksi ja tarkasteltu niiden energian kulutusta, energianlähteitä ja päästöjä. Näin on voitu testata polkujen johdonmukaisuutta ja toimivuutta, tunnistaa mahdollisia ongelmakohtia sekä arvioida päästötavoitteen saavuttamisen realistisuutta.

Erilaiset oletukset mm. energian loppukulutuksesta ja ydinvoiman osuudesta toimivat laskennan lähtötietoina. Pitkän tarkasteluvälin tuomien epävarmuuksien takia laskennassa ei pyritty yksityiskohtaisuuteen, vaan suuruusluokkien hahmottamiseen. Skenaariokuvauksiin tehtiin laskennan perusteella korjauksia ja tarkennuksia.

Skenaarioissa tarkastellaan Suomen kansallisia kasvihuonekaasupäästöjä, ja päästötavoite pyritään saavuttamaan kansallisin toimin. Päästöjä sitovat nielut ja ilmastoon epäsuorasti vaikuttavat päästöt on rajattu tarkastelun ulkopuolelle.

Laskennassa on otettu huomioon ilmastonmuutoksen vaikutukset lämmityksen ja jäädytyksen tarpeeseen sekä vesi- ja tuulivoiman tuotantoon. Sen sijaan lämpenemisen mahdollista metsien ja peltokasvien kasvua kiihdyttävää vaikutusta bioenergian tuotannolle ei ole sisällytetty laskelmiin siihen liittyvien epävarmuuksien takia. Päästölaskennan epävarmuudet heijastuvat myös skenaarioiden laskentaan. Esimerkiksi maaperään liittyvät päästöt ovat hankalia mitata ja niihin liittyy paljon epävarmuuksia.

Skenaarioiden laadintaa ohjasivat yleisellä tasolla tulevaisuusselonteon ministerityöryhmä ja asiantuntijaryhmä. Ministerityöryhmä määritteli skenaariotyön periaatteet:

1. skenaarioissa päädytään kestäväille päästötasolle
2. skenaarioiden on oltava aidosti vaihtoehtoisia
3. skenaarioissa tulee arvioida avoimesti vaihtoehtoja
4. skenaariotyössä sovelletaan useita eri menetelmiä

Valtioneuvosto ei ota kantaa skenaarioiden yksityiskohtiin eikä valitse mitään niistä toteutettavaksi.

Tulevaisuuskuvat heijastavat näkemyksiä, joita saatiin monivaiheisessa prosessissa:

- otakantaa.fi-verkkokyselyssä loppuvuodesta 2007
- sidosryhmäpaneelissa keväällä 2008
- skenaariotyöpajoissa ja verkkokyselyssä syksyllä 2008
- asiantuntijatyöpajoissa vuodenvaihteessa 2008–09
- laajassa verkkokyselyssä alkuvuodesta 2009

Työpajojen ja verkkokyselyn pohjalta laadittiin konsulttien avulla alustavat skenaariokuvaukset. Kehityspolkuja työstettiin edelleen asiantuntijatyöpajoissa tavoitteena kehittää skenaarioiden eroja, johdonmukaisuutta ja uskottavuutta. Verkkokyselyssä haettiin kansalaisten näkemyksiä skenaarioista. Laskentavaiheessa tehtiin skenaariokuvauksiin vielä joitain tarvittavia tarkennuksia.

#### **Laatikko 4.1** Vähäpäästöisen Suomen mahdollisia polkuja

Tulevaisuusselontekoa varten laadittiin asiantuntijavoimin neljä skenaariota. Nämä esimerkinomaiset vähäpäästöisen Suomen polut nimettiin niiden johtoajatusten mukaan: tehokkuuskumous, kestävä arkikilometri, omassa vara parempi ja teknologia ratkaisee.

Polut eroavat toisistaan useiden tekijöiden suhteen. Vähäpäästöisessä Suomessa esimerkiksi energian loppukulutus, elinkeinorakenne, alue- ja yhdyskuntarakenne sekä energiantuotantotavat voivat olla hyvin erilaisia. Toisaalta jotkin tekijät ovat yhteisiä kaikille poluille.

Skenaariotyön tulokset on kuvattu tämän luvun perässä olevassa liitteessä. Valtioneuvosto ei ota kantaa yksittäisiin skenaarioihin ja niiden oletuksiin.

Liitteessä esitellään alkuun eri polkujen energian kulutus sektoreittain. Sitten käydään läpi skenaariotyön perusteella saatuja vaihtoehtoisia tapoja kattaa energiantarve. Tarkastelu kattaa sähkön ja lämmön tuotannon, kotimaisen ja tuontiin perustuvan energian osuuden sekä eri energiamuodot.

Energiankulutus ja -tuotantotietojen sekä täydentävien sektoriarvioiden perusteella laskennalla on saatu ilmastopäästöjen suuruus ja jakautuminen eri skenaarioissa. Tätä verrataan sektoreittain nykytilanteeseen ja summataan vuodelle 2050 asetettuun päästötavoitteeseen.

Tulosten perusteella pohditaan haasteita ja mahdollisuuksia energiankäytössä ja tuotannossa sekä eri sektorien päästöissä. Polkuja arvioidaan talouden, reiluuden ja ympäristön kannalta. Liitteessä esitellään myös verkkokyselyllä kansalaisilta saatuja näkemyksiä skenaarioista. Lopuksi pohditaan muutamia mahdollisia tapoja, joilla toteutettava kehitys voi poiketa skenaarioissa esitetyistä kuvauksista.

## Johtopäätökset Suomelle

Skenaariot poikkeavat toisistaan merkittävästi monessa suhteessa. Jotkin toimenpiteet näyttävät kuitenkin olevan tarpeellisia riippumatta siitä, millainen tulevaisuuspolku valitaan.

Kaikkien Suomen vähäpäästöisten polkujen lähtökohta on globaalien ilmastotarkoitusten eteneminen. Siksi on välttämätöntä tehdä kaikki voitava, jotta riittävän tiukkoihin päästörajoituksiin saadaan sitoutumaan mahdollisimman kattava joukko maita.

Energiätehokkuuden olennainen parantaminen kaikilla sektoreilla on perusteltua riippumatta siitä, millä energianlähteillä tarve tyydytetään. Tämä edellyttää mm. uudisrakentamisen normien tiukentamista kohti nollaenergiatasoa ja veloitteiden asettamista myös korjausrakentamiselle. Rakennuskannan uusiutumisen hitauden takia jo 2010-luvun talot on rakennettava vuoden 2050 tavoitteet huomioon ottaen. Kodinkoneiden ja muiden laitteiden tehokkuusnormeja pitää tiukentaa EU-tasolla.

Vähäpäästöisen teknologian kehittämistä, kaupallistamista ja käyttöönottoa tarvitaan kaikilla poluilla. Erityisesti teknologiaharppauksia tarvitaan energiaintensiivisessä teollisuudessa ja biotalouteen siirtymisessä. Tämä edellyttää lisäsatsauksia tutkimukseen ja kehitykseen, kansainvälistä teknologiayhteistyötä sekä kotimarkkinoita synnyttäviä ohjauskeinoja.

Kaikissa skenaarioissa uusiutuvaa energiaa tarvitaan merkittävästi lisää. Bioenergian käytön lisäys edellyttää korjuun ja varastoinnin tehostamista sekä työvoiman kouluttamista. Lisäksi tarvitaan uusia ratkaisuja suurten tuulimäärien integroimiseen energijärjestelmään.

Liikenteessä suurimmat päästövähennykset voidaan saavuttaa ottamalla käyttöön nopeasti tehokasta ajoneuvoteknologiaa, mikä edellyttää vahvoja ohjauskeinoja. Joukko- ja kevyen liikenteen suosiota on kasvatettava merkittävästi, mihin tarvittaneen sekä raideinvestointeja että taloudellisia ohjauskeinoja. Kestävien biopolttoaineiden kehittäminen ja käyttöönotto vaatii myös lisäsatsauksia.

Maatalouden päästöjen merkittävä vähentäminen on haastavaa ilman kulutustottumusten muutoksia. Paljon päästöjä tuottavien ruokien käytön vähentäminen ja korvaaminen ilmastomyötäisemmillä helpottaisi päästötavoitteiden saavuttamista. Päästöjä voidaan vähentää myös kehittämällä tuotantomenetelmiä koko ketjussa. Jätteiden kierrätyksen ja energiakäytön lisääminen sekä biohajoavan jätteen kaatopaikkakielto leikkaavat kaikissa skenaarioissa jätehuollon päästöjä.

Lisäksi osassa skenaarioista päästöjen vähentämistä helpottavat mm.

- elinkeinorakenteen uudistuminen
- liikennetarpeen väheneminen
- hiilen talteenotto ja varastointi energiantuotannossa ja teollisuudessa
- ydinvoiman lisärakentaminen ja käyttö kaukolämmön tuotannossa
- jätteen synnyn ennaltaehkäisy

Skenaariotyötä pitkän aikavälin vähäpäästöisten polkujen kartoittamiseksi tulee jatkaa ja kehittää. Polkuja on tarpeen päivittää säännöllisesti esimerkiksi ilmastotieteen tarkentuessa ja teknologian kehittyessä. Skenaariotyö vahvistaa pitkän aikavälin tavoitteiden ja niihin johtavien toimenpiteiden tarkastelua – tarve, jota korostettiin hallituksen ilmasto- ja energiastrategiassa.

Suomen kannattaa olla aktiivisesti mukana kansainvälisessä yhteistyössä kehittämässä globaaleja vähäpäästöisiä skenaarioita. Tulevaisuuteen vaikuttavia tekijöitä on tarkasteltava laajasti – niin teknis-taloudellisia kuin yhteiskunnallisia ja kulttuurisia, kansallisia ja kansainvälisiä. Ilmastonmuutoksen torjunnan ohella on mietittävä siihen sopeutumista. Jatkotyössä on tarkasteltava kokonaisvaltaisesti myös metsien roolia bioenergian ja teollisuuden raaka-aineen lähteinä sekä nieluina.

### **Valtioneuvoston linjaukset**

- Asetetaan tavoitteeksi leikata Suomen päästöjä vähintään 80 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä osana kansainvälistä yhteistyötä. Lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä päästöjä leikataan tahtia, joka takaa pitkän aikavälin tavoitteen toteutumisen.
- Jatketaan työtä vähäpäästöisen Suomen skenaarioiden kehittämiseksi osallistavalla otteella.
- Päivitetään skenaarioita säännöllisesti ja julkaistaan seuraavat hallituskaudella 2011–2015.
- Tarkastellaan päivitettyissä skenaarioissa mahdollisuuksia päästä vuoteen 2050 mennessä päästöneutraaliin Suomeen eli yhteiskuntaan, joka ei tuota nettona lainkaan päästöjä.
- Edistetään kahden asteen tavoitteen mukaisten globaalien skenaarioiden laadintaa. Arvioidaan myös riskiskenaarioita, joissa ilmastopolitiikka ei etene tavoitteiden mukaisesti.

## 5 KESTÄVÄ ILMASTOPOLITIikka

**Ilmastonsuojelun on tuettava ympäristöllisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestävää kehitystä. Monilla päästövähennystoimilla onkin merkittäviä yhteiskunnallisia sivuhyötyjä. Osa toimista voi kuitenkin huonosti suunniteltuna aiheuttaa myös haittoja. Siirtyminen vähäpäästöiseen yhteiskuntaan edellyttää irtikykentää, jossa hyvinvointia voidaan kasvattaa samalla, kun päästöjä leikataan radikaalisti. Kasvun ja hyvinvoinnin luonnetta ja mittaamista voi myös olla tarpeen arvioida uudelleen.**

Kestäväällä kehityksellä tarkoitetaan sen klassisessa merkityksessä kehitystä, joka tyydyttää nykyhetken tarpeet heikentämättä tulevien sukupolvien mahdollisuuksia tyydyttää omia tarpeitaan. Nykyisten sukupolvien hyvinvointia ei siis saa tuottaa tulevien sukupolvien hyvinvoinnin kustannuksella esimerkiksi tuhoamalla ympäristöä peruuttamattomalla tavalla. Siten rajoittamaton ilmastonmuutos on räikeässä ristiriidassa kestäväen kehityksen kanssa.

Kestäväen kehityksen katsotaan usein koostuvan kolmesta pilarista: ympäristöllisestä, sosiaalisesta ja taloudellisesta. Todella kestäväen kehityksen tulisi ottaa huomioon kaikki kolme ulottuvuutta, vaikka valinnoilta ja priorisoinnilta niiden välillä ei voikaan täysin välttyä.

Kehityksen kestävyyttä tulee arvioida paitsi kansallisesti, myös maailmanlaajuisesti. Vauraisissa teollisuusmaissa paikallinen ympäristön kuormitus on pääosin vähentynyt, mutta samaan aikaan tuotantoa ja ympäristöhaittoja on siirtynyt nopeasti teollistuviin maihin. Paikallisesti kestävä kehitys voikin osoittautua kestävämmäksi globaalisti tarkasteltuna.

Samoin arvioinnissa tulee ottaa huomioon vaikutukset pitkällä aikavälillä. Huomattava osa ilmastonmuutoksen haitoista realisoituu vasta kymmenien, satojen ja jopa tuhansien vuosien kuluessa. Valittavan päästöpolun tulee pitää lämpenemisen haitat siedettävän rajoissa pitkälle tulevaisuuteen. Ilmastonmuutos ei saisi esimerkiksi johtaa Grönlannin mannerjäätikön peruuttamattomaan sulamiseen edes tulevien vuosisatojen kuluessa.

Monia ongelmia on yritetty ratkaista tavoilla, jotka ovat luoneet uusia ongelmia toisaalla. Esimerkiksi ruoan varastointia helpotettiin kehittämällä freoneja käytäviä kylmälaitteita. Freonien aiheuttamaa otsonikatoa taas yritettiin torjua otamalla käyttöön yhdisteitä, jotka kiihdyttävät ilmastonmuutosta voimakkaasti. Viime aikoina on esitetty näyttöä siitä, että osa päästöjen vähentämiseen kaavailuista biopolttoaineista voi päinvastoin kiihdyttää ilmastonmuutosta ja samalla heikentää ruokaturvaa ja luonnon monimuotoisuutta.

Ilmastonsuojeluun tähtäävät toimenpiteet voivat tukea tai hankaloittaa kestävästä kehitystä. Kestävän ilmastopolitiikan on pyrittävä tunnistamaan synergiaetuja tuottavia ratkaisuja (ns. win-win-ratkaisut) ja priorisoitava niitä. Esimerkiksi joukkoliikenteen edistäminen ja energiankäytön tehostaminen paitsi vähentävät ilmastopäästöjä, myös tuottavat muita yhteiskunnallisia hyötyjä.

Vastaavasti on pyrittävä karsimaan toimia, jotka sekä kuormittavat ilmastoa että heikentävät muuten edellytyksiä saavuttaa kestävästä kehitystä (ns. lose-lose-ratkaisut). Esimerkiksi verohelpotukset ja tuet fossiilisten polttoaineiden käytölle paitsi lisäävät ilmastopäästöjä, myös aiheuttavat taloudellisia kustannuksia.

### **Laatikko 5.1** Varovaisuusperiaate

Varovaisuusperiaatetta pidetään yhtenä ympäristöpolitiikan keskeisenä ohjenuorana. Periaatteen klassinen muotoilu esitettiin Rion julistuksessa vuonna 1992: "Mikäli vakava tai peruuttamaton vahinko uhkaa, ympäristön tilan heikkenemistä estävien kustannustehokkaiden toimenpiteiden lykkäämistä ei saa perustella täydellisen tieteellisen varmuuden puuttumisella."

Ilmastonsuojelussa periaatetta voi havainnollistaa kuvittelemalla kaksi ääri vaihtoehtoa. Ensimmäisessä ihmiskunta vähentää päästöt kestäväälle tasolle, mutta myöhempi tieteellinen tieto osoittaa ilmastomuutoksen ennakoitua harmittomammaksi. Toisessa tieteeseen arviot lämpenemisen vakavuudesta käyvät toteen, mutta ihmiskunta ei ole tehnyt mitään päästöjen vähentämiseksi.

Ensimmäisessä vaihtoehdossa ihmiskunta joutuu maksamaan päästöjen vähentämiseksi joitakin prosentteja bruttokansantuotteestaan turhaan. Toisessa vaihtoehdossa ihmiskunta ajautuu ilmastokriisiin, jonka haitat ihmisille ja ympäristölle ovat mahdollisesti katastrofaalisia.

Varovaisuusperiaate muistuttaa, että on parempi katsoa kuin katua. Päästöjen vähentäminen on osittaisen tieteellisen epävarmuuden vallitessa rationaalinen valinta.

## **Ympäristöllinen kestävyys**

Ilmastopolitiikalla voi olla ilmastomuutoksen hidastamisen lisäksi useita myönteisiä ja kielteisiä vaikutuksia ympäristöön ja luontoon. Vaikutukset voivat liittyä

- luonnon monimuotoisuuteen
- energian, veden, kemikaalien tai raaka-aineiden kulutukseen
- ilmansaasteisiin, vesistökuormitukseen tai maaperän köyhtymiseen
- jätteisiin tai suuronnettomuuden riskiin
- meluun tai maisemahaittoihin

Ilmastomuutos on yksi merkittävimpiä ekosysteemien häviämisen ja lajien sukupuuton aiheuttajia. Siksi ilmastonsuojelu lähtökohtaisesti tukee luonnonsuojelua. Valituista keinoista riippuen vaikutukset saattavat kuitenkin olla osittain myös haitallisia.



Lehtien ja havujen kerääminen metsähakkeen korjuun yhteydessä sekä kantojen nosto energiakäyttöön voivat heikentää metsien ravinnetasapainoa ja vähentää uhanalaisille eliöille välttämättömän lahopuun määrää. Patoaltaat voivat muuttaa virtavesiluontoa tavalla, joka heikentää niistä riippuvaisten eliöiden elinmahdollisuuksia.

Palmuöljyn ja muiden ruoantuotantoon kelpaavien raaka-aineiden käyttö biopolttoaineiden tuotannossa lisää niiden kysyntää ja nostaa hintoja. Tämä kasvattaa painetta raivata muilla alueilla metsää viljelyalueiksi, vaikka biopolttoaineiden raaka-aineiden viljely sertifioitaisiinkin kestäväksi. Lopputuloksena tuotannosta voi vapautua hiilidioksidia moninkertaisia määriä fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna. Ruokaperäisten raaka-aineiden kasvava kysyntä heijastuu myös ruoan hintoihin ja voi pahentaa nälkää köyhissä maissa.

Ilmastopäästöjen leikkaaminen vähentää tyypillisesti myös paikallisia ilmansaasteita. Esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden käytön vähentäminen leikkaa happamoittavia rikkidioksidipäästöjä.

Toisaalta autokannan dieselöityminen kyllä vähentää hiilidioksidipäästöjä, mutta ilman erillisiä suodattimia lisää terveydelle vahingollisia pienhiukkaspäästöjä. Sama seuraus on yleensä korvattaessa kevyttä polttoöljyä pientalon lämmityksessä pelleillä, hakkeella tai haloilla tai rakennettaessa asutusta vilkkaiden autoteiden varteen. Ydinvoiman käytön merkittävä lisääminen kasvattaisi uraanintuotantoon liittyviä ympäristö- ja terveysriskejä, radioaktiivisen ydinjätteen määrää sekä uhkaa ydinmateriaalin päätyemisestä vaarallisiin käsiin.

Selvimmän muuta ympäristö- ja kestävyyshyötyjä tuottavat yleensä toimenpiteet, jotka tehostavat energian ja raaka-aineiden käyttöä, vähentävät liikennetarvetta, ehkäisevät metsäkatoa sekä vähentävät jätteen syntyä. Ongelmien ennaltaehkäisy on helpompaa ja taloudellisempaa kuin niiden jälkihoito. Siksi ekotehokkuuden olennainen parantaminen – enemmän saaminen vähemmällä ympäristökuormituksella – on ekologisesti kestävästä ilmastopolitiikasta.

## **Yhteiskunnallinen kestävyys**

Ilmasto on myös oikeudenmukaisuuskysymys. Lämpenemisen haitat kohdistuvat ensin ja voimakkaimmin köyhiin maihin ja köyhiin ihmisiin maiden sisällä. Hurrikaani Katrina Yhdysvalloissa ja kesän 2003 helleaalto Euroopassa osoittivat, että vauraissakin maissa sään ääri-ilmiöille haavoittuvimpia ovat jo ennestään heikot ihmisryhmät kuten vanhuksat, lapset ja köyhät.

Ilmasto vaikuttaa myös sukupolvien väliseen oikeudenmukaisuuteen. Päästöjen tuottamisen hyödyt kertyvät pääosin nykyisille sukupolville, mutta iso osa haitoista jää tuleville sukupolville. Toisaalta tulevat polvet saavat perintönä myös päästöjen avulla luotua vaurautta.

Ilmastonmuutoksen voi katsoa haastavan yhteiskunnallista kestävyyttä perustavanlaatuisella tavalla. Rajoittamaton lämpeneminen voi horjuttaa monien valtioiden perustaa. Myös toimiva demokratia ja ihmisoikeudet voivat olla silloin vaarassa.

Ilmastopolitiikan haitat ja hyödyt eivät usein kohdennu tasaisesti. Tiukat päästövähennykset voivat esimerkiksi luoda uusia työpaikkoja kestävä teknologian teollisuudessa, mutta kiihdyttää samaan aikaan prosessiteollisuuden rakennemuutosta ja työpaikkojen hupenemista. Hyötyjä ja haittoja onkin tasattava kansantalouden tasolla, eikä mitään ihmisryhmää saa jättää heitteille.

Päästöjen vähentämisen ennakoidaan nostavan energian kuluttajahintoja jonkin verran. Vaikutus kotitalouksien todellisiin kustannuksiin riippuu muun muassa siitä, missä määrin ihmiset tehostavat energiankäyttöä ja kuinka paljon hintojen nousua voidaan kompensoida toisaalla.

Välittömien energiamentojen eli sähkö-, lämmitys- ja polttoainekulujen osuus yksityisestä kulutuksesta on Suomessa keskimäärin vain noin kahdeksan prosenttia. Hintojen nousu kohdistuu kuitenkin kotitalouksiin eri tavoin. Kulutustutkimusten valossa näyttää siltä, että energian hinnan kallistuminen vaikuttaisi suhteellisesti eniten eläkeläisiin, työttömiin ja yksinhuoltajiin. Energian hinnan nousulla on myös epäsuoria vaikutuksia tuotteiden ja palveluiden kallistumisen kautta.

Sosiaalinen oikeudenmukaisuus ja ilmastopolitiikka on mahdollista sovittaa yhteen. Ohjauksen on oltava suunnitelmallista ja ennakoitavaa, jotta muutoksiin on mahdollista sopeutua. Ilmastopolitiikan suunnittelussa ja arvioinnissa on sosiaalinen näkökulma pidettävä mukana. Mahdolliset energiaverojen korotukset voidaan kompensoida pienituloisimmille kotitalouksille esimerkiksi tukemalla näiden energiatehokkuusinwestointeja, alentamalla muuta verotusta tai lisäämällä tulonsiirtoja.

Myöskään ilmasto- ja aluepolitiikan välillä ei pääosin ole ristiriitoja. Useimmat päästövähennystoimet ovat joko alueneutraaleja tai niiden vaikutukset alueiden väliseen kehitykseen ovat vähäisiä. Ilmastopolitiikka voi myös tukea aluepoliittisia tavoitteita. Merkittävimmät vaikutukset näyttäisi olevan uusiutuvaan energiaan pohjautuvalla hajautetulla energiantuotannolla. Tulevaisuusselonteon taustaselvityksen mukaan bioperäinen energiantuotanto nähdään merkittävänä uutena mahdollisuutena luoda yritystoimintaa ja työtä etenkin maaseudulle. On kuitenkin selvää, ettei bioenergia yksin riitä kääntämään aluekehityksen suuntaa. Lisäksi useiden tekijöiden vaikutuksia on vaikea arvioida. Esimerkiksi kuljetuskustannusten nouseminen voi toisaalta heikentää syrjäseutujen asemaa, toisaalta johtaa tuotannon muuttumiseen paikallisemmaksi.

Aluepoliittisten toimien tulee lähtökohtaisesti tukea päästöjen vähentämistä ja lämpenemiseen sopeutumista. Toisaalta aluenäkökulmaa voi vahvistaa ilmaston-suojelutoimissa. Esimerkiksi energiatehokkuustukia voisi olla mahdollista myöntää korotettuina kylmimmillä alueilla. Ilmastopolitiikan mahdollisia alueellisia haittoja voi myös yrittää kompensoida aluepolitiikalla.

## **Ilmasto ja sukupuoli**

Ilmasto kytkeytyy myös sukupuolten tasa-arvoon ainakin neljällä eri tavalla. Miehet ja naiset ovat erilaisia suhteessa siihen, miten he

- tuottavat päästöjä
- kärsivät lämpenemisen vaikutuksista
- osallistuvat ilmastopolitiikan muotoiluun
- kokevat ilmastonuojelun vaikutukset

Ruotsalaistutkimuksen mukaan miehet tuottavat keskimäärin naisia enemmän päästöjä mm. siksi, että he matkustavat enemmän ja ajavat 3/4 autosuoritteesta. Toisaalta naiset käyttävät keskimäärin enemmän rahaa kulutushyödykkeisiin. Luonnollisesti vaihtelu sukupuolten sisällä on monin verroin suurempaa kuin niiden välillä.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset kohdentuvat sukupuoliin eri tavoin erityisesti kehitysmaissa. Köyhissä maissa naiset vastaavat pitkälle vedenkeruusta ja esimerkiksi Saharan eteläpuolisessa Afrikassa hoitavat 60–80 prosenttia kotien ruoantuotannosta.

Vesi- ja ruokapulan paheneminen lisää erityisesti naisten työtaakkaa. Toisaalta myös Euroopan hellekesänä 2003 kuolleista 2/3 oli Ranskassa naisia, koska hellealta koetteli erityisesti ikäihmisiä.

Kansainvälisissä ilmastoneuvotteluissa naisia on ollut maiden valtuuskunnista runsas neljännes. Valtuuskuntien johdossa heidän osuutensa on jäänyt 15 prosentin kieppeille. Naisten osallistumista ilmastonuojeluun kaikissa vaiheissa ja kaikilla tasoilla onkin syytä vahvistaa. Myös naisten ja miesten näkemykset ilmastopolitiikan toteuttamistavasta voivat vaihdella.

## **Laatikko 5.2** Ikääntyminen ja ilmasto

Kaksi aikamme megatrendiä – väestön ikääntyminen ja ilmastonmuutos – liittyvät toisiinsa. Ikääntyminen vähentää liikenteen osuutta kulutuksesta ja voimistaa talouden palveluvaltaistumista. Erityisesti vanhimpien ihmisten asuinpaikan valintaan vaikuttavat palveluiden läheisyys ja uusien palveluasumismuotojen tarve, mikä voi tukea yhdyskuntarakenteen eheyttämistä.

Ikääntyminen on tarpeen ottaa huomioon sopeutumistoimien suunnittelussa. Esimerkiksi helteisiin, epidemioihin ja tulviin varautumisen on toimittava hyvin vanhusvaltaisessa väestörakenteessa.

Ikääntyminen voi pahentaa työmarkkinoiden kohtaanto-ongelmaa erityisesti alueellisesti, mikä voi hidastaa ilmastonuojelun toteuttamista. Tulevaisuudessa voi olla vaikea saada riittävästi työntekijöitä esimerkiksi metsäkoneen käyttäjiksi tai bussikuskeiksi. Työvoiman saatavuutta voidaan parantaa työvoima- ja koulutuspoliittisilla toimilla.

## **Taloudellinen kestävyys**

Useimmissa tutkimuksissa merkittävienkin päästövähennysten arvioidaan olevan kohtuuhintaisia. IPCC:n mukaan lämpenemisen rajoittaminen noin kahteen asteeseen maksaisi maailman bruttokansantuotteesta enimmillään alle 3 prosenttia vuonna 2030 ja alle 5,5 prosenttia vuonna 2050.

Alueelliset erot ovat kuitenkin suuria, joten kansainvälisissä sopimuksissa tarvitaan mekanismeja, jotka estävät kustannustaakan nousemisen kohtuuttomaksi millään alueella. Arvioihin kustannuksista liittyy myös merkittäviä epävarmuuksia.

Kolme tai viisi prosenttia maailman bruttokansantuotteesta olisi kiistatta merkittävä summa. Toisaalta se merkitsisi käytännössä talouden kasvun hidastumista vuodella tai parilla. Menetystä voi suhteuttaa siihen, että Suomessa väestön ikääntymisen kustannukseksi on arvioitu noin kuusi prosenttia bruttokansantuotteesta. Ilmastonmuutoksen torjuminen tulee myös joka tapauksessa edullisemmaksi kuin sen torjumatta jättäminen.

Pohjoismaiden ministerineuvoston tilaamassa tutkimuksessa on arvioitu päästövähennysten kustannuksia Pohjoismaissa. Raportin mukaan päästöjen vähentäminen 70 prosentilla vuoden 1990 tasosta maksaisi vuonna 2050 prosentin bruttokansantuotteesta. Samaan prosentin suuruusluokkaan ovat arvioissaan lisäinvestointikustannuksista päätyneet Kansainvälinen energiajärjestö IEA ja konsulttiyhtiö McKinsey. VTT on puolestaan arvioinut, että suorat lisäkustannukset päästöjen leikkaamisesta Suomessa 60 prosentilla olisivat enimmilläänkin noin 0,6 prosenttia bruttokansantuotteesta vuonna 2050.

Merkittävä osa globaaleista päästövähennyksistä voidaan toteuttaa melko alhaisin tai jopa negatiivisin kustannuksin. Esimerkiksi maailman energiatukien alasajo voisi leikata päästöjä kuusi prosenttia samalla talouskasvua kiihdyttäen.

Kansainvälisen energijärjestön IEA:n mukaan maailman energiaperäisten päästöjen puolittamisessa tarvittavista vähennyksistä noin kolmannes voidaan saavuttaa keinoilla, jotka säästävät samalla rahaa – enimmillään jopa toista sataa dollaria vähennetyltä hiilidioksiditonnilta. Toisaalta päästövähennysten kalleimman kymmenyksen kustannukset voisivat nousta jopa satoihin dollareihin tonnilla.

Arviot ilmastopolitiikan talous- ja työllisyysvaikutuksista riippuvat ratkaisevasti valituista oletuksista sekä laskennassa käytetyistä malleista. Ilmastonsuojelun hintaa kustannusarvioissa alentavat mm. energiaverojen ja päästöoikeuksien huutokaupan tuottojen käyttäminen muiden verojen laskemiseen ja uuden teknologian edistämiseen sekä kaikkien päästöjä tuottavien sektorien, kasvihuonekaasujen ja nielujen sisällyttäminen toimenpidekokonaisuuteen.

**Taulukko 5.1** Eri oletusten vaikutus arvioihin ilmastonsuojelun talousvaikutuksista vuonna 2030

Oletukset	Vaikutus maailman BKT:hen
<i>Pessimistisimmät oletukset</i>	-3,4 %
Ilmastoverojen käyttäminen ilmastonsuojelun edistämiseen ja verotuksen rakenteen muuttaminen	+1,9 %
Yleisen tasapainomallin soveltaminen (karkeampien ekonometristen tai kasvumallien sijaan)	+1,5 %
Teknologian kehittymisen reagoiminen kannustimiin (induced technological change)	+1,3 %
Oheishyödyt (esim. ilmansaasteiden väheneminen)	+1,0 %
Joustomekanismit	+0,7 %
Backstop-teknologia (rajattomasti saatavilla oleva päästötön energia kuten tuuli tai aurinko)	+0,6 %
Ilmastonmuutoksen haittojen välttäminen	+0,2 %
<i>Optimistisimmat oletukset</i>	+3,9 %

Keskimääräinen vaikutus maailman bruttokansantuotteeseen vuonna 2030, kun hiilidioksidin pitoisuus rajoitetaan tasolle 450 ppm (noin 500–550 ppm CO<sub>2</sub>-ekv.).

## Mitattava oikeita asioita

Ilmastopolitiikan pääasiallinen tavoite on vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä. Päästövähennyksillä on kuitenkin myös monia oheisvaikutuksia, jotka tulisi ottaa huomioon politiikan suunnittelussa ja seurannassa. Sivuhyötyjä voivat olla esimerkiksi

- paikallisten ilmansaasteiden ja muiden ympäristöhaittojen vähentyminen
- tuontiriippuvuuden väheneminen ja energiaturvallisuuden paraneminen
- energian kulutuksen ja siten energiakulujen väheneminen
- työpaikkojen syntyminen
- innovaatioiden vauhdittuminen

Vastaavasti sivuhaittoja voivat olla

- kustannusten nouseminen
- kilpailukyvyyn heikkeneminen, jos kaikkia maita ei saada mukaan
- työpaikkojen menettäminen
- teknologisten ratkaisujen riskit

Arviot ilmastonsuojelun sivuhyödyistä paikallisia ilmansaasteita vähentämällä vaihtelevat tutkimuksesta ja olosuhteista riippuen. Ympäristö- ja terveyshaittojen vähentämisestä aiheutuvat yhteiskunnalliset hyödyt voivat kuitenkin joissakin tilanteissa kattaa kohtuullisen osan päästövähennysten kustannuksista.

Bruttokansantuote (BKT) on käytetyin kansantalouden tuotantoa kuvaava mittari, ja sitä käytetään yleisesti kuvaamaan maiden kehityksen tilaa laajemminkin. Yksi merkittävimpiä BKT:n puutteita on se, ettei se ota huomioon taloudellisen kehityksen ekologisia ja sosiaalisia kustannuksia.

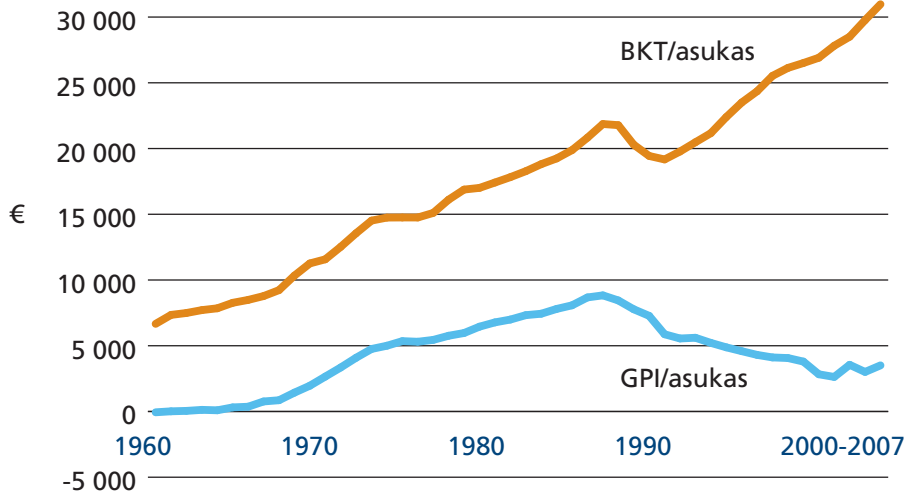
Esimerkiksi sademetsän avohakkuu kasvattaa bruttokansantuotetta, vaikka sen haitat ekosysteemipalveluille voivat olla moninkertaisia saavutettuun hyötyyn nähden. Jos BKT:tä käytetään politiikan onnistumisen keskeisenä mittarina, voi se ohjata maksimoimaan lyhyen aikavälin suoran rahallisen hyödyn, vaikka kokonaistaloudelliset ja pitkän aikavälin vaikutukset olisivat selvästi haitallisia.

BKT:n rinnalle on ehdotettu monia uusia mittareita. Esimerkiksi Redefining Progress -tutkimuslaitoksen ”aidon kehityksen indikaattorissa” (Genuine Progress Indicator, GPI) on otettu huomioon mm. kodin- ja lastenhoidon, koulutuksen sekä vapaaehtoistyön arvo. Toisaalta kustannuksiin on laskettu liikenneonnettomuuksien, rikollisuuden, saastumisen, ilmaston kuormituksen ja otsonikadon aiheuttamia haittoja.

Indikaattorien eroja kuvaa se, että Yhdysvaltain GPI on pysynyt vuosina 1950–2000 melko tasaisena samaan aikaan, kun BKT on yli kaksinkertaistunut. Suomen GPI kasvoi aina vuoteen 1989 saakka, minkä jälkeen se on laskenut viime

vuosiin asti. 2000-luvulla GPI on painunut 1970-luvun alun tasolle tai jopa sen alle.

**Kaavio 5.1** Bruttokansantuotteen ja GPI-indikaattorin kehitys Suomessa 1960–2007



Luvut asukasta kohti vuoden 2000 hinnoin.

Lähde: Hoffrén, Jukka & Rättö, Hanna: GPI hinnoittelee taloudellisen hyvinvoinnin. Tieto&Trendit 2/2009. Huhtikuu 2009. Tilastokeskus, s. 47.

### Laatikko 5.3 Ekosysteemipalvelut

Luonnolla on itseisarvo, mutta se on myös korvaamattoman arvokas ihmisille konkreettisesti. Ekosysteemipalveluilla tarkoitetaan niitä erilaisia hyötyjä, joita ihmiset saavat luonnonjärjestelmistä. Niihin kuuluvat

- ravinto: ruoka ja vesi
- säätely: tulvien, kuivuuden ja eroosion hillintä
- ylläpito: maaperän tuottavuus ja ravintokierto
- kulttuurij: virkistys-, henkiset ja muut aineettomat hyödyt

Ekosysteemipalveluiden kysyntä kasvaa väestön, talouden ja aineellisen elintason kasvun mukana. Ilmastonmuutos on yksi suurimpia uhkia palveluiden saatavuudelle, sillä sen ennakoitaan mm. häiritsevän ruokahuoltoa, pahentavan vesipulaa ja horjuttavan ekosysteemien kykyä uusiutua.

Ekosysteemipalveluiden taloudellinen arvo on huomattava, koko maailmassa arviolta 16–54 biljoonaa (tuhatta miljardia) Yhdysvaltain dollaria vuodessa. Arviointi on tosin erittäin haastavaa, sillä tiedot ovat puutteellisia eikä monilla ekosysteemipalveluilla ole markkina-arvovastinetta. Osittain rahallisen arvon määrittäminen on mahdotontakin, sillä palveluissa mitataan koko ihmiskunnan elämän perustaa. On kuitenkin parempi antaa jokin määrällinen arvio kuin olla arvioimatta arvoa lainkaan.

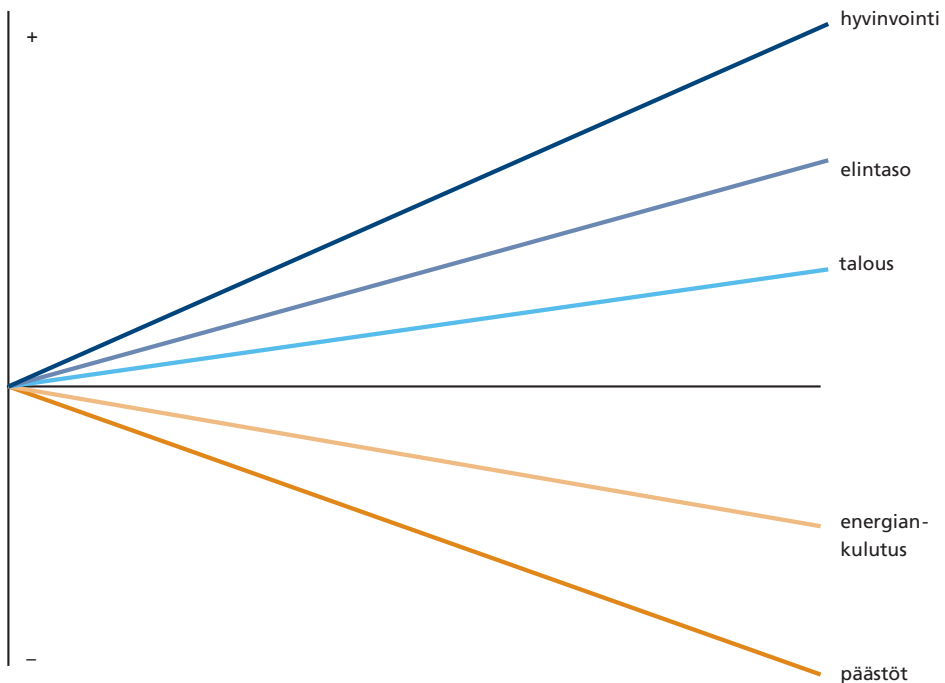
## Hyvinvointi vähäpäästöisessä yhteiskunnassa

Ympäristöpolitiikan tutkimuksessa puhutaan irtikytkennästä eli talouskasvun irrottamisesta siihen perinteisesti liittyneestä ympäristön kuormituksen kasvusta. Osittain tässä on onnistuttukin: teollistuneiden talouksien hiili-intensiteetti on laskenut selvästi 1980-luvun alusta.

Ruotsissa sähkönkulutus on 15 vuodessa kasvanut kolme prosenttia, vaikka samaan aikaan bruttokansantuote asukasta kohti on kasvanut 70 prosenttia. Kaliforniassa sekä energian että sähkön kulutus asukasta kohti on saatu laskettua 1960-luvun tasolle. Suomessakin talouden sähköintensiteetti on laskenut 1990-luvun alusta lähtien, mutta talouden volyymin mukana kokonaissähkönkulutus on jatkanut nopeaa kasvuaan.

Ilmastohaasteeseen vastaamisessa ei kuitenkaan riitä, että talouden ja kuormituksen suhteellinen kytkös heikkenee. Lisäksi tarvitaan absoluuttista irtikytkentää, jossa yhteiskunnallisiin tavoitteisiin voidaan päästä samalla, kun ilmastopäästöt laskevat dramaattisesti.

**Kaavio 5.2** Yhteiskunnallisten tavoitteiden ja ilmastokuormituksen irtikytkentä





Ilmaston kannalta toivottavaa on korvata aineellista kulutusta aineettomalla. Aineellisen elintason kasvattamisen rinnalla tavoitteena voisi olla elämänlaadun ja vapaa-ajan lisääminen. Esimerkiksi yhden arvion mukaan energian kulutus voisi jäädä viidenneksen pienemmäksi, jos koko maailma päätyisi vuonna 2050 noudattamaan keskimääräisiä eurooppalaisia työaikoja yhdysvaltaisten sijaan.

Ilmastohaaste voi antaa teollistuneissa yhteiskunnissa aihetta pohtia uudelleen tavoitteiden tärkeysjärjestystä. Kolmessa vuosikymmenessä Suomen talous ja energiankulutus ovat kaksinkertaistuneet. Aineellisen elintason kasvu ei kuitenkaan tutkimusten mukaan juurikaan näy suomalaisten kokemassa onnellisuudessa. Toki on muistettava, että monien tutkimusten mukaan suomalaiset kuuluvat onnellisimpien joukkoon Euroopassa ja onnellisuus olisi voinut vähetä, jos talous ei olisi kasvanut.

Cambridgen yliopiston vertailevassa tutkimuksessa eroja onnellisuudessa eri maissa näyttivät selittävän mm.

- luottamus valtioon ja toisiin ihmisiin
- laajat sosiaaliset verkostot
- läheinen ystävä tai kumppani
- itsekunnioituksen tunteen antava työ

Mikään näistä tekijöistä ei välttämättä edellytä korkeaa päästötasoa. Sen sijaan köyhillä väestöosilla ja köyhissä maissa aineellisen elintason kasvattaminen tyypillisesti lisää onnellisuutta ja perinteisellä kehitysmallilla kytkeytyy myös ilmastopäästöjen kasvuun.

Vähäpäästöiseen yhteiskuntaan siirtyminen voi hidastaa talouden ja aineellisen elintason kasvua. Se voi myös edellyttää toimenpiteitä, joista osa voi näkyä nykyisten sukupolvien hyvinvoinnin kasvun hidastumisena. Näyttää esimerkiksi todennäköiseltä, ettei lentäminen ja fossiilisiin polttoaineisiin perustuva autoilu voi ilmastorajoitteiden takia olla tulevaisuudessa niin helppoa ja halpaa kuin nykyään.

Toisaalta monet päästöjä vähentävistä ratkaisuista voivat päinvastoin lisätä ihmisten hyvinvointia. Esimerkiksi

- jos rakennukset olisivat nykyistä energiatehokkaampia, energiakulut laskisivat ja asumisviihtyvyyden todennäköisesti lisääntyisi
- jos joukkoliikenne olisi nykyistä toimivampi, erityisesti autottomien ihmisten liikkumismahdollisuudet paranisivat ja autoilijoiden ruuhkissa viettämä aika voisi lyhentyä
- jos ihmiset kävelisivät ja pyöräilisivät enemmän, heidän terveydentilansa kohenisi ja eliniänodote pitenisi
- jos ruokavalio muuttuisi kasvispainotteisempaan suuntaan, monien terveyshaittojen riski pienenesi ja eliniänodote pitenisi

## Valtioneuvoston linjaukset

- Arvioidaan ilmastopolitiikkaa kestäväen kehityksen näkökulmasta. Valitaan ensisijaisesti keinoja, jotka ovat ympäristöllisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestäviä.
- Tarkastellaan kestäväen kehitystä maailmanlaajuisesti ja pitkällä aikavälillä. Kansallisia päästöjä ei vähennetä tavoilla, jotka lisäävät päästöjä tai vaikeuttaisivat kestäväen kehitystä muualla maailmassa.
- Sosiaalista näkökulmaa vahvistetaan ilmastopolitiikan valmistelussa. Päästövähennoystoimien aiheuttama mahdollinen kustannusten nousu pyritään kompensoimaan kaikkein pienituloisimmille ja haavoittuvimmille ihmisryhmillle.
- Ilmastotavoitteet otetaan huomioon aluepolitiikassa. Selvitetään mahdollisuuksia kytkeä aluenäkökulma päästövähennoystoimiin.
- Arvioidaan ilmastopolitiikkaa myös sukupuolinäkökulmasta. Vahvistetaan naisten osallistumista ilmastopoliittiseen päätöksentekoon kansainvälisissä neuvotteluissa.
- Kehitetään ja monipuolistetaan ilmastopolitiikan talous- ja työllisyysvaikutusten arviointia.
- Ekosysteemipalveluiden merkityksen arviointia lisätään. Palveluiden arvo pyritään ottamaan huomioon erityisesti päätöksenteossa, joka saattaa uhata niiden saatavuutta.
- Kehitetään, testataan ja sovelletaan kestäväen hyvinvoinnin mittareita täydentämään bruttokansantuotetta.

## 6 VAURAUTTA ILMASTOA KUORMITTAMATTA

**Talous voi kukoistaa myös vähäpäästöisessä yhteiskunnassa, mutta toimintatapoja pitää uudistaa merkittävästi. Erityisesti energianten-siivisessä teollisuudessa tarvitaan teknologiaharppauksia. Ilmaston-suojelu on pyrittävä toteuttamaan kilpailukykyä vaarantamatta. Pit-källä aikavälillä on pyrittävä kokonaan päästöttömään energijärjes-telmään. Avainasemassa on energiatehokkuuden radikaali parantami-nen ja kestävä teknologian kehittäminen ja käyttöönotto. Samalla voidaan luoda uusia tulonlähteitä ja työpaikkoja.**

Maailmalla on edessä uusi teollinen vallankumous. Teollistuneet yhteiskunnat on seuraavina vuosikymmeninä rakennettava uudelleen niin, että päästöt saadaan leikattua murto-osaan.

Vallankumous on samalla sekä valtava haaste että mahdollisuus. Se edellyttää radikaaleja muutoksia ja tulee myös maksamaan. Toisaalta se merkitsee inves-tointeja, teknologiaharppauksia ja uusia työpaikkoja. Tälläkin teollisella vallan-kumouksella on voittajansa, ja Suomen kannattaa pyrkiä olemaan niiden jou-koissa.

Seuraavien 40 vuoden kuluttua Suomi on hyvin toisenlainen paikka elää, asua ja tehdä työtä. Muutokset ovat osa maapalloista kehitystä. Suuressa osassa maail-maa panostetaan tuntuvasti koulutukseen ja tutkimukseen, ja tieteen ja tekno-logian tulokset leviävät entistä nopeammin. Eri teknologioiden rajapinnoilla voi syntyä mullistavia innovaatioita.

Taloudellisesti kehittyneissä maissa kulutus painottuu kohti aineettomia hyödyk-keitä ja palveluja. Kehittyvissä talouksissa sen sijaan kasvu perustuu edelleen aineelliseen tuotantoon ja kulutukseen, sillä iso osa väestöstä ei ole vielä kyen-nyt tyydyttämään edes perustarpeitaan. Toimialojen rajat madaltuvat. Tuottei-den ja palvelujen erottelu on vaikeampaa; palvelu voi olla osa tuotetta. Palvelu-jen voi olettaa myös kansainvälistyvän voimakkaasti.

Itä- ja Kaakkois-Aasian sekä Brasilian merkityksen maailmantaloudessa uskotaan kasvavan edelleen, ja myös Venäjän rooli voimistunee. Innovaatioiden uusia keskittyviä syntyy erityisesti sinne, missä tuotanto kasvaa voimakkaasti. Suo-men asema kansainvälisessä työnjaossa voi muuttua, mutta osaaminen pysyy keskeisenä kilpailuvalttina.

Energia, raaka-aineet ja vesi kallistuvat mm. väestön ja talouden kasvun seura-uksena. Myös maatalousmaasta tulee pulaa. Tämä pakottaa tehostamaan tuo-tantoprosesseja radikaalisti. Teknologiset läpimurrot ja sosiaaliset innovaatiot

ovat avainasemassa siinä, miten niukkenevien luonnonvarojen ja tiukkenevien päästötavoitteiden aikana pärjätään. Suomen luonnonvarat voivat olla vastaisuudessa entistä tärkeämpi menestyksen avain kestävästi hyödynnettyinä.

## Mistä Suomen päästöt tulevat?

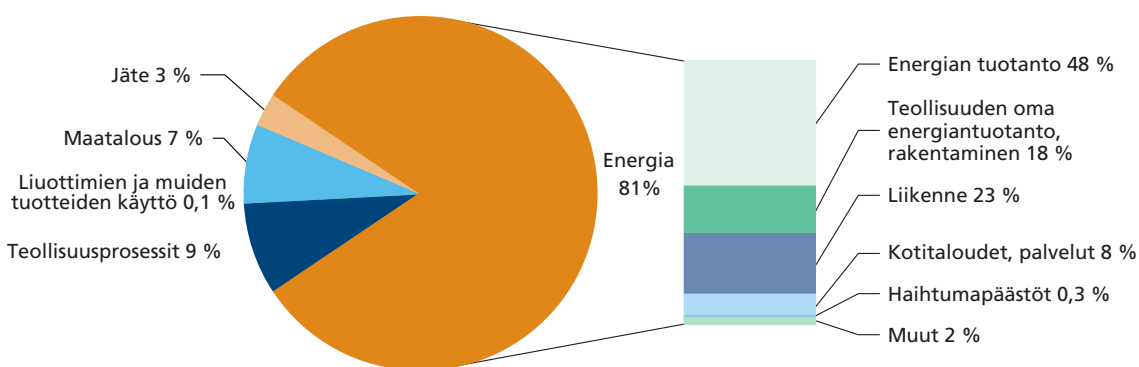
Suomi tuotti vuonna 2007 yhteensä vajaat 80 miljoonaa tonnia ilmastopäästöjä hiilidioksidiksi muunnettuna eli hiilidioksidiekvivalentteina (CO<sub>2</sub>-ekv.). Ilmastokuormasta noin 85 prosenttia aiheutuu hiilidioksidista, 8 prosenttia dityppioksidista ja 6 prosenttia metaanista. Muiden päästöjen kuten fluorattujen hiilivetyjen eli F-kaasujen osuus on vain prosentin luokkaa.

Kokonaisuutena päästöt ovat kasvaneet 10 prosenttia vuodesta 1990, jota käytetään kansainvälisissä ilmastoneuvotteluissa vertailuvuotena. Lisäys johtuu hiilidioksidista: sen päästöt ovat kasvaneet viidenneksen, kun taas dityppioksidin päästöt ovat samassa ajassa laskeneet 13 ja metaanin melkein 30 prosenttia.

Ylivoimaisesti tärkein päästölähde Suomessa on energiantuotanto. Se vastaa yksin noin kahdesta kolmanneksesta kaikista päästöistä. Kuormitus koostuu kivihiilen, öljyn, maakaasun ja turpeen poltosta syntyvästä hiilidioksidista. Päästöt ovat kasvaneet samaa tahtia energian kulutuksen kanssa.

Toiseksi tärkein päästölähde on liikenne. Sen osuus kaikista päästöistä on vajaa viidennes. Teollisuusprosessit ja teollisuudessa käytettävät F-kaasut aiheuttavat suoraan noin yhdeksän prosenttia Suomen päästöistä. Maatalous tuottaa suoraan seitsemän prosenttia päästöistä, jätehuolto kolme.

**Kaavio 6.1** Suomen kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain vuonna 2007



Pois lukien maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätaloussektori.

Lähde: Tilastokeskus. 2009. Kasvihuonekaasuinventaarior.

Suomessa metsien kasvu sitoo enemmän hiilidioksidia kuin mitä hakkuiden seurauksena vapautuu ilmakehään. Kaudella 1990–2007 metsät ovat sitoneet vuosittain hiilidioksidia määrän, joka vastaa 30–55:tä prosenttia muiden sektoreiden päästöistä. Toisaalta maatalousmaan, turvetuotantoalueiden ja metsän raivaamisen päästöt kuormittavat Suomen tasetta.

Vuosisadan puolivälin Suomessa päästöjen lähteet ja jakauma tulevat näyttämään varsin erilaisilta kuin nykyään. Erilaisia mahdollisia tapoja siirtyä vähäpäästöiseen yhteiskuntaan on hahmoteltu selonteon liitteessä kuvatuissa skenaarioissa. Suurimmat ilmastohyödyt Suomen päästöjen vähentämisessä voidaan nykyisen päästökajauksen perusteella saavuttaa erityisesti

1. energiatehokkuudella sähkön ja lämmön käytössä
2. uusiutuvilla ja päästöttömillä energianlähteillä
3. ajoneuvojen energiatehokkuudella ja vähäpäästöisillä energianlähteillä
4. liikennetarpeen vähentämisellä ja kestäville liikennemuodoilla
5. teollisuuden prosessien vähäpäästöisillä ratkaisuilla
6. ruoan tuotannon ja kulutuksen muuttamisella vähäpäästöisempään suuntaan

## **Vahva ja vähäpäästöinen teollisuus**

Suomen elinkeinorakenne on verraten teollisuusvaltainen. Vaikka teollisuuden osuus on laskenut, se tuottaa yhä vajaat 2/5 bruttokansantuotteesta ja työllistää vajaan viidenneksen työllisistä. Jos mukaan lasketaan suoraan tai välillisesti siitä riippuvat palvelualan työpaikat, teollisuuden merkitys kansantaloudelle ja työllisyydelle kasvaa entisestään.

Osa Suomen teollisuudesta on varsin energiantensiivistä. Eniten energiaa kuluttavat metsäteollisuus ja metallien jalostus. Yhteensä teollisuus kuluttaa puolet kaikesta energiasta. Kuljetukset kuluttavat merkittäviä määriä polttoaineita tavaraliikenteessä.

Raudan ja teräksen valmistus tuottaa merkittäviä määriä hiilidioksidia ja typpihapon valmistus dityppioksidia. Prosessipäästöt ovat kasvaneet vuodesta 1990 viidenneksellä. Samaan aikaan kuitenkin tuotanto on tehostunut. Esimerkiksi teräksen valmistuksen ominaispäästöt ovat laskeneet yli viidenneksen.

Monet teollisuuden prosesseista ovat kansainvälisesti vertailtuna melko energiatehokkaita ja vähäpäästöisiä. Teollisuuden omien arvioiden mukaan Suomessa päästöt terästonnia kohti voivat olla jopa puolet alhaisemmat kuin Euroopassa keskimäärin, kun otetaan huomioon kaivosteollisuuden päästöt. Sinkin tuotannossa erot eri tuotantolaitosten energiankulutuksessa voivat olla jopa moninkertaisia.

Jos tuotteet joka tapauksessa valmistetaan, on ne ilmaston kannalta perusteltua tuottaa mahdollisimman tehokkaasti. Myös Suomen kansantaloudelle on tärkeää säilyttää vahva valmistava teollisuus maassa tulevaisuudessakin.

Prosessiteollisuus voi kuitenkin menestyä vain uudistumalla. Energian hinnan nousu, kiristyvät päästötavoitteet ja nousevien talouksien kasvava tuotanto pakkavat tehostamaan energian ja raaka-aineiden käyttöä entisestään sekä leikkaamaan päästöjä. Teollisuudessa tarvitaan teknologiaharpauksia ja siirtymistä päästöttömään energiaan.

Suomessa valmistetaan ja jatkojalostetaan terästä, kuparia, sinkkiä ja nikkeliä. Päästövähennykset ovat suurin haaste niillä metallien jalostuksen aloilla, jotka ovat riippuvaisia ostoenergiasta ja joiden prosessipäästöt ovat huomattavia.

Metallien tuotannon päästöjä voidaan vähentää parantamalla energiatehokkuutta, lisäämällä kierrätysraaka-aineiden käyttöä, korvaamalla fossiilisia polttoaineita uusiutuvilla ja siirtymällä päästöttömän sähkön käyttöön. Myös hiili-intensiivisten metallien korvaaminen vähemmän päästöjä aiheuttavilla materiaaleilla leikkaa päästöjä.

Pitkällä aikavälillä tarvitaan kuitenkin radikaaleja innovaatioita, jotka mahdollistavat tuotannon lisäämisen samalla, kun päästöjä leikataan. Terästeollisuuden kansainvälinen ULCOS-hanke etsii keinoja puolittaa ominaispäästöt hiilen talteenotolla ja varastoinnilla, päästötöntä sähköntuotantoa hyödyntävällä elektrolyysillä sekä kivihiilen korvaamisella puuhiilellä.

Kemianteollisuuden osuus koko teollisuuden energiankulutuksesta on viidennes. Päästöjä voi leikata mm. käyttämällä tehokkaampia prosesseja, hyödyntämällä lämpöä paremmin sekä soveltamalla teollista biotekniikkaa.

Päästöintensiivisimpiä teollisuuden alojen on sementin valmistus, joka synnyttää lähes lopputuotteen painon verran ilmastopäästöjä. Päästöjä voi vähentää mm. lisäämällä sementtiseoksiin teollisuuden sivutuotteita, parantamalla laitosten tehokkuutta sekä vaihtamalla polttoaineita. Yhteensä realistinen päästövähennyspotentiaali on Suomessa noin prosentti koko maan päästöistä. Pitkällä aikavälillä tärkeimpiä keinoja voivat olla sementin korvaaminen vähemmän hiili-intensiivisillä rakennusaineilla ja hiilen talteenotto ja varastointi.

## **Metsäteollisuus ja kuljetukset**

Metsäteollisuus kulutti vuonna 2007 Suomessa vajaat 3/5 kaikesta teollisuuden sähköstä ja energiasta. Puolet energiasta tuotettiin puupolttoaineilla. Lämpöä kuluu eniten haihdutus-, kuivaus- ja keittoprosesseissa, sähköä hierteen tuotannossa ja pumppauksessa. Fossiilisia polttoaineita käytetään myös suoraan teollisuuden prosesseissa.

Metsäteollisuuden energiatehokkuutta voi jo nykyteknologialla parantaa arvioiden mukaan noin 20 prosenttia uusissa ja 30 prosenttia vanhoissa tehtaissa. Energiankäyttöä voidaan tehostaa mm. käyttämällä taajuusmuuttajia sähkömoottoreissa ja lisäämällä kierrätyskuidun käyttöä. Hyötyenergian saantia voidaan kasvattaa kuivattamalla polttoaineita, kaasuttamalla mustalipeää, nostamalla rakennusastetta eli lisäämällä sähkön osuutta energiasta sekä hyödyntämällä prosessien lämpöä yhdyskuntien kaukolämpönä. Lisäksi fossiilisia polttoaineita ja turvetta voidaan korvata puu- tai peltobiomassalla sekä ostosähkössä siirtyä päästöttömiin vaihtoehtoihin.

Suomessa metsäteollisuuden radikaalisti uudenlaisia energia- ja materiaalitehokkaita ratkaisuja hakee yritysten ja tutkimuslaitosten Metsäklusteri Oy. Yksi tulevaisuuden lupaus ovat biojalostamot eli integroidut laitokset, jotka tuottavat biomassasta paperia, energiaa, biopolttoaineita, kemikaaleja ja biomateriaaleja. Näin voidaan luoda uusia tuotteita ja korvata uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä.

Noin neljännes liikenteen päästöistä tulee paketti- ja kuorma-autoista. Kuljetusten energiankulutusta voidaan monissa tapauksissa leikata 10–20 prosenttia logistiikkaa järkeistämällä. Kansainvälinen energiajärjestö IEA arvioi, että teknisin keinoin energiatehokkuutta voidaan vuoteen 2050 mennessä parantaa vähintään 30 prosenttia kohtuukustannuksin. Lisäsatsaukset ajoneuvoteknologian kehittämiseen voisivat tuottaa tätäkin suurempia parannuksia energiatehokkuudessa. Energiatehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi ulottamalla henkilö- ja pakettiautoja koskeva verotuksen päästöporrastus tulevaisuudessa myös kuorma-autoihin.

Ominaispäästöt ovat yleensä olennaisesti pienemmät juna- ja laivaliikenteessä. Kuljetusten siirtäminen teiltä raiteille ja vesille on houkuttelevaa erityisesti pitkillä matkoilla ja kuljetettaessa autojen ja isojen puuerien kaltaisia raskaita lasteja. Tämä puoltaa satsauksia yhdyskuntataloudellisiin ja kestäviin raide- ja vesiliikennehankkeisiin.

Tieliikenteessä on myös haettava vaihtoehtoja fossiilisille polttoaineille. Raskaassa liikenteessä kokonaan sähköön siirtyminen näyttää teknisesti haastavalta, mutta hybriditekniikat voivat vähentää polttoaineen kulutusta mm. kaupunkijäkelussa. Lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä maakaasu ja kestävät biopolttoaineet sekä pitkällä aikavälillä vihreä vety voivat osaltaan korvata öljyä.

## **Hiilivuoto ja tuilivuoto**

Hiilivuodolla tarkoitetaan yleensä uhkaa teollisen tuotannon siirtymisestä päästörajoitusten takia niiden ulkopuolisiin maihin. Tämä heikentäisi taloutta ja työllisyyttä päästöjä rajoittavissa maissa. Koska tuotannon mukana siirtyisi myös päästöjä ja osassa rajoitusten ulkopuolisia maita tuotanto on hiili-intensiivi-

sempää, vuoto olisi todennäköisesti haitallista myös ilmaston kannalta. Sama mekanismi pätee periaatteessa myös ruoantuotantoon.

Hiilivuotoa aiheuttavia mekanismeja voidaan erottaa pääasiallisesti kolme:

1. kilpailukyky: päästörajoitteet nostavat päästöintensiivisten tuotteiden hintaa, mikä voi saada rajoitusten alaisen tuotannon menettämään markkinoita rajoitusten ulkopuoliselle tuotannolle
2. investoinnit: päästörajoitukset voivat ohjata investointeja rajoitusten ulkopuolelle, jos siellä pääomalle saadaan parempi tuotto
3. energian hinta: energian kysynnän aleneminen päästörajoitusten takia laskee energian hintaa, mikä voi lisätä energian kysyntää ja siten päästöjä muualla

Hiilivuodon uhka vaihtelee ratkaisevasti aloittain ja alojen sisällä. Useimmille palvelualan ja monille teollisuudenkin yrityksille energian ja päästöoikeuden hinnalla on kokonaisuuden kannalta vähäinen merkitys. Energiaintensiivisessäkin teollisuudessa ilmasto- ja energiakustannusten ohella tuotannon sijoittamiseen vaikuttavat mm. markkinoiden läheisyys, osaavan työvoiman saatavuus ja työn sekä raaka-aineen hinta.

Olennaista hiilivuodon kannalta on se, missä määrin yritykset voivat välittää päästörajoitusten kustannuksia tuotteiden hintoihin. Mitä helpommin kustannukset voidaan vyöryttää asiakkaille, sitä vähäisempi on hiilivuodon uhka. Kyky siirtää kustannukset hintoihin vaihtelee muun muassa sen mukaan, missä määrin ala on avoin kansainväliselle kilpailulle. Suomelle kysymys on vientivetoisen ja päästöintensiivisen elinkeinorakenteen takia keskimääräistä tärkeämpi, joten hiilivuodon uhka on otettava vakavasti.

IPCC on arvioinut, että Kioton pöytäkirjan seurauksena hiilivuoto voisi vuonna 2010 olla suuruusluokkaa 5–20 prosenttia päästövähennyksistä. Kansainvälisen energiajärjestön IEA:n julkaiseman tutkimuksen mukaan EU:n ensimmäisen päästökaupunkauden ei ole todettu aiheuttaneen hiilivuotoa millään haavoittuviksi epäillyillä aloilla. OECD:n mukaan hiilivuoto olisi puolestaan runsas prosentti päästövähennyksestä, jos kaikki teollisuusmaat puolittaisivat päästönsä vuoden 2005 tasosta vuoteen 2050 mennessä.

Ilmaston kannalta hiilivuotoa voi osin kompensoida sille vastakkainen ilmiö, jota joskus on siksi kutsuttu myös tuulivuodoksi. Ilmiössä on kyse siitä, että päästörajoitukset voivat stimuloida päästövähennyksiä myös niiden ulkopuolisissa maissa.



Päästörajoitusten ulkopuolisia ilmastohyötyjä tuottavia mekanismeja on useita. Alueelliselta kattavuudeltaan rajallisetkin rajoitukset

- laskevat kestävän teknologian hintaa
- synnyttävät markkinoita kestävän teknologian toimittajille ja kannustavat muitakin maita hyödyntämään kestäviä ratkaisuja
- luovat investointivarmuutta ja kannustavat tekemään laajoja, pitkän aikavälin sijoituksia kestäväan teknologiaan
- rohkaisevat esimerkin kautta poliitikkoja ja yleistä mielipidettä ilmastonsuojeluun
- luovat poliittista painetta osoittamalla maiden sitoutumisen ilmastotalkoisiin
- tuottavat ja levittävät ilmastopoliittista tietotaitoa

## **Ilmastonsuojelun ja kilpailukyvyyn yhteensovittaminen**

Kestävin tapa torjua hiilivuodon uhkaa on saada aikaan kansainvälinen ratkaisu, jossa sitovat päästörajoitukset kattavat mahdollisimman suuren osan päästöjä aiheuttavasta teollisesta tuotannosta. Suomen metsä- ja metalliteollisuuden kannalta tärkeää olisi saada mukaan nykyisistä rajoitusten ulkopuolisista maista Yhdysvaltain lisäksi erityisesti Kiina. Tämä turvaisi yrityksille mahdollisimman yhtäläiset toimintaedellytykset sijaintimaasta riippumatta.

Kattavakaan sopimus ei välttämättä poista kilpailukykyuhkaa kokonaan, sillä nousevien talouksien tuotannolle tuskin on poliittisesti realistista asettaa täysin samanlaista kustannusrasitetta kuin teollisuusmaiden yrityksille. Epäsuhtaa voidaan korjata täydentämällä kansallisia päästötavoitteita sektorikohtaisilla velvoitteilla päästöintensivisimmille teollisuudenaloille.

Kilpailukykyhaittoja voidaan pyrkiä torjumaan EU-tason ja kansallisin keinoin. Haavoittuvimpien teollisuudenalojen yrityksille myönnetään EU:n päästökaupassa päästöoikeuksia ilmaiseksi ja näin lykätään siirtymistä päästöoikeuksien huu- tokauppaan. Myös suorat tuet ovat mahdollisia.

Unionissa on keskusteltu yhtenä vaihtoehtona ulkomaankaupan rajasuojasta eli niin sanotuista ilmastotulleista päästörajoitusten ulkopuolelle jäävien maiden tuotteille. Tulleihin liittyy monia oikeudellisia ja kauppapoliittisia haasteita, joten niitä ei voi pitää ensisijaisena keinona. Niitä on kuitenkin syytä selvittää yhtenä mahdollisena keinona sellaisen tilanteen varalle, että päästörajoituksiin ei saada riittävän kattavaa joukkoa keskeisiä maita.

Eri päästövähennystapojen ja niihin kannustavien ohjauskeinojen kustannukset vaihtelevat merkittävästi. Samaan päästötavoitteeseen voi päästä kohtuullisin kustannuksin mutta myös erittäin kalliilla. Kilpailukykyhaittoja voi torjua harjoittamalla mahdollisimman kustannustehokasta ilmastopoliitiikkaa.

Päästörajoitusten ilmastohyötyjä rajoitusten ulkopuolella voidaan pyrkiä maksimoimaan monin keinoin. Rajoitusten tulee koskea mahdollisimman laajaa markkina-aluetta, jotta luodaan riittävästi kysyntää kestäväille teknologioille ja voimakasta poliittista painetta. Liiallista sitoutumista yksittäisiin teknisiin ratkaisuihin on vältettävä, ja muulle maailmalle on annettava tilaisuus hyötyä kestävä teknologian tuottajina. Rajoitukset on myös hyvä yhdistää laajaan kansainväliseen yhteistyöhön esimerkiksi tukemalla köyhiä maita ilmastotyössä.

## **Palvelut mukaan ilmastotalkoisiin**

Palveluiden merkitys Suomen taloudelle on tasaisesti kasvanut, ja sen ennakoidaan jatkavan kasvuaan. Nykyään jo lähes 2/3 arvonlisäyksestä ja yli 2/3 työpaikoista tulee palveluista. Tärkeimpiä yksityisiä palvelualoja ovat kauppa ja erilaiset liike-elämää palvelevat toiminnot. Myös matkailu, ravintolat ja kahvilat sekä tietoliikennepalvelut työllistävät paljon suomalaisia.

Koko palveluala kuluttaa energiaa kolmisenkymmentä terawattituntia vuodessa. Tästä yksityisten palveluiden osuudeksi arvioidaan noin 20 terawattituntia. Palveluiden elinkaaren aikainen päästöintensiteetti on keskimäärin alle puolet teollisuustuotannon vastaavasta. Teollisuus tuottaa ilmastopäästöjä runsaan kilon (CO<sub>2</sub>-ekv.) ja palvelut puoli kiloa jokaista lopputuotteen euroa kohti.

Suuren volyymin takia palveluiden tuotanto aiheuttaa kuitenkin Suomessa jo noin 30 prosenttia päästöistä. Suurimmat palvelusektorit ovat päästöjen aiheuttajina jo yhtä merkittäviä kuin perinteiset teollisuussektorit. Esimerkiksi kauppa aiheuttaa yhtä suuret päästöt massa- ja paperiteollisuus ja terveydenhuoltopalvelut vastaavasti yhtä suuret kuin peruskemianteollisuus.

Palveluiden merkitys päästöjen tuottajina kasvaa edelleen. Esimerkiksi sähkön kulutus palvelusektorilla on kasvanut 2000-luvulla kolme prosenttia vuodessa. Ilman lisätoimenpiteitä energiankulutuksen arvioidaan kasvavan jopa kolmanneksellä nykytasoon verrattuna. Päästövähennysmahdollisuuksiin palvelualoilla on myös kiinnitetty tähän asti vähemmän huomiota kuin teollisuudessa.

Palveluiden päästöistä 60 prosenttia syntyy asunto-, kaupan, julkisen hallinnon, terveys- sekä koulutuspalveluista. Palvelujen sähkönkulutuksesta menee valaistukseen yli ja LVI:hin vajaa kolmannes. Kylmä- ja toimistolaitteiden kummankin osuus on noin seitsemän prosenttia, ja muut laitteet kuluttavat loput.

Palveluiden energiaintensiteettiä voitaisiin periaatteessa vähentää arviolta jopa 25 prosenttia vuoteen 2020 mennessä ja 70 prosenttia vuoteen 2050 mennessä. Toteuttamiskelpoiseksi potentiaaliksi energiaintensiteetin parantamisessa on arvioitu 10 prosenttia vuoteen 2020 ja 50 prosenttia vuoteen 2050 mennessä.

Sähköistenkin palveluiden järjestäminen aiheuttaa päästöjä. Kokonaisuutena tieto- ja viestintäteknikka-ala (ICT) tuottaa teollisuuden Global e-Sustainability Initiativen GeSIn arvion mukaan kaksi prosenttia maailman hiilidioksidipäästöistä, ja osuuden arvioidaan kasvavan neljään prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Päästöjä voidaan vähentää mm. käyttämällä palvelimia ja koneita tehokkaammin, valitsemalla energiatehokkaita laitteita sekä kierrättämällä laitteita ja pidentämällä niiden käyttöikää.

Tieto- ja viestintäteknikka on kuitenkin enemmän osa ratkaisua kuin ongelmaa, sillä se auttaa leikkaamaan päästöjä kaikilla yhteiskunnan sektoreilla. Tietoyhteiskunnan palveluilla kuten sähköisellä laskutuksella ja kaupalla, etätyöllä sekä videoneuvotteluilla voi korvata monia päästöjä aiheuttavia toimintoja. Esimerkiksi liikennetarvetta voidaan vähentää, kun yhä suurempi osa asioinnista voidaan hoitaa etänä. ICT:llä rakennuksista, energiaverkoista, tuotantoprosesseista ja liikennejärjestelmästä voidaan tehdä älykkäämpiä ja siten energiatehokkaampia. GeSIn mukaan ICT voisi vähentää maailman päästöjä jopa 15 prosenttia vuoteen 2020 mennessä.

Vahvana ICT-maana Suomella on erinomaiset edellytykset hyödyntää tietoyhteiskunnan palveluiden mahdollisuudet päästöjen vähentämisessä ja vientitulojen tuojana. Tietoyhteiskuntakehitystä tuleekin vauhdittaa ja ICT:n käyttöä päästöjen vähentämisessä kaikilla sektoreilla selvittää.

Vähittäiskauppa tuottaa reilut miljoona tonnia hiilidioksidia vuodessa ja kuluttaa runsaan prosentin Suomen sähköstä ja lämmöstä. Kaupan alalla päästöjä voidaan vähentää erityisesti siirtymällä käyttämään uusiutuvaa energiaa ja tehostamalla energiankäyttöä mm. lämmön talteenotolla, energiatehokkaalla valaistuksella ja leikkaamalla kylmäsäilytyksen kulutusta. Kauppa voi myös järkeistää kuljetuksia ja ehkäistä jätteiden syntyä sekä kierrättää niitä.

Globaalisti matkailun päästöistä kaksi viidesosaa tulee lentämisestä, kolmannes autoilusta ja viidennes majoituksesta. Matkailu- ja ravitsemusalalla päästöjä voi leikata mm. edistämällä lähimatkailua ja vähäpäästöisiä liikennevaihtoehtoja, parantamalla kiinteistöjen energiatehokkuutta, siirtymällä vihreään sähköön sekä tehostamalla logistiikkaa. Ruokailussa voi myös tarjota asiakkaille ilmastoa säästäviä vaihtoehtoja.

## **Pk-yritykset ja julkinen sektori**

Pienten ja keskisuurten yritysten merkitys Suomen taloudelle ja työllisyydelle on suuri. Lukumääräisesti maan yrityksistä yli 99 prosenttia on pk-yrityksiä, ja ne muodostavat puolet kaikkien yritysten liikevaihdosta.

Pienillä ja keskisuurilla yrityksillä on omat vahvuutensa ilmastonsuojelussa. Esi-merkiksi merkittävä osa uusiutuvan energian potentiaalista riippuu paikallisista

tai alueellisista pk-yrityksistä. Kestävässä yhdyskuntarakenteessa pk-yrityksillä on tärkeä rooli lähellä sijaitsevien palveluiden tarjoajina. Myös monet kestävät innovaatiot saavat alkunsa pk-yrityksissä.

Toisaalta pk-yrityksillä on myös omat haasteensa ilmastokuormituksen vähentämisessä. Usein yrityksissä ei tiedetä riittävästi toiminnan ympäristövaikutuksista eikä niillä ole riittävästi asiantuntemusta ja voimavaroja huolehtia ympäristövelvoitteista. Pk-yrityksille on tarjottava toimialoittain neuvontaa omista päästövähennysmahdollisuuksista. Työ- ja elinkeinoministeriön energiatehokkuustoimikunta on esittänyt pienyrityksille energiansäästöaseteliä tueksi tehokkuustoimiin.

Julkisen sektorin osuus ilmastokuormituksesta on Suomessa kohtuullisen suuri. Kuntien ja valtion rakennuksissa käytetään vuosittain 15 terawattituntia energiaa, ja julkisesta energiankäytöstä syntyy arviolta 4–5 miljoonaa tonnia päästöjä vuodessa.

Julkisissa palveluissa ja hallinnossa on huomattavia tehostamismahdollisuuksia. Esimerkiksi valaistuksen hankinnoissa hehkulamput on ollut viidenneksen osuus, vaikka energiatehokkaampia ja kokonaiskustannuksiltaan edullisempia vaihtoehtoja on ollut pitkään tarjolla.

Julkisen sektorin päästövähennyskeinoja ovat mm.

- energiatehokkaimpien laitteiden hankinta (esim. pöytäkoneiden korvaaminen kannettavilla, A+- ja A++-luokkien keittiölaitteiden hankinta)
- laitteiden järkevämpi käyttö (esim. tietokoneiden sammuttaminen yöksi)
- tehokkaampi valaistuksen suunnittelu ja käyttö (esim. ledivalot, liiketunnistimet)
- rakennusten energiatehokkuuden parantaminen (esim. eristäminen, lämmön talteenotto, ikkunoiden uusiminen, ilmanvaihdon säätäminen)
- liikenteen energiankulutuksen leikkaaminen (esim. vähäpäästöisten ajoneuvojen hankinta, taloudellisen ajotavan koulutus)
- uusiutuvan energian käyttöön siirtyminen

Julkisen sektorin energiankulutusta voi leikata myös tehostamalla tilankäyttöä ja siten leikkaamalla lämmitysenergian tarvetta. Valtiovarainministeriön arvion mukaan tuottavuuspotentiaali on toimialasta ja toiminnoista riippuen 10–50 prosenttia. Esimerkiksi Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu onnistui tehostamaan tilojen käyttöä neljänneksellä.

## **Maa- ja metsätalous**

Alkutuotannon osuus elinkeinorakenteessa on laskenut Suomessa pitkään. Ilmastomuutos ja kiristynyt kilpailu luonnonvaroista voivat tulevaisuudessa hidastaa laskua tai jopa taittaa sen. Suomessa on varauduttava tarvittaessa lisää-

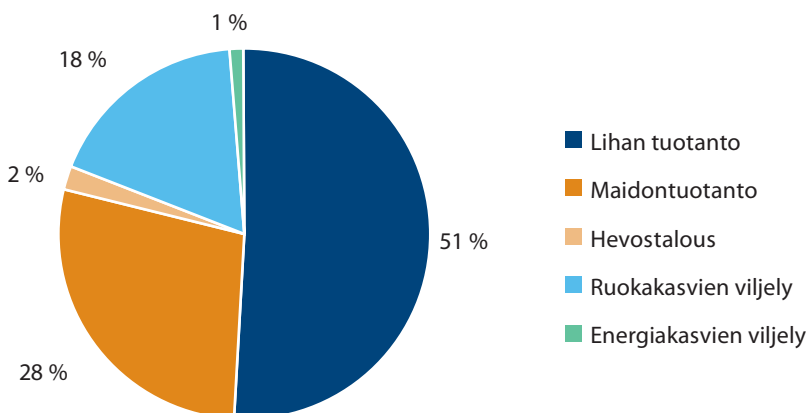
mään maataloustuotantoa globaalin ruokaturvan tukemiseksi. Myös metsien ja kaivannaisten merkitys voi kasvaa.

Valtioneuvosto painottaa, että Suomessa jatkossakin tuotetaan vähintään kotimaista kulutusta vastaava määrä maataloustuotteita. Ilmasto- ja energiapoliittisen tulevaisuusselonteon valmisteluissa on vasta alustavasti otettu huomioon suomalaisen maataloustuotannon tulevaisuuteen ja huoltovarmuuteen liittyviä kysymyksiä. Kotimaisen ruuantuotannon tulevaisuutta tullaan selvittämään hallituksen vuoteen 2020 ulottuvassa ruokastrategiassa.

Ilmastonmuutos heikentäne viljelyoloja maailman monilla nykyään merkittävillä tuotantoalueilla. Samaan aikaan Suomessa lämpenemisen ennakoidaan päinvastoin kasvattavan satoja. Toisaalta äärimmäisten sääilmiöiden, kasvitautien ja tuhohyönteisten yleistymisen voi kumota osan tuotannon lisäyksestä.

Menestyäkseen alkutuotannon pitää uudistua vastaamaan muuttuviin olosuhteisiin. Maa- ja metsätaloudessa on varauduttava ilmastonmuutoksen riskeihin. Uusia kasvilajikkeita ja toimintatapoja tarvitaan hyötyjen maksimoimiseksi. Keinolannoitteiden ja energian hinnan noustessa luomu- ja lähiruoan asema todennäköisesti parantuu. Eloperäisten lannoitteiden käyttöä lisäämällä voidaan korvata keinolannoitteita ja hyödyntää jätteiden sivuvirtoja.

**Kaavio 6.2** Maatalouden päästöt tuotantolinjoittain



Osuudet perustuvat arvioihin ja ovat siten lähinnä suuntaa antavia.

Lähde: Bionova Engineering. 2008. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen kustannustehokas vähentäminen. Maa- ja metsätalousministeriön raportti 26.4.2008, s. 22.

Viljelyn vaikutuksiin maaperän hiilitaseelle liittyy edelleen runsaasti epävarmuuksia. Tutkimusta maankäytön ja maatalouden päästöistä sekä tehokkaista pääs-

tövähennyskeinoista tarvitaan lisää. Ilmastonsuojelutoimet on myös suunniteltava niin, etteivät ne vaaranna kotimaista maataloutta tai globaalia ruokaturvaa.

Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt ovat vuosina 1990–2006 vähentyneet EU:ssa runsaat kymmenen prosenttia ja Suomessa noin viidenneksen. Maatalouden tukitoimet ovat kannustaneet tuotantoon, joka kuormittaa aiempaa vähemmän.

Tähän asti tehtyjen selvitysten perusteella maatalouden päästöjä voi leikata mm. muun muassa kehittämällä viljelymenetelmiä ja -tekniikoita, muuttamalla eläinten ruokintamenetelmiä, ohjaamalla viljelytoimia erityisesti eloperäisillä mailla ja lannankäsittelymenetelmien tehostamisella. Esimerkiksi turvepeltojen nurmiviljelyä edistetään jo nyt ympäristötuen avulla. Myös eläinkunnan tuotteiden korvaaminen soveltuvin osin kasvipohjaisilla auttaisi leikkaamaan päästöjä.

Vielä nykyään maatalous on lähes täysin riippuvaista fossiilisesta tuontienergiasta. Maatiloilla on kuitenkin huomattava uusiutuvan energian potentiaali. Jyväskylän yliopiston selvityksen mukaan hyödyntämällä biokaasua, metsä- ja peltoenergiaa, aurinkolämpöä sekä tuulivoimaa maatiloista voisi tulla 2020-luvulla energiaomavaraisia. Siitä eteenpäin maatilat voisivat tuottaa uusiutuvaa energiaa muun yhteiskunnan tarpeisiin. Karjasuojien, kasvihuoneiden ja työkoneiden energiatehokkuutta voidaan parantaa selvästi.

Maatalous on Suomessa myös riippuvainen tuontirehusta. Eläinrehujen kasvivaluaisomavaraisuus on laskentatavasta riippuen vain 15–30 prosentin luokkaa. Rehuna käytetyn soijan viljelyyn on liitetty huolia sademetsien hävittämisestä. Tuontirehua voidaan korvata osittain paikallisen biopolttoaineiden tuotannon sivutuotteilla. Typpeä sitovien palkokasvien käyttö rehun tuotannossa auttaisi myös vähentämään lannoitteiden tarvetta.

Bioteknologia on herättänyt vilkasta yhteiskunnallista keskustelua. Jos riskit torjutaan riittävän hyvin, se voi tarjota merkittäviä mahdollisuuksia myös ilmastonsuojelussa. Tulevaisuudessa bioteknologian avulla voi olla mahdollista esimerkiksi

- parantaa energiakasvien satoisuutta ja energiapitoisuutta
- helpottaa selluloosaperäisten biopolttoaineiden hyödyntämistä
- vähentää lannoitteiden käyttöä
- kehittää suorakylvöön paremmin sopivia lajikkeita
- tuottaa karjan päästöjä vähentäviä rehuja

## **Metsät ja muut luonnon hiilivarastot**

Metsät, suot, maaperä ja meret ovat sitoneet suuren osan ihmiskunnan ilmakkoon päästämästä hiilestä. Näitä hiiltä sitovia luonnon prosesseja kutsutaan

nieluiksi. Nielujen luomia hiilivarastoja voidaan säilyttää ja kasvattaa monin keinoin.

Usein hiilivarastoja vaalimalla saadaan monia hyötyjä. Maailman metsät ja suot esimerkiksi säätelevät paikallista ilmastoa ja vesien virtausta, estävät eroosiota, ylläpitävät luonnon monimuotoisuutta, tarjoavat paikallisille asukkaille ruokaa sekä tuovat tuloja matkailun ja muiden elinkeinojen kautta.

Suomessa talousmetsien hiilivarastoja voidaan edelleen kartuttaa metsänhoidollisin toimin, esimerkiksi kiertoaikaa pidentämällä, tihentämällä kasvatusta ja siirtymällä erirakenteiseen kasvatukseen. Metsien raivaamisen rajoittaminen ja metsitys kasvattavat puuston määrää, ja kasvua vauhdittaa myös hoitorästien korjaaminen.

Suojelumetsätkin toimivat hiilinieluna. Nuorissa suojelumetsissä hiilen sitoutuminen kasvavaan puustoon on voimakasta. Vanhoihin metsiin voi sitoutua pitkään enemmän hiiltä kuin niistä vapautuu mm. lahoppuun määrän kasvaessa.

Hiiltä sitoutuu suhteellisen pitkäksi ajaksi myös biomassasta valmistettaviin tuotteisiin, joilla voidaan korvata hiili-intensiivisiä raaka-aineita esimerkiksi rakentamisessa. Metlan arvion mukaan puutuotteissa on Suomessa väliaikaisesti varastoituneena noin 100 miljoonaa tonnia hiilidioksidia. Maataloudessa maaperän hiilivarastoja kerryttäviä ratkaisuja voivat joillakin alueilla olla esimerkiksi suora-kylvö ja monivuotiset viljelykasvit.

Suomen suurimmat hiilivarastot ovat soissa. Soiden hiilitasetta voisi parantaa joissakin tapauksissa kunnostusojituksia vähentämällä ja uudisojituksista luopumalla. Turpeenotto tulee valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden mukaisesti kohdentaa jo ojitetuille tai muutoin luonnontilansa menettäneille soille, joissa kuivunut pintaturve on alkanut hajota. Käytettyjä ojitusalueita voi myös metsittää.

Tälläkin sektorilla eri politiikkatavoitteet on sovittava yhteen. Bioenergian käytön lisääminen ei saa uhata metsien hiilivarastoja eikä toisaalta varastojen kasvattaminen paikallisten asukkaiden mahdollisuutta turvata ruoan saantinsa. Kansallisesti hakkuutähteen ja kantojen keruun vaikutuksia metsien ravinnetaseeseen ja lajistolle on edelleen selvitettävä. Bioenergian käytön tulee perustua huolellisesti laadittuihin kestävyyskriteereihin.

Vähäpäästöisillä poluilla hiilivarastojen kasvattaminen on yksi tärkeä keino. Tutkimusten mukaan lämpeneminen voi kuitenkin muuttaa osan metsien ja maaperän nieluista hiilen lähteiksi, mikä voimistaa ilmastomuutosta merkittävästi. Esimerkiksi Suomessa metsien maaperän hiilipäästöt voivat 1,5–2-kertaistua, jos paikallinen ilmasto lämpenee neljä astetta. Ilmastomuutoksen vaikutukset

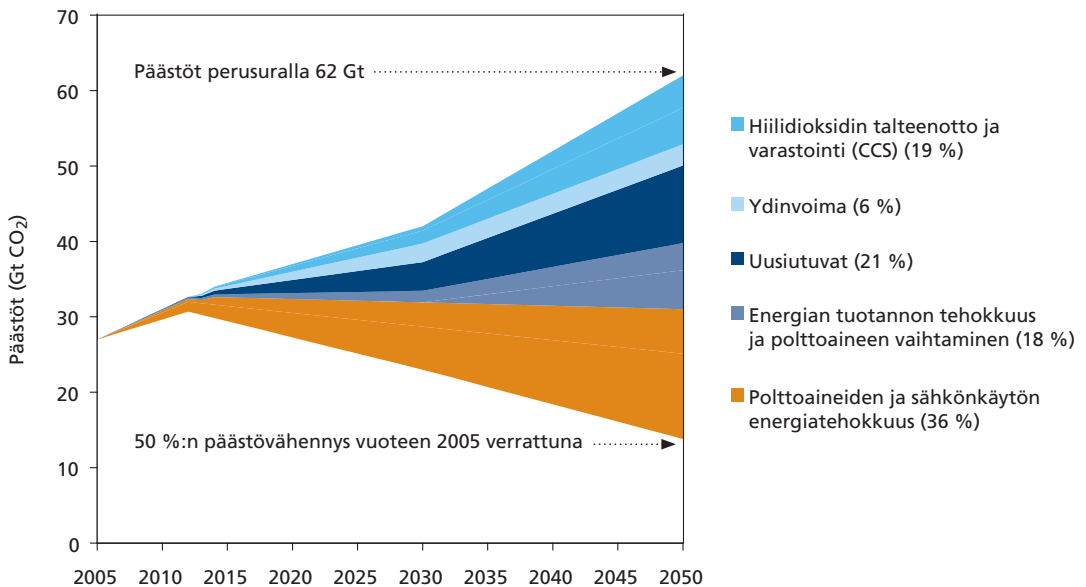
ekosysteemien kasvihuonekaasujen taseisiin onkin otettava huomioon, eikä ilmastonsuojelua voi pitkällä aikavälillä laskea hiilinielujen ja -varastojen varaan.

## Tehokkaampaan energiankäyttöön

Mitä vähemmän energiaa tarvitaan, sitä vähemmän sitä tarvitsee tuottaa ilmastoa kuormittavilla tavoilla. Toisaalta mitä tehokkaammin energiaa käytetään, sitä suurempi osa energiantarpeesta saadaan katettua päästöttömillä ja uusiutuvilla lähteillä. Kaikilla energiamuodoilla on omat haittansa, ja paras tapa minimoida niitä on tulla toimeen mahdollisimman vähällä energialla. Tulevaisuusselonteon skenaariot viittaavat siihen, että vähäpäästöinen yhteiskunta edellyttää energiatehokkuuden radikaalia parantamista kaikilla yhteiskunnan sektoreilla ja tasoilla.

Kansainväliset tutkimukset osoittavat johdonmukaisesti, että energiatehokkuuden parantaminen ja energiansäästö ovat tärkein ja edullisin tapa vähentää päästöjä. Kansainvälisen energiajärjestön IEA:n mukaan yli puolet globaalisti tarvittavista energiasektorin päästövähennyksistä voidaan saavuttaa tehokkuutta parantamalla. Merkittävässä osassa tehokkuusinvestoinneista kustannukset ovat jopa negatiivisia: päästöjen vähentäminen siis säästää rahaa. Tuoreet kotimaiset arviot osoittavat, että energiatehokkuustoimet maksavat Suomessakin itsensä takaisin aiemmin arvioitua joutuisammin.

**Kaavio 6.3** Maailman energiaperäisten päästöjen puolittaminen eri keinoin



Lähde: Energy Technology Perspectives 2008. Scenarios & Strategies to 2050. OECD/International Energy Agency 2008, s. 64.



Joissakin tapauksissa energian kokonaiskulutuksen vähentäminen voi merkitä sähkön kulutuksen lisääntymistä. Esimerkiksi siirtymällä sähköautoihin ja korvaamalla öljylämmitystä lämpöpumpuilla voidaan leikata primäärienergian kulu- tusta ja päästöjä, mutta samalla sähköntarve kasvaa. Sähkön kulutuksen osit- taista kasvua voidaan kompensoida tehostamalla sähkönkäyttöä toisaalla.

EU:n päästökauppa on muuttanut energiatehokkuuden roolia, sillä kauppa peri- aatteessa takaa päästötavoitteiden saavuttamisen siihen kuuluvilla sektoreilla. Energiatehokkuuden parantaminen on silti päästökaupan oloissakin välttämätön- tä, sillä sille on monia hyviä perusteita:

- edullisuus: koska energiatehokkuudella saavutetaan tyypillisesti edullisimmat päästövähennykset, tehokkuustoimet vähentävät ilmastonsuojelun kustan- nuksia
- tavoitteellisuus: helpottamalla päästövähennyksiä energiatehokkuudella voidaan tulevaisuudessa sitoutua tiukempiin päästötavoitteisiin
- kotimaisuus: energiatehokkuustoimien hyödyt työllisyydestä, energiaturvalli- suuden paranemisesta ja energiakulujen alenemisesta jäävät kotimaahan
- innovatiivisuus: investoiminen energiatehokkuuteen kannustaa kehittämään teknologiaa ja siten auttaa laskemaan tulevaisuuden päästövähennyskus- tannuksia
- kattavuus: päästökaupan ulkopuolisella sektorilla energiatehokkuuden pa- rantaminen leikkaa päästöjä suoraan

## **Energiatehokkuuden esteet raivattava**

Vaikka energiankäytön tehostaminen on useissa tapauksissa liiketaloudellisesti kannattavaa, jäävät monet tehokkuusinvestoinnit tekemättä. Tiellä on lukuisia esteitä:

- tietämättömyys mahdollisuuksista
- kielteiset asenteet
- osaamisen puute
- palveluiden ja markkinoiden puute
- vahvan poliittisen tuen puute
- pääomien puute
- ratkaisujen hajanaisuus

Monissa yrityksissä energiatehokkuuden parantamista jarruttaa tarve keskittää pääoma tuotannollisiin investointeihin. Tehokkuusinvestoinneilta vaaditaan koh- tuuttoman lyhyttä takaisinmaksuaikaa. Yksi ratkaisu olisi antaa yrityksille mah- dollisuus poistaa energiatehokkuusinvestointi kirjanpidossa ja verotuksessa heti investointivuonna. Investoinnit leikkaisivat yrityksen energiakuluja ja parantaisi- vat kilpailukykyä. Vaihtoehtoisesti energiaveroja voitaisiin palauttaa osittain yri- tyksille, jotka ovat toteuttaneet todennettuja energiansäästötoimia. Myös ener- giapalveluyritykset eli ESCOt voivat auttaa tehokkuusinvestointien toteuttamises- sa.

Joissakin maissa tehokkuuden edistämiseksi käytetään niin sanottuja valkoisia sertifikaatteja. Järjestelmässä markkinatoimijat veloitetaan saavuttamaan tietyn suuruinen energiansäästö. Veloitteen voi täyttää saavuttamalla säästön itse tai ostamalla muilta toimijoilta sertifikaatteja todisteena niiden toteuttamista säästöistä.

Kansalaisilta puuttuu usein energiatehokkaiden ratkaisujen toteuttamisessa tarvittavaa osaamista. Tueksi tarvitaan neuvontaa ja energiatehokkuuspalveluja. Eduskunnan ympäristövaliokunta on esittänyt kotitalouksille ilmaisia energiakatselmuksia. Kansalaisille tulisi olla myös helposti saatavilla tehokkuustoimien suunnittelua ja niiden toteutusta.

Useat tutkimukset viittaavat siihen, että kustannustehokkaita mahdollisuuksia tehostaa energiankäyttöä on Suomessa edelleen runsaasti. Työ- ja elinkeinoministeriön asettama energiatehokkuustoimikunta tunnisti toimenpiteitä, joilla lopuenergian käyttöä voitaisiin vähentää vuoteen 2020 mennessä 37 terawattituntia, josta 5 TWh sähköä. Potentiaali on hinnan, teknologian ja politiikan funktio: energian hinnan noustessa, teknologian kehittyessä ja poliittisen ohjauksen vahvistuessa tehokkuuspotentiaali kasvaa.

**Taulukko 6.1** Esimerkkejä energiatehokkuuden mahdollisuuksia sektoreittain

Sektori	Keinot	Potentiaali
Rakennusten lämmitys	Energiatehokkuusnormit, korjausrakentamisen tuet, tiedotus ja koulutus, rakentajien rahoituksen turvaaminen	13,9 TWh v. 2020 33,7 TWh v. 2050
Kotitalouksien sähkönkulutus	Tehokkaammat laitteet, reaaliaikainen sähkönkulutuksen mittaus	2,3 TWh v. 2020 4,7 TWh v. 2050
Palvelut	Tehokkaammat laitteet, toimialarakenteen kehityksen tukeminen, prosessien toimivuuden muokkaaminen	3,8 TWh v. 2020 12,6 TWh v. 2050
Massa- ja paperiteollisuus	Prosessien optimointi, tehokkaammat laitteet, uudet teknologiat (sis. tuotannon vähenemän perinteisissä tuotteissa, mutta ei uusien tuotteiden kulutusta)	4 TWh v. 2020 13,5 TWh v. 2050

Energiatehokkuustoimikunta on painottanut tehokkuustoimien perustana läpileikkaavia perustekijöitä, joita toimikunta kutsuu kivijalaksi. Niihin kuuluvat

- oppiva ja kehittyvä yhteiskunta
- arvot, tahtotila ja päättäväisyys
- yhdyskunnan kestävät perusrakenteet
- käyttäytyminen, verkostot ja sosiaalinen potentiaali
- elinkaariajattelu ja kustannustehokkuus, ei osa-optimointia
- osaaminen, koulutus, neuvonta ja viestintä
- tiede-tutkimus-kehitys-innovaatiot-ketju
- toiminnan jatkuvuus, järjestelmällinen toimeenpano ja selvät vastuut

- seuranta, käsitteet ja mittarit
- ennakointi ja heikkojen signaalien tunnistaminen

## **Kulutus ja tuotanto kohtaamaan paremmin**

Sähkön käytössä olennaista ei ole vain kokonaiskulutus, vaan myös sen ajoittuminen. Kulutushuippujen lisäsähkö tuotetaan suurelta osin tehottomasti lauh- teena fossiilisilla polttoaineilla ja turpeella, jolloin päästöt energiayksikköä kohti ovat suurimmillaan. Yksi kilowattitunti sähköä voi huippukulutuksen aikana kuormittaa ilmastoa neljä kertaa niin paljon kuin keskimäärin. Siksi kulutushuip- puja kannattaa tasata.

Prosessiteollisuudessa tuotanto joustaa jo nykyään sähkön hinnan mukaan. Kan- taverkkoyhtiö Fingrid voi teollisuuden kanssa tehtyjen sopimusten perusteella kytkeä irti 500 megawattia kulutuskuormaa, joka voidaan keskeyttää tai siirtää toiseen aikaan. Tämän lisäksi teollisuudessa on kysyntäjoustopotentiaalia jäljellä toiset 500 megawattia ja sähkölämmityksessä 300 megawattia.

Tulevaisuudessa mahdollisuuksia kysyntäjoustopotentiaalin vahvistamiseen tarjoaa niin sanottu älykäs sähköverkko. Kotitalouksille voitaisiin välittää reaaliaikaista tietoa kulutustilanteesta ja opastaa siirtämään pyykinpesun kaltaista kulutusta huippu- jen ulkopuolelle. Osa laitteista kuten varaava sähkölämmitys voisi rytmittää toi- mintaa automaattisesti kulutuspiikkien välttämiseksi.

Sähköautoihin siirtyminen lisää joustovaraa: autot voivat ladata akkuja silloin, kun sähköä on runsaasti tarjolla, ja vastaavasti purkaa latausta takaisin verk- koon, kun sähköä on pulaa. Kysynnän ja tarjonnan tasaamista voivat tulevai- suudessa helpottaa myös tehokkaammat ja edullisemmat tekniikat sähkön va- rastoimiseksi.

Edellytys laajalle kysyntäjoustopotentiaalin pienyrityksissä ja kotitalouksissa on reaaliai- kainen kulutuksen seuranta etäluettavilla mittareilla. Vuoteen 2013 mennessä pienkäyttäjien mittareista etäluettavia tulee olla vähintään 4/5. Markkinoilla on vauhditettava kulutushuippujen ulkopuolelle ohjaavaa sähkön hinnoittelua.

## **Kohti päästötöntä energiajärjestelmää**

Sähköntuotanto aiheuttaa noin viidennes Suomen päästöistä, lämmön tuo- tanto runsaan neljännes. Vuonna 2006 kivihiilen käyttö tuotti lähes neljän- nesksen, maakaasu kymmenyksen ja turpeen käyttö kahdeksasosan koko maan päästöistä. Öljytuotteiden osuus oli lähes kolmannes, mutta tästä valtaosa kulu- tettiin liikenteessä.

Energiantuotanto on avainasemassa siirryttäessä vähäpäästöiseen yhteiskuntaan sekä ylivoimaisen päästöosuutensa että merkittävien päästövähennysmahdolli-

suuksiensa takia. Selonteon skenaariotarkastelu osoittaa, että radikaalit päästöleikkaukset voivat olla erittäin haastavia ja kalliita monilla aloilla kuten lentoliikenteessä, maataloudessa tai teollisuuden prosessipäästöissä. Energiasektorin päästöjä onkin perusteltua leikata maan keskiarvoa enemmän, jotta voidaan luoda tilaa muille sektoreille.

Tavoitteena tulee olla ensin nykyistä merkittävästi vähäpäästöisempi ja lopulta käytännössä päästötön energiajärjestelmä. Tämä edellyttää ilmastopäästöjä aiheuttavien energiamuotojen vaiheittaista vähentämistä ja pitkällä aikavälillä alasajoa, mikä selonteon skenaarioiden perusteella vaikuttaa mahdolliselta. Hiilen talteenottoon ja varastointiin liittyvien esteiden raivaaminen voi tosin tulevaisuudessakin tarjota mahdollisuuden jatkaa fossiilisten polttoaineiden ja turpeen käyttöä energiantuotannossa jossain laajuudessa. Sen sijaan uusien fossiilivoimaloiden rakentaminen ilman hiilen talteenottoa ja varastointia uhkasi lukita runsaspäästöiselle polulle ja vaikeuttaisi vähäpäästöiseen energiajärjestelmään siirtymistä.

Energiantuotannon päästöjä voidaan vähentää viidellä eri tavalla:

1. parantamalla energian tuotannon ja siirron tehokkuutta
2. korvaamalla runsaspäästöisiä polttoaineita vähäpäästöisillä
3. kasvattamalla uusiutuvan energian osuutta
4. siirtymällä hiilen talteenottoon ja varastointiin
5. korvaamalla päästöjä aiheuttavaa energiantuotantoa ydinvoimalla

Energiantuotannon tehokkuutta voi parantaa nostamalla kattiloiden hyötysuhdetta. Vanhassa lauhdesähkön tuotannossa hyötysuhde jää alle 40 prosenttiin. VTT:n mukaan vuonna 2030 kiinteän polttoaineen lauhdevoimaloissa hyötysuhde voisi olla 60 prosenttia. Kaasutustekniikoilla voi sähkön ja lämmön yhteistuotannossa parantaa rakennusastetta eli tuotetun sähkön ja lämmön suhdetta selvästi samalla, kun hyötysuhde nousee lähelle 90:tä prosenttia.

Lämmöntuotannossa tehokkuutta voi parantaa hyödyntämällä nykyistä paremmin savukaasujen lämpöä. Kuivattamalla teollisuuden sivutuotteena syntyvää biomassaa hukkalämmöllä ennen polttamista voisi saada useita terawattitunteja lisää energiaa vuodessa.

Energiantuotantoa voi tehostaa myös ulottamalla sähkön ja lämmön yhteistuotantoa kuntien ja yritysten pieniin lämpövoimaloihin (1–100 MW). Teknologia mahdollistaa yhteistuotannon vieläkin pienemmässä mittakaavassa, mutta arviot kannattavuudesta vaihtelevat. VTT:n mukaan 2030-luvulla kannattaviksi voisivat tulla jopa yhden kilowatin kokoiset voimalat.

Sähkönjakelun häviöihin kuluu tällä hetkellä noin neljä prosenttia sähkönkulutuksesta. Jakelun tehokkuutta voidaan parantaa ottamalla käyttöön parhaita tekni-

koita mm. muuntajien sijoittelulla, mitoituksella ja tehokkaalla käytöllä, kaapeleiden valinnalla sekä välttämällä ylijännitteitä.

Osana päästötöntä energiajärjestelmää yleistyy hajautettu energiantuotanto, joka hyödyntää paikallisia, uusiutuvia energianlähteitä. Aurinkoenergiaa, tuulivoimaa ja yhdistettyä sähkön ja lämmön tuotantoa biomassasta on mahdollista soveltaa kiinteistö- ja jopa kotitalousmittakaavassa. Hajautettuna tuotanto sijaitsee lähellä kulutusta, mikä vähentää järjestelmän herkkyyttä laajoille häiriöille ja leikkaa siirron hävikkejä.

Joissakin maissa on pienimuotoisen sähköntuotannon edistämiseksi otettu käyttöön sähkön nettomittaus. Esimerkiksi Kaliforniassa kulutettu sähkö kasvattaa laskua tavalliseen tapaan, mutta verkkoon hajautetusti kiinteistön tuottama sähkö vastaavasti pienentää sitä. Vuositasolla maksetaan vain nettona kulutetusta sähköstä – toisaalta jos kiinteistö tuottaa sähköä yli tarpeensa, energiayhtiö ei ole velvoitettu ostamaan sitä. Tulevaisuudessa voi olla mahdollista, että kotitaloudet ja yritykset kattavat Suomessakin pienimuotoisella tuuli-, aurinko- ja biosähkön tuotannolla jopa toista kymmentä prosenttia koko maan kulutuksesta.

#### **Laatikko 6.1** Euroopan kattava superverkko

Yhtenä kestävä energiajärjestelmän elementtinä on alettu puhua niin sanotuista superverkoista (supergrid). Verkko yhdistäisi laajojen alueiden sähkömarkkinoita ja auttaisi optimoimaan vaihtuvaa tuotantoa. Suurjännitetasavirtateknologia (high voltage direct current, HVDC) mahdollistaa sähkön siirtämisen useita tuhansia kilometrejä vähäisin hävikkein.

Superverkko mahdollistaisi uusiutuvan sähkön tuottamisen keskitetysti siellä, missä se on edullisinta, ja käyttämisen vastaavasti siellä, missä tarve on suurin. Euroopassa superverkko voisi yhdistää aurinkosähkön tuotannon Pohjois-Afrikassa tuulivoiman tuotantoon Atlantin rannikolla. Norjan ja Alppien vesivoimaa käytettäisiin tasaamaan teholtaan vaihtelevaa tuuli- ja aurinkosähköä.

Kattava superverkko on sekä taloudellisesti että hallinnollisesti työläs ja kallis toteuttaa. Se antaa kuitenkin mahdollisuuden kasvattaa uusiutuvan energian osuutta suuremmaksi ja edullisemmin kuin jos jokainen maa yrittäisi lisätä uusiutuvan energian tuotantoa yksin.

### **Uusiutuvalla energialla merkittäviä etuja**

Suomessa uusiutuvalla energialla katetaan 28,5 prosenttia loppukulutuksesta, mikä on teollisen maailman korkeimpia osuuksia. Tästä noin 2/3 on metsäteollisuuden sivutuotteena syntyvää bioenergiaa ja runsas kymmenys vesivoimalla tuotettua sähköä. Niin sanottujen uusien uusiutuvien kuten tuulivoiman ja lämpöpumppujen osuus on yhteensä 0,2 prosenttia. Hallituksen ilmasto- ja energiastrategian tavoitteena on nostaa uusiutuvan energian osuus 38 prosenttiin vuoteen 2020 ja edelleen 60 prosenttiin vuoteen 2050 mennessä.

Uusiutuvassa energiassa on Suomessa huomattava potentiaali. Lyhyellä aikavälillä suurin lisäys voidaan saada metsä- ja peltoenergian käytöstä teollisuuden ulkopuolella, biokaasusta sekä lämpöpumpuista. Aurinkokeräimiä voidaan käyttää täydentämään pientalojen lämmitystä. Vesivoiman rakentaminen voi tuoda oman lisänsä, jos se voidaan toteuttaa kestävästi luonto- ja virkistysarvoja vaarantamatta.

Keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä suurin potentiaali on tuulivoimassa. Suomessa on tuulihankkeita suunnitteilla tai selvityksessä yli 5 000 megawatin kapasiteetin edestä. Tekninen potentiaali on moninkertainen, ja suurimmat rajoitteet pitkällä aikavälillä tulevatkin tuulikapasiteetin kytkemisestä sähköverkkoon.

Tanskassa tuulella tuotetaan jo noin viidennes sähköstä. Irlannissa hallitus aikoo nostaa uusiutuvien osuuden sähköntuotannosta kolmannekseen vuoteen 2020 mennessä, ja tästä valtaosa on tarkoitus kattaa tuulella. Suomessa suurten tuulimäärien integroimista energiajärjestelmään helpottaa kuuluminen pohjoismaisiin sähkömarkkinoihin ja vesivoiman kohtuullinen osuus.

Pitkällä aikavälillä voidaan ottaa käyttöön Suomessa vielä uusia uusiutuvan energian muotoja. Ohutkalvotekniikoilla aurinkokennoista saadaan ohuita ja taipuisia. Kennojen hyötysuhteen parantuessa ja kustannusten laskiessa aurinkosähkön tuotantoa voidaan integroida rakennusten julkisivuihin tai jopa ikkunoihin. Aaltoenergia voidaan saada kaupalliseen käyttöön todennäköisesti aikaisintaan 2020-luvulla. Peltoenergian tuotannossa voidaan hyödyntää uusia viljelykasveja.

Uusiutuvalla energialla on useita etuja. Kestävästi käytettynä sitä voi hyödyntää loputtomiin, toisin kuin ennemmin tai myöhemmin ehtyviä fossiilisia polttoaineita tai uraania. Lähes kaikki Suomessa käytetty uusiutuva energia on kotimaista, ja sen tuotanto ja sitä kautta hyödyt paikalliselle taloudelle jakaantuvat eri puolille Suomea. Polttoaineettomat uusiutuvat – tuulivoima, lämpöpumput, aurinkoenergia – ovat käytössä päästöttömiä ja niiden käyttökulut ovat alhaisia. Uusiutuvat myös työllistävät energiayksikköä kohti keskimääräistä enemmän.

Uusiutuviin energianlähteisiin liittyy myös haasteita. Biomassavarat ovat rajallisia, ja niiden ylikäyttö voi aiheuttaa haittoja luonnolle. Puun pienpoltto vanha-aikaisella tekniikalla tuottaa runsaasti terveydelle haitallisia hiukkaspäästöjä. Tuuli- ja aurinkoenergian tuotanto vaihtelee sään mukana, mikä asettaa vaatimuksia energiajärjestelmälle. Monet uusiutuvan energian muodot kuten tuulivoima ovat myös pääomaintensiivisiä.

Tulevaisuuslonteon skenaariotyö viittaa siihen, että vaikka muita keinoja kuten energiatehokkuuden parantamista, ydinvoimaa tai hiilen talteenottoa ja varastointia käytettäisiin lähes täysimääräisesti, edellyttää päästöttömään energiajär-

jestelmään siirtyminen uusiutuvan energian käytön olennaista lisäämistä. Jopa uusiutuviin täysin perustuva energiatalous on vuonna 2050 Suomessa mahdollinen.

Uusiutuvan energian lisääminen edellyttää sen tekemistä päästöjä tuottavia energiamuotoja taloudellisesti houkuttelevammaksi. Tähän voidaan päästä erilaisin ohjauskeinoin niin parantamalla uusiutuvan energian kannattavuutta (esim. syöttötariffit, demonstraatiotuet) kuin asettamalla päästöille riittävä hinta (esim. päästökauppa, verot). Uusiutuvan energian tuotannon hallinnollisia esteitä luvi-tuksessa, vaikutusarvioinnissa ja kaavoituksessa on myös pyrittävä karsimaan.

Bioenergian käytön merkittävä lisäys edellyttää isoja muutoksia tavoissa hankkia ja hyödyntää biomassaa. Tähän asti valtaosa bioenergiasta on saatu metsäteollisuuden sivutuotteena, mutta tulevaisuudessa yhä suurempi osa voidaan joutua keräämään energiakäyttöön erikseen. Korjuu- ja logistiikkaketjua pitää kehittää kuljetusten turvaamiseksi. Bioenergia-alalle tarvitaan myös tuhansia uusia henkilöitä koulutettua työvoimaa.

## Hiiltä ilman hiilipäästöjä

Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (carbon capture and storage, CCS) mahdollistaa fossiilisten polttoaineiden ja turpeen käytön energiantuotannossa lähes ilman päästöjä. Erityisesti teknologiaa tarvitaan Kiinan kaltaisissa maissa, joilla on runsaat kivihiilivarat.

Mahdollisia tekniikoita on kolme: hiilidioksidin talteenotto savukaasuista, polttoaineen kaasutus ja hiilidioksidin talteenotto ennen polttoa sekä happipolttu. Erotettu hiilidioksidi varastoidaan nesteytettynä esimerkiksi maaperän suolaisen veden muodostumiin tai ehtyviin öljy- ja kaasukenttiin. Kiteytettynä hiilidioksidia voidaan tulevaisuudessa ehkä varastoida myös maan päälle tai hyötykäyttää.

CCS:n osatekijät hallitaan teknisesti, ja ensimmäiset koelaitokset ovat jo toiminnassa. Tekniikkaa ei ole kuitenkaan vielä sovellettu kokonaisuutena kaupalliseen käyttöön suuressa mittakaavassa. Kansainvälisen energiajärjestön IEA:n mukaan globaalien päästöjen puolittaminen edellyttäisi tekniikan yleistymistä jo 2020-luvulla, joten aikaa siirtyä demonstraatiosta kaupalliseen käyttöön on vähän.

Tekniikan käyttöönottoa rajoittavat vielä monet tekijät kuten:

- hinta: tekniikka on nykyään kallista mm., koska se lisää polttoaineen kulu-tusta merkittävästi
- tehokkuus: nykytekniikat ottavat talteen vain osan (80–90 %) syntyvästä hiilidioksidista
- hitaus: jälkiasennettuna vanhoihin voimaloihin CCS on kalliimpaa kuin uusis-sa laitoksissa, mikä hidastaa sen käyttöönottoa

- varastointi: turvalliseen varastointiin soveltuvia paikkoja on rajallisesti, eivätkä ne välttämättä sijaitse päästölähteiden läheisyydessä

CCS:n yleistyminen riippuu ennen kaikkea sen kustannuksista. Koehankkeissa päästövähennyksen hinnaksi arvioidaan 60–90 euroa hiilidioksiditonnilta. Laajamittaisessa käytössä hinta voi laskea 30–45 euroon tonnilta vuoteen 2030 mennessä. Tällöin CCS olisi todennäköisesti taloudellisesti kilpailukykyinen tapa leikata päästöjä silloisilla päästöoikeuden hinnoilla.

Suomessa CCS:n kokeilemista on suunniteltu Meri-Porin voimalaan. Tekniikan käyttöä hankaloittaa sopivien varastopaikkojen puute Suomessa. Käytännössä hiilidioksidi pitää joko pumpata putkia pitkin tai kuljettaa tankkerilla sopivaan varastoon esimerkiksi Norjanmerelle, mikä lisää kustannuksia.

Jos hiilen talteenoton ja varastoinnin esteitä saadaan raivattua, voi sillä olla rooli vähäpäästöisessä Suomessa. CCS voi auttaa leikkaamaan päästöjä metalliteollisuuden prosesseissa ja rannikon suurten kaupunkien (esim. Helsinki, Oulu) energiantuotannossa – kohteissa, joissa päästöjen leikkaaminen on muuten hyvin haastavaa. VTT:n arvion mukaan vuonna 2050 CCS voisi leikata Suomessa hiilidioksidipäästöjä 7–13 miljoonaa tonnia.

Pitkän aikavälin radikaalin vähäpäästöisten polkujen kannalta kiinnostavin mahdollisuus on hiilen talteenoton ja varastoinnin yhdistäminen bioenergian tuotantoon. Koska biomassa sitoo kasvaessa hiilidioksidia ja CCS varastoi sen talteen, tuottaa bio-CCS energiaa negatiivisin päästöin. Runsaiden biomassavarojen ansiosta Suomella on hyvät edellytykset hyödyntää bio-CCS:ää hiilineutraaliuden tavoittelemisessa. Suomella on myös velvollisuus auttaa kehittämään teknologiaa, joka monien arvioiden mukaan voi olla välttämätön globaalien päästöjen leikkaamisessa kestäväälle tasolle.

Siirryttäessä päästöttömään energijärjestelmään nykymuotoisesta fossiilisten polttoaineiden ja turpeen käytöstä on vaiheittain luovuttava. Siksi uudet fossiili- ja turvevoimalat on veloitettava valmistautumaan CCS:n jälkiasennukseen. Vaihtoehtoisesti uusien voimaloiden ominaispäästöille voitaisiin asettaa asteittain tiukentuva normi, joka ohjaisi ottamaan tekniikkaa käyttöön.

Päästöjä voidaan vähentää myös korvaamalla ilmastoa enemmän kuormittavia polttoaineita maakaasulla. Vuoteen 2020 mennessä energiantuotannon vuotuisia päästöjä voitaisiin leikata maakaasun avulla kahdeksan miljoonaa tonnia. Tämä edellyttäisi putkiverkon laajentamista ja tehokkaiden kombivoimaloiden rakentamista. Suurin haaste olisi energiaturvallisuuden takaaminen, sillä riippuvuus Venäjän tuonnista kasvaisi. Myös turpeenoton kohdistaminen jo metsäojitetuille turvemaille leikkaisi päästöjä.



Energiantuotannossa jätteistä on järkevä hyödyntää erityisesti vaikeasti kierrätettävät mutta hyvin palavat jakeet. Tällaisia ovat mm. jätepuu, kierrätyskelvoton paperi ja kartonki, osa kuitupakkauksista sekä valtaosa kotitalouksien muovijätteestä. Biohajoava jäte on usein ilmaston kannalta järkevintä mädättää biokaasuksi, joka voidaan hyödyntää energiana. Tulevaisuudessa kuitujätteestä voidaan myös valmistaa bioetanolia liikennekäyttöön.

## **Ydinvoiman rooli**

Ydinvoima ei tuota suoraan ilmastopäästöjä, ja myös sen elinkaaren aikaiset päästöt ovat useimpien arvioiden mukaan hyvin alhaisia. Ydinvoimalat soveltuvat tuottamaan perusvoimaa eli suuria määriä sähköä tasaisella teholla. Suomessa ydinsähkö on myös ollut varsin edullista.

Kiinnostus ydinvoimaa kohtaan on lisääntynyt maailmalla viime vuosina. Arviot tulevasta kehityksestä vaihtelevat huomattavasti. Vuoteen 2030 mennessä maailman ydinvoimakapasiteetin ennakoidaan muuttuvan nykyisestä 370 000 megawatista 285 000–730 000 megawattiin. Suurimman osan mahdollisesta lisäkapasiteetista oletetaan tulevan Aasiaan, kun taas Euroopassa kapasiteetin ennakoidaan laskevan.

Maailmanlaajuisesti ydinvoimalla voi olla kohtuullinen rooli päästöjen vähentämisessä. Kansainvälisen energijärjestön IEA:n mukaan ydinvoima voisi kattaa kuusi prosenttia vuoteen 2050 mennessä tarvittavista maailman energiasektorin päästövähennyksistä. IPCC puolestaan arvioi, että ydinvoiman osuus maailman sähköntuotannosta voisi vuoteen 2030 mennessä kasvaa nykyisestä 16 prosentista 18 prosenttiin.

IPCC:n mukaan ydinvoiman käytön lisäämistä rajoittavat turvallisuusongelmat, ydinaseiden leviäminen ja ydinjätteet. Monissa maissa uusien ydinvoimaloiden rakentamista on ollut vaikea saada kannattamaan liiketaloudellisesti avoimilla markkinoilla. Monissa maissa myös kielteinen kansalaismielipide on vaikeuttanut ydinvoiman käytön lisäämistä.

Suomessa on käytössä neljä ydinreaktoria ja viides on rakenteilla Olkiluotoon. Nykyiset ydinvoimayksiköt poistuvat todennäköisesti käytöstä viimeistään 2030- tai 2040-luvuilla. Tarve korvata niiden tuotantoa riippuu silloisesta sähkön kulutuksesta ja muilla tavoilla tuotetun sähkön saatavuudesta. Nykyisten voimaloiden korvaamisesta tai mahdollisten kokonaan uusien voimaloiden rakentamisesta päätetään ydinenergiain mukaisella tavalla.

Ydinvoiman päästövähennyspotentiaali riippuu siitä, mihin sähkö käytetään. Siinä määrin kuin ydinsähkö korvaa fossiilisilla polttoaineilla tai turpeella tuotettua lauhdesähköä, vähentää se päästöjä selvästi. Toisaalta siinä määrin kuin lisäydinvoima kattaa kulutuksen kasvua ja korvaa sähkön tuontia, ei se leikkaa

päästöjä kotimaassa. Laskelmassa, jossa tuotannon oletetaan korvaavan pohjoismaisilla markkinoilla keskimäärin tarjolla olevaa sähköä, kuudes ydinreaktori vähentäisi Suomen päästöjä noin kaksi prosenttia.

Ydinvoiman ilmastohyödyt paranevat, jos myös sähkön sivutuotteena syntyvä lämpö voidaan hyödyntää. Näin ydinvoimalla voitaisiin korvata fossiilisia polttoaineita käyttävää lämmön tuotantoa kaupungeissa. Toisaalta lämmön hyödyntäminen vähentäisi ydinvoimalasta ja muista laitoksista sähkön ja lämmön yhteistuotannosta saatavaa sähkömäärää. Tulevaisuudessa ydinvoimaa voitaisiin mahdollisesti käyttää myös vedyn tuottamiseen vedestä.

Uusien ydinvoimatekniikoiden tavoitteena on parantaa voimaloiden hyötysuhdetta ja uraanin käytön tehokkuutta, pienentää investointikustannuksia, vähentää ydinjätteiden syntymistä sekä lisätä turvallisuutta. Näitä niin sanottuja neljännen sukupolven tekniikoita tutkii kansainvälinen Generation IV International Forum (GIF), jonka työhön myös Suomi osallistuu maajäsenenä.

GIF-hankkeessa arvioidaan, että neljännen sukupolven voimat voisivat edetä kaupalliseen käyttöön voimalatyypistä riippuen aikaisintaan 2030–2045. Suomessa on arvioitu, että vuoteen 2050 mennessä enintään 2 000 megawattia voisi perustua uusiin tekniikoihin.

### **Laatikko 6.2** Fuusiovoima

Fuusiovoimassa energiaa tuotetaan perinteiselle ydinvoimalle käänteisesti atomiytimiä yhdistämällä. Fuusiolla voisi teoriassa tuottaa merkittävän osan ihmiskunnan energiasta lähes päästöttömästi. Reaktoreita pidetään luonnostaan turvallisina, eikä niiden käytöstä synny hyvin pitkäikäisiä korkea-aktiivisia jätteitä.

Fuusion käyttöönottoa hidastavat teknologian kehittymättömyys ja korkeat pääomakustannukset. Jos koehankkeissa onnistutaan, fuusion arvioidaan voivan olla kaupallisesti käyttökelpoista 2050-luvulla. Yleisesti pidetään epätodennäköisenä, että fuusio saavuttaisi vuosisadan loppuun mennessä yli kolmanneksen osuutta maailman sähkön tuotannosta tai uusiutuviin energialähteisiin verrattavaa päästövähennystä.

## **Kestävä teknologia avainasemassa**

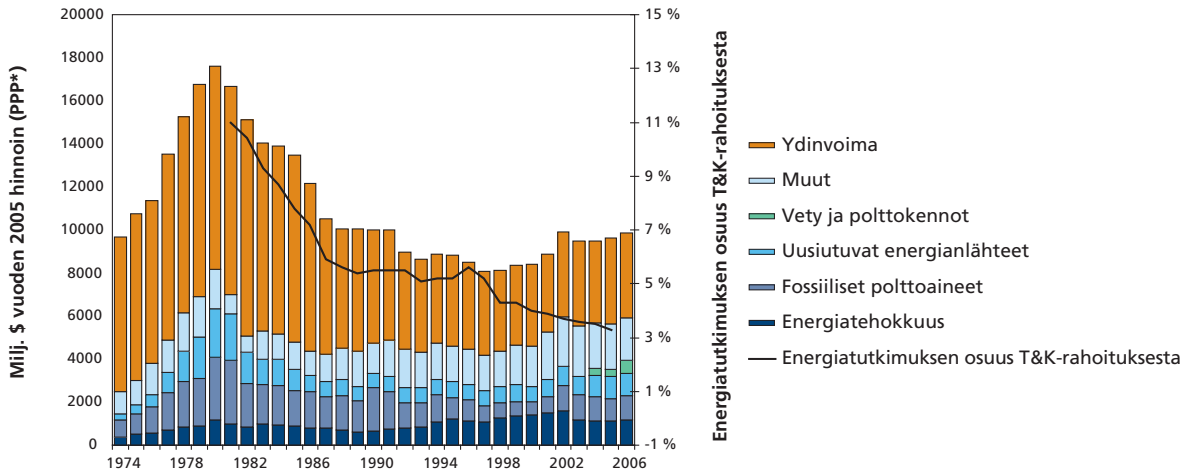
Useiden arvioiden mukaan lähivuosikymmenien päästövähennyksiin tarvittava teknologia on pääosin jo markkinoilla tai tulossa niille. Hyvin vähäpäästöiset polut vaativat kuitenkin pitkällä aikavälillä nykyisestä paranneltua ja kokonaan uutta teknologiaa, jota ei välttämättä osata vielä edes kuvitella.

Teknologian kehittäminen voi leikata päästövähennysten kustannuksia pitkällä aikavälillä. Jos maailman päästöjen vähentämisessä saavutettaisiin merkittäviä teknologisia läpimurtoja, voisi päästötonnin hinta OECD:n mukaan puolittua

vuosisadan puolivälissä verrattuna siihen, että päästöjä vähennettäisiin vain nykyteknologialla.

Kansainvälinen energiajärjestö IEA on tunnistanut 17 energiasektorin päästövähennysten kannalta tärkeää aluetta. Avaintekniikoita energiantuotannossa ovat esimerkiksi hiilen talteenotto ja varastointi, aurinkosähkö sekä toisen sukupolven biopolttoaineet. Energian käytössä merkittäviä ovat mm. energiatehokas rakentaminen, hybridi- ja sähköautot sekä teollisuuden moottorit.

**Kaavio 6.4** Julkinen energia-alan T&K-rahoitus IEA-maissa



\* Eng. Purchasing Power Parity, ostovoimapariteetti.

Lähde: Energy Technology Perspectives 2008. Scenarios & Strategies to 2050. OECD/International Energy Agency 2008, s. 172.

Kestävään teknologiaan liittyvää julkista tutkimus- ja kehitystyötä (T&K) tehdään Suomessa erityisesti teknillisissä yliopistoissa ja VTT:ssä. Tekes rahoittaa yritysten ja julkisen sektorin teknologiahankkeita. Myös Sitralla, Finnfundilla, Finnveralla ja Finprolla on roolinsa kestävien ratkaisujen kaupallistamisessa, käyttöönotossa ja kansainvälistämisessä.

Lähtöleveysuudessa paljon toivoa lasketaan strategisen huippuosaamisen keskittymien eli SHOKkien varaan. SHOKeissa ovat mukana keskeiset suomalaiset yritykset, tutkimuslaitokset ja korkeakoulut. Keskittymillä tähdätään teknologiahyppäyksiin ja kilpailukyvyyn vahvistamiseen mm. metsä- ja energiateollisuudessa.

Tutkimuksella ja kehityksellä pyritään tuottamaan teknisesti toimiva ja tehokas ratkaisu. Ilman kysyntää markkinoilla ratkaisua ei kuitenkaan oteta käyttöön. OECD on arvioinut, että pelkkä T&K-rahoituksen moninkertaistaminen ei vielä yksin vähentäisi päästöjä merkittävästi ennen vuotta 2040. Pääosa ilmasto-hyödyistä realisoituisi vasta vuosisadan toisella puoliskolla.

Teknologian hyödyntämiseen tarvitaan siis sekä tutkimuksen työntöä että markkinoiden vetoa. Kysyntää synnyttäviä ja vauhdittavia toimenpiteitä ovat esimerkiksi päästökauppa, uusiutuvan energian syöttötariffit ja julkisten hankintojen ohjaaminen.

Kansainvälisissä arvioissa Suomea pidetään kokoon suhteutettuna yhtenä maailman johtavista energiateknologian osajista. Painopiste on pitkään ollut uuden teknologian tutkimisessa ja kehittämisessä, mutta sen käyttöönotossa ja kaupallistamisessa ei ole onnistuttu yhtä hyvin. Suunta on muuttumassa, ja muutosta tulee vauhdittaa.

Teknologian kehittämisessä tarvitaan radikaaleja innovaatioita ja tietoista riskinottoa. Vähäpäästöiset polut edellyttävät teknisten parannusten lisäksi sosiaalisia ja liiketoimintainnovaatioita. Poliitikalla on myös pyrittävä kohti käyttäjälähtöisiä innovaatioita, jotka parhaiten palvelevat eri toimijoiden tarpeita hakea päästöjä vähentäviä ratkaisuja.

Teknologisesti ja taloudellisesti kehittyneenä maana Suomella on erinomaiset edellytykset kehittää kestävää teknologiaa maailman markkinoille. Kansallisten toimien lisäksi tarvitaan kansainvälistä yhteistyötä. EU:n komissio on esittänyt maailman energiateknologian T&K-rahoituksen tuplaamista vuoteen 2012 ja nelinkertaistamista vuoteen 2020 mennessä. Suomen tulee edistää aktiivisesti kansainvälistä yhteistyötä kestävä teknologian kehittämiseksi ja kaupallistamiseksi.

## **Talouden uusi tukijalka**

Kestävään teknologiaan (cleantech) voidaan laskea kaikki tuotteet ja palvelut, joiden käytöstä on vähemmän haittaa ympäristölle kuin niiden vaihtoehdoista. Esimerkkejä ovat puhtaat teollisuusprosessit, uusiutuva energia, kierrätys ja energiatehokkuus. Mukaan voidaan laskea myös vesihuollon, ilmansuojelun ja maaperän puhdistuksen ratkaisut. Suomessa uusiutuvien luonnonvarojen käyttöön perustuva biotalous on yksi suurimpia mahdollisuuksia.

Kestävä teknologian maailmanmarkkinat ovat olleet vahvassa nousussa. Määritelmästä ja rajauksesta riippuen markkinat ovat talouskriisiin asti kasvaneet 10–30 prosenttia vuodessa. Nopeinta kasvu on ollut teollistuvissa talouksissa: uusiutuvan energian markkinat Kiinassa, Intiassa ja Brasiliassa 14-kertaistuivat 26 miljardiin dollariin vuosina 2004–2007. Maailman puhtaan teknologian markkinat

voivat Morgan Stanley'n arvion mukaan kasvaa biljoonaan (tuhanteen miljardiin) Yhdysvaltain dollariin vuoteen 2030 mennessä.

## Taulukko 6.2 Uusiutuvien energianlähteiden kehityksestä vuosina 2006–2008

	2006	2007	2008	
<b>Investoinnit uusiutuvan energian tuotantoon*</b>	63	104	120	mrd USD
<b>Uusiutuvien tuotantokapasiteetti**</b>	207	240	280	GW
<b>Tuulivoimakapasiteetti</b>	74	94	121	GW
<b>Aurinkosähkökapasiteetti (verkossa)</b>	5,1	7,5	13	GW
<b>Aurinkosähkökapasiteetti (verkon ulkopuolinen)</b>	2,5	3,7	6,9	GW
<b>Aurinkolämpö*</b>	105	126	145	GWth
<b>Etanolin tuotanto*</b>	39	50	67	mrd l
<b>Biodieselin tuotanto*</b>	6	9	12	mrd l

\* vuotuinen

\*\* ilman suurvesivoimaa

Kansainvälinen energiajärjestö IEA on arvioinut, että maailman energiaperäisten päästöjen puolittaminen edellyttäisi biljoonan dollarin vuotuisia investointeja. Summa kattaa satsaukset kestävä teknologian tutkimukseen ja kehitykseen, vähäpäästöisten tekniikoiden lisäkustannukset sekä yksityiset energia-alan sijoitukset. Toisaalta energiatehokkuuden parantamisen säästöt polttoainekuluissa riittäisivät kattamaan ison osan investointikustannuksista.

Satsaukset kestäviin ratkaisuihin luovat uutta työtä ilmasto-, energia- ja ympäristöalalla. Näitä niin sanottuja viherkaulustyöpaikkoja voi syntyä mm.

- uusiutuvan energian tuotannosta ja teknologian kehittämisestä
- rakennusten energiaremonteista
- teollisuuden uudistamisesta ja energiatehokkuuspalveluista
- korjaamisesta, uudelleenkäytöstä ja kierrätyksestä
- joukkoliikenteestä ja älykkään liikenteen ratkaisuista
- ratojen ja kevyen liikenteen väylien kunnostamisesta ja rakentamisesta
- luomuviljelystä, kestävästä metsätaloudesta ja biotaloudesta

YK:n ympäristöohjelman UNEPin arvion mukaan vuoteen 2020 mennessä tuulivoima-ala voisi luoda maailmassa 2,5 miljoonaa uutta työpaikkaa. Kymmenen vuotta myöhemmin aurinkokennojen tuotanto voisi tarjota yli kuusi ja biopolttoaineiden valmistus yksitoista miljoonaa työpaikkaa lisää. EU:ssa rakennusten energiatehokkuuden parantamisesta voisi saada elantonsa liki kolme miljoonaa ihmistä vuonna 2030.

Kestävä teknologian ja palveluiden viennin näkymät Suomessa ovat lupaavat. Yksin tuulivoimateollisuus voisi vuonna 2020 tuottaa alan oman arvion mukaan

18 000 henkilötyövuotta. Kestävästä teknologiasta ja palveluista voikin tulla Suomen kansantalouden uusi tukijalka.

Menestys ei kuitenkaan tule itsestään. Tätä kuvaa se, että 2000-luvun alussa viennin kasvu oli hidasta ja suomalaisten yritysten markkinaosuus pieneni. Viennille on luotava kannustavat puitteet.

Ratkaisevassa asemassa ovat kotimarkkinat, joilla yritykset voivat pilotoida ratkaisujaan ja kerätä viennissä tarvittavia referenssejä. Mitä enemmän Suomessa kannustetaan kestävä teknologian käyttöön ja palveluihin erilaisin ohjaukein, sitä paremmat edellytykset kotimaisilla yrityksillä on pärjätä kovassa kansainvälisessä kilpailussa. Edelläkävijyys ilmastonsuojelussa tukee menestymistä kasvavilla markkinoilla.

### **Valtioneuvoston linjaukset**

- Metall- ja metsäteollisuuden teknologiaharppauksia tuetaan tutkimuksella, kehityksellä ja demonstroinnilla.
- Ilmastotavoitteet pyritään saavuttamaan elinkeinoelämän kilpailukykyä vaarantamatta minimoimalla hiilivuodon uhka.
- Kilpailukykyhaittojen välttämiseksi pyritään ilmastoneuvotteluissa mahdollisimman kattavaan ja sitovaan sopimukseen. Kansallisia päästötavoitteita voidaan kehitysmaissa täydentää sektorikohtaisilla velvoitteilla.
- Hyödynnetään tieto- ja viestintätekniikkaa (ICT) kaikilla sektoreilla päästöjen vähentämisessä. Selvitetään ICT:n potentiaali ja tarvittavat toimenpiteet.
- Laaditaan tiekartta keinoista, joilla maataloista voi lähivuosisikymmeninä tulla ensin energiaomavaraisia ja lopulta energian tuottajia.
- Asetetaan tavoitteeksi siirtyä pitkällä aikavälillä käytännössä päästöttömään energiajärjestelmään. Tämä edellyttää fossiilisten polttoaineiden ja turpeen käytön vaiheittaista alasajoa voimaloiden käyttöiän päätyttyä, jos niissä ei oteta hiilidioksidia talteen.
- Energiatsehokkuuden parantaminen ja energiansäästö asetetaan päästöjen vähentämisessä etusijalle. Selvitetään mahdollisuudet vauhdittaa yritysten energiatsehokkuusinvestointeja sallimalla nopeutetut poistot.
- Edistetään Euroopan kattavan supersähköverkon tutkimusta ja valmistelua. Vauhditetaan kuluttajien omaa hajautettua pientuotantoa hallinnollisin ja taloudellisin keinoin.
- Uusiutuvan energian osuutta kasvatetaan merkittävästi. Selvitetään mahdollisuudet integroida sähköjärjestelmään suuria määriä tuulivoimaa ja arvioidaan sen kustannuksia.
- Kehitetään ja kokeillaan hiilen talteenottoa ja varastointia. Erityisesti tutkitaan mahdollisuuksia tuottaa hiilen talteenoton ja varastoinnin avulla bioenergiaa negatiivisin päästöin.
- Selvitetään erilaisia vaihtoehtoja ja varaudutaan korvaamaan 2020-luvulta eteenpäin poistuvia ydinvoimalaitoksia päästöttömillä ratkaisuilla energian tuotannossa ja kulutuksessa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi tuuli- ja ydinvoima.

- Rahoitusta ilmastoa säästävän ja kestäväen teknologian sekä palveluiden kehittämiseen lisätään. Erityisesti satsataan teknologian kaupallistamiseen ja käyttöönottoon.
- Ilmasto- ja energiapolitiikalla tuetaan kestäväen teknologian kotimarkkinoiden syntymistä. Pyritään tekemään kestävästä teknologiasta Suomen talouden uusi tukijalka.

## 7 ILMASTOA SÄÄSTÄVÄ ARKI

**Ihmiset haluavat edistää ilmastonsuojelua, mutta tarvitsevat siihen tukea ja ohjausta. Yhdyskuntasuunnittelulla ja liikennepolitiikalla on tuettava kestävien liikkumisvalintojen tekemistä. Fossiilisten polttoaineiden käytöstä autoissa on vaihteittain luovuttava. Uusien rakennusten tulee tulevaisuudessa tuottaa tarvitsemansa energia mahdollisimman pitkälle itse, ja vanhojen rakennusten energiatehokkuutta on parannettava merkittävästi. Kuluttajilla pitää olla myös riittävästi tietoa kestävien ruokailuvalintojen tueksi.**

Siirtyminen vähäpäästöiseen yhteiskuntaan edellyttää merkittäviä muutoksia tavoissamme käyttää ja tuottaa energiaa, liikkua, kuluttaa, työskennellä sekä viettää vapaa-aikaa. Julkisen vallan ja yritysten valinnoilla voidaan ilmastokuorimitusta vähentää selvästi. Hyvin vähäpäästöiset polut edellyttävät kuitenkin myös kansalaisten laajaa osallistumista pysyviin ilmastotalkoisiin.

Arvot ja asenteet vaikuttavat ilmastonsuojelun edellytyksiin. Mitä valmiimpia ihmiset ovat toimimaan päästöjen vähentämiseksi, sitä paremmin ilmastopoliittinen ohjaus tehoaa. Toisaalta mitä huolestuneempia kansalaiset ovat ilmastonmuutoksesta, sitä halukkaampia he todennäköisesti ovat hyväksymään ja myös vaatimaan tarmokasta ilmastopolitiikkaa päättäjiltä.

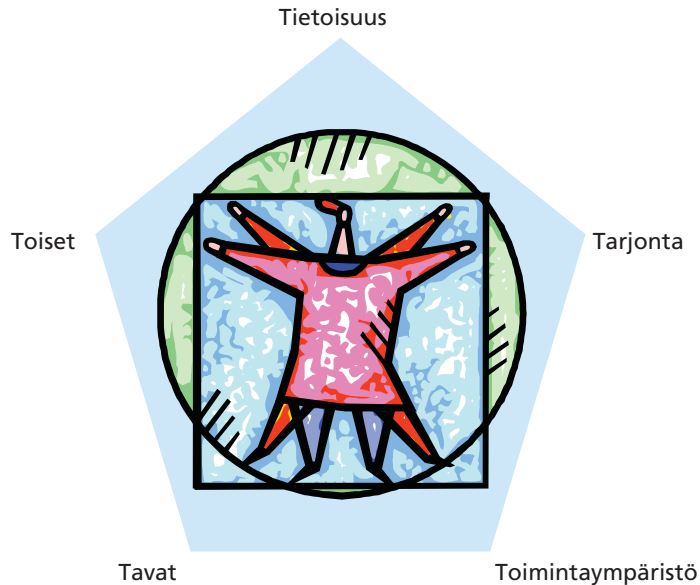
Mielipidetiedustelut osoittavat, että suomalaisten selvä enemmistö on huolissaan ilmastonmuutoksesta ja valmis toimimaan itse päästöjen vähentämiseksi. Huoli ja valmius ovat suuria kaikissa väestöryhmissä, joskin sukupuolen, iän, asuinpaikan ja sosioekonomisen aseman perusteella on jonkin verran eroja.

Toisaalta selvitykset osoittavat, että ihmiset toimivat todellisuudessa vähemmän kuin yleinen muutosvalmius antaisi ymmärtää. Matkalla tuumasta toimeen on useita esteitä:

- tiedon puute: mikä ratkaisu on ilmaston kannalta todella paras?
- arjen hankaluus: säästääkö ilmasto vai valitako helpoin ja halvin ratkaisu?
- vapaamatkustajuus: kannattaako vähentää päästöjä, jos naapuri jatkaa entiseen tapaan?



### **Kaavio 7.1** Ihmisten kulutuskäyttäytymiseen vaikuttavia tekijöitä



Tietoisuuden lisäksi ihmisten arkisiin valintoihin vaikuttavat monet tekijät. Näitä ovat totut tavat, toimintaympäristö, tuotteiden ja palveluiden tarjonta sekä toisten käyttäytyminen. Pyrittäessä ohjaamaan ihmisiä ilmastoa säästäviin valintoihin on vaikutettava kaikkiin viiteen tekijään.

Lähde: Heiskanen, E. 2009. Kuluttajatutkimuskeskus.

Ihmisten ratkaisut riippuvat pitkälle yhteiskunnallisista päätöksistä. Päätöksenteossa on osoitettava selvästi suunta kohti vähäpäästöistä yhteiskuntaa, ja käytännön politiikkojen on johdonmukaisesti tuettava tavoitetta. Yhteiskunnassa on luotava sellaiset puitteet, joissa ilmastoa säästävien valintojen tekeminen on yksilöille helppoa ja kannustavaa. Tähän tarvitaan niin informaatio-, normi- kuin taloudellista ohjausta.

Kansalaisille on tarjottava konkreettisia välineitä osallistua ilmastotalkoisiin. Yksi tällainen voi olla mahdollisuus uusiutuvan energian hajautettuun pientuotantoon. Myös kansalaisjärjestöjen ja -ryhmien työtä ilmastoa säästävien ratkaisujen levittämisessä on tuettava.

### **Arjen tärkeimmät päästölähteet**

Valtaosa suomalaisten arjen ilmastokuormituksesta tulee kolmelta alueelta: liikenteestä, asumisesta ja ruoasta. Toimenpiteet kannattaa kohdentaa ensisijaisesti sinne, missä voidaan saavuttaa suurimmat päästövähennykset.

Liikenne tuottaa Suomen päästöistä vajaan viidenneksen, ja vuosina 1997–2007 päästöt kasvoivat runsaat 15 prosenttia. Reilu puolet liikenteen päästöistä tulee henkilöautoilusta.

Vähäpäästöiseen liikennejärjestelmään siirtyminen edellyttää ennen kaikkea ajoneuvoteknologian kehittämistä ja energiatehokkuuden parantamista. Lisäksi tarvitaan liikennetarpeen vähentämistä, joukko- ja kevyen liikenteen houkuttelevuuden lisäämistä sekä vaiheittaista luopumista fossiilisten polttoaineiden käytöstä.

Asuin- ja palvelurakennukset kuluttavat Suomessa yhteensä noin 40 prosenttia energiasta ja tuottavat lähes 30 prosenttia ilmastopäästöistä. Lämmitysenergian ja kotitaloussähkön käyttöä tehostamalla sekä vähäpäästöisiin ja päästöttömiin energianlähteisiin siirtymällä voidaan asumisen kuormitusta leikata merkittävästi.

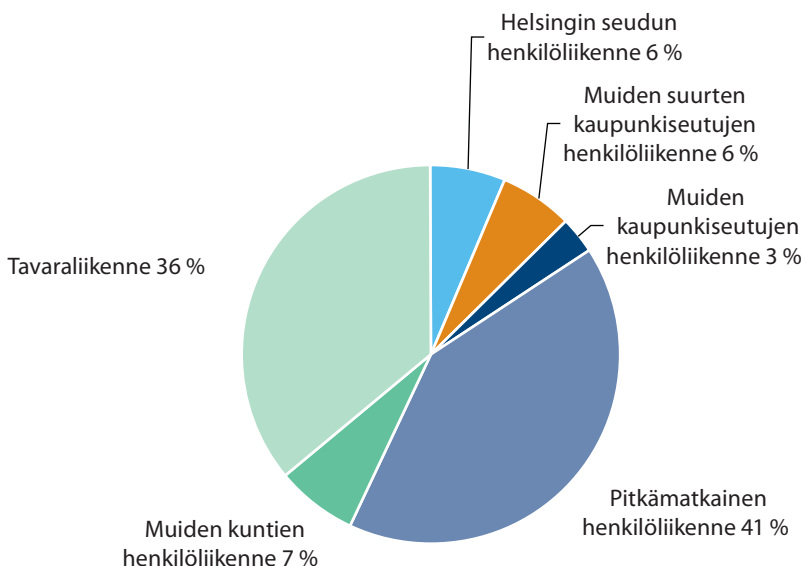
Ruuan osuus arjen ilmastokuormituksesta on lähes neljännes suomalaisten yksityisestä kulutuksesta. Suurin kuormitus tulee eläinperäisistä tuotteista. Ruokailusta syntyviä päästöjä voi vähentää olennaisesti monilla erilaisilla valinnoilla ja eri ruokavalioissa.

Yhteiskunnan päätöksillä on edistettävä ilmastoa säästävien elämäntapojen yleistymistä. Parhaassa tapauksessa vähäpäästöisestä arjesta tulee yleisesti tavoiteltua. Yhteiskunnan ohjauksen lisäksi tarvitaan sosiaalisten verkostojen, yhteisöjen ja ryhmien vertaispainetta.

### **Vähäpäästöinen liikennejärjestelmä**

Suomessa on yksi henkilöauto suunnilleen kahta ihmistä kohti – enemmän kuin OECD:n eurooppalaisissa jäsenmaissa keskimäärin. Autojen keski-ikä on noin 11 vuotta ja keskimääräinen romutusikä 18 vuotta. Kotimaan matkasuoritteesta yli puolet tulee vierailu- ja vapaa-ajan matkoista. Työmatkojen osuus on runsas neljännes, ostos- ja asiointimatkojen noin kolmannes.

## Kaavio 7.2 Liikenteen hiilidioksidipäästöjen jakautuminen liikennelajeittain



Noin 64 % hiilidioksidipäästöistä on peräisin henkilöliikenteestä ja noin 36 % tavaraliikenteestä. Lähes kaksi kolmasosaa henkilöliikenteen hiilidioksidipäästöistä on peräisin pitkämatkaisesta eri seutukuntien välisestä liikenteestä, johon kuuluvat myös laiva- ja lentoliikenteen päästöt.

Lähde: Kalenoja, H., Mäntynen, J., Kallberg, H., Jokipii, T., Korpela, K. & Kulmala, M. 2002. Liikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämismahdollisuudet Suomessa. CLIMTECH-tutkimusohjelma, Mobile 2 -tutkimuskokonaisuus. TTKK, Liikenne- ja kuljetustekniikan tutkimuksia 48. Tampere, s. 11.

Autoilun päästöjä voidaan vähentää pääosin neljällä tavalla:

- parantamalla ajoneuvoteknologiaalla energiatehokkuutta ja siirtymällä vähäpäästöisiin energianlähteisiin
- vähentämällä liikennetarvetta
- ohjaamalla käyttöä joukko- ja kevyeen liikenteeseen
- ottamalla käyttöön taloudellisia ohjauskeinoja

Vähäpäästöisen liikennejärjestelmän luomisessa tarvitaan kaikkia neljää keino-ryhmää. Liikennetarvetta voidaan vähentää eheyttämällä yhdyskuntarakennetta, turvaamalla lähipalveluita sekä edistämällä etätyötä ja -asioimista. Jos päivittäis- palveluita on kattavasti saatavilla kävelymatkan päässä, vähenee tarve henkilö- auton käytölle. Liikennetarpeen vähentäminen ei merkitse liikkumisen rajoittamista, vaan arjen mahdollistamista ilman, että on pakko liikkua niin paljon kuin nykyään.

Tulevaisuuden liikennepolitiikassa on haettava uudenlaisia ratkaisuja vanhan investointipainotteisen politiikan sijaan. Tähän tarjoaa keinoja ns. neliporrasperiaate. Sen mukaan liikenneongelmia ratkaistaessa tarkastellaan ensin, voidaanko

ongelma hoitaa liikenteen kysyntään vaikuttamalla. Sitten tutkitaan mahdollisuudet olemassa olevan liikennejärjestelmän tehostamiseen. Vasta jos pienet nykyisten väylien parantamistoimetkaan eivät riitä, tarkastellaan uusia väylähankkeita.

Monissa Euroopan maissa on saatu hyviä kokemuksia liikkumisen ohjauksesta (mobility management). Siinä liikennejärjestelmää tarkastellaan kokonaisuutena ja kestävää liikkumista edistetään tiedotuksella, koordinoimalla ja helpottamalla eri kulkutapojen yhdistämistä. Joillakin työpaikoilla ohjauksella on pystytty vähentämään yksityisautoilun osuutta työmatkoilla 10–30 prosenttia. Ohjaus voidaan järjestää palvelukeskuksissa valtakunnallisesti ja alueellisesti suurimmilla kaupunkiseuduilla.

Lupaavia mahdollisuuksia on myös niin sanotun älykkään liikenteen ratkaisussa, jotka soveltavat liikenteeseen informaatio- ja viestintäteknologiaa. Älykkään liikenteen sovelluksia ovat mm. joukkoliikenteen liikennevaloetudet, odotusajasta kertovat opastimet ja matkustajille tarjottava langaton verkko. Autoilussa voidaan hyödyntää ruuhka- ja häiriötiedotteita, kuljettajan opastusta, automaattista kolarihälytystä sekä paikannukseen perustuvia tienkäyttömaksuja.

Älykkään liikenteen ratkaisut ovat usein hyvin kustannustehokkaita. Monien arvioiden mukaan ne voivat merkitä ilmastonsuojelun ohella lähivuosisikymmeninä liikenteen suurinta murrosta. Yksin videoneuvottelujen yleistyminen voisi vähentää lentäen ja autolla tehtäviä kotimaan työasiointimatkoja 10–15 prosenttia.

## **Ajoneuvoteknologiassa suuret mahdollisuudet**

Autoilun energiatehokkuutta on mahdollista parantaa lukuisin keinoin. Nykyisiä polttomoottoreita voidaan tehostaa teknisesti, auton painoa keventää ja polttoaine vaihtaa bensiinistä dieseliin. Sähkö- ja polttomoottorit yhdistävä hybridi-auto voi leikata polttoaineen kulutusta kolmisenkymmentä prosenttia, ladattava hybridi-auto tätäkin enemmän.

Fossiilista bensaa ja dieseliä voidaan korvata autoissa erityisesti maakaasulla, biopolttoaineilla ja sähköllä. Biopolttoaineiden ilmastotaseet vaihtelevat rajusti: parhaat biopolttoaineet leikkaavat päästöt murto-osaan, kun taas osa vaihtoehtoista tuottaa elinkaaren aikana jopa enemmän päästöjä kuin maaöljypohjaiset polttoaineet. Erityisen haitallisia ovat biopolttoaineet, joiden raaka-aineen tuotanto hävittää luonnontilaisia metsiä

Ilmaston kannalta suotuisimpia ovat jätteistä valmistettavat biopolttoaineet kuten maatilojen ja vedenpuhdistamojen lietteestä mädätettävä biokaasu sekä elintarviketeollisuuden jätteistä ja kuitupakkauksista valmistettava etanoli. Myös metsä- ja peltoselluloosasta tai merileivistä valmistettavissa toisen sukupolven biopolttoaineissa päästään hyvään ilmastotaseeseen. Tulevaisuudessa biopoltto-

aineiden raaka-aineita kuten jatrofapensasta viljeltäneen tropiikissa erityisesti ruoantuotantoon kelpaamattomilla marginaalisilla mailla.

Keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä yksi lupaavimmista keinoista päästöjen vähentämisessä on autokannan sähköistäminen. Sähkömoottorin energiatehokkuus on olennaisesti polttomoottoria parempi, joten sähköautoihin siirtyminen vähentäisi päästöjä jopa siinä tapauksessa, että sähkö tuotettaisiin pääosin fossiililla polttoaineilla. Yhdysvalloissa on arvioitu, että suurin osa maan autokannasta voitaisiin korvata ladattavilla hybridautoilla käyttämällä nykyistä sähköntuotantokapasiteettia huippukulutuksen ulkopuolella ilman tarvetta uudelle kapasiteetille.

Autoilun päästöjä voitaisiin leikata noin 30 prosenttia jo sillä, että ladattavien hybridautojen osuus kasvaisi Suomessa puoleen ja niissä käytettäisiin keskimäärin pohjoismaisilta markkinoilta nykyään saatavaa sähköä. Tulevaisuudessa teknologia mahdollistaa päästöttömän autoliikenteen, jos siirrytään päästöttömästi tuotetulla sähköllä kulkeviin autoihin. Kaikella sähköntuotannolla on tosin omat haittansa, joten sähköautoihinkin perustuva liikenne ei olisi vailla ongelmia.

Sähköautojen nopea käyttöönotto edellyttää julkisen vallan toimia. Taloudellisella ohjauksella voidaan sähköautojen hankinta tehdä nykyistä houkuttelevammaksi. T&K-rahoituksella voidaan edistää teknologian kehittämistä ja yritysten ja kaupunkien kumppanuuksilla lataus- tai akkujenvaihtoverkon rakentamista. Käynnistämällä ripeästi pilottihankkeita Suomi voi olla eturintamassa ja hyödyntää saatuja kokemuksia vientimarkkinoilla. Vuoteen 2050 mennessä autokanta ehtii uusiutua useamman kerran, joten edellytykset päästöttömiin ajoneuvoihin siirtymiselle ovat olemassa.

Pitkällä aikavälillä toimiva vaihtoehto voi olla myös vety. VTT arvioi, että vetyä käyttävät polttokennoautot voisivat yleistyä 2020-luvulta alkaen. Vedyn laajamittainen käyttö edellyttää kuitenkin merkittäviä teknisiä harppauksia ja kalliita investointeja tuotantoon, jakeluun ja käyttöön. Vedyn ilmastomyötäisyys riippuu siitä, millä se tuotetaan. Autovalmistajat selvittävät myös paineilman käyttöä liikenteessä.

Euroopan unioni on asettanut tavoitteeksi laskea uusien myytyjen henkilöautojen keskipäästöt 130 grammaan hiilidioksidia kilometriltä vuoteen 2015 mennessä. Vuoteen 2020 mennessä päästöjen tulee laskea tasolle 95 g CO<sub>2</sub>/km.

Pitkällä aikavälillä päästöjen tulee laskea lisää merkittävästi niin, että vaiheittain siirrytään lähes päästöttömään tieliikenteeseen. Tärkeimmät tekijät autojen ominaispäästöjen vähentämisessä ovat moottoritekhnologia, sähköautot ja biopolttaineet.

Suomessa asetetaan suuntaa antavaksi tavoitteeksi, että henkilöautokannan suorat ominaispäästöt ovat vuonna 2030 enintään 80–90 g CO<sub>2</sub>/km. Tästä päästöjen tulee edelleen laskea niin, että ne ovat enintään 50–60 g vuonna 2040 ja 20–30 g vuonna 2050. Tavoitteisiin lasketaan päästöt fossiilisten polttoaineiden käytöstä liikenteessä, kun taas autoissa käytetyn sähkön ja biopolttoaineiden päästöt lasketaan niiden tuotannon taseisiin. Myös sähkön ja biopolttoaineiden tuotannon päästöjä tulee vähentää määrätietoisesti.

Autokannan päästötavoitteiden saavuttaminen riippuu globaalista ajoneuvoteknologian kehityksestä. Energiatohokkaiden autojen ja vähäpäästöisten energianlähteiden käyttöönottoa voidaan vauhdittaa vahvalla kotimaisella ohjauksella kuten autoilun verotuksella. Selonteon skenaariotyön perusteella näyttää siltä, että autokannassa voidaan tarvita tätäkin suurempia päästövähennyksiä. Autokannan ominaispäästöihin kohdistuvien toimien lisäksi on välttämätöntä vaikuttaa merkittävästi liikennetarpeeseen ja kulkumuotojakaumaan.

### **Laatikko 7.1** Lentoliikenteen päästöjen vähentäminen

Lentoliikenteen osuus maailman suorista ilmastopäästöistä on vielä sinänsä vähäinen, kolmisen prosenttia. Lentokoneiden typenoksidit ja tiivistymisvanat kuormittavat kuitenkin kaksin- tai jopa nelinkertaisesti pelkkiin hiilidioksidipäästöihin verrattuna. Lisäksi lentokoneet voivat kiihdyttää ilmastoa lämmittävien pilvien muodostumista.

Ongelmallista on myös lentoliikenteen nopea kasvu. Esimerkiksi vuosina 1990–2005 lentoliikenteen päästöt kasvoivat EU:ssa peräti 85 prosenttia, kun unionin yhteenlasketut päästöt muuten pysyivät lähes vakiona.

Lentämisen päästöjä voidaan vähentää mm. käyttöastetta nostamalla ja reittejä, lennonjohtoa ja teknologiaa kehittämällä. Lähestymiset jatkuvalla liu'ulla voivat leikata lähestymisvaiheen päästöjä 10–30 prosenttia. Vuoden 2015 tienoilla markkinoille odotetaan suihkukoneita, joiden energiatehokkuuden pitäisi olla viidenneksen nykyistä parempi. Lentokonekalusto uusiutuu kuitenkin varsin hitaasti.

Iso osa kotimaan lennoista voidaan korvata nopeuttamalla junayhteyksiä. Kansainvälisen lentoliikenteen ottaminen mukaan EU:n päästökauppaan kannustaa järjeistämään lentämistä. Samalla tavalla vaikuttaisi lentoliikenteen verohelpotusten poistaminen.

Pitkällä aikavälillä vaihtoehtoiset polttoaineet voivat olla yksi mahdollisuus. Ilmailuala testaa jo puoliiksi biopolttoaineita käyttäviä moottoreita. Kansainvälinen ilmakuljetusliitto IATA on asettanut tavoitteeksi, että vuonna 2017 kymmenys kulutuksesta katettaisiin vaihtoehtoisilla polttoaineilla.

### **Joukko- ja kevyen liikenteen edistäminen**

Joukkoliikenteen osuus matkoista on nykyään 8 ja suoritteestakin vain 16 prosenttia. Koulu- ja opiskelumatkoista liki puolet tehdään joukkoliikenteellä, mutta ostos- ja asiointimatkoista osuus on vain kuusi prosenttia. Joukko- ja kevyen liikenteen käytön edistäminen paitsi leikkaa liikenteen päästöjä, myös vähentää

ruuhkia, melua ja onnettomuuksia sekä parantaa ihmisten liikkumismahdollisuuksia.

Joukkoliikenteen suosiota voidaan kasvattaa nopeuttamalla yhteyksiä, lisäämällä tarjontaa, alentamalla lippujen hintoja ja parantamalla palvelun laatua. Lippujen hintoja voi alentaa toimintaa tehostamalla ja kilpailua lisäämällä, veroja (esimerkiksi joukkoliikenteen polttoainevero ja arvonlisävero) alentamalla sekä julkisia tukia lisäämällä. Liityntäpysäköinnin parantaminen helpottaa autoilijoiden siirtymistä joukkoliikenteen käyttöön. Työsuhdematkalipun tekeminen nykyistä houkuttelevammaksi lisää joukkoliikenteen käyttöä työmatkoilla.

Joukkoliikenteen edistäminen edellyttää myös investointeja erityisesti raiteisiin. Sekä henkilö- että tavaraliikenteen kannalta on välttämätöntä rakentaa lisäraidepareja ja ohituspaikkoja ruuhkaisille osuuksille. Ratojen välityskykyä parantamalla voidaan vähentää junien myöhästelyjä ja lisätä vuoroja. Maakuntakeskukset on kytkettävä toisiinsa ja pääkaupunkiseutuun nykyistä selvästi nopeammilla junayhteyksillä. Näin voidaan korvata osa maan sisäisestä lentoliikenteestä ja kannustaa ihmisiä siirtymään teiltä raiteille. Suurilla kaupunkiseuduilla on potentiaalia lähijunaliikenteessä ja pikaraitiovaunuissa.

Pitkällä aikavälillä tarvitaan kokonaan uusia ratoja. Tulevien vuosikymmenien ratahankkeisiin on syytä varautua hyvissä ajoin. Hankkeita on arvioitava kokonaistaloudellisuuden näkökulmasta.

Jalankulun ja pyöräilyn edellytyksiä voidaan parantaa mm. luomalla kattava, turvallinen ja viihtyisä kevyen liikenteen reittiverkosto. Palvelupisteissä, asemilla ja kodeissa tulee olla turvalliset pyöräpysäköintipaikat.

Kansainvälisten kokemusten valossa on epätodennäköistä, että päästöjä voidaan vähentää merkittävästi pelkästään kannustimin samalla rajoittamatta autoilua kaupunkiseuduilla. Parhaiten ihmisten liikennekäyttäytymiseen vaikuttaa kepin ja porkkanan yhdistelmä, jolla tehdään kestävästä ratkaisusta enemmän ja kestävämmästä vaihtoehdoista vähemmän houkuttelevia. Autoilua ei kuitenkaan voi vaikeuttaa alueilla, joilla se on tosiasiallisesti ainoa vaihtoehto.

## **Laatikko 7.2** Mökkeily ja ilmastonsuojelu

Noin 4/5 vapaa-ajan asumiseen liittyvästä energiankulutuksesta aiheutuu matkoista. Suomalaiset tekevät yli viisi miljoonaa mökkimatkaa vuodessa, näistä 95 prosenttia yksityisautoilla. Kotimaassa tehdyistä vapaa-ajan matkoista mökkimatkojen osuus on noin viidennes. Toisaalta mökkeilyyn liittävä liikenne voi osin korvata muuta vapaa-ajan matkailua.

Mökkien määrän ja koon kasvu sekä varustelutason nousu ovat lisänneet vapaa-ajan asumisen ilmastokuormitusta. Mökkikannasta viidennes pidetään talvisin lämpimänä, uusista mökeistä jo yli 60 prosenttia. Sähköä mökit kuluttavat noin 800 gigawattituntia vuodessa. Kahden ihmisen säännöllinen mökkeily kuormittaa ilmastoa suunnilleen saman verran kuin vuotuinen lento Thaimaahan, jos mökissä pidetään peruslämpö sähkölämmityksellä ja mökille kuljetaan autolla.

Myös mökkeilystä tulee tehdä vähäpäästöistä. Vakiotehoinen kuivanapitolämmitys leikkaa lämmitystarvetta, ja pakkaskestävän vesihuoltojärjestelmän avulla rakennuksen voi jättää talvisin kylmäksi.

Vuokrauksella ja yhteiskäytöllä voidaan vähentää lämmitettävän tilan määrää. Mokeilla voidaan myös siirtyä hajautettuun uusiutuvan energian tuotantoon. Kutsujoukkoliikenne ja mökkien kaavoittaminen kohtuullisten joukkoliikenneyhteyksien lähelle voivat auttaa vähentämään automattoja.

## **Tavoitteena ekotehokas yhdyskuntarakenne**

Yhdyskuntarakenne liittyy päästöihin monin tavoin. Kaupunki- ja taajamaseuduilla hajanainen rakenne lisää infrastruktuurin rakentamisen ja ylläpidon kuormitusta asukasta kohden ja esimerkiksi kaukolämmön järjestäminen vaikeaa. Hajautunut rakenne myös kasvattaa palveluiden järjestämisen kustannuksia ja lisää liikenteessä kuluvaa aikaa.

Erityisesti suurten kaupunkien mutta myös muilla kaupunkiseuduilla hajautunut yhdyskuntarakenne merkitsee pitkiä etäisyyksiä kodin, työpaikan ja palvelujen välillä, mikä lisää liikennetarvetta – tai oikeastaan liikkumisen pakkoa. Kun matkat ovat pitkiä, kevyt liikenne on harvoin todellinen vaihtoehto eikä toimivalle joukkoliikenteelle riitä asiakaspohjaa. Esimerkiksi Helsingin seudun reuna-alueiden pienissä taajamissa henkilöautosuorite on asukasta kohti nelinkertainen suurten kaupunkien jalankulkuvyöhykkeisiin verrattuna.

Muutokset yhdyskuntarakenteessa tapahtuvat hyvin hitaasti. Kerran rakennettu yhdyskuntarakenne ohjaa ja osin pakottaa ihmisiä tiettyihin valintoihin vielä useiden kymmenien vuosien päästä, ja sen muuttaminen myöhemmin on erittäin vaikeaa. Vähäpäästöistä yhdyskuntarakennetta onkin tietoisesti tehtävä jo nykyään, ja tämän varmistamiseksi on haettava riittäviä ohjauskeinoja.

Kotimaisten tutkimusten mukaan erot yhdyskuntarakennerratkaisuissa voivat vaikuttaa ilmastopäästöihin seututasolla kymmenyksen luokkaa ja asuntoalueta-



solla jopa 50 prosentin verran. Keskeisesti kaupunkirakenteessa sijaitsevilla alueilla liikenteen päästöt kerrosneliometriä kohti ovat pienimmät, haja-asutusalueella näihin verrattuna selvästi suuremmat. VTT:n arvion mukaan yhdyskuntarakenteen hajautumista hidastamalla voitaisiin vuonna 2050 henkilöautosuoritetta vähentää 12 prosenttia muuten toteutuvasta kehityksestä.

Riittävä asukastiheys ja nauhamainen yhdyskuntarakenne parantavat joukkoliikenteen edellytyksiä. Vähintään 20 asukasta hehtaarilla riittää mahdollistamaan toimivan joukkoliikenteen. Tällaisilla alueilla asuvien osuus väestöstä on kuitenkin viidentoista viime vuoden aikana laskenut kaikilla suurilla ja keskisuurilla kaupunkiseuduilla Helsinkiä lukuun ottamatta. Samalla suomalaisten työmatkojen keskimääräinen pituus on parissa kymmenessä vuodessa yli kaksinkertaistunut.

Tiiviskin asuinalue voi olla pienimittakaavainen ja kodikas. Esimerkiksi Lehtovuoren alue Helsingin Konalassa koostuu kaksikerroksisista puutaloista, mutta sen aluetehokkuus on samaa luokkaa kuin 70-luvun kerrostalolähiöissä.

Eheä yhdyskuntarakenne ei edellytä asutuksen keskittämistä suuriin kaupunkeihin. Sisäisen liikenteen kannalta optimaalinen yhdyskunnan koko voi olla pienen tai keskisuuren kaupungin luokkaa, sillä silloin lähes koko kaupunki on saavutettavissa kävellen tai pyörällä. Radanvarsien ja joukkoliikennekäytävien hyödyntäminen verrattain pienten, mutta tiiviisti rakennettujen yhdyskuntien helminauhoina on yksi malli, jolla voidaan yhdistää rakenteen eheyden ja luonnonläheisen asumisen tavoitteita. Pääkaupunkiseudulla taajamat muodostavat nykyään ruudukon, joten sujuvia joukkoliikenneyhteyksiä tarvitaan sekä pitkä- että poikittaissuunnissa.

Kaupunkiseuduilla kotien, palveluiden ja työpaikkojen tulee olla mahdollisimman hyvin saavutettavissa joukko- ja kevyellä liikenteellä. Tämä edellyttää seudullista yhdyskunta- ja liikennesuunnittelua. Erityisesti runsaasti henkilöliikennettä aiheuttavat toiminnot tulee ohjata olemassa olevan yhdyskuntarakenteen sisään tai muutoin toimivan joukkoliikenteen äärelle. Helsingin seudulla avainasemassa on asemien lähialueiden hyödyntäminen viihtyisällä ja turvallisella tavalla. Tärkeää on myös työpaikkaomavaraisuuden lisääminen alueilla, joilta nyt matkustetaan työhön muualle.

Eri alueilla ja tilanteissa tarvitaan yhdyskuntasuunnittelussa erilaisia ratkaisuja. Harvaan asutuilla seuduilla hajautunutkin yhdyskuntarakenne voi olla ilmastopoliittisesti hyvä, jos se mahdollistaa muun muassa uusiutuvan energian kaupunkiasumista paremman ja kestävästi hyödyntämisen. Maaseudulla olevan ja sinne hakeutuvan uuden asutuksen energiankäyttöä on mahdollista ohjata entistä enemmän lähialueisiin tukeutuvan, uusiutuvan bioenergian käytön ja etätömahdollisuuksien hyödyntämisen suuntaan.

Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden mukaisesti suunnataan maaseudun asutusta, joukkoliikennettä ja muita toimintoja tukemaan maaseudun taajamia ja kyläverkostoja sekä infrastruktuuria.

## **Kohti nollaenergiataloja**

Suomessa on yli 1,4 miljoonaa rakennusta, näistä valtaosa asuintaloja. Rakennuskanta on verraten nuorta, ja se uusiutuu noin 1,5 prosentin vuosivauhtia. Kaukolämpö on tärkein lämmitystapa, mutta myös öljyllä ja sähköllä lämmitetään paljon erityisesti pientaloja.

Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen on sekä merkittävimpiä että kustannustehokkaimpia tapoja vähentää päästöjä. Toisaalta rakennussektorilla on myös erityisiä haasteita. Rakennuskanta on pitkäikäistä ja se uusiutuu hyvin hitaasti. Valtaosa tänään rakennettavista taloista on käytössä vielä vuonna 2050. Nyt tehtävillä ratkaisuilla päätetään siis osittain, kuinka hiili-intensiiviseen polkuun Suomi tuleviksi vuosikymmeniksi sitoutuu.

Sektorin tärkeyden takia asetetaan tavoitteeksi tehostaa koko rakennuskannan energiankäyttöä niin, että energiankulutus on nykytasoa vähintään 30 prosenttia pienempi vuonna 2030, 45 prosenttia pienempi vuonna 2040 ja 60 prosenttia pienempi vuonna 2050. Rakennuskannan energiankulutusta vähentävät energiatehokas uudisrakentaminen, vanhan kannan poistuma sekä energiatehokkuutta parantava korjausrakentaminen.

Uusien rakennusten energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa ympäristöministeriön asetuksina antamalla rakentamismääräyksillä. Ministeriö on päättänyt tiukentaa energiankulutusta sääteleviä normeja 30 prosentilla vuonna 2010. Tarkoitus on edelleen tiukentaa tehokkuusvaatimusta 20 prosenttia vuonna 2012. Samalla siirrytään kokonaisenergiakulutukseen perustuvaan sääntelyyn ja otetaan huomioon lämmitystavan vaikutus päästöihin.

Esitetyt uudistukset vievät uusien rakennusten kulutuksen vaiheittain nykyistä selvästi paremmalle matalaenergiatasolle. Rakennusteknologia mahdollistaa kuitenkin vieläkin energiatehokkaampia ratkaisuja. Isossa-Britanniassa tavoitteena on, että vuodesta 2016 eteenpäin kaikki uudet rakennukset ovat nollaenergiataloja. Ranskassa puolestaan pitäisi vuonna 2020 uusien rakennusten olla plusenergiataloja eli tuottaa enemmän energiaa kuin kuluttavat.

Sekä Kansainvälinen energiajärjestö IEA että EU:n komissio ja parlamentti ovat esittäneet siirtymistä kohti passiivitaloja. Tavoitteena tulee Suomessakin olla, että lopulta uudet rakennukset eivät tarvitse lainkaan ulkopuolista lämmitysenergiaa. Myös energiaa yli oman tarpeen tuottavia plusenergiataloja tulee aktiivisesti edistää.

Samalla on kiinnitettävä nykyistä enemmän huomiota muuhun kulutukseen kuten kiinteistö- ja huoneistosähkön sekä lämpimän käyttöveden tarpeeseen. Rakentamisessa sekä kiinteistöjen käytössä ja ylläpidossa tulee hyödyntää tehokkaasti ja kehittää automaattioratkaisuja energiatehokkuuden parantamiseksi (esim. laitteiden ohjaus ja seuranta sekä kulutuksen mittaaminen ja laskutus). Energiatehokkuuden parantamisen rinnalla on kehitettävä rakentamisen laatua ja terveellisyyttä.

Haasteellisin on nykyinen rakennuskanta. Erityisesti 2010- ja osin 2020-luvullakin tulee merkittävä määrä asuinrakennuksia peruskorjausikään. Energiatehokkuus otetaan kuitenkin vielä heikokosti huomioon korjaushankkeissa. Normiohjausta on usein pidetty melko huonosti nykyiseen rakennuskantaan sopivana ohjauskeinona. Toisaalta julkisin varoin on käytännössä mahdotonta merkittävästi vauhdittaa parannuksia 2,7 miljoonan asunnon energiatehokkuudessa.

Tanskassa energiatehokkuutta veloitetaan parantamaan peruskorjausten ja muiden merkittävien muutostöiden (esimerkiksi ikkunoiden ja ovien vaihto, lämmön talteenoton asentaminen) yhteydessä, ja vastaavaa uudistusta valmistellaan EU:ssa. Onkin perusteltua laajentaa rakentamismääräyksiä edellyttämään olemassa olevilta rakennuksilta energiatehokkuuden parantamista peruskorjausten yhteydessä. Energiatehokkuustoimikunnan mukaan nykyisen rakennuskannan energiatehokkuutta voisi parantaa 30–50 prosenttia. Energianormit kannattaa ulottaa koskemaan myös uusia vapaa-ajan asuntoja.

Erityisesti vähävaraisten kotitalouksien energiakatselmusten ja -remonttien tukemiseen on haettava riittävät keinot. On myös tunnustettava, että joissakin tapauksissa kestävin ja kustannustehokkain ratkaisu on energiatehottoman rakennuksen purkaminen ja korvaaminen uudella. Koska käyttötottumukset vaikuttavat kulutukseen merkittävästi, tarvitaan lisäksi asukkaille suunnattua tiedotusta ja neuvontaa.

Suomen ympäristökeskuksen vertailun mukaan kerrostaloissa kuluu lämmitykseen keskimäärin 241 kilowattituntia asuinneliötä kohti. Saman vertailun mukaan pien- ja rivitaloissa kulutus on keskimäärin selvästi pienempää, 190 kilowattituntia asuinneliötä kohti. Ero johtuu mm. porraskuilun, käytävien ja varastojen tarvitsemasta lämmöstä. Kulutusta voidaan osaksi pienentää huoneistokohtaisilla lämmönkulutusmittareilla ja laskutuksella.

Täysin uudenlaisiakin keinoja on syytä harkita. Tällaisia voivat olla esimerkiksi kiinteistöveron ja tonttivuokran porrastaminen rakennuksen käyttämän energialähteen ja energiatehokkuuden mukaan tai lisärakennusoikeuden myöntäminen olennaisista parannuksista energiatehokkuudessa tai siirtymisestä ilmasto-

myötäiseen energiamuotoon. Myös energiatodistuksen soveltamisalan laajentaminen ja tiedotuskampanjat tukevat tätä työtä.

Lämmityksen päästöihin vaikuttaa paitsi lämmitysenergian kulutus, myös lämmön tuotantotapa. Erityisesti pientaloissa päästöjä voidaan vähentää merkittävästi käyttämällä paikallisia uusiutuvia energianlähteitä kuten pellettilämmitystä, lämpöpumppuja ja aurinkokeräimiä.

Energiatehokkuuden parantamisen ohella on ohjattava vähäpäästöisiin lämmitystapoihin. Fossiilisen polttoöljyn käytöstä ja suorasähkölämmityksestä muissa kuin kaikkein energiatehokkaimmissa rakennuksissa on vaihteittain luovuttava. Energiatehokkaan rakentamisen yleistyessä kaukolämmön rinnalle tulee yhä useammin kiinteistökohtaisia ratkaisuja. Kestäviä lämmitystapoja voidaan edistää tiedotuksen, kannustimien, vero-ohjauksen ja rakentamismääräysten yhdistelmällä.

### **Laatikko 7.3** Puurakentaminen ja ilmasto

Rakennusten ilmastokuormitukseen vaikuttavat myös rakennusmateriaalit. Puurakenteet kuluttavat valmistuksessa vähemmän energiaa kuin betoni, ja puuta käytettäessä voidaan rakentamisen sivuvirrat hyödyntää energiaksi.

Periaatteessa metsien hiiltä voidaan myös sitoa puurakennuksiin. Metlan arvion mukaan puurakennuksiin on Suomessa sitoutunut hiilidioksidia reilun vuoden päästöjen verran. Puurakentaminen voi tarjota myös vientimahdollisuuksia.

Pohjoismaisessa tutkimuksessa verrattiin kahta muuten samanlaista vaihtoehtoa, joista toisessa maksimoitiin puu- ja toisessa betonirakenteet. Sadan vuoden ajanjaksolla betonivaihtoehdossa arvioitiin syntyvän 230 kiloa hiilidioksidia kerrosneliometriä kohti. Puuvaihtoehdossa puolestaan voitaisiin välttää 260 kiloa hiilidioksidia per kerrosneliö. Maksimoimalla puun käyttö uudisrakentamisessa päästöjä voisi säästää noin kaksi prosenttia Suomen vuotuisista päästöistä.

## **Ilmastoa säästävät ruokavalinnat**

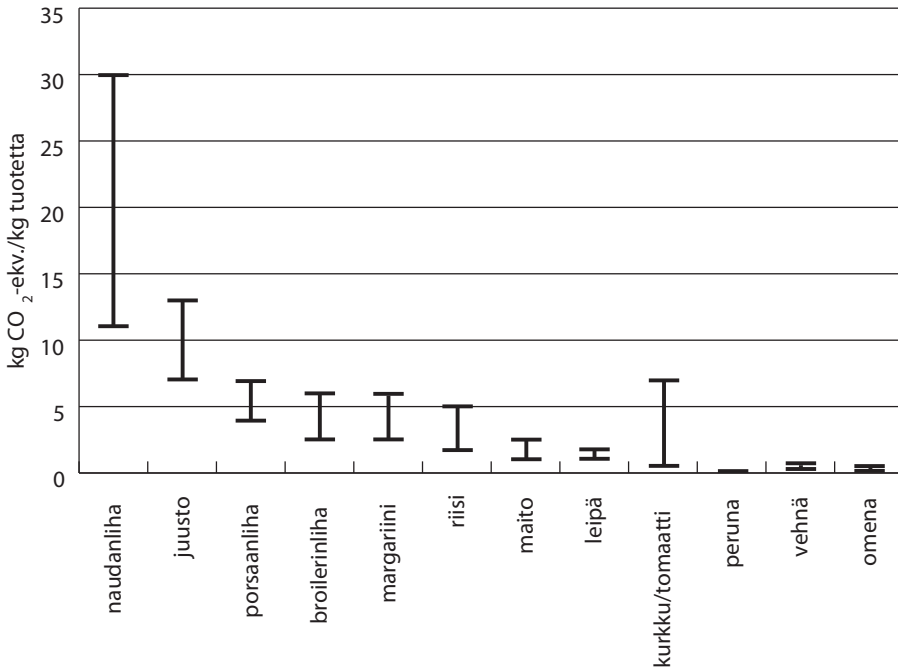
Elintarvikkeiden päästötaakka vaihtelee merkittävästi, ja eri tuotteilla päästöt syntyvät elinkaaren eri vaiheissa. Esimerkiksi juuston ilmastovaikutuksesta noin kolme neljännestä tulee maataloudesta. Oluen suurin kuorma aiheutuu jakelusta ja kaupasta, juustokermaperunoiden taas kylmäsäilytyksestä kaupassa.

Kuluttajien käyttötavatkin vaikuttavat. Jos kaurapuuron valmistaa sähköliedellä, tulee kypsennyksestä valtaosa päästöistä. Jos taas käyttää mikroaaltouunia, leikkautuvat päästöt murto-osaan.

Sen sijaan pakkausten ja kuljetusten osuus on yleensä melko vähäinen. Joissakin tapauksissa voikin olla ilmastotaseen kannalta parempi tuottaa osa ruoasta

siellä, missä luonnonolot ovat viljelylle suotuisimmat. Esimerkiksi fossiilista energiaa käyttäen viljellyt kotimaiset kasvihuonevihannekset kuormittavat yleensä ilmastoa enemmän kuin lämpimistä maista tuodut vihannekset. Ero tosin kaventuu sitä mukaa, kun Suomessa tuotanto tehostuu ilmaston lämmitessä ja uusiutuvan energian käyttö lisääntyy.

**Kaavio 7.3** Elintarvikkeiden hiilitaseita



Arvioita joidenkin elintarvikkeiden hiilitaseiden vaihteluväleistä eri tutkimusten mukaan.

Lähde: Katajajuuri, Juha-Matti. 2009.

Pääsääntöisesti eniten ilmastoa kuormittavat eläinkunnan tuotteet. YK:n maatalous- ja elintarvikejärjestön FAOn selvityksen mukaan karjatalous tuottaa viidenneksen maailman päästöistä – enemmän kuin liikenne. Puolet kuormituksesta tulee karjatalouden aiheuttamasta metsäkadosta, toinen puolet erityisesti karjan ruoansulatuksen metaani- ja lannan dityppioksidipäästöistä. Yhden juustokilon ilmastokuormitus vastaa noin 60 kilometrin ajoa henkilöautolla.

Eläinkunnan tuotteissa on kuitenkin eroja. Eniten kuormittaa naudanliha, vähiten riisi, jos sen takia ei jouduta ajamaan autolla pitkiä matkoja. Jos keskivertosuomalainen korvaisi vuosittain syömänsä 18 kiloa naudanlihaa broilerilla tai sianlihalla, kevenisi ilmastokuormitus yhden etelänlennon verran. Ilmaston kannalta myös kasvispainotteinen tai kasvisruokavalio on suositeltava valinta.

Arviot luonnonmukaisesti tuotettujen elintarvikkeiden ilmastovaikutuksista ovat osittain ristiriitaisia. Luomuviljelyssä ei käytetä kemiallisia typpilannoitteita, mikä vähentää dityppioksidipäästöjä. Samalla vähenee energiankulutus; ruotsalaisilla tiloilla koko tuotantoon kuluva energia lannoitteiden valmistus vie keskimäärin noin 15 prosenttia.

Toisaalta luomuviljelyn tuottavuus on alhaisempi, joten samaa ruokamäärää kohti tarvitaan enemmän peltoalaa, eläimiä ja työkoneiden käyttöä. Tämä puolestaan lisää päästöjä. Luomutuotteiden suosiminen on kuitenkin pääsääntöisesti perusteltua muista ympäristösyistä.

Kuluttajia voidaan auttaa tekemään kestäviä valintoja tarjoamalla luotettavaa ja helppokäyttöistä tietoa eri ruokien ilmastovaikutuksista. Ravintosuosituksen lautasmalli voi saada rinnalleen ilmastosuositusten mukaisen lautasmallin. Tulevaisuudessa myös taloudellista ohjausta olisi mahdollista käyttää kannustamaan ilmastomyönteisten valintojen tekemisessä.

Ruokavalintoihin vaikutetaan paljon joukkoruokailussa. Julkisen sektorin ruokailussa käytetään 300 miljoonaa euroa ja syödään lähes 750 miljoonaa ruokannosta vuodessa. Myös joukkoruokailussa on paikallaan suosia ilmastoa säästäviä vaihtoehtoja. Yksinkertaisin ja edullisin tapa vähentää ruoan aiheuttamaa kuormitusta on leikata hävikkiä.

#### **Laatikko 7.4** Päästöjen vähentäminen jätesektorilla

Jätesektori tuottaa kolme prosenttia ilmastopäästöistä, ja sen osuus on laskenut selvästi erityisesti kaatopaikkojen metaanin talteenoton yleistyttyä. Jätehuollossa on kuitenkin edelleen merkittäviä ja usein myös hyvin kustannustehokkaita mahdollisuuksia vähentää päästöjä.

Kestävin tapa vähentää päästöjä on jätehierarkian mukaisesti vähentää jätteen syntyä ja parantaa materiaalitehokkuutta. Uusiokäyttöä ja kierrätystä voidaan lisätä edelleen merkittävästi.

Jätteitä on perusteltua hyödyntää myös energiana. Eloperäisestä jätteestä voidaan valmistaa biokaasua tai etanolia. Erillislajitellun jätteen rinnakkaispoltolla energialaitoksissa saadaan sekajätteen massapolttota enemmän sähköä, jolla voidaan korvata ilmastoa eniten kuormittavaa marginaalisähköä. Tavoitteena on, että nykytuotoinen jätteen sijoittaminen kaatopaikoille päättyy tarpeettomana.

### **Tietoa valintojen tueksi**

Vähäpäästöisen elämäntavan tueksi ihmiset tarvitsevat ymmärrettävää, riippumatonta ja luotettavaa tietoa arjen valintojen ilmastovaikutuksista. Tiedon tulisi olla helposti saatavilla yhden luukun periaatteella yhdeltä [www-sivulta](#), yhdestä sähköpostiosoitteesta ja yhdestä puhelinnumerosta.

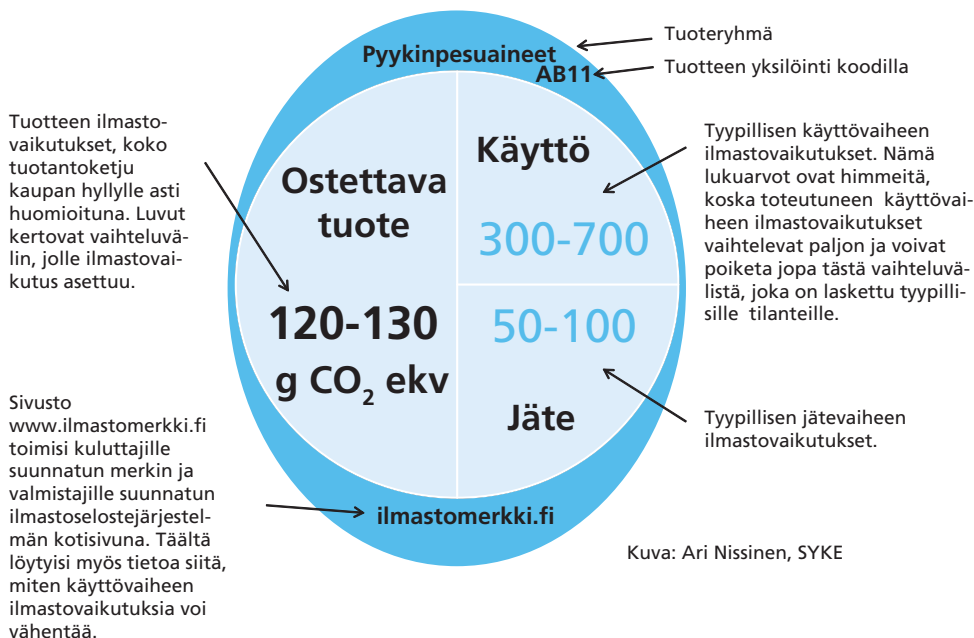
Osassa energiaa kuluttavista laitteista kuten kylmlaitteissa, pesukoneissa ja lampuissa on nykyään energiankulutuksesta kertova merkintä. Seitsenportaisena väriasteikkona esitettävä energiamerkki on ohjannut kuluttajien valintoja niin, että tehottomimmat laitteet ovat poistuneet markkinoilta ja energiatehokkaimpaan kärkeen on tullut lisää tarjontaa.

Energiamerkintä on otettu sähkölaitteiden lisäksi käyttöön myös osalle asunnoista, ja Suomessa valmistellaan sen ulottamista autoihin. Merkintä on syytä laajentaa kaikkiin energiaa kuluttaviin laitteisiin ja tuotteisiin. Luokituksen kriteerejä on myös paikallaan päivittää säännöllisesti ja merkintöjä kehittää niin, että energiatehokkaimmat vaihtoehdot erottuvat selvästi.

Nykyään erityisen vaikeaa kuluttajille on vertailla eri päivittäistavaroiden ilmastovaikutuksia. Yksinkertaisimmillaan tieto olisi tiivistettävissä ilmastomerkkiin tai päästöselsesteeseen, joka kuvaa tuotteen valmistuksesta ja käytöstä syntyviä päästöjä. Ilmastomerkki voisi tukea päästöjen vähentämistä useilla tavoilla:

- velvoittamalla yritykset selvittämään tuotteiden elinkaaren aikaisia ilmastovaikutuksia
- kannustamalla yrityksiä kehittämään vähäpäästöisiä tuotteita
- kiinnittämällä ihmisten huomiota kulutuksen ilmastovaikutuksiin
- ohjaamalla valintoja vähäpäästöisiin tuotteisiin ja tuoteryhmiin

**Kaavio 7.4** Esimerkki mahdollisesta ilmastomerkistä



Lähde: Nissinen, Ari & Seppälä, Jyri. 2008. Tuotteiden ilmastovaikutuksista kertovat merkit. Selvitys Vanhasen II hallituksen tulevaisuusselontekoa varten. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 11/2008, s. 34.

Matkalla kattavaan merkintäjärjestelmään on haasteita. Tuotteiden ilmastovaikutusten laskentaan ei ole vielä yleisesti hyväksyttyä ja luotettavaa standardia. Yhden tuotteen hiilitaseen selvittäminen voi virtaviivaistetussakin muodossa maksaa yli 10 000 euroa, ja päivittäistavara-kaupoissa on myynnissä kymmeniä tuhansia tuotteita. Kustannukset voivat olla kohtuuttomia erityisesti pienimmille yrityksille. Erilaisia ympäristömerkkejä on myös jo nykyään lukuisia.

Haasteet kannattaa kuitenkin suhteuttaa tarpeeseen. Siirtyminen vähäpäästöiseen yhteiskuntaan edellyttää joka tapauksessa radikaaleja muutoksia ja kokonaan uusia ohjauskeinoja. Suomen onkin syytä aktiivisesti edistää kansainvälistä yhteistyötä ilmastomerkkien laskentamenetelmien kehittämiseksi ja standardisoinniseksi sekä toteuttaa pilottihankkeita. Myös olemassa olevia ympäristömerkkejä voi hyödyntää nykyistä paremmin.

Tuotteiden päästölaskennan kehittäminen mahdollistaa tulevaisuudessa uudenlaisia kuluttajia tukevia palveluita. Kauppa- ja palvelusektorit voivat tarjota kanta-asiakaskorttien avulla asiakkaille kulutuksen päästöseurantaa ja palkita ilmastoa säästäviä valintoja bonuksella. Seurantaan voidaan kytkeä myös neuvonta, jolla opastetaan valitsemaan vähäpäästöisiä vaihtoehtoja.



### **Laatikko 7.5** Pienilläkin valinnoilla on merkitystä

Päästöjen vähentämisen uskotaan toisinaan olevan työlästä ja kallista. Usein tarvitaan kuitenkin lähinnä pientä harkintaa ja tapojen muuttamista. Monet keinot vähentää arjen päästöjä säästävät samalla myös rahaa.

Jos Suomen Kioto-tavoite jyvitetäisiin kaikille kansalaisille, merkitsisi se 1 500 hiilidioksidikilon päästövähennyistä asukasta kohti vuodessa. Tämän voi saavuttaa esimerkiksi seuraavin keinoin:

1. hetivalmis kiuas pois päältä 640 kg
2. biohajoavien kotitalousjätteiden lajittelu 450 kg
3. pöytätielikone pois päältä töistä lähtiessä 135 kg
4. yhden naudanliha-annoksen vaihtaminen porsaanlihaan kerran viikossa 120 kg
5. 1,5 litran muovipullo kierrätykseen päivässä 120 kg
6. riisiannoksen vaihtaminen perunaan kerran viikossa 30 kg
7. kassillinen vanhoja vaatteita kiertoön 30 kg
8. alumiinitölkki kierrätykseen päivässä 27 kg
9. vaatteiden pesu kolme kertaa viikossa 40 asteessa 60 asteen sijaan 15 kg

Vuoteen 2050 mennessä arjessa tarvittavia vähennyksiä ei toki saavuteta vain tölkkejä ja pulloja kierrättämällä. Yhteiskunnassa on tapahduttava merkittäviä muutoksia, jotta yksilöt voivat tehdä riittävän kestäviä valintoja.

## **Valtioneuvoston linjaukset**

- Joukkoliikenteessä varaudutaan pitkän aikavälin päästötavoitteiden edellyttämiin investointeihin. Väylärahoitusta lisätään ja kohdennetaan kestävästi liikenteen hankkeisiin.
- Edistetään valtakunnallisen ja seudullisten liikkumisen palvelukeskusten perustamista. Sovelletaan laajasti älykkään liikenteen ratkaisuja päästöjen vähentämiseksi.
- Siirtymistä vähäpäästöisiin ajoneuvoihin vauhditetaan vero- ja normiohjausta tehostamalla. Käynnistetään pilottihankkeita sähköautojen käyttöönoton nopeuttamiseksi.
- Asetetaan tavoitteeksi, että henkilöautokannan ominaispäästöt ovat enintään 80–90 g CO<sub>2</sub>/km vuonna 2030, 50–60 g vuonna 2040 ja 20–30 g vuonna 2050. Jos ajoneuvoteknologia kehittyy riittävän nopeasti, varaudutaan tätäkin nopeampiin päästövähennyksiin.
- Suositaan kestäviä biopolttoaineita, jotka valmistetaan jätteistä tai muista raaka-aineista, jotka eivät kilpaile ruoantuotannon kanssa. Kohdennetaan ohjaukeinit polttoaineen hiilitaseen mukaan ja luovutaan kestävämmistä vaihtoehdoista.
- Lisätään tutkimusta yhdyskuntarakenteen vaikutuksista päästöihin. Tuotetaan ilmastovaikutuksia havainnollistavaa tietoa ja suunnitteluvälineitä yhdyskuntasuunnittelun tueksi.
- Edistetään kaupunkiseuduilla seudullista yhteistyötä yhdyskuntarakenteen ja liikennejärjestelmän suunnittelussa sekä palvelujen ja työpaikkojen sijoittamisessa. Selvitetään taloudellisen ohjauksen mahdollisuudet yhdyskuntarakenteen ilmastovaikutusten vähentämiseksi.

- Vahvistetaan kaavoituksen ohjausta kaupunkiseuduilla yhdyskuntarakenteen eheyttämiseksi. Selvitetään ja tuetaan kuntien mahdollisuuksia ohjata haja-rakentamista kylä- ja kuntakeskuksiin.
- Kehitetään ja otetaan käyttöön viihtyisiä ja inhimillisen mittakaavaisia asu-mismuotoja, jotka soveltuvat eheään yhdyskuntarakenteeseen. Edistetään puurakentamista.
- Asetetaan tavoitteeksi tehostaa koko rakennuskannan energiankäyttöä niin, että energiankulutus on nykytasoa vähintään 30 prosenttia pienempi vuonna 2030, 45 prosenttia pienempi vuonna 2040 ja 60 prosenttia pienempi vuonna 2050.
- Uusien rakennusten energianormeja tarkistetaan vuoden 2012 jälkeen niin, että asteittain siirrytään passiivitaloihin. Vauhditetaan nolla- ja plusener-giarakentamista tutkimuksella ja kehityksellä, koehankkeilla sekä taloudelli-sella ohjauksella.
- Olemassa olevissa rakennuksissa veloitetaan parantamaan energiatehok-kuutta selvästi laajojen peruskorjausten yhteydessä. Vapaa-ajan rakennuksia ohjataan energiatehokkaammiksi.
- Lisätään tutkimusta ja tiedotusta ruoan ilmastovaikutuksista. Selvitetään mahdollisuuksia käyttää taloudellista ohjausta ilmastoja säästävien ruokava-lintojen suosimiseksi.
- Pyritään vähintään puolittamaan ruoan hävikki.
- Jätteen synnyn ennaltaehkäisyä, kierrätystä ja hyödyntämistä energiana lisätään selvästi. Nykymuotoisesta jätteen kaatopaikkasijoituksesta luovu-taan asteittain.
- Arjen valintojen ilmastovaikutuksista kertova tieto saatetaan helposti ihmis-ten saataville yhden luukun periaatteella. Tiedotukselle turvataan riittävät voimavarat.
- Edistetään energiamerkintöjen laajentamista EU:ssa ja tuotteiden ilmasto-merkkien kehittämistä ja pilotoimista. Eniten energiaa tuhlaavat toimistolait-teet ja kodinkoneet poistetaan markkinoilta tehokkuusnormeilla.

## 8 SOPEUTUMINEN ILMASTONMUUTOKSEEN

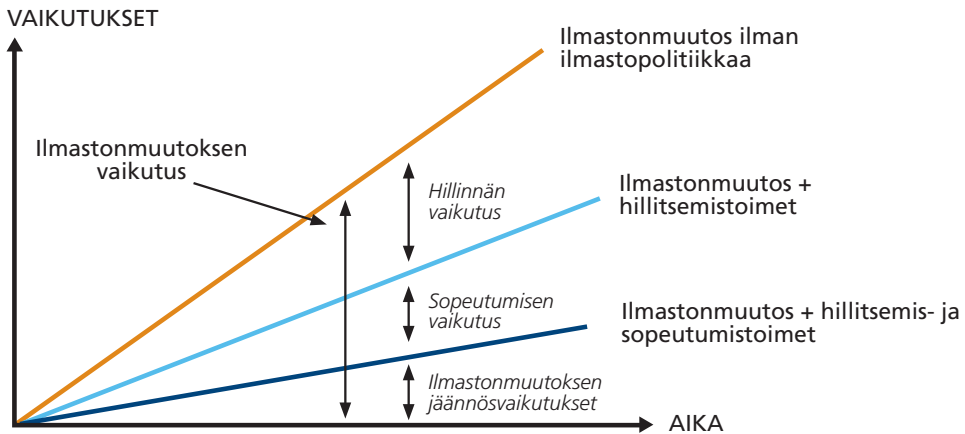
**Maltillisen ilmastonmuutoksen suorat vaikutukset pysyvät Suomessa kohtuullisina. Keskinäisriippuvassa maailmassa haitat muualla heijastuvat kuitenkin myös tänne. Mitä nopeampaa lämpeneminen on, sitä suuremmiksi riskit kasvavat. Suomi on ollut edelläkävijä ilmastonmuutokseen varautumisessa, mutta työtä on jatkettava ja voimistettava. Heikoimmat edellytykset sopeutua ilmastonmuutokseen on köyhissä kehitysmaissa.**

Ilmastonmuutoksen haittoja voidaan vähentää sekä rajoittamalla lämpenemistä että sopeutumalla sen vaikutuksiin. Ilmastonmuutoksen torjunnalla pyritään välttämään haitat ja riskit, joihin ei niiden vakavuuden vuoksi haluta tai edes voida sopeutua. Sopeutumisella taas mukaudutaan jo tapahtuneisiin tai varaudutaan tuleviin ilmastonmuutoksen vaikutuksiin kuten merenpinnan nousuun, luonnon monimuotoisuuden hupenemiseen tai pakolaisuuden kasvuun.

Ilmastonmuutoksen torjuminen on ensisijaista, koska se estää haitat ennalta. Se ei kuitenkaan yksin riitä, sillä monet päästöt ovat pitkäikäisiä ja siksi ilmasto muuttuu vääjäämättä jonkin verran. Vaikka maailman päästöt leikattaisiin nolnaan heti, nousisi maailman keskilämpötila jo tähän asti ilmakehään päästettyjen kasvihuonekaasujen takia vielä puolisen astetta. Torjuntaa ja sopeutumista tarvitaan siis molempia.

Mitä alhaisemmalle tasolle lämpeneminen onnistutaan rajoittamaan, sitä vähemmän sopeutumista tarvitaan. Vastaavasti mitä rajummin ilmasto lämpenee, sitä suurempi, vaikeampi ja kalliimpi on sopeutumisen tarve.

**Kaavio 8.1** Ilmastonsuojelulla vähennetään lämpenemistä ja sopeutumisella lämpenemisen vaikutuksia



Lähde: Euroopan unionin komissio. 2005. Winning the battle against global climate change. Commission Staff Working Paper. Background paper, s. 7.

Päästövähennysten lämpenemistä hillitsevä vaikutus näkyy vuosikymmenien viiveellä. Sopeutumistoimien hyöty sen sijaan tuntuu usein välittömästi tai lähitulevaisuudessa. Järkevästi toteutettu sopeutuminen voi myös tukea muita yhteiskunnallisia tavoitteita kuten suojautumista sään luonnostaan esiintyviltä ääri-ilmiöiltä.

Osa sopeutumistarpeesta voi ilmetä nopeastikin. Arktisella alueella ikiroudan sulaminen on jo heikentänyt teiden kuntoa ja rakennusten perustusten kestävyyttä. Isossa-Britanniassa keskustellaan siitä, että rannikkoalueilla ei enää korjattaisi voimistuvan eroosion takia sortuvia teitä ja taloja eikä menetyksiä korvattaisi asukkaille.

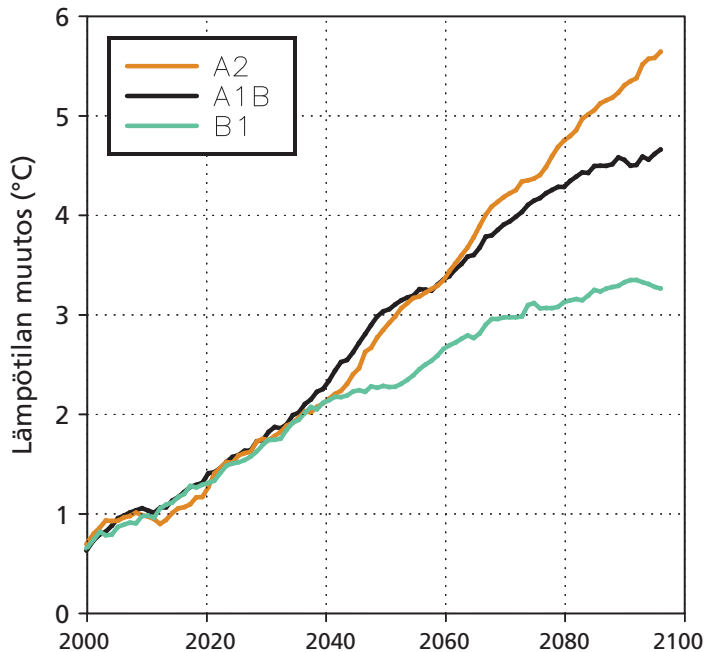
Toisaalta jotkin ilmastonmuutoksen haitat realisoituvat vasta pitkien aikojen kuluessa. Esimerkiksi merenpinnan nousu on aluksi hidasta, mutta se jatkuu vuosisatoja. Varautuminen kannattaa aloittaa hyvissä ajoin. Joissakin pienissä saarivaltioissa suunnitellaan jo, mihin niiden väestö voidaan sijoittaa, jos merenpinnan nousu tekee saaret asuinkelvottomiksi.

Yhteiskunnissa on totuttu varautumaan sään vaihteluihin nykyilmastossa. Ilmastonmuutos muuttaa joidenkin äärimmäisten sääilmiöiden voimakkuutta ja esiintymistiheyttä. Keskilämpötilan tai sadannan keskimääräisiä muutoksia haastavampaa lienee sopeutua ääri-ilmiöiden muutoksiin.

## Kuinka paljon Suomi lämpenee?

Keskilämpötila nousi Suomessa 1900-luvulla 0,7 astetta. Tulevaisuudessa ilmasto muuttuu lämpimämmäksi ja sateisemmaksi. Vuoteen 2050 mennessä lämpötila nousee noin kaksi astetta. Sekä lämpeneminen että sademäärien lisääntyminen on talvella selvästi voimakkaampaa kuin kesällä.

**Kaavio 8.2** Arvio Suomen keskilämpötilan kehityksestä



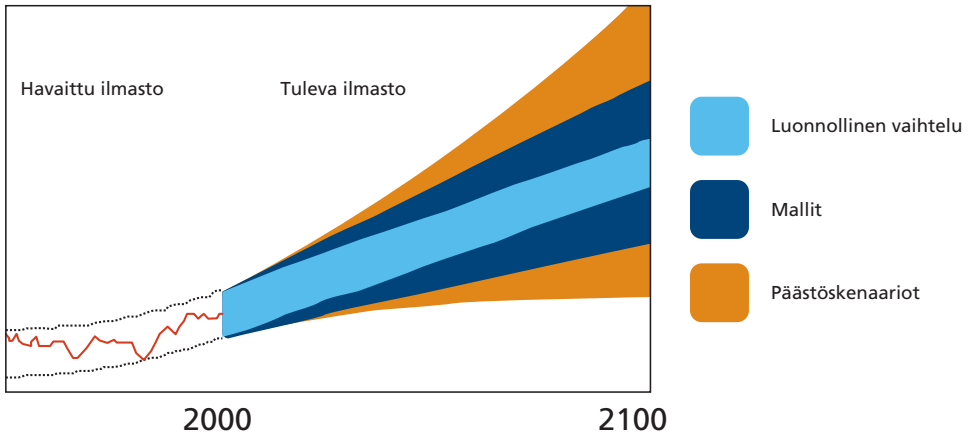
Arvio Suomen lämpötilan vuosikeskiarvon kehityksestä tällä vuosisadalla. A2-skenaariossa päästöjen kasvu jatkuu nopeana. B1-skenaariossa päästöjä puolestaan rajoitetaan tehokkaasti. A1B-skenaario kuvaa kahden edellisen skenaarion välimuotoa.

Lähde: Nevanlinna, Heikki (toim.). 2008. Muutamme ilmastoa. Ilmatieteen laitoksen tutkijoiden katsaus ilmastomuutokseen. Karttakeskus. Porvoo, s. 138.

Lämpeneminen on maapallon pohjoisilla alueilla, Suomi mukaan lukien, keskimääräistä nopeampaa. Vaikka lämpötilan nousu onnistuttaisiin globaalisti rajoittamaan kahteen asteeseen, nousisi lämpötila silti Suomessa kolmisen astetta vuoteen 2100 mennessä. Jos maailman päästöjä ei saada rajoitettua, voi lämpötila nousta täällä viitisen astetta tai jopa enemmän.

Haarukka lämpenemisarvioissa johtuu lähivuosikymmeninä erityisesti ilmaston luontaisesta vaihtelusta ja ilmastomallien eroista. Vuosisadan loppua kohti korostuu politiikan rooli: runsaiden päästöjen poluilla lämpeneminen on selvästi nopeampaa kuin vähäpäästöisillä poluilla.

### Kaavio 8.3 Epävarmuustekijöiden vaikutus arvioissa lämpötilan kehityksestä



Punainen käyrä esittää tähän mennessä havaitun kehityksen. Väritetyt alueet kuvaavat eri tekijöistä johtuvia epävarmuuksia tulevaisuuden ilmastoennusteissa.

Lähde: Räisänen, J. & K. Ruosteenoja. 2008: Probabilistic forecasts of temperature and precipitation change based on global climate model simulations (CES deliverable 2.2), s. 46.

Sademäärän oletetaan kasvavan 2000-luvulla nopean lämpenemisen vaihtoehdossa viidenneksen. Alhaisten päästöjen polulla sademäärän lisääntyminen voi jäädä runsaaseen kymmenykseen. Sadetta tulee enemmän erityisesti talvisajakaan, ja se keskittyy harvempiin ja rajumpiin kuuroihin.

Mallilaskelmien perusteella eteläinen Suomi muistuttaisi vuosisadan lopulla ilmastoltaan lähinnä nykyistä Keski-Eurooppaa. Vastaavasti Pohjois-Suomen ilmasto alkaisi näyttää pitkälle nykyiseltä eteläsuomalaiselta ilmastolta. Täysin sopivaa vertailukohtaa ei kuitenkaan ole, sillä esimerkiksi valoisuus ei muutu lämpenemisen mukana.

### **Laatikko 8.1** Muuttuvat vuodenaajat

Ilmaston lämpeneminen muuttaa Suomen vuodenaikoja merkittävästi kuluvalle vuosisadalla.

- Terminen talvi eli aika, jolloin vuorokauden keskilämpötila pysyy alle nollan, lyhenee ja katoaa Lounais-Suomesta kokonaan.
- Etelä-Suomessa katoavan tai lyhenevän talven tilalle tulee pidentynyt syksy. Korkeiden päästöjen skenaariossa syksy pitenee jopa kaksi kuukautta.
- Kesä ja kevät pitenevät melko tasaisesti eri puolilla maata.
- Kasvukausi pitenee alhaisten päästöjen skenaariossa vajaan kuukauden ja korkeiden päästöjen skenaariossa noin 1,5 kuukautta, Lounais-Suomessa enemmänkin.
- Tulvat yleistyvät syksyllä ja talvella. Toisaalta kevättulvat vähenevät Etelä-Suomessa.
- Kesällä kuivuusjaksojen todennäköisyys kasvaa.

Suomen ilmastolle on tyypillistä suuri vaihtelu. Ilmaston lämmitessäkin joukkoon mahtuu edelleen myös kylmiä talvia ja viileitä kesäiä.

## **Ilmastonmuutoksen vaikutuksia Suomessa**

Ilmaston lämpeneminen tuo Suomelle sekä hyötyjä että haittoja. Maltillisilla lämpenemistasoilla todennäköisiä hyötyjä ovat esimerkiksi kasvukauden piteneminen maataloudessa, metsien kokonaiskasvun lisääntyminen ja lämmitystarpeen väheneminen talvien leudontuessa. Bioenergian, vesivoiman ja tuulivoiman tuotannon arvioidaan kasvavan.

Mitä rajumpaa lämpeneminen on, sitä suuremmiksi kasvavat haitat ja riskit. Ilmastonmuutoksen globaalien tuhojen heijastusvaikutukset heikentävät tai kumoavat kansallisesti lämpenemisestä saatavia hyötyjä myös Suomessa. Osa hyödyistä on myös ehdollisia, ja niiden toteutuminen riippuu kyvystä ennakoida muutoksia ja sopeutua.

Leutojen talvien rinnalla kesähelteet yleistyvät, ja energiaa tarvitaan jäähdyttämiseen. Kesän kuivuudet yleistyvät monin paikoin, minkä seurauksena vesistöjen ja pohjaveden pinnat voivat ajoittain laskea. Maa- ja metsätalouden odotetut hyödyt voivat pienentyä, koska samalla olosuhteet kasvitaudeille ja tuholaisille paranevat. Talvella sulan maan aikaan ravinnevalumat voimistuvat, mikä pahentaa vesistöjen rehevöitymistä. Valon vähyyssyys syksyllä leikkaa pitenevän kasvukauden kokonaisuhyötyä, ja leudot syksyt ja talvet vaikeuttavat töitä pelloilla ja metsissä.

Jotkin sään ääri-ilmiöt lisääntyvät tai voimistuvat ilmaston lämmitessä. Sademäärät kasvavat ja sade tulee aiempaa useammin rankkasateina, mikä lisää tulvia. Toisaalta kuivuuskaudet voivat lisääntyä kesäaikaan. Metsien myrskytuhojen arvioidaan pahenevan, koska sulan maan kauden pidetessä routa ei estä puiden irtoamista maasta.

Merenpinnan nousu voi kääntää maan kohoamisesta johtuvan Suomenlahden suhteellisen pinnanlaskun päinvastaiseksi jo vuosisadan keskivaiheilla. Samalla myrskyt voivat lisätä rannikkojen tulvariskiä.

Lämpenemisen arvioidaan sinänsä kasvattavan lajien kokonaismäärää Suomessa. Esimerkiksi viime vuosikymmenen kuluessa maassa havaittiin yli 100 uutta eteläistä perhos- ja yöperhoslajia. Samalla kuitenkin monet nykyisistä eläin- ja kasvilajeista etenkin pohjoisessa uhanalaistuvat. Metsäraja siirtyy ylemmäksi ja vaivaiskoivikot vähenevät. Maailmanlaajuisesti sukupuuton riski voi kasvaa jopa 40–70 prosenttia, jos lämpeneminen ylittää 3,5 astetta.

Yksi näkyvimmistä muutoksista on kylmän ja lumisen talven katoaminen suuresta osasta maata. Siinä missä vuosina 1971–2000 runsaslumisia helmi- ja maaliskuuta oli keskimäärin joka toinen vuosi, voi niitä jo 2030-luvulla olla pohjoisessa 35–45 prosenttia ja etelässä vain 25–35 prosenttia vuosista. Tämä merkitsee pimeämpiä talvia, talviliikuntamahdollisuuksien heikkenemistä ja perinteisen Suomi-kuvan murrosta. Osalla ihmisistä pimeys voi jopa lisätä talvimasennuksen riskiä.

Saamelaisille ilmastonmuutos merkitsee perinteisen elämänmuodon vaarantumista. Sää- ja lumiolojen muutosten on jo todettu vaikeuttavan saamelaiskulttuuriin kuuluvaa pronhoitoa.

### **Laatikko 8.2** Ilmastonmuutos ja hyönteistuhot pohjoisissa metsissä

Lämpeneminen parantaa monien tuohyönteisten elinoloja ja voi aiheuttaa laajoja metsätuhoja. Suomeen voi rantautua uusia tuholaislajeja eteläisemmästä Euroopasta. Myrskyjen mahdollisesti lisääntyessä tuholaiset voivat iskeä heikentyneisiin metsiin helpommin. Kanadassa tuholaiset hävittivät 2000-luvun alussa kolmannesta Suomen metsäpinta-alasta vastaavan alan mäntymetsää.

Metsätuhot vaikeuttavat ilmastonmuutoksen hillintää. Esimerkiksi joissakin rajuissa hyönteistuhossa metsistä voi kymmenessä vuodessa hävitä jopa puolet elävään biomassaan sitoutuneesta hiilestä.

Hyönteistuoja voi hillitä mm. metsänjalostuksella ja poistamalla tuholaiden vaivaamia puita. Osa metsätuhon ehkäisymenetelmistä, kuten saastuneiden puiden kaataminen, voi kuitenkin aiheuttaa hyönteistuhojakin suurempia hiilipäästöjä.

## **Sopeutuminen Suomessa**

Menestyksenkäs sopeutuminen lähtee riskien tunnistamisesta ja kohdennetuista toimista. Suomessa tehtiin ensimmäiset laajat tutkimukset ilmastonmuutoksen vaikutuksista kansainvälisesti ottaen varhain, 1990-luvun alussa. Sopeutumistutkimus on seurannut vaikutustutkimusta noin kymmenen vuoden viiveellä, mutta nyt alustavia sopeutumisarvioita on tehty useilla toimialoilla.



Suomi on ensimmäinen maa, joka on laatinut kansallisen ilmastonmuutoksen sopeutumistrategian. Vuonna 2005 hallituksen energia- ja ilmastostrategian osana annetussa linjauksessa keskeistä on

- lähiajan (2005–2015) toimialakohtaisten ja poikkihallinnollisten toimien käynnistäminen
- sopeutuminen muualla tapahtuviin muutoksiin ja kansainvälinen yhteistyö
- sopeutumisen tutkimusohjelman käynnistäminen

Strategian mukaisesti sopeutumiskysymyksiä sisällytetään eri toimialojen työhön. Esimerkiksi ympäristöministeriö on laatinut hallinnonalalleen sopeutumisen toimintaohjelman ja liikenne- ja viestintäministeriön toimialoilla on laadittu käytännön sopeutumista palvelevia suunnitelmia.

Vaikka Suomi on tehnyt pioneerityötä, kehittämisen varaa edelleen on. Erityisesti tulee

- lisätä viestintää ja vahvistaa osallistumista sopeutumisen suunnitteluun
- kohdentaa täsmätoimia eri sektoreille ja kehittää päätöksentekoa tukevia käytännön työkaluja
- voimistaa hallinnonrajat ylittäviä, poikkileikkaavia tarkasteluja
- vahvistaa kansainvälistä ulottuvuutta ja lisätä globaalien heijastusvaikutusten arviointia
- täydentää luonnontieteellisiä ja teknisiä tarkasteluja sosiaalisilla ja kulttuurisilla
- tarkentaa kustannusarvioita ja lisätä tutkimusta eri toimenpiteiden kustannustehokkuudesta
- laatia alueellisia ja paikallisia haavoittuvuusarvioita ja sopeutumisstrategioita
- selvittää sopeutumista myös ilmastonmuutoksen torjuntaan, esimerkiksi päästökaupan vauhdittaman elinkeinorakenteen muutoksen vaikutuksiin

Sopeutumis- ja torjuntatoimet voivat tukea mutta toisinaan myös hankaloittaa toisiaan. Esimerkiksi hellekausina tarvitaan terveyssyistä lisää energiaa jäähdytykseen, mikä lisää energiankulutusta. Toisaalta aktiivinen pyöräilykausi voi pidentää ilmaston lämmitessä, mikä leikkaa liikenteen päästöjä. Sopeutumistyössä pitää ottaa huomioon kytkökset torjuntaan – ja päinvastoin.

**Taulukko 8.1** Vaikutuksia, sopeutumistarpeita ja toimia

	<b>Vaikutuksia</b>	<b>Käynnistettyjä toimenpiteitä</b>	<b>Pitkän aikavälin haasteita</b>
<b>Maatalous</b>	Kasvukausi aikaistunut, tulvat talvella ja sadonkorjuun aikaan yleistyneet, hintavaihtelut voimistuneet	Kasvinviljelyn tutkimusta suunnattu muuttuvan ilmaston tarpeisiin, tulva-herkkien viljelyalueiden huomioiminen suunnittelussa, kannustetaan peltojen talviaikaiseen kasvipeitteisyyteen	Suomen maatalouden rooli maailman ruokaturvan heiketessä, uusien kasvilajikkeiden jalostaminen, tauti- ja tuholais-torjunta, kasvava vesistökuormitus, peltojen tulvasuojaus ja kuivatus, kastelu
<b>Metsätalous</b>	Leudot syksyt ja talvet vaikeuttaneet puun korjuuta	Metsätuhojen seurannan kehittäminen, varautumista myrskytuhoihin parannettu	Metsien sopeutumiskyvyn rajat, jos lämpeneminen nopeaa, teollisuuden puunsaannin turvaaminen
<b>Tulvat</b>	Syky- ja talvitulvat yleistyneet	Ilmastoarviot sisällytetty patojen mitoitukseen ja vesistöjen säännöstelyyn, taajamatulvien riskinarviointia kehitetty, valtakunnallisia alueidenkäyttö-voitteita tarkistettu	Varautuminen merenpinnan nousuun ja rannikotulviin
<b>Myrskyt</b>		Tietoliikenneyhteyksien turvaaminen, varautuminen öljyonnettomuuteen Suomenlahdella	Varautuminen myrskysisyyden kasvun ja merenpinnan nousun yhteisvaikutuksiin, varautuminen metsätuhoihin
<b>Energia</b>		Selvitetty ilmastonmuutoksen vaikutukset sähköverkoille	Bioenergian tuotannon riskit, merenpinnan nousun ja myrskysisyyden vaikutus ydinvoimaloihin, suurten voimalinjojen kestävyys
<b>Liikenne</b>	Leudot talvet vaikeuttaneet teiden talvikunnossapitoa ja lisänneet onnettomuusriskiä	Selvitykset sopeutumisesta tie-, meri-, lento- ja raideliikenteessä, tiepiireissä valmiussuunnitelmat häiriötilanteiden tiedottamiseen	Itämeren jääolojen muutos, Pohjois-Suomen logistinen merkitys pohjoisen meritien avautuessa
<b>Rakennukset</b>		Lainsäädäntöä ja ohjeistusta kehitetään ottamaan huomioon sään ääri-ilmiöt	Jäähdytystarve energiatehokkaassa rakentamisessa
<b>Terveys</b>	Talvet synkentyneet lumen vähenemisen ja pilvyyden takia, liukkaat kelit lisääntyneet	Ilmatieteen laitoksen helle- ja kylmyysvaroituspalvelu, tutkimus terveysongelmien sääriippuvuudesta	Pimeydestä selviytyminen
<b>Matkailu</b>	Talviurheilukeskusten toiminnan epävarmuus erityisesti hiihtokauden alussa		Etelä-Suomen talviurheilukohteiden uudistuminen, varautuminen turismin mahdolliseen kasvuun Itä- ja Pohjois-Suomessa
<b>Maahanmuutto</b>		EU-tason toimenpiteitä maahanmuuton hallitsemiseksi, laittoman maahanmuuton ja ihmiskaupan torjunta	Hallitsemattomaan ilmastopokolaisuuteen varautuminen

## **Sopeutuminen maailmanlaajuisen haaste**

Suomella on muiden Pohjoismaiden tavoin kansainvälisesti vertailtuna hyvät edellytykset sopeutua ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Monissa muissa maissa sopeutuminen on selvästi haastavampaa. Vaikeinta se on köyhissä kehitysmaissa, pienissä saarivaltioissa ja tiheästi asutuilla suistoalueilla.

Kehitys ja ilmastonmuutokseen sopeutuminen tukevat toisiaan. Mitä kehittyneempi yhteiskunta on, sitä paremmat edellytykset sillä on varautua lämpenemisen haittoihin ja korjata niitä. Siksi inhimillisen kehityksen edistäminen köyhissä maissa on paitsi arvokasta itsessään, myös välttämätöntä sopeutumisen kannalta.

Maataloudessa sadot riippuvat ilmasto-oloista. Korkean ja keskileveysasteiden maissa voi sopeutumiskykyinen maatalous hyötyä muutoksista, jos ilmasto lämpenee maltillisesti. Trooppisissa ja subtrooppisissa maissa taas jo lähtötilanne on usein vaikea esimerkiksi kuivuuden takia ja sopeutumiskyky on yleensä heikko. Tällöin vähäinenkin lämpeneminen voi merkitä satojen merkittävää huononemista.

Ilmaston lämpeneminen äärevöittää säätiloja, jolloin sekä tulvat että kuivuudet voimistuvat. Vesivarat ovat maailmanlaajuisesti hyvin haavoittuvia ilmaston lämmetessä. Maailman väestöstä noin kuudesosa asuu alueilla, joilla makean veden saatavuus heikkenee kuluvalle vuosisadalle vuoristojäätiköiden sulassa.

Kansainvälinen Punainen Risti on arvioinut, että luonnonkatastrofeista kärsivien ihmisten määrä on kolminkertaistunut kymmenessä vuodessa noin kahteen miljardiin. Luku kertoo ennen kaikkea yhdyskuntien haavoittuvuudesta, mutta ilmastonmuutos voimistaa äärevistä sääilmiöistä johtuvia luonnonkatastrofeja.

Ilmastonmuutos voi heikentää radikaalisti ihmisten elinoloja, ja sen aiheuttamat riidat esimerkiksi vesivaroissa tai pakolaisuus voivat olla osasyynä väkivaltaisiin konflikteihin. Eurooppaan suuntautuva laillinen ja laitton siirtolaisuus voimistuu ilmastovaikutusten edetessä. Tämä tulee heijastumaan myös Suomeen.

Euroopan sisäinen matkailu pohjoisesta Välimeren rannoille muodostaa nykyään maailman suurimman yksittäisen turistivirran. Vuosisadan lopulla tilanne voi olla toinen, koska Välimeren kesien arvioidaan muuttuvan tukalan kuumiksi. Myös Alppien vetovoima laskettelukohteena heikkenee, koska lumiraja nousee ilmaston lämmetessä.

Samaan aikaan Suomessa kesän matkailukausi pitenee ja pohjoisessa lumipeite säilyy suuren osan talvesta, mikä parantaa maan suhteellista asemaa matkailu-

kohteena. Toisaalta lentoliikenteen päästörajoitukset voivat hidastaa pitkän matkan turismin kasvua.

Pohjoisen meritien eli Koillisväylän avautuminen lyhentää Euroopan ja Aasian välisen laivamatkan noin puoleen. Venäjän pohjoisosien talouden voimistuminen ilmaston lämmitessä voi merkitä Koillis- ja Pohjois-Suomeen uusia mahdollisuuksia. Kilpailu luonnonvaroista pohjoisilla merillä voi johtaa jännitysten kiristymiseen, ja myös ympäristövahinkojen riski kasvaa.

Ilmastonmuutoksen suurimmat vaikutukset Suomeen tulevat todennäköisesti heijasteina maailmalta. Jos ruokapula pahenee, köyhyys lisääntyy ja miljoonat joutuvat jättämään kotinsa ilmastonmuutoksen haittojen takia, tämä ei voi olla näkymättä kielteisesti myös Suomessa.

### Sopeutumisen kustannukset

Ilmastonmuutoksen vaikutuksiin sopeutuminen tulee edellyttämään merkittäviä lisäinvestointeja. YK:n kehitysohjelman UNDP:n arvion mukaan jo vuonna 2015 tarvittaisiin sopeutumisrahoitusta 86 miljardia Yhdysvaltain dollaria.

**Taulukko 8.2** Globaali lisäinvestointitarve sopeutumiseen vuonna 2030 sektoreittain

Sektori	Hinta (mrd. USD)	Osuus kehitysmaissa
Maa-, metsä- ja kalatalous	14	50
Vesihuolto	11	80
Terveys	5	100
Rannikon suojaus	11	45
Infrastruktuuri	8–130	25

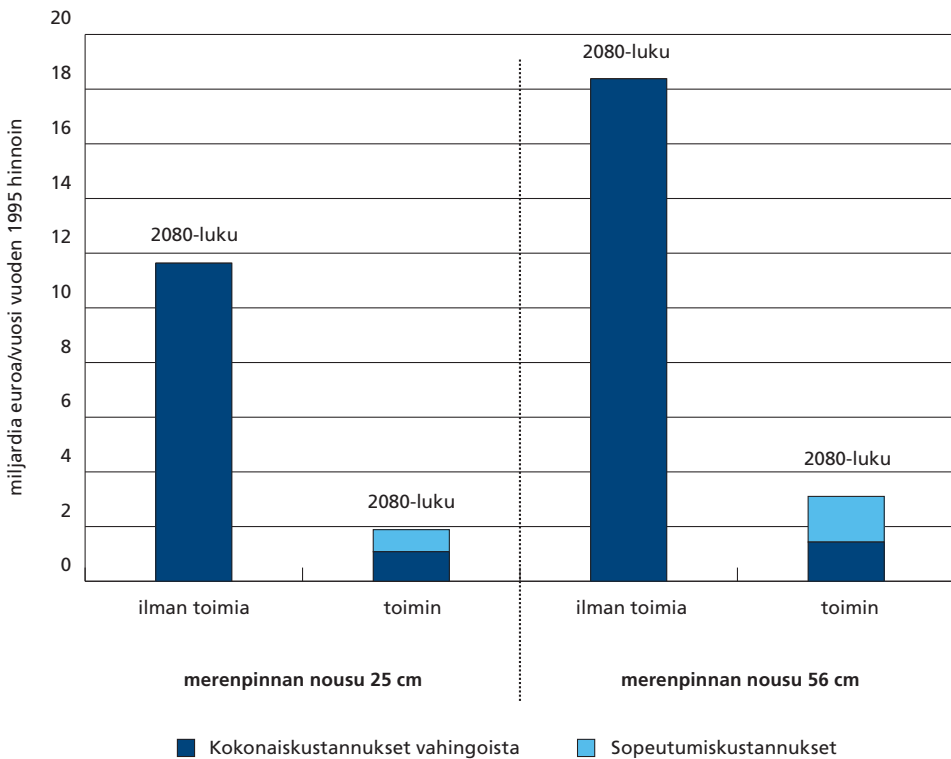
Hinta vuoden 2005 Yhdysvaltain dollareina.

EU:n komissio on arvioinut, että hillitsemättömän ilmastonmuutoksen diskontatut kustannukset vuoteen 2200 asti olisivat noin 74 biljoonaa (tuhat miljardia) euroa. Kustannukset suunnilleen puolittuisivat, jos lämpeneminen onnistuttaisiin rajoittamaan 2–3 asteeseen. Arvioiden epävarmuudet ovat suuria, eikä tarkastelu sisältänyt mahdollisuuksia keventää kustannuksia sopeutumisella.

YK:n ilmastopöytäkirjan sihteeristö on arvioinut, että vuonna 2030 kaikkien kehitysmaiden sopeutumiskustannukset voivat olla 23–54 miljardia euroa vuodessa. Monista varhaisessa vaiheessa toteutetuista toimenpiteistä voi saada nettohyötyä taloudelle. Tämä koskee esimerkiksi toimia, joilla parannetaan veden käytön tehokkuutta vesipulasta kärsivillä alueilla.

Tarkempia arvioita sopeutumisen kustannuksista on saatavilla pääosin alueellisesti ja sektoreittain. Parhaiten tunnetaan rannikkojen suojelun ja tulviin varautumisen kustannuksia. Sopeutumiseen suunnatut varat arvioidaan saatavan yhteiskunnallisina hyötyinä moninkertaisesti takaisin.

**Kaavio 8.4** Kustannukset merenpinnan noususta sopeutumistoimin ja ilman sopeutumistoimia



Arviot perustuvat IPCC:n SRES-skenaario A2:een.

Lähde: Euroopan yhteisöjen komissio. 2007. Sopeutuminen ilmastonmuutokseen Euroopassa – vaihtoehdot EU:n toimille. KOM(2007) 354 lopullinen. Bryssel 29.6.2007, s. 10.

Esimerkiksi Iso-Britannia aikoo investoida yli 40 miljardia dollaria sopeutushankkeisiin kuten Lontoon metron ilmastointijärjestelmiin ja tulvavahinkojen vähentämiseen. Australia on korvamerkinnyt noin 13 miljardia dollaria kuivuutta vastaan. Hollannissa ilmastonmuutoksen lisäkustannuksiksi rannikonsuojelussa on arvioitu 1–2 miljardia euroa vuodessa vuosisadan loppuun asti.

Suomessa sopeutumisen kustannusten arviointi on vasta alkamassa. Alustavien selvitysten perusteella lämpenemisen suorien vaikutusten uskotaan olevan Suomessa lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä vain niukasti negatiivisia tai jopa myön-

teisiä. Jos lämpeneminen on ennakoitua nopeampaa tai ilmastonmuutokseen liittyvät suuret riskit realisoituvat, voivat kustannukset olla selvästi suurempia. Hinta nousee myös, jos nykyisistä arvioista puuttuvat globaalit heijastusvaikutukset lasketaan mukaan.

Sään ääri-ilmiöt ja vaikutusten epävakaas aiheuttanevat enemmän kustannuksia kuin vähittäiset tai keskimääräiset vaikutukset. Peräkkäiset kuivat kesät, leudot ja märät syksyt tai toistuvat rankkasateet voivat koetella joidenkin toimialojen sopeutumiskykyä.

Vakuutusala maailmalla kehittää säiden vaihteluun ja ilmastonmuutokseen liittyviä johdannaisia, joilla maanviljelijät voivat varautua haitallisiin sääilmiöihin. Mikrovakuuttamista on jo käytetty koehankkeissa kehitysmaissa, ja uusia riskienhallinnan menetelmiä on kehitteillä. EU-komissio on mukana pilotoimassa järjestelmiä, joista voisi saada tukea ilmastoon liittyvissä katastrofeissa.

### **Laatikko 8.3** Porin kaupunkitulva 2007

Loppukesästä 2007 Porissa satoi kolmen tunnin aikana viidesosa koko vuotuisesta sadannasta. Sadetulvan vahinkojen arvioidaan nousseen noin kahteenkymmeneen miljoonaan euroon.

Tulvien todennäköisyyttä lisäävät ilmastonmuutoksen voimistamien rankkasateiden lisäksi merenpinnan nousu ja lämpenemisen vaikutukset lumien sulamiseen sekä jokien virtaamaan. Myös tuulisuus voi vaikuttaa tulviin. Kesä- ja syystulvien arvioidaan lisääntyvän Porissa eniten, yhden tai jopa kahden kolmanneksen luokkaa. Pahimmillaan suurtulvassa jouduttaisiin Porista evakuoimaan 15 000 ihmistä.

Sadetulviin on vaikeampi varautua kuin joki- ja meritulviin. Porissa tulevaisuuden tulviin on varauduttu mm. tulvien ennakointia parantamalla, varautumissuunnitelmia laatimalla, penkereitä kunnostamalla, ruoppauksella ja ohjaamalla maankäyttöä.

## **Voimakkaaseenkin lämpenemiseen varauduttava**

Jos päästöt kasvavat voimakkaasti, maailman ilmasto voi lämmetä yli neljä astetta. Ei myöskään voida sulkea pois mahdollisuutta, että globaali lämpeneminen ylittäisi kuusi astetta tällä vuosisadalla. Tällöin lämpötila nousisi Suomessa vuosisadan loppuun mennessä keskimäärin yhdeksän astetta, talvisin tätäkin enemmän. Näin nopean lämpenemisen vaikutukset olisivat erittäin kielteisiä ja osin arvaamattomia.

Hyvin voimakasta lämpenemistä on tutkittu varsin vähän. Englantilainen Tyndall Center on arvioinut ilmastojärjestelmän äkillisiä ja rajuja muutoksia kuten Atlantin termohaliinisen kierron pysähtymistä, keskilämpötilan nopeaa nousua ja eteläisen pallonpuoliskon sateiden (El Niño) pysyviä muutoksia.

Kaikilla tapauksilla olisi merkittäviä globaaleja vaikutuksia. Ekosysteemit ja ruokahuolto heikkenisivät. Kuivuuden lisääntyminen ja tulvat aiheuttaisivat mahdollisesti laajamittaisia tuhoja. Näiden seurauksena syntyvät ruoka- ja energiakriisit voisivat olla ankaria. Useissa tapauksissa suuret ihmisjoukot joutuisivat pakenemaan uusille alueille elinolojen heikentyessä.

Suomessakin on tutkittu enimmäkseen maltillisesti ja tasaisesti etenevän lämpenemisen vaikutuksia. Koska voimakkaan lämpenemisen mahdollisuutta ei voida kokonaan sulkea pois, tulee myös äärimmäisten ja epälineaaristen ilmaston muutosten riskikuvaa selvittää.

Myöskään sopeutumista rajusti etenevään lämpenemiseen ei ole juuri tarkasteltu. Riskien hallinnan näkökulmasta on perusteltua varautua myös poikkeuksellisen voimakkaisiin muutoksiin.

#### **Laatikko 8.4** Ilmastomuutoksen vaikutuksia Itämereen

Lämpeneminen aiheuttaa Itämeressä monia muutoksia. Todennäköisesti eliöstöä siirtyy kohti pohjoista ja tulokaslajit yleistyvät. Makean veden virtaaman odotetaan kasvavan niin, että Itämeren keskimääräinen suolapitoisuus vähenee, enimmillään ehkä jopa puolella. Monet nykyisistä suolapitoisuuksista riippuvaiset lajit muuttavat tai hupenevat.

Jos ravinteiden huuhtoumat vesistöihin kasvavat, rehevöityminen voi kiihtyä. Lämpötilan nousu puolestaan lisää leväkukintoja. Sademäärien kasvu voi harventaa suolaisen veden virtausta Tanskan salmista, jolloin meren syvien pohjien hapettomuus lisääntyisi. Sekä hapettomuus että rehevöityminen muuttavat merkittävästi eliöstön elinoloja ja heikentävät kalastuksen edellytyksiä.

Itämeren jääpeitteisyyden arvioidaan supistuvan 50–80 prosenttia ja jäätyminen Suomen rannikolla lykkääntyvän noin kuukaudella. Jääpeitteen väheneminen helpottaa meriliikennettä, mutta ilmastomuutos voi myös hankaloittaa sitä tuulisuutta ja myrskyisyyttä lisäämällä.

### **Valtioneuvoston linjauksia**

- Suomi pyrkii jatkamaan sopeutumisen edelläkävijänä. Sopeutuminen integroidaan osaksi toimintaa kaikilla toimialoilla, ja toimialojen välistä yhteistyötä vahvistetaan.
- Riskien arviointimenetelmiä kehitetään ja riskiarviointeja vahvistetaan. Selvitetään mahdollisuuksia sopeutua ennakoitua rajumpaan ilmastomuutokseen.
- Selvitetään Suomeen maailmalta kohdistuvia ilmastomuutoksen epäsuoria vaikutuksia. Laaditaan kattava arvio sopeutumisen kustannuksista.
- Vahvistetaan sopeutumisen sisällyttämistä kehityspolitiikkaan ja tuetaan köyhiä kehitysmaita sopeutumisessa. Suomi sitoutuu kantamaan oman ja oikeudenmukaisen osuutensa sopeutumisen rahoitusvastuusta.
- Kehitetään ja tarjotaan kunnille työkaluja ja tukea sopeutumistyöhön.

## 9 VAIKUTTAVAMPIIN OHJAUSKEINOIHIN

**Ilmastonsuojelun hintaa voi leikata valitsemalla kustannustehokkaita ohjauskeinoja. Useissa tapauksissa hyväksi on todettu taloudellinen ohjaus kuten päästökauppa ja verot. Koko keinovalikoimaa on kuitenkin hyödynnettävä: kannustimia ja hillitsimiä, niin taloudellista, normi- kuin informaatio-ohjaustakin. Ohjauskeinoja voi myös muokata vaikuttavammiksi. Hyvällä ohjauksella voidaan tukea innovaatioiden syntymistä ja teknologian käyttöönottoa.**

Siirtyminen vähäpäästöiseen yhteiskuntaan edellyttää määrätietoista politiikkaa, jolla nykyistä ohjausta vahvistetaan ja tehostetaan olennaisesti. Myös kokonaan uusia ohjauskeinoja on otettava käyttöön. Pitkällä aikavälillä tavoitteena on yhteiskunta, jossa vähäpäästöiset ratkaisut ovat vakiinnuttaneet asemansa ja erillisiä ilmastopoliittisia ohjauskeinoja tarvitaan mahdollisimman vähän.

Hyvä ohjaus on tyypillisesti

- suunnitelmallista ja pitkäjänteistä: toimijat voivat varautua edessä oleviin muutoksiin
- johdonmukaista: päätösten pitämiseen voi luottaa ja eri toimenpiteet tukevat toisiaan
- vaikuttavaa: ohjauksella saadaan merkittäviä hyötyjä
- kustannustehokasta ja markkinaehtoista: hyöty saavutetaan kohtuukustannuksin
- teknologiariippumatonta: ohjauksella asetetaan tavoite ja tarkat tekniset ratkaisut jätetään toimijoiden päätettäväksi

Ohjauksen pitää tukea kestävästä kehitystä ja ottaa huomioon globaalit heijastusvaikutukset. Päästöjen vähentäminen yhtäällä ei saa johtaa niiden kasvamiseen toisaalla. Päästövähennyksen pitää olla myös varmoja ja pysyviä.

Ohjauskeinot voidaan jakaa karkeasti hillitseviin ja kannustaviin eli keppeihin ja porkkanoihin. Hillitseviä ovat esimerkiksi rajoitukset, verot ja maksut, kannustavia puolestaan tiedotus, tuet ja verohelpotukset. Molempia tarvitaan.

Päästöjä voidaan suitsia myös monella eri tasolla: paikallisesti, alueellisesti, valtakunnallisesti, EU-tasolla ja kansainvälisesti. Sopivin taso riippuu asian luonteesta. Esimerkiksi kansainvälisten kuljetusten päästörajoituksista on järkevintä päättää kansainvälisesti, kun taas maan sisäisen liikenteen toimet kuuluvat luonnikkaimmin kansalliselle tasolle.

Ihanteellisen tason toimien puute ei saa olla veruke toimettomuudelle. Edelläkävijämaiden ja -kuntien on voitava tarvittaessa ottaa käyttöön tiukempia toimia kuin ylätasolla. Vaikka EU on ratkaisevassa roolissa, Suomi voi edelleen päättää



kansallisesti huomattavasta osasta ohjausta. Suomi voi myös olla kehittämässä ratkaisuja, joista muut EU-maat voivat ottaa opiksi ja näyttää edelleen esimerkiksi muulle maailmalle.

## **Älykkäät ohjauseinot**

Joskus tärkeämpää kuin se, mikä ohjauseino valitaan, on se, miten se toteutetaan. Hyvin suunniteltu ja toteutettu heikkokin ohjauseino voi olla parempi kuin huonosti suunniteltu ja toteutettu sinänsä hyvä ohjauseino. Esimerkiksi uusiutuvan energian syöttötariffi voidaan toteuttaa joko markkinaehtoisesti ja kustannustehokkaasti tai kankeasti ja kalliisti.

Perinteisesti ohjauseinot ovat olleet varsin suoraviivaisia ja yksinkertaisia: esimerkiksi vero prosenttina tai euronä verotettavaa yksikköä kohti. Älykkäänä voidaan pitää ohjauseinoja, jotka kohdentuvat tehokkaasti haluttuun kohteeseen ja joiden kielteiset sivuvaikutukset voidaan minimoida.

Hyvä esimerkki on autovero. Veroa perittiin myyntihinnasta ennen sama prosenttiosuus riippumatta siitä, kuinka paljon auto kuormitti ilmastoa. Vuoden 2008 alussa voimaan tullut uudistus porrasti autoveron päästötason mukaan, mikä ohjaa valitsemaan vähäpäästöisiä autoja. Uudistus leikkasi uusien myytyjen autojen keskipäästöjä lähes kymmenyksen. Porrastus teki melko heikosti kohdentuvasta instrumentista ilmastonsuojelun kannalta älykkäämmän.

Vaikuttavuutta on mahdollista parantaa myös muissa ohjauseinoissa. Esimerkiksi työryhmät selvittävät kiinteistöveron porrastamista rakennuksen energiatehokkuuden ja polttoaineverojen porrastamista nykyistä voimakkaammin hiilisisälön mukaan. Veroilla kerättävä rahasumma voidaan siis pitää entisellään, mutta kohdentaa se toisin. Näin nollan euron julkisilla nettokustannuksilla on mahdollista saavuttaa merkittäviä ilmastohyötyjä.

Ohjausta on usein sovellettu mosaiikkimaisesti pala palalta. Tällöin yksittäisten ohjauseinojen vaikutus on voinut jäädä vaatimattomaksi. Paras ohjauseinon vaikutus saadaan tyypillisesti kokonaisvaltaisella ohjauksella, joka yhdistää laajaa kirjoa toisiaan tukevia toimia. Näin yhteisvaikutus voi olla suurempi kuin osiensa summa. Yhdellä ohjauseinolla voi olla myös useita vaikutustapoja; esimerkiksi veroporrastus voi sisältää myös informaatioelementin.

Uusia ohjauseinoja voi alkuun kokeilla, jotta niiden toimivuutta päästään testaamaan käytännössä ja mahdollisiin ongelmiin voidaan hakea ratkaisuja. Kokeilu helpottaa ihmisten osallistumista julkiseen keskusteluun ja antaa pohjaa ohjauseinon tieteelliselle arvioimiselle. Esimerkiksi Tukholman ruuhkamaksut toteutettiin alkuun määräaikaisena kokeiluna, jonka vaikutukset selvitettiin perusteellisesti. Kokeilun jälkeen järjestettiin kansanäänestys, jossa enemmistö päätyi puoltamaan maksujen vakinaistamista.

## Vähästä enemmän

Ilmastoa tulee lähtökohtaisesti suojella mahdollisimman kustannustehokkaalla tavalla. Tällöin tavoiteltava ilmastohyöty saavutetaan mahdollisimman pienin yhteiskunnallisin kokonaiskustannuksin. Kustannustehokkuutta voi tarkastella myös toisin päin: samalla kustannuksella pyritään saavuttamaan mahdollisimman suuri ilmastohyöty. Näin se voi tehdä poliittisesti mahdolliseksi hyväksyä vaativampia päästötavoitteita

Eri toimien ja ohjauskeinojen kustannustehokkuus vaihtelee merkittävästi. Julkista satsausta kohti saavutetuissa ilmastohyödyissä voi olla enimmillään jopa usean kertaluokan eroja. Koostamalla keinovalikoima järkevästi voidaan päästövähennysten kustannukset minimoida ja hyödyt maksimoida. Eri ohjauskeinojen kustannukset voivat myös kohdentua ihmisryhmiin ja yrityksiin eri tavoin, mikä on syytä ottaa huomioon ohjauksen suunnittelussa.

Edullisimmin päästöjä voidaan vähentää parantamalla energiatehokkuutta kaikilla sektoreilla. Kohtuuhintaisia päästövähennysmahdollisuuksia arvioidaan olevan erityisesti myös maa- ja metsätaloudessa sekä jätehuollossa. Kustannustehokkaita ohjauskeinoja ovat mm. energia- ja kiinteistöverojen sekä autoilun verotuksen porrastukset sekä julkisten hankintojen ohjaaminen.

Tyypillisesti edullisimmat ohjauskeinot ovat katalyyttisiä ja markkinoita synnyttäviä. Tällaisia voivat olla esimerkiksi uuden teknologian kilpailuttaminen ja julkisten hankintojen valjastaminen. Kalliimpia ovat perinteiset volyymituet kuten vero- ja investointituet, joilla päästövähennyksiä synnytetään tukemalla haluttua toimintaa suoraan julkisella rahalla. Tällöin suuri vaikutus edellyttää suurta julkista satsausta, ja valtion maksukyky ja -halu asettavat rajan nopeiden ja suurten tulosten saavuttamiselle. Myös EU:n valtioneuvoston päätökset rajoittavat tukien käyttöä.

Arvio kustannustehokkuudesta riippuu siitä, miten tarkastelu rajataan. Jos otetaan huomioon erilaiset sivuhyödyt, voivat kalliilta vaikuttavat ratkaisut osoittautua yhteiskuntataloudellisesti kannattaviksi. Esimerkiksi monet liikenteen päästöjä leikkaavat ratkaisut vähentävät myös ruuhkia, melua, onnettomuuksia ja tarvetta investoida uusiin väyliin. Mitä kattavammin oheisvaikutuksia otetaan huomioon, sitä kannattavammaksi ratkaisut usein osoittautuvat.

Usein päästöjä voidaan lyhyellä aikavälillä vähentää edullisimmin käyttämällä jo kypsiä tekniikoita. Näin ei kuitenkaan kannusteta uuden teknologian kehittämiseen. Teknologiasatsaukset voi nähdä investointina, jolla kevennetään tulevaisuuden päästövähennysten kustannuksia. Saksan sijoitukset aurinkosähkön tuotantoon ovat olleet kalliita, mutta ne ovat auttaneet kaupallistamaan teknologiaa, jolla voi olla avainrooli globaalien päästöjen vähentämisessä pitkällä aikavälillä.

lä. Suomessakin hyvin ajoitetulla ohjauksella voidaan kaupallistaa uutta teknologiaa ja luoda vientimahdollisuuksia.

Kustannustehokkaan politiikan toteuttamista hankaloittaa myös tiedon niukkuus. Suomessa eri toimien ja ohjauskeinojen vaikuttavuutta ja kustannustehokkuutta on tutkittu vasta vähän. Ilmastopolitiikkaa on siis jouduttu tekemään osittain ilman kattavaa tietoa sen suorista ja epäsuorista vaikutuksista. Tämä on voinut osaltaan synnyttää kuvaa päästövähennysten kalleudesta.

Kansainvälisiä vertailuja vaikeuttavat maiden väliset erot. Toisissa maissa hyviksi todetut keinot eivät välttämättä toimi yhtä hyvin Suomessa. Samoin taannoin toimineet keinot eivät välttämättä vaikuta yhtä hyvin myöhemmin. Toisaalta osa keinoista voi toimia vastaavasti paremmin.

### **Päästöille oikea hinta**

Maailmanpankin entinen pääekonomisti Nicholas Stern on luonnehtinut ilmastomuutosta kaikkien aikojen suurimmaksi markkinahäiriöksi. Kansantaloustieteen näkökulmasta päästöjä tuotetaan liikaa, koska ilmastomuutoksen aiheuttamat ulkoiskustannukset eivät näy tuotteiden ja palveluiden hinnoissa. Päästöjä voi siis tuottaa maksamatta niiden todellisia yhteiskunnallisia kustannuksia; lasku oman toiminnan haitoista jätetään jonkun toisen maksettavaksi.

Ulkoiskustannus voidaan sisällyttää hintoihin taloudellisella ohjauksella usein eri tavoin. Monet ekonomistit suosittelevat päästökauppaa, jos siitä saadaan mahdollisimman kattava eikä hintasignaalia vääristetä poliittisista syistä.

EU:n päästökaupassa kohteena olevien sektorien kokonaispäästöille asetetaan katto. Yritysten on hankittava tuottamiaan päästöjä vastaava määrä päästöoikeuksia, ja oikeuksia voi ostaa ja myydä. Näin kauppa ohjaa vähentämään päästöjä siellä, missä se on edullisinta, mikä vähentää ilmastonsuojelun kokonaiskustannuksia.

Päästökaupalle yleisimmin tarjottu vaihtoehto on hiilivero. Kauppa ja vero vaikuttavat pääosin samoilla tavoilla: ilmastoa kuormittavat valinnat kallistuvat ja sitä säästävät valinnat muuttuvat suhteessa edullisemmiksi. Molemmilla voidaan myös kerätä tuloja ilmastotyöhön, jos kaupassa päästöoikeudet huutokaupataan.

Erojakin on. Vallitsevissa päästökauppajärjestelmissä haluttu päästötaso on kiinnitetty ja markkinat määräävät päästöjen hinnan, kun taas verolla asetetaan päästöille hinta ja markkinat määräävät sen perusteella päästötason. Kansainvälisten ympäristöverojen asettaminen on myös tähän asti osoittautunut poliittisesti äärimmäisen vaikeaksi ja hitaaksi.

Yritysten välistä päästökauppaa koskevia järjestelmiä on käytössä tai tulossa valtaosassa teollista maailmaa, ja niitä suunnitellaan muuallakin kuten Taiwanissa ja Etelä-Afrikassa. Lisäksi Kioton pöytäkirja mahdollistaa teollisuusmaiden välisen päästökaupan.

Järjestelmiä tulee linkittää, laajentaa ja syventää niin, että vaiheittain siirrytään mahdollisimman kattavaan ja globaaliin päästökauppaan. EU:n ministerineuvosto on esittänyt tavoitteeksi OECD-maiden päästökauppajärjestelmien linkittämistä vuoteen 2015 ja vauraimpien kehitysmaiden järjestelmien kytkemistä toisiinsa vuoteen 2020 mennessä.

Kytkeminen edellyttää sitä, että järjestelmät ovat vaatavuudeltaan ja keskeisiltä ominaisuuksiltaan vertailukelpoisia. Linkitys voi edetä vaiheittain niin, että alkuun kytketään yhteensopivimmat osat. Tarvittaessa voidaan käyttää kerrointa päästöoikeuksien muuntamisessa samaan tapaan kuin valuuttakaupassa.

Päästökauppasektorilla järjestelmä itsessään riittää periaatteessa takaamaan tarvittavat päästövähennykset, jos siinä on riittävä seuranta ja sanktiot. Muita ohjauskeinoja voidaan kuitenkin tarvita saavuttamaan rinnakkaisia tavoitteita kuten energiatehokkuuden parantamista ja uuden teknologian kaupallistamista. Päästökauppa ei myöskään kata kaikkia päästölähteitä ja kasvihuonekaasuja.

### **Taulukko 9.1** Käytössä tai vireillä olevia päästökauppajärjestelmiä

<b>Järjestelmä</b>	<b>Alue</b>	<b>Tila</b>	<b>Kausi</b>
EU:n päästökauppa	27 EU:n jäsenmaata ja Norja	voimassa	2005–
Uusi-Seelanti	Uusi-Seelanti	voimassa	2008–
Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI)	10 Yhdysvaltain koillista osavaltiota	voimassa	2009–
Kanada	Kanada	valmisteilla	2010–
Australia	Australia	valmisteilla	2010–
Iso-Britannia	EU:n päästökaupan ulkopuolisia sektoreita	valmisteilla	2010–
Kalifornia	Kalifornian osavaltio	valmisteilla	2012– (alustava)
Western Climate Initiative (WCI)	seitsemän Yhdysvaltain läntistä osavaltiota ja neljä Kanadan provinssia	valmisteilla	2012–

### **Laatikko 9.1** Maan sisäinen päästökauppa

Päästökauppaa voi käyttää päästövähennysten kohdentamisessa myös maiden sisällä. Käytännössä kaupan voi toteuttaa esimerkiksi niin, että valtiolla on jatkuva ostotarjous päästövähennyksistä. Valtio ostaisi kulloinkin edullisimmat kuntien ja yritysten hankkeiden tarjoamat todennetut päästövähennykset.

Valtion sisäinen päästökauppa on taloudellisesti houkuttelevaa tilanteessa, jossa maa on päästöyksiköiden netto-ostaja ja ulkomailta ostettavien päästövähennemien hinta on korkea tai saatavuus epävarmaa. Järjestelmä voi helpottaa päästöjen vähentämistä päästökauppasektorin ulkopuolella. Edellytyksenä on se, että järjestelmä saadaan toimimaan tehokkaasti.

Ruotsin Klimp-ohjelma on rahoittanut kuntien, maakuntien ja yritysten ilmastohankkeita energia-, jäte- ja liikennesektoreilla. Hankkeita on käsitelty ministeriöiden yhteistyössä, ja päätöksenteko on kuulunut hallituksen nimittämälle neuvostolle. Vuodesta 2003 ohjelmalla on saavutettu reilun miljoonan tonnin vuotuinen päästövähennelmä.

Ranskassa on tunnistettu päästökaupan ulkopuolisella sektorilla 20 koehanketta, joilla voitaisiin leikata päästöjä noin kuusi miljoonaa tonnia. Hankkeet rahoitettaisiin Kioton pöytäkirjan yhteistoteutusmekanismilla. Potentiaaliksi erityisesti rakentamisessa ja maataloudessa on arvioitu 10–15 miljoonaa tonnia. Myös Suomessa päästöjä voi olla perusteltua vähentää yhteistoteutusmekanismien avulla.

## **Euro on usein hyvä konsultti**

Hintasignaali on monissa tapauksissa tehokas tapa ohjata käytöstä. Ilmasto kuormittavien ratkaisujen kallistuminen kannustaa vähentämään niiden käyttöä ja valitsemaan kestävämpiä ratkaisuja. Euro on usein hyvä konsultti erityisesti yhdistettynä muuhun ohjaukseen kuten tiedotukseen.

Taloudellisen ohjauksen vahvuus on valinnanvapauden jättäminen toimijoille. Esimerkiksi runsaasti polttoainetta kuluttavien kaupunkimaasturien myyntiä ei välttämättä tarvitse kieltää, jos vero-ohjauksella kannustetaan suosimaan energiatehokkaampia vaihtoehtoja. Kuluttajalla on edelleen mahdollisuus valita myös paljon päästöjä tupruttava auto, jos hän kokee sen riittävän tärkeäksi ja hänellä on siihen varaa.

Monilla ohjauskeinoilla pyritään ensisijaisesti edistämään muita kuin ilmastopoliittisia tavoitteita, mutta niillä voi olla myös suoria tai epäsuoria vaikutuksia päästöihin. Ohjauskeinoja tulee arvioida ja tarvittaessa muokata niin, että tärkeät yhteiskunnalliset tavoitteet voidaan saavuttaa ilmastonsuojelun kannalta mahdollisimman toimivilla tavoilla. Päästöjen vähentäminen ei voi kuitenkaan olla ainoa kriteeri, jolla ohjauskeinojen hyväksyttävyyttä punnitaan.

Esimerkiksi OECD:n mukaan päästöihin suoraan tai epäsuorasti vaikuttavia ohjauskeinoja ovat esimerkiksi

- autoetu ja auton käytön työmatkakuluvähennys
- turpeen vapautus valmisteverosta ja turvelauhteen syöttötariffi
- teollisuuden ja kasvihuoneviljelijöiden alempi sähköverokanta
- lento- ja meriliikenteen polttoaineen verottomuus Suomen alueella
- alusliikenteen tuki ja harvaan asuttujen alueiden kuljetustuki
- energiaverotuki maa- ja puutarhataloudelle
- energiaintensiivisten yritysten veronpalautus
- yksityisten kaatopaikkojen vapautus jäteverosta

Lainsäädännössä ja verotuksessa on myös päästöjen vähentämistä jarruttavia jäänteitä. Ohjaus tulee perata ilmastonsuojelun näkökulmasta ja poistaa päästöjen vähentämisen tiellä olevia esteitä. Valtiovarainministeriö on jo käynnistänyt verojärjestelmän arvioinnin tästä näkökulmasta.

Päästökaupan aikana tarve ilmastopäästöjen vero-ohjaukselle päästökauppasektorilla on vähentynyt. Vuosina 1998–2007 ympäristöverojen osuus bruttokansantuotteesta laski 3,3 prosentista 2,7 prosenttiin. Veroja tarvitaan kuitenkin edelleen erityisesti muilla sektoreilla ja muissa käyttökohteissa. Ympäristöveroilla on myös muita kuin ilmastopoliittisia kuten fiskaalisia tavoitteita.

Vanhasen II hallitus on päättänyt toteuttaa toistaiseksi suurimman ekologisen verouudistuksen siirtämällä painopistettä työn verottamisesta ympäristön kuormittamisen verottamiseen noin miljardin euron verran. Ekologista verouudistusta tulee pitkällä aikavälillä jatkaa. Tavoitteena tulee olla, että päästökauppasektorin ulkopuolella päästöihin kohdistuu verotuksen kautta vähintään saman suuruinen ohjaus kuin päästökaupassa. Nykyisiä veroja kannattaa edelleen kehittää ilmastohjaavuuden parantamiseksi ja myös uusia veroja on tarvittaessa harkittava.

Päästötavoitteiden nopeasti tiukentuessa on tärkeää hakea tasapaino kepin ja porkkanan käytön välillä. Pelkkiin rajoituksiin ja maksuihin turvautuminen naker-taisi ilmastonsuojelun julkista hyväksyttävyyttä. Vaikka Suomen budjettikäytäntö ei mahdollistakaan suoraa korvamerkintää, tuo päästöoikeuksien huutokauppa valtiolle tuloja, joita on mahdollista käyttää kestävien ratkaisujen tukemiseen.

Taloudellinen ohjaus voi joissakin tapauksissa lisätä eriarvoisuutta. Jos luvan kuormittaa ilmastoaa saa ostaa rahalla, voivat hyvätuloiset jatkaa runsaiden päästöjen tuottamista. Kulutukseen perustuvat verot ja maksut voivat myös olla regressiivisiä eli kohdentua suhteessa enemmän pienituloisiin.

Sosiaalisia haittoja voi välttää korvaamalla lisäkustannuksia esimerkiksi tulonsiirroilla ja kohdentamalla ohjausta. Yhtenä ajatuksena on esitetty kotitalouksien sähköveron porrastamista kulutuksen mukaan. Perustasolla asukasta kohti vero

voisi olla varsin alhainen ja sen ylittävältä osalta asteittain nouseva. Vastaavia porrastuksia voisi hakea asumisen ja liikenteen veroihin ja tukiin.

### **Laatikko 9.2** Normiohjaus

Normiohjaus soveltuu erityisesti kohteisiin, joissa hintasignaali ei vaikuta riittävästi tai kohdennu oikein. Esimerkiksi harvalla kuluttajalla energiatehokkuus on digiboksin valinnassa olennainen kriteeri, koska yksittäisen laitteen kulutus ei juuri tunnu sähkölaskussa. Tällöin yksinkertaisinta on asettaa normit laitteen enimmäiskulutukselle.

Tanskassa rakennusten energiatehokkuutta on pyritty edistämään kolmekohtaisella ohjelmalla:

1. vähemmän: tehottomin rakentaminen poistetaan markkinoilta normeilla
2. enemmän: tehokasta rakentamista suositetaan mm. kannustimin ja tiedotuksella
3. parempaa: parhaita ratkaisuja edistetään mm. demonstraatioilla ja hankinnoilla

## **Uusiutuvan energian syöttötariffit**

Kymmenen viime vuoden aikana maailmalla ovat yleistyneet voimakkaasti syöttötariffit keinona edistää uusiutuvan energian tuotantoa. Tariffeilla taataan vihreälle sähkölle lisä- tai takuuhinta. Järjestelmä on käytössä noin 40 maassa ympäri maailmaa, mukaan lukien 19 EU-maassa.

Syöttötariffit on porrastettu energiamuodon mukaan niin, että uudet tekniikat saavat suurempaa ja kypsät tekniikat pienempää tukea. Näin eri tekniikoita voidaan edistää räätälöidysti ilman merkittävää ylikompensaatiota. Tariffi voi laskea ajan mukana, mikä kannustaa tehostamaan ja kaupallistamaan tekniikoita.

Lisähinta kerätään sähkönkäyttäjiltä, ja se voidaan porrastaa käyttäjätyypin mukaan. Esimerkiksi energiaintensiiviseltä vientiteollisuudelta voidaan kilpailukykyhaittojen minimoimiseksi periä alennettua maksua.

Saksassa tariffeilla on saatu uusiutuvan sähkön tuotanto kasvamaan 2000-luvulla kolminkertaiseksi. Arviot tariffien kustannuksista vaihtelevat, mutta vastineeksi alkuun melko kalliista investoinneista uuteen teknologiaan alan teollisuus on kasvanut voimakkaasti. Saksan ympäristöministeriön mukaan tariffit olivat vuoteen 2006 mennessä luoneet nettona yli 70 000 työpaikkaa lisää, kun otetaan huomioon myös sähkön hinnan nousun ostovoimaa heikentävä vaikutus.

Suomessa syöttötariffit otettiin ensimmäisenä käyttöön turvelauhteelle, jotta voitiin turvata sen asema kilpailussa tuontikivihiiltä vastaan. Hallituksen ilmasto- ja energiasstrategian mukaan tariffit ulotetaan koskemaan myös osaa uusiutuvalle energialla tuotetusta sähköstä. Kustannustehokas ja markkinaehtoinen tariffijärjestelmä suunnitellaan ja mitoitetaan niin, että se johtaa uusiutuvan sähkön tuotannon riittävän nopeaan lisäämiseen.

Useimmissa maissa tariffit koskevat kaikkia tärkeimpiä uusiutuvan energian muotoja. Myös Suomessa niiden on oltava uusiutuvan energian tavoitteiden kannalta riittävän kattavia ja ohjaavia. Pitkän aikavälin haasteiden näkökulmasta on tärkeää, että tariffit mahdollistavat uusien tekniikoiden nopean käyttöönoton ja kaupallistamisen.

## **Tienkäyttö- ja ruuhkamaksut**

Toinen maailmalla viime aikoina yleistynyt ohjauskeino on autoilun hillitseminen käyttömaksuilla. Tienkäyttö- ja ruuhkamaksuilla tavoitellaan autoilun ja siihen liittyvien haittojen vähentämistä, ruuhka-uhkujen tasaamista, joukkoliikenteen käytön edistämistä sekä liikennehankkeiden rahoittamista. Maksuja sovelletaan kymmenissä maissa eri puolilla maailmaa.

Maksut voivat koskea koko tieverkkoa tai jotain kaupunkiseutua, vain raskasta liikennettä tai kaikkea tieliikennettä. Niillä voidaan tienkäyttäjille antaa signaali autoilun yhteiskunnallisista kustannuksista, mikä ohjaa heitä tekemään kestävämpiä liikkumisvalintoja. Maksuilla voidaan vaikuttaa ihmisten liikennekäyttäytymiseen tehokkaammin ja kohdennetummin kuin yleisillä veroilla.

Ruuhkamaksuiksi kutsutaan yleensä kaupunkiseuduilla paikallisesti perittäviä maksuja. Tyypillisesti maksu peritään keskustavyöhykkeelle arkisin päiväsaikaan ajavilta autoilijoilta. Tukholmassa ruuhkamaksut vähensivät kokeiluvaiheessa autoilua viidenneksen, joskin järjestelmän vakinaistamisen jälkeen liikennemäärät ovat kasvaneet jonkin verran.

Tienkäyttömaksuilla tarkoitetaan yleensä laajemmin auton käytön mukaan perittäviä maksuja. Hollannissa satelliittipaikannukseen perustuva maksu otetaan käyttöön kaikelle tieliikenteelle vaiheittain vuosina 2012–2016. Kilometrimaksulla korvataan auton omistamiseen ja hankintaan liittyvät verot, ja se porrastetaan ajan, paikan ja ajoneuvon päästöjen mukaan.

Suomessa ei ole vielä käytössä tienkäyttö- tai ruuhkamaksuja. Liikenne- ja viestintäministeriön työryhmä selvittää mahdollisuuksia soveltaa pääkaupunkiseudulla vyöhykkeisiin perustuvia tai paikannusta hyödyntäviä maksuja. Raskaassa liikenteessä kuorma-autoille otetaan puolestaan käyttöön vinjettimaksu.

Satelliittipaikannuksen avulla maksut voidaan porrastaa ajan ja paikan mukaan. Teknologia mahdollistaa sen, että maksut voivat olla suurimpia alueilla, joilla liikenteen haitat ovat suurimpia ja autoilulle on eniten vaihtoehtoja. Maksut on mahdollista toteuttaa yksityisyydensuojaa vaarantamatta.

Porrastamalla maksut auton päästötason mukaan kannustettaisiin valitsemaan sähkö- ja muita erittäin vähäpäästöisiä autoja. Jos maksuilla korvattaisiin osa autoilun veroista, voisi syrjäseutujen autoilijoiden kustannuksia jopa keventää



ympäristöohjaavuuden olennaisesti kärsimättä. Uusi teknologia voi tälläkin sektorilla tarjota suomalaisyrityksille vientimahdollisuuksia.

Paikannukseen perustuvat maksut tarjoavat tulevaisuudessa mielenkiintoisia mahdollisuuksia myös Suomessa. Siksi tulee varautua niiden käyttöönottoon siinä vaiheessa, kun teknologia on riittävän kehittyntä ja kustannukset kohtuullisia. Käytännössä järjestelmään kannattaa siirtyä vaiheittain ja kokeilujen kautta. Jotta maksut voitaisiin aikanaan ottaa käyttöön, täytyy tarvittavat selvitykset ja kokeiluhankkeet käynnistää hyvissä ajoin.

### **Laatikko 9.3** Henkilökohtainen päästökauppa

Isossa-Britanniassa on keskusteltu päästökaupan laajentamisesta yksilötasolle asti. Henkilökohtaisen päästökaupan etuna on se, että järjestelmä konkretisoi ilmastorajoitteen jokaiselle kansalaiselle ja kytkee arjen valinnat käytettävissä olevaan hiilibudjettiin.

Malli olisi myös sosiaalisesti oikeudenmukainen ja kannustava. Kaikki saisivat yhtä suuret päästökiintiöt, ja vähän kuormittavat voisivat myydä yli jääviä päästöoikeuksia. Vastaavasti runsaasti kuormittavat joutuisivat maksamaan ylimääräistä.

Teknisiä esteitä henkilökohtaiselle päästökaupalle ei ole. Sen sijaan järjestelmä olisi todennäköisesti hyvin kallis. Isossa-Britanniassa tehtyjen arvioiden mukaan hinta voisi nousta 1–2 miljardiin puntaan.

Henkilökohtaista päästökauppaa voi lähteä testaamaan vaiheittain esimerkiksi aloittamalla vapaaehtoisista ja paikallisista järjestelmistä. Alkuun mukaan kannattaa ottaa vain helpoimmin mitattavat elementit: sähkö, lämpö, liikennepolttoaineet ja lentäminen.

### **Julkisen sektorin näytettävä esimerkkiä**

Julkisen sektorin on tehtävä oma osansa ja näytettävä esimerkkiä päästöjen vähentämisessä. Näin se voi paremmin myös innostaa kotitalouksia ja yrityksiä mukaan ilmastotalkoisiin.

Suomessa julkinen sektori käyttää noin 15 prosenttia bruttokansantuotteesta eli 27 miljardia euroa vuodessa palveluiden ja tuotteiden ostamiseen. Kolme neljännestä julkisista hankinnoista tehdään kunnissa, neljännes valtiolla. Iso merkitys on sillä, suositaanko näillä miljardeilla ilmastoa säästäviä vai kuormittavia ratkaisuja.

Valtioneuvoston periaatepäätöksessä kestävästä hankinnoista asetetaan useita tavoitteita julkisille hankinnoille. Uudisrakentamisessa ja vanhojen rakennusten peruskorjaamisessa pyritään ensin matalaenergiatasolle ja vuodesta 2015 alkaen passiivitaloihin. Kuljetuksia on tarkoitus vähentää kymmenyksellä ja vihreän

sähkön käyttöä lisätä. Julkisissa keittiöissä pyritään tarjoamaan nykyistä enemmän luomu-, sesongin mukaista tai kasvisruokaa.

Ilmastomyötäiset hankinnat edellyttävät tavoitteellista hankintapolitiikkaa ja -strategioita. Hankintojen tulee perustua elinkaariajatteluun, jossa ilmastovaikutukset otetaan huomioon alusta loppuun. Hankintayksiköillä on oltava riittävää osaamista, ja niille on oltava tarjolla tietoa hankintojen ilmastovaikutuksista ja kestävästä vaihtoehdoista. Kestävien hankintojen tekemistä voi tukea valtakunnallisella neuvontapisteellä ja maksuttomalla verkkopalvelulla.

Monissa maissa on asetettu tavoitteita kestävien hankintojen osuuden kasvattamiselle. Hollannissa ympäristökriteerejä pitää käyttää kaikissa valtion hankinnoissa vuodesta 2010 ja kuntien hankinnoissa vuodesta 2015 eteenpäin. Tanskassa valtion hankinnoissa on 14 tuoteryhmälle pakolliset kestävyyskriteerit.

Julkisilla hankinnoilla voidaan myös edistää uuden teknologian kaupallistamista. Ruotsin teknologiakilpailutuksessa energiamarkkinaviranomainen ensin arvioi mahdollisuuksia kehittää tuotteita kuten lämpöpumppuja, jääkaappeja tai valaisimia. Sitten viranomainen kokoaa ryhmän kestävästä ratkaisusta kiinnostuneita hankkijoita, käynnistää kilpailun ja arvioi tarjoukset. Voittaja saa julkisuutta ja tilauksen hankkijaryhmältä. Näin kestävämpi tuote pääsee ripeästi markkinoille.

## **Valtioneuvoston linjaukset**

- Ilmastopoliittisen ohjauksen tulee olla suunnitelmallista ja pitkäjänteistä, johdonmukaista, vaikuttavaa, kustannustehokasta sekä teknologiariippumattonta.
- Tutkimusta ilmastopoliittikan kustannustehokkuudesta lisätään. Arvioissa pyritään ottamaan kattavasti huomioon ohjauksen suorat ja epäsuorat vaikutukset lyhyellä ja pitkällä aikavälillä.
- Edistetään päästökauppajärjestelmien linkittämistä, syventämistä ja laajentamista niiden ilmastovaikuttavuus turvaten. Pyritään siirtymään kattavaan ja globaaliin päästökauppaan.
- Nykyinen julkinen ohjaus arvioidaan ilmastonsuojelun näkökulmasta muut yhteiskunnalliset tavoitteet huomioon ottaen. Päästöjen tuottamiseen johtavaa ohjausta karsitaan ja muutetaan.
- Jatketaan ekologista verouudistusta pitkällä aikavälillä. Pyritään siihen, että päästökaupasektorin ulkopuolella päästöihin kohdistuu vähintään saman suuruinen ohjaus kuin päästökaupassa.
- Ohjauksessa haetaan tasapainoa kannustimien ja hillitsimien välillä. Kotitalouksia ja yrityksiä kannustetaan valitsemaan kestäviä ratkaisuja.
- Toteutetaan syöttötarifit ja muut taloudelliset ohjauskeinot riittävän kattavina uusiutuvan energian lisäämistavoitteiden kannalta. Suunnitellaan ohjaus niin, että se auttaa kaupallistamaan uutta teknologiaa.

- Siirretään liikenteessä taloudellisen ohjauksen painopistettä auton käyttöön. Selvitetään mahdollisuudet siirtyä tulevaisuudessa paikannukseen perustuviin tienkäyttömaksuihin, jotka porrastetaan ajan, paikan ja auton päästönsä mukana.
- Julkisen sektorin on näytettävä esimerkkiä ilmastonsuojelussa. Veloitetaan hankintayksiköt laatimaan hankintastrategiat, joissa esitetään ilmastoasioiden huomioon ottaminen hankinnoissa.
- Selvitetään julkisten hankintojen käyttöä kestävä teknologian kaupallistamisessa. Seurataan hankintojen kestävyden toteutumista ja raportoidaan siitä säännöllisesti. Arvioidaan tarve tarkistaa lainsäädäntöä hankintojen ilmastomyötävyyden edistämiseksi.

## 10 ILMASTOPOLITIIKAN VALTAVIRTAISTAMINEN

**Siirtyminen vähäpäästöiseen yhteiskuntaan edellyttää ilmastonäkökulman valtavirtaistamista osaksi kaikkea politiikkaa. Ilmastonäkökulma on otettava mukaan päätöksentekoon kaikilla aloilla ja tasoilla. Monia rakenteita ja käytänteitä on uudistettava, ja päätöksenteon tueksi on saatava riittävästi tutkimustietoa. Myös kunnat ja alueet on saatava nykyistä vahvemmin mukaan ilmastotalkoisiin.**

Yhteiskunnalla on lukuisia tavoitteita, ja ne tukevat usein toisiaan – toimiva liikenne taloutta, koulutus tasa-arvoa, kehitysyhteistyö turvallisuutta. Välillä eri politiikat voivat kuitenkin jäädä vaille kytköstä tai jopa toimia toisiaan vastaan. Hyvät tavoitteet yhtäällä ovat voineet johtaa toisten vaarantumiseen.

Ilmastopolitiikan valtavirtaistamisella pyritään siihen, että kaikki politiikka ottaa huomioon ja tukee osaltaan myös ilmastotavoitteita. Mukaan tulee saada nekin toimijat, joiden päätehtävät eivät liity ilmastonmuutoksen torjuntaan tai siihen sopeutumiseen. Vaikka ilmaston voi periaatteessa valtavirtaistaa kaikille aloille ja tasoille, on perusteltua keskittyä tärkeimpiin toimintoihin kuten ratkaisuihin energiasta, liikenteestä, maankäytöstä ja ruoasta.

Valtavirtaistaminen voi vahvistaa ilmastopolitiikkaa kahteen suuntaan. Horisontaalinen valtavirtaistaminen tukee ilmastoasioiden huomioonottamista koko julkishallinnon toiminnassa kaikilla sektoreilla. Vertikaalisella valtavirtaistamisella tarkoitetaan ilmastokysymysten sisäistämistä kullakin hallinnonalalla kaikilla tasoilla paikallisesta kansalliseen.

Valtavirtaistamisen tavoitteena on välttää tarpeettomia politiikkaristiriitoja ja vahvistaa eri toimien synergioita. Sen sijaan valtavirtaistamisella ei pyritä muiden yhteiskunnallisten tavoitteiden sivuuttamiseen. Vähimmillään päätöksentekijöillä tulee olla riittävät tiedot politiikkojen vaikutuksista, jotta ristikkäiset tavoitteet voidaan asettaa tärkeysjärjestykseen. Onnistuakseen valtavirtaistaminen edellyttää osaamista, voimavaroja, sitoutumista, seuranta ja arviointia sekä kykyä käsitellä ristiriitoja ilmastopoliittisten ja muiden tavoitteiden välillä.

Ilmastonmuutoksen vakavuus on nykyään yleisesti tunnustettu. Tämän tulee näkyä käytännössä politiikan painopisteissä ja päätöksissä. Siirtymä vähäpäästöiseen yhteiskuntaan tulee olemaan yksi suurimpia murroksia, ja edessä olevat muutokset edellyttävät poliittista johtajuutta. Hallituksen, ministeriöiden ja valtiotalonhallinnon muun ylimmän johdon on johdonmukaisesti sitouduttava ilmaston-suojelun edistämiseen kaikessa toiminnassa.

## Rakenteet vastaamaan tämän päivän tarpeita

Valtaosa nykyisistä instituutioista, päätöksentekoprosesseista ja toimintatavoista on syntynyt ennen ilmastohuolen voimistumista. On syytä pohtia sitä, miten niitä voitaisiin kehittää tukemaan paremmin siirtymää kohti vähäpäästöistä yhteiskuntaa. Ratkaisuja mietittäessä on pyrittävä tehokkuuteen ja vältettävä päällekkäisyyttä ja tarpeettomia rakenteita.

Ilmastoa koskevia tai siihen vaikuttavia päätöksiä tehdään käytännössä jokaisessa ministeriössä. Suorimmin päästöihin vaikuttava politiikka on työ- ja elinkeinoministeriön, ympäristöministeriön, liikenne- ja viestintäministeriön sekä maa- ja metsätalousministeriön vastuulla. Veroista ja määrärahoista vastaavalla valtiovarainministeriöllä on myös keskeinen rooli.

**Taulukko 10.1** Ministeriöiden roolit ilmastopolitiikan valtavirtaistamisen kannalta

Ministeriö	Vastuu ilmastopolitiikassa	Ilmastoan liittyvät politiikat
Valtioneuvoston kanslia	hallitusohjelman koordinointi, tulevaisuusselonteko	
Ulkoasiainministeriö	puhtaan kehityksen mekanismin hankkeet	ulko- ja turvallisuuspolitiikka kehityspolitiikka kauppapolitiikka
Oikeusministeriö		säädösvalmistelun yleinen ohjaus
Sisäasiainministeriö		pelastustoimi maakuntien suunnittelun ohjaus
Puolustusministeriö		turvallisuuspolitiikka neljannes julkisista hankinnoista
Valtiovarainministeriö		valtiontalous valtion hankintojen ohjaus energiaverot ja -tuet muu verotus ja tukipolitiikka kuntarakenne
Opetusministeriö		koulutuspolitiikka tutkimus- ja tiedepolitiikka viidennes julkisista hankinnoista
Maa- ja metsätalousministeriö	päävastuu ilmastomuutokseen sopeutumisesta	maa- ja metsätalous vesihuolto ja vesivarat elintarvikkeet
Liikenne- ja viestintäministeriö		liikennepolitiikka väylät viidennes julkisista hankinnoista
Työ- ja elinkeinoministeriö	päävastuu ilmastomuutoksen torjunnasta	energiapolitiikka päästökauppa elinkeinopolitiikka teknologia- ja innovaatiopolitiikka julkisten hankintojen ohjaus työmarkkinoiden toimivuus
Sosiaali- ja terveysministeriö		ympäristöterveys
Ympäristöministeriö	päävastuu kansainvälisistä ilmastoneuvotteluista yhteistoteutushankkeet	yhdyskuntasuunnittelu rakentaminen jätehuolto ympäristölainsäädäntö, ml. luvat kestävän kehityksen yleisohjaus

Joissakin maissa ilmastönäkökulman vahvistamiseksi ja koherenssin turvaamiseksi on päädytty tarkistamaan ministeriöiden ja ministerien toimialoja. Esimerkiksi Tanskassa on nimitetty ilmasto- ja energiaministeri, jonka vastuulle on siirretty ilmastopolitiikka ympäristöministeriöltä ja energiapolitiikka liikenne- ja energiaministeriöltä. Ranskassa on valmisteilla laajennettu ympäristö- ja kestävä kehityksen ministeriö, johon liitetään liikenneministeriö ja osa teollisuusministeriöstä.

Suomessa ilmastopolitiikan koordinaatio on tähän asti pyritty takaamaan erityisesti ilmasto- ja energiapolitiikan ministerityöryhmällä sekä ministeriöiden edustajien yhdysverkolla. Pääministeri Matti Vanhanen nimitti toisen hallituksensa alussa valtioneuvoston kansliaan ilmastopoliittisen asiantuntijan. Vastaavia asiantuntijoita on nimitetty pääministerin, presidentin tai liitokanslerin esikuntaan myös monissa muissa teollisuusmaissa. Tulevaisuudessa ilmastopolitiikan merkitys kasvaa entisestään, ja koordinaatiotapoja on mietittävä tätä taustaa vasten.

Valtion talousarvio vaikuttaa ratkaisevasti ilmastonsuojelun edellytyksiin, sillä siinä päätetään mm. energia- ja ympäristöveroista, uusiutuvan energian ja joukkoliikenteen tuista sekä liikennehankkeiden ja ilmastotiedotuksen määrärahoista. Budjettikirjasta on kuitenkin melko vaikea nähdä, mitkä momentit liittyvät suoraan tai epäsuorasti ilmastoon sekä millaisia vaikutuksia talousarviolla päästöihin on. Tämä hankaloittaa sekä haitallisen ohjauksen tunnistamista ja karsimista että ilmastonsuojelutoimien riittävyden arvioimista.

Valtionvarainministeriön tehtävä on vastata siitä, että eduskunnalla on käytettävissä kehyspäätöksen ja talousarvioesityksen osana arviot esityksen välittömistä ja välillisistä ilmastovaikutuksista. Yksi tapa parantaa budjettikirjan informatiivisuutta olisi julkaista sen osana tiivis ilmastobudjetti, johon olisi koottu ilmastotyön kannalta olennaiset talousarviomomentit ja niiden ilmastovaikutukset. Ilmastönäkökulmaa on syytä vahvistaa myös talousarvion tulostavoitteissa.

Tulevaisuuselonteon toimeenpanoa tulee seurata säännöllisesti, arvioida toimien riittävyttä tavoitteiden saavuttamiseksi ja päättää tarvittaessa täydentävistä ratkaisuista. Työssä hyödynnetään uusinta tutkimustietoa ja tukeudutaan mahdollisuuksien mukaan muihin menettelyihin, kuten ilmasto- ja energiastrategian seurantaan. Kuluvan hallituskauden aikana laaditaan raportti toimeenpanon käynnistymisestä, ja vuonna 2013 valmistellaan laajempi arviointi niin, että hallitus voi toimikautensa puolivälissä tehdä tarvittavat poliittiset päätökset.

### **Laatikko 10.1** Varmuutta ja pitkäjänteisyyttä ilmastolailla?

Isossa-Britanniassa hyväksyttiin vuonna 2008 laki, jossa asetetaan sitovat kansalliset keskipitkän ja pitkän aikavälin päästötavoitteet. Lain ja siihen liittyvien hiilibudjettien mukaan maan päästöjä on leikattava vuoden 1990 tasosta 34 prosenttia vuoteen 2020 ja vähintään 80 prosenttia vuoteen 2050 mennessä. Jos kansalliset tavoitteet ovat kansainvälisiä velvoitteita tiukempia, ei ylimääräisiä päästöyksiköitä saa luovuttaa muiden maiden käyttöön.

Pitkän aikavälin tavoitteet on jaettu sitoviin hiilibudjetteihin, jotka asettavat päästöjen enimmäismäärän viisivuotiskausittain. Kulloinkin on oltava määriteltynä kolme peräkkäistä budjettikautta. Hiilivaroja voi tallettaa ja lainata budjettikausien välillä.

Riippumattomista asiantuntijoista koostuva komitea opastaa hallitusta tavoitteiden ja hiilibudjettien asettamisessa sekä toimenpiteiden suunnittelemisessa. Se myös raportoi vuosittain parlamentille budjetissa pysymisestä. Vastuu tavoitteiden saavuttamisesta on ministerillä. Laki ei kuitenkaan sisällä varsinaisia sanktioita velvoitteiden rikkomisesta niin kuin rahabudjetin ylittämistäkään ei suoranaisesti rangaista.

Ison-Britannian mallin mukaista ilmastolakia on perusteltu julkisessa keskustelussa monin tavoin:

1. laki on vahva osoitus poliittisesta tahtotilasta ja signaali muille maille valmiudesta sitoutua vähäpäästöisiin polkuihin
2. lain voi olettaa pitävän strategioita paremmin hallituskausien yli, mikä lisää elinkeinoelämän kannalta tärkeää investointivarmuutta
3. laissa on sekä asetettu sitovat keskipitkän ja pitkän aikavälin tavoitteet että esitetty viisivuotiskausittaiset hiilibudjetit nykyhetkestä kohti näitä tavoitteita
4. laki sisältää mekanismin tavoitteiden arvioimiseksi ilmastotieteen kehityksen perusteella ja hallituksen toimenpiteiden riippumattoman seurannan

Isossa-Britanniassa ilmastolaki antaa hallitukselle hyvin laajan vallan päättää keinoista, joilla päästötavoitteisiin voidaan päästä. Lainsäädäntövallan laaja delegointi ei sovi Suomen oikeusjärjestelmään, sillä yksilön oikeuksiin ja velvollisuuksiin vaikuttavista ratkaisuista on säädettävä eduskunnassa hyväksyttävillä laeilla. Ilmastolain soveltamiselle Suomen oloihin ei kuitenkaan ole juridisia esteitä.

Kansalliset ilmastostrategiat ja EU:n ilmasto- ja energiapaketti sisältävät pitkälle samoja elementtejä kuin ilmastolaki. Näitä ovat mm. keskipitkän aikavälin päästötavoite ja viitteellinen päästöpolku kohti tuota tavoitetta. Ilmastolain vahvuuksia ja heikkouksia verrattuna olemassa oleviin keinoihin sekä sopivuutta Suomen oloihin erityisesti päästökaupparektorin ulkopuolella on syytä selvittää.

### **Tietoa päätöksenteon tueksi**

Punnittu päätöksenteko edellyttää ajantasaista ja tutkittua tietoa. Ministeriöillä on oltava käytettävissä riittävää osaamista ja voimavaroja päätösten ilmastovaihtokutusten arviointiin ja ilmastonäkökulman integroimiseen kaikkeen säädösvalmisteluun. Arviot ilmastovaihtokutuksista on sisällytettävä toiminta- ja taloussuunnitelmiin sekä strategioihin. Myös suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnissa on paikallaan vahvistaa ilmastouloittuvuutta. Ministeriöiden tulee

yhteistyössä laatia selvitys siitä, miten ilmastovaikutuksia arvioidaan sää-dösesitysten valmistelussa.

Organisaatioissa voidaan kohdentaa henkilöstöresursseja uudelleen nimittämällä ilmastoasiantuntijoita ja antaa ilmastoasioihin liittyvää koulutusta henkilökunnalle. Myös tiedotus, työnkuvien muutokset, henkilökierto ja verkostoituminen voivat auttaa valtavirtaistamisessa.

Rationaalinen päätöksenteko on riippuvaista eri tieteenalojen tuottamasta tiedosta. Tutkimustarpeita on viisasta tunnistaa tutkijoiden ja päättäjien välisessä vuoropuhelussa. Ilmastoasiat on myös tärkeä ottaa huomioon tutkimusohjelmien valmistelussa, hallinnossa ja arvioinnissa.

Ilmastoasioita käsittelevä eri alojen tutkimus on lisääntynyt Suomessa. Tietotarpeita on silti jäljellä paljon. Esimerkiksi äkillisiä ja äärimmäisiä ilmaston muutoksia, ihmisryhmien välisiä päästöeroja, energiatehokkuuspotentiaaleja sekä ilmastopoliittisten toimien kustannustehokkuutta tunnetaan edelleen puutteellisesti. Vaikuttava ilmastotyö edellyttää päätöksentekoa tukevan tutkimuksen riittävää resurssioimista. Eri tieteenalojen verkottumista ja kohtaamista tulee myös lisätä.

Suomessa tehdään vahvaa akateemista tutkimusta yliopistoissa, ja omilla aloillaan ilmastoon liittyvää tietoa tuottavat myös esimerkiksi Ilmatieteen laitos, Suomen ympäristökeskus, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, VTT, MTT, Metla ja Ulkopoliittinen instituutti. Tutkimuksen kansainväliset yhteydet ovat vahvoja, ja ulkomailla tuotettua tietoa voidaan hyödyntää myös täällä.

Usein haasteena on kuitenkin tuottaa nopeasti muuttuvassa tilanteessa politiikkarelevanttia ja monitieteistä tietoa sekä tarjota päätöksentekoa tukevia asiantuntijapalveluita. Luonnontieteellisen ja teknisen tiedon lisäksi tarvitaan erityisesti sosioekonomista ilmastotutkimusta. Suomesta myös puuttuvat monista muista maista tutut ajatushautomot, jotka ruokkivat julkista keskustelua.

Suomen vahvuuksia on sektoritutkimus ja sen tiivis yhteys yliopistotutkimukseen. Ilmastoalan tutkimusta voisi koota sektoritutkimuksen neuvottelukunnan kautta isoksi ja pysyväksi ohjelmaksi, jolla on selvä yhteys päätöksentekoon. Tutkimusresursseja tulisi myös nykyistä enemmän kohdentaa ilmastonsuojelun tarpeisiin.

Vaihtoehtoisesti eri alojen ilmasto-osaamista voisi keskittää jonkin nykyisen yliopiston tai tutkimuslaitoksen yhteydessä toimivaan moni- ja poikkitieteiseen ilmastoinstituuttiin. Instituutti voisi myös toimia verkostomaisesti ja virtuaalisesti kooten osaamista olemassa olevista tutkimuslaitoksista.



Usein haasteena on paitsi tuottaa päätöksenteon kannalta hyödyllistä tietoa, myös välittää se päättäjille oikeaan aikaan ja oikeassa muodossa. Tieteen ja politiikan välisen tiedonkulun parantamiseksi on monissa maissa nimitetty eräänlaisia tiedetulkkeja. Esimerkiksi Isossa-Britanniassa hallituksella on tukena tiede-neuvonantaja ja Saksassa liittokansleria on neuvonut ilmastotiedeasiantuntija. Saksan liittohallitusta globaalimuutosasioissa neuvoo myös riippumattomista asiantuntijoista koostuva neuvosto WBGU (German Advisory Council on Global Change).

Kansalaisille on tarjottava riittävästi tietoa ilmastonmuutoksesta ja sen torjumisesta kaikissa ikäluokissa ja väestöryhmissä. Ilmasto on jo jossain määrin mukana ympäristökasvatuksen ja aineopetuksen kautta perus- ja lukio-opetuksessa. Opetussuunnitelman perusteiden uudistamisen yhteydessä ilmastoasioiden kytkeämistä opetukseen tulee vahvistaa. Sama on tehtävä myös ammatillisessa koulutuksessa kullekin ammattialalle sopivalla tavalla.

Ammattikorkeakoulujen ja yliopistojen tulee yhä selvemmin nivoa ilmasto tutkimukseen ja opetukseen. Merkittävä tehtävä korkeakouluilla on opettajankoulutuksessa. Ilmaston tulee sisältyä kaikkien opettajien peruskoulutukseen, ja nykyisten opettajien valmiuksia on kohennettava täydennyskoulutuksella.

Täydennyskoulutuksen merkitys muillakin aloilla korostuu nopeasti muuttuvassa yhteiskunnassa. Vähäpäästöisen yhteiskunnan kannalta keskeisten ammattien kuten arkkitehtien, isännöitsijöiden ja kodinkonekauppiaiden on saatava ilmastonsuojelua tukevaa koulutusta.

## **Seudut ja alueet avainasemassa**

Kunnat ja alueet vaikuttavat ratkaisevasti sekä ilmastonmuutoksen torjuntaan että siihen sopeutumiseen. Esimerkiksi päätökset yhdyskuntasuunnittelusta ja kaavoituksesta, julkisesta jätehuollosta, peruskoulutuksesta, omien rakennusten energiankulutuksesta sekä julkisesta ruokailusta tehdään kunnissa ja kuntayhtymissä. Ne vaikuttavat usein myös mm. energiantuotantoon ja paikallisliikenteeseen.

Hyvä paikallinen esimerkki ilmastopolitiikan valtavirtaistamisesta löytyy Kuopios-ta. Kaupunki on päättänyt, että kaikkien toimielinten ja yhtiöiden päätöksiin pitää kirjata esittelijän näkemys siitä, tukeeko päätös kaupungin ilmastopoliittisen ohjelman tavoitteita.

Merkittävästä roolistaan huolimatta vasta vähemmistössä suomalaiskunnista on laadittu paikallisia ilmastostrategioita. Suomessa Kuntaliiton ilmastonsuojelukampanjassa on mukana 51 kuntaa 348:sta eli noin joka seitsemäs. Vertailun vuoksi Ruotsissa ympäristöviraston kyselyyn vastanneista kunnista lähes kaikilla joko on päästövähennystavoite tai ne suunnittelevat sellaisen asettamista.

Ilmastonsuojelu voi olla kunnille mahdollisuus. Energiankäytön ja infrastruktuurin tehostaminen tuo rahallisia säästöjä. Joukko- ja kevyen liikenteen kehittämisen kohentaa kuntalaisten terveyttä ja parantaa viihtyvyyttä. Kestävä teknologia ja palvelut voivat luoda uusia työpaikkoja ja verotuloja. Vaikeimmin mitattava on se hyöty, joka voi tulla ihmisten sitoutuessa omaan kuntaansa, koska he kokevat sen toimivan vastuullisesti ja kestävästi.

Ilmastopoliittiset tavoitteet voivat tuskin toteutua, ellei niitä jalkauteta kaupunki-seutujen, muiden alueiden ja kuntien tasolle. Hallituksen ilmasto- ja energiastrategia velvoittaa kaupunkiseudut ja maakunnat laatimaan omat ilmasto-ohjelmansa. Velvoite on perusteltua kattaa vaihteittain koskemaan kaikkia kuntia.

Paikallisten ohjelmien tulee sisältää konkreettiset ja mitattavat tavoitteet päästöjen vähentämiseksi, energiatehokkuuden parantamiseksi ja uusiutuvan energian käytön lisäämiseksi sekä niiden edellyttämät toimenpiteet. Mukana tulee olla tavoitteet ja keinot liikenteen päästöjen vähentämiseksi. Samassa tulisi tarkastella myös ilmastonmuutokseen sopeutumista.

Kunta voi päättää laatia ilmasto-ohjelman omin voimin, mutta usein on perusteltua tehdä yhteinen ohjelma seutukunnalle tai kuntayhtymälle. Ensimmäisten ohjelmien tulee valmistua vuoden 2012 loppuun mennessä, ja siitä eteenpäin ne tulee päivittää viiden vuoden välein.

Kuntien edellytykset paikalliseen ilmastotyöhön vaihtelevat. Erityisesti monissa pienissä ja köyhissä kunnissa voi olla vaikeaa irrottaa riittäviä taloudellisia voimavaroja ja tarvittavaa osaamista. Kuntien yhteistyötä ja omaa osaamista on syytä vahvistaa, ja niiden on saatava asiantuntija-apua valtakunnalliselta tasolta. Kunnat voivat myös rakentaa kumppanuuksia oman alueen yritysten, järjestöjen ja kuntalaisten kanssa. Näin ne voivat laajentaa ilmastotyön peittoa, hyödyntää muiden osaamista ja saavuttaa enemmän ihmisiä.

Osassa maista valtio tukee paikallista ilmastotyötä suoralla rahallisella tuella, lainoilla tai takuilla. Esimerkiksi Itävallan ilmasto- ja energiarahastolla on neljälle vuodelle puolen miljardin euron budjetti, josta tuetaan myös kuntia.

Suomessakin valtion on perusteltua tukea paikallista ilmastotyötä siemenrahoituksella. Tämä voidaan toteuttaa joko omalla budjettimomentilla tai perustamalla erillinen ilmastorahasto, josta kunnat ja alueet voivat hakea tukea tai edullisia lainoja paikallisiin ilmastohankkeisiin. Rahoitusta voisi kerätä myös muista lähteistä.

## Laatikko 10.2 Esimerkkejä aktiivisista kunnista

Monet kunnat maailmalla ovat jo toimineet aktiivisesti oman ilmastokuormituksensa vähentämiseksi. Yksi tunnetuimmista on ruotsalainen runsaan 80 000 asukkaan Växjö. Kaupunki on 12 vuodessa onnistunut leikkaamaan päästöjä asukasta kohti neljänneksellä ja nostamaan uusiutuvan energian osuuden puoleen.

Växjö ei kuitenkaan aio jäädä tähän. Kaupungin tavoitteena on puolittaa päästöt asukasta kohti vuoteen 2010 ja leikata niitä 70 prosenttia vuoteen 2025 mennessä. Pyöräilyä ja joukkoliikenteen käyttöä on molempia tarkoitus lisätä 2000-luvun alun tasosta viidenneksellä vuoteen 2015 mennessä. Pitkällä aikavälillä tavoitteena on päästä kokonaan eroon fossiilisista polttoaineista.

Saksalaisessa Freiburgissa onnistuttiin kymmenessä vuodessa lisäämään pyöräilyn osuutta puolella ja vähentämään autoilun osuutta neljänneksellä. Samaan aikaan kaupungin autoistumisaste laski vastoin yleistä trendiä.

Tanskalainen Samsøn saari on ollut vuodesta 2003 hiilineutraali. Kaikki sähkö saadaan tuulivoimasta, ja 70 prosenttia lämmöstä tuotetaan biomassalla ja aurinkokeräimillä. Loput päästöt hyvitetään viemällä tuulisähköä muualle Tanskaan.

Suomessa on käynnistynyt Suomen ympäristökeskuksen vetämä kohti hiilineutraalia kuntaa -hanke. Siinä viisi kuntaa toimii paikallisen ilmastonsuojelun pienoislaboratoriona ja pyrkii vähentämään päästöjä merkittävästi etuajassa. Hanke perustuu kaikkien paikallisten toimijoiden kumppanuuteen. Alustavat tulokset ovat rohkaisevia: esimerkiksi Uudessakaupungissa päästöjä voi olla mahdollista leikata jopa 30 prosenttia vain viidessä vuodessa.

## Valtioneuvoston linjaukset

- Turvataan ja vahvistetaan ilmastopoliittista asiantuntemusta valtion johdon tukena.
- Vahvistetaan ilmastonäkökulmaa valtion talousarvioiden laadinnassa ja esittämisessä.
- Seurataan ja arvioidaan tulevaisuuselonteon toimeenpanoa sekä päätetään tarvittaessa täydentävistä ratkaisuista tavoitteiden saavuttamiseksi.
- Selvitetään Ison-Britannian mallin kaltaisen ilmastolain hyötyjä ja haittoja sekä soveltuvuus Suomen oloihin.
- Lisätään ilmastopoliittista päätöksentekoa tukevaa tutkimusta. Turvataan ministeriöille riittävät voimavarat ilmastonäkökulman integroimiseen kunkin hallinnonalan päätöksenteossa.
- Luodaan toimintamalli julkishallinnon ilmastoviestinnän koordinoimiseksi.
- Vahvistetaan ilmastonäkökulmaa koulutuksessa kaikilla tasoilla.
- Veloitetaan kuntia laatimaan seudullisesti tai omassa kunnassa ilmasto-ohjelma, joka sisältää tavoitteet ja toimenpiteet päästöjen vähentämiseksi.
- Tuetaan paikallista ja alueellista ilmastotyötä siemenrahoituksella, edullisilla lainoilla tai muulla vastaavalla järjestelyllä.

# Yhteenveto linjauksista

## Visio: vähäpäästöinen Suomi vuonna 2050

- toimitaan ilmastonmuutoksen rajoittamiseksi globaalisti enintään kahteen asteeseen
- leikataan Suomen päästöjä vähintään 80 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä osana kansainvälistä yhteistyötä
- siirrytään vähäpäästöiseen yhteiskuntaan tavalla, joka vahvistaa hyvinvointia
- tavoitteita tarkistetaan tarvittaessa tieteellisen tiedon tarkentuessa ja kansainvälisen yhteistyön edetessä

## Tavoitteet kohti vähäpäästöistä yhteiskuntaa

Asetetaan tavoitteeksi

- siirtyä pitkällä aikavälillä käytännössä päästöttömään energiajärjestelmään ja henkilöliikenteeseen
- vähintään puolittaa talouden energiaintensiteetti vuoteen 2050 mennessä parantamalla energiatehokkuutta radikaalisti
- tehostaa rakennuskannan energiankäyttöä niin, että kulutus on vuonna 2030 vähintään 30 prosenttia, vuonna 2040 45 prosenttia ja vuonna 2050 60 prosenttia pienempi
- luopua energiantuotannossa voimaloiden käyttöänsä päätyttyä vaiheittain sellaisesta fossiilisten polttoaineiden ja turpeen käytöstä, jossa hiilidioksidia ei oteta talteen
- jatkaa uusiutuvan energian osuuden kasvattamista niin, että vuonna 2050 se nousee vähintään 60 prosenttiin energian loppukulutuksesta
- leikata henkilöautokannan ominaispäästöjä enintään tasolle 80–90 g CO<sub>2</sub>/km vuonna 2030, 50–60 g vuonna 2040 ja 20–30 g vuonna 2050
- luopua asteittain nykymuotoisesta jätteen kaatopaikkasijoituksesta

## Tärkeimmät toimenpiteet

### *Energian käyttö ja tuotanto*

- energiatehokkuuden parantaminen ja energiansäästö kaikilla sektoreilla asetetaan päästöjen vähentämisessä etusijalle
- uusien rakennusten energianormeja tarkistetaan vuoden 2012 jälkeen niin, että asteittain siirrytään passiivitaloihin
- olemassa olevissa rakennuksissa veloitetaan parantamaan energiatehokkuutta selvästi peruskorjausten yhteydessä
- toteutetaan syöttötariffit ja muut taloudelliset ohjaukeinit riittävän kattavina uusiutuvan energian lisäämistavoitteiden kannalta
- vauhditetaan kuluttajien omaa pientuotantoa hallinnollisin ja taloudellisin keinoin
- kehitetään ja kokeillaan hiilen talteenottoa ja varastointia

### *Liikenne, yhdyskuntarakenne ja kulutus*

- siirretään liikenteessä taloudellisen ohjauksen painopistettä auton käyttöön
- joukkoliikenteessä varaudutaan pitkän aikavälin päästötavoitteiden edellyttämiin investointeihin
- vahvistetaan kaavoituksen ohjausta kaupunkiseuduilla yhdyskuntarakenteen eheyttämiseksi
- arjen valintojen ilmastovaikutuksista kertova tieto saatetaan helposti ihmisten saataville
- jätteen synnyn ennaltaehkäisyä, kierrätystä ja hyödyntämistä energiana lisätään selvästi

### *Ohjaus ja rakenteet*

- vahvistetaan kumppanuuksia valtiovallan, paikallishallinnon, elinkeinoelämän, järjestöjen ja kansalaisten välillä ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi
- päästöjen tuottamiseen johtavaa ohjausta arvioidaan ja tarvittaessa muutetaan
- rahoitusta ilmastoa säästävän ja kestävä teknologian sekä palveluiden kehittämiseen ja käyttöönottoon lisätään
- päästöjä hillitseviä veroja kehitetään ja korotetaan päästökauppasektorin ulkopuolella
- vahvistetaan ilmastonäkökulmaa valtion talousarvioiden laadinnassa ja esittämisessä
- velvoitetaan kuntia laatimaan seudullisesti tai omassa kunnassa ilmasto-ohjelma, joka sisältää tavoitteet ja toimenpiteet päästöjen vähentämiseksi
- tuetaan paikallista ja alueellista ilmastotyötä siemenrahoituksella, edullisilla lainoilla tai muulla vastaavalla järjestelyllä
- vahvistetaan ilmastonäkökulmaa koulutuksessa kaikilla tasoilla
- asetetaan monitieteinen ja riippumaton asiantuntijaryhmä seuraamaan ilmastoalan tutkimusta ja neuvomaan valtioneuvostoa

## **Kansainvälinen yhteistyö**

- toimitaan määrätietoisesti sen eteen, että ilmastoneuvotteluissa saadaan aikaan kattavia ja tehokkaita sopimuksia
- tuetaan ja pyritään vahvistamaan EU:n johtoasemaa kansainvälisessä ilmastonsuojelussa
- ajetaan aktiivisesti ilmastonäkökulman vahvistamista kansainvälisessä yhteistyössä kaikilla foorumeilla
- pyritään siirtymään kattavaan ja globaaliin päästökauppaan
- ilmastonsuojelua edistävää kauppaa pyritään vapauttamaan nopeasti
- ilmastoa säästävän teknologian siirtoa kehitysmaihin vauhditetaan olennaisesti
- siirrytään hiilineutraaliin kehitysyhteistyöhän niin pian kuin mahdollista
- ajetaan kehitysrahoituksen muuttamista ilmaston kannalta kestäväksi kansainvälisissä kehityspankeissa ja muilla foorumeilla
- asetetaan tavoitteeksi pysäyttää maailman metsäkato ja kääntää metsien kokonaispinta-ala nousuun viimeistään vuoteen 2020 mennessä

- väestökehitystä tasapainottavaa kehitysyhteistyötä painotetaan ja lisätään myös ilmastoyhteistyötä
- varaudutaan lisäämään kehitysmaiden ilmastotyön julkista rahoitusta Suomen oman ja oikeudenmukaisen osuuden mukaisesti

## **Selvitystarpeet**

- lisätään tutkimusta äärimmäisistä ja äkillisistä ilmaston muutoksista sekä ilmastojärjestelmän palautekytkennöistä
- arvioidaan keinoja vähentää ilmaston kasvihuonekaasupitoisuuksia ja viilentää ilmastoa kestävästi ja turvallisesti
- jatketaan työtä vähäpäästöisen Suomen skenaarioiden kehittämiseksi osallistavalla otteella ja tarkastellaan mahdollisuuksia päästä päästöneutraaliin Suomeen
- arvioidaan ilmastopolitiikkaa kestävä kehityksen näkökulmasta
- kehitetään ja monipuolistetaan ilmastopolitiikan talous- ja työllisyysvaikutusten arviointia
- kehitetään, testataan ja sovelletaan kestävä hyvinvoinnin mittareita täydentämään bruttokansantuotetta
- lisätään tutkimusta yhdyskuntarakenteen vaikutuksista päästöihin
- lisätään tutkimusta ja tiedotusta ruoan ilmastovaikutuksista
- selvitetään Suomeen maailmalta kohdistuvia ilmastonmuutoksen epäsuoria vaikutuksia
- laaditaan kattava arvio sopeutumisen kustannuksista
- lisätään tutkimusta ilmastopolitiikan kustannustehokkuudesta
- selvitetään mahdollisuudet siirtyä tulevaisuudessa paikannukseen perustuviin tienkäyttömaksuihin, jotka porrastetaan ajan, paikan ja auton päästötason mukaan
- selvitetään julkisten hankintojen käyttöä kestävä teknologian kaupallistamisessa
- selvitetään Ison-Britannian mallin kaltaisen ilmastolain hyötyjä ja haittoja sekä soveltuvuus Suomen oloihin

## Liite 1: Tulevaisuusselonteon skenaarioiden kuvaus ja arviointia

Tulevaisuusselontekoa varten laadittiin neljä mahdollista vähäpäästöisen Suomen tarinaa, joissa pyrittiin kuvaamaan joitakin toisistaan selvästi erottuvia tapoja vähentää päästöjä vähintään 80 prosenttia. Vaihtoehtoiset kehityskulut on pyritty esittämään tasavertaisina, eikä mitään niistä esitetä sellaisenaan valittavaksi.

Skenaariossa tehokkuuskumous (A) saavutetaan vallankumous energiankäytön tehokkuudessa ja energian loppukulutus Suomessa puolittuu. Kaikki energia tuotetaan uusiutuvilla energialähteillä. Auerakenne kehittyy kohti 8–12 vahvaa, kaupunkimaista aluekeskusta.

Elinkeinorakenne palveluvaltaistuu voimakkaasti ja samalla teollisuuden osuus pienenee. Paljon ostoenergiaa kuluttavan metsäteollisuuden tilalle on tullut uutta, korkean jalostusasteen osaamisteollisuutta. Ilmasto- ja ympäristöteknologia on tuottanut uusia nokiaita.

Skenaariossa kestävä arkikilometri (B) aluerakenne on kehittynyt kohti ympäri maata sijaitsevia palvelukeskuksia, joiden ympäristöön rakennetaan tehokkaasti. Päivittäispalvelut saadaan läheltä, ja liikenne on vähentynyt selvästi. Kulutuskeisyys on laantunut, ja palvelut korvaavat tuotteita.

Teollisuus on uusiutunut biojalostamoja, informaatio- ja viestintäteknologiaa sekä kierrätysraaka-aineita hyödyntävällä tuotannolla. Ekologinen suunnittelu ja rakentaminen ovat uusia vientituotteita. Ydinvoiman käyttö on lisääntynyt.

Skenaariossa omassa vara parempi (C) pyritään omavaraisuuteen ja paikallisuuteen. Pientalot tuottavat energiansa pääosin itse. Uutta asutusta on ohjautunut pariinkymmeneen vahvaan aluekeskukseen. Autot kulkevat päästöttömällä sähköllä ja kotimaisilla biopolttoaineilla.

Metsäteollisuus on muuttunut bioteollisuudeksi, ja kotimainen elintarviketeollisuus on vahvaa. Energiaomavaraisuutta tukeva uudis-, korjaus- ja puurakentaminen on kysyttyä. Uusiutuvan energian osuus on suuri. Kasvis- ja lähiruoan suosio kasvaa.

Skenaariossa teknologia ratkaisee (D) väestön keskittyminen eteläiseen Suomeen on jatkunut vahvana. Suurkaupunkien ympärillä on väljä yhdyskuntarakenne, mutta asutus maaseudulla on merkittävästi vähentynyt. Liikennetarve on kasvanut, ja sen tyydyttävät sähköautot ja nopeat junat.

Energian kulutus on nykytasolla, ja teollisuuden osuus on suuri. Ydinvoimaa on rakennettu merkittävästi lisää. Suuren kulutuksen takia fossiilisia polttoaineita käytetään vielä hiilen talteenoton ja varastoinnin avulla. Etelässä on energiapihiä osaamisteollisuutta, ja luonnonvaroja tehokkaasti hyödyntävä energiaintensiivinen teollisuus on ruuhka-Suomen ulkopuolella.

**Taulukko 1** Skenaarioiden keskeiset piirteet

	<b>A: tehokkuuskumous</b>	<b>B: kestävä arkikilometri</b>	<b>C: omassa vara parempi</b>	<b>D: teknologia ratkaisee</b>
Johtoajatus	ekotehokkuus	lähipalvelut	omavaraisuus	teollinen Suomi
Keskimääräinen vuotuinen talouskasvu	1,7 %	1,8 %	1,2 %	1,8 %
Elinkeinorakenne	palveluvaltaistunut selvästi	palveluvaltaistunut	palveluvaltaistunut hieman	nykyisenlainen
Yhdyskuntarakenne	eheä	erittäin eheä	hajautunut	hajautunut kaupunkiseudulla
Henkilöliikenteen suorite	laskenut	laskenut selvästi	nykytasolla	kasvanut
Energian loppukulutus	puolittunut	laskenut 1/4:n	laskenut 1/3:n	nykytasolla
Uusiutuvan energian osuus	1/1	2/3	4/5	3/5
Ydinvoiman käyttö	loppunut	kasvanut	laskenut	kasvanut selvästi

## Suomen elinkeinot vuonna 2050

Vähäpäästöisten polkujen taustalla on yleisen tason oletuksia talouden ja elinkeinorakenteen kehityksestä. Valitut oletukset eivät ole kannanottoja joidenkin elinkeinojen kehittämisen puolesta tai niitä vastaan, vaan asiantuntija-arvioiden perusteella mahdollisia ja riittävän erilaisia kehityskulkuja. Epävarmuudet tulevaisuuden elinkeinorakenteesta ovat joka tapauksessa suuria.

Kaikissa skenaarioissa palveluiden volyyymi kasvaa, osassa huomattavan paljon. Palveluiden osuus bruttokansantuotteesta vaihtelee D:n 2/3:n ja A:n 4/5:n välillä. Kasvua odotetaan mm. hyvinvointipalveluista ja matkailusta. Myös luova talous ja vähäpäästöiseen yhteiskuntaan liittyvät elinkeinoelämän palvelut työllistävät.

Kaikissa skenaarioissa teollisuus uudistuu ja tehostuu nykyisestä. Skenaariossa A teollisuuden osuus bruttokansantuotteesta puolittuu rakennemuutoksen ja palveluiden kasvun takia. Skenaariossa D teollisuuden osuus ja rakenne säilyvät



suunnilleen nykyisenlaisina ja talouskasvun seurauksena tuotanto kasvaa merkittävästi. Skenaarioissa B ja C teollisuuden osuus laskee kolmanneksella.

Osassa skenaarioista nykymuotoisen teollisuustuotannon osuus pienenee selvästi tai hiipuu lähes kokonaan. Tilalle tulee uusia, korkean jalostusarvon tuotteita ja jopa kokonaan uusia aloja. Uutta vientiteollisuutta voi syntyä esimerkiksi nano-, bio- ja informaatioteknologioiden innovaatioista. Kierrätysraaka-aineiden ja uusiutuvien luonnonvarojen merkitys kasvaa. Ilmastoteknologia ja ekologinen rakentaminen voivat olla tärkeitä toimialoja.

Alkutuotannon osuus vaihtelee. Omavaraisuutta tavoittelevassa C-skenaariossa ruoka pyritään tuottamaan mahdollisimman pitkälle kotimaassa, kun taas skenaariossa D maatalous on supistunut selvästi. Metsät ovat merkittävä voimavara teollisuudelle ja energiantuotannolle kaikissa skenaarioissa.

Skenaarioissa haettiin Suomen rooleja vuosisadan puolivälin maailmantaloudesta. Suomen talous voi palveluvaltaistua voimakkaasti, jos globaali työnjako kehittyy tämän mahdollistavaan suuntaan. Toisaalta teollisuuden asema voi säilyä vahvana, jos tuotanto onnistutaan uudistamaan vähäpäästöiseksi. Osaamisen merkitys on tärkeä kaikissa skenaarioissa.

## **Energian kulutus sektoreittain**

Skenaariotyö osoittaa, että Suomen on mahdollista vähentää päästöjä vähintään 80 prosenttia hyvin erilaisin keinoin. Kaikki vähäpäästöiset polut edellyttävät merkittävää energiatehokkuuden paranemista ja energiansäästöä kaikilla sektoreilla. Skenaarioissa energian kulutus joko vähenee selvästi tai pysyy suunnilleen nykytasolla.

Sähkönkulutus laskee muissa skenaarioissa, mutta kasvaa skenaariossa D teollisuuden takia. Yhteiskunta kuitenkin sähköistyy: sähkön osuus energiasta kasvaa kaikissa skenaarioissa.

**Taulukko 2** Energian loppukulutus skenaarioissa (TWh)

	<b>2007</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Teollisuus	108	54	111	81	150
Sähkön kulutus palveluissa ja kotitalouksissa	30	26	20	26	36
Lämmitys	62	27	30	31	37
Liikenne	50	15	21	25	21
<b>Yhteensä</b>	<b>250</b>	<b>122</b>	<b>183</b>	<b>163</b>	<b>245</b>

Luvut on pyöristetty lähimpään täyteen terawattituntiin. Lämpöpumpuista on esitetty niiden tuottama hyötylämmitysenergia. Luvut eivät sisällä teollisuuden suoraa polttoaineiden käyttöä (2007 n. 49 TWh).

Asuin- ja palvelurakennusten lämmityksessä energiankulutus laskee selvästi. Uusissa rakennuksissa siirrytään vaiheittain nykyistä selvästi energiatehokkaampaan rakentamiseen ja vanhoissa rakennuksissa energiatehokkuutta parannetaan remonttien yhteydessä.

**Taulukko 3** Asuin- ja palvelurakennusten lämmitys (TWh)

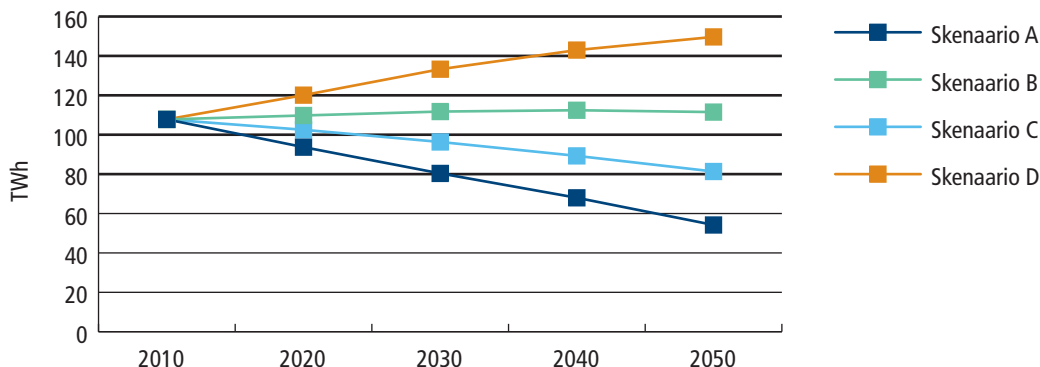
	<b>2007</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Kaukolämpö	28	14	17	10	13
Sähkölämmitys	9	6	5	5	15
Lämpöpumput	2	3	3	5	4
Muut	23	4	5	11	5
<b>Yhteensä</b>	<b>62</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>37</b>

Luvut on pyöristetty lähimpään täyteen terawattituntiin. Lämpöpumpuista on esitetty niiden tuottama hyötylämmitysenergia.

Skenaariossa A energiatehotonta rakennuskantaa puretaan. B:ssä asumisväljyys pysyy nykytasolla, A:ssa ja C:ssä kasvaa hieman ja D:ssä selvästi. Skenaarioissa A ja B oletetaan, että huonelämpötilaa lasketaan kahdella asteella.

Teollisuuden energiankulutus riippuu tuotannon määrästä, rakenteesta ja tehokkuudesta. Kaikissa skenaarioissa oletetaan keskimäärin viidenneksen parannus tuotannon ominaistehokkuudessa.

**Kaavio 1** Teollisuuden energiankulutuksen kehitys



Skenaarioiden väliset erot energian kulutuksessa ovat huomattavia. D:ssä teollisuus kuluttaa sähköä ja lämpöä lähes kolme kertaa niin paljon kuin A:ssa.

**Taulukko 4** Teollisuuden energiankulutus (TWh)

	2007	A	B	C	D
Sähkö	48	26	50	38	69
Lämpö	60	28	61	44	80
<b>Yhteensä</b>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>111</b>	<b>81</b>	<b>150</b>

Luvut on pyöristetty lähimpään täyteen terawattituntiin.

Sähkön käyttö palveluissa ja kotitalouksissa tehostuu merkittävästi. Ripeimmän kehityksen skenaarioissa kotien laitteiden energiatehokkuus paranee 30 prosenttia vuoteen 2030 ja 60 prosenttia vuoteen 2050 mennessä. Osassa skenaarioista laitteiden määrän kasvu syö tehostumisen tuomaa säästöä, mutta B:ssä laitteiden määrä ja siten myös kulutus jää vähäisemmäksi.

**Taulukko 5** Sähkön kulutus palveluissa ja kotitalouksissa (TWh)

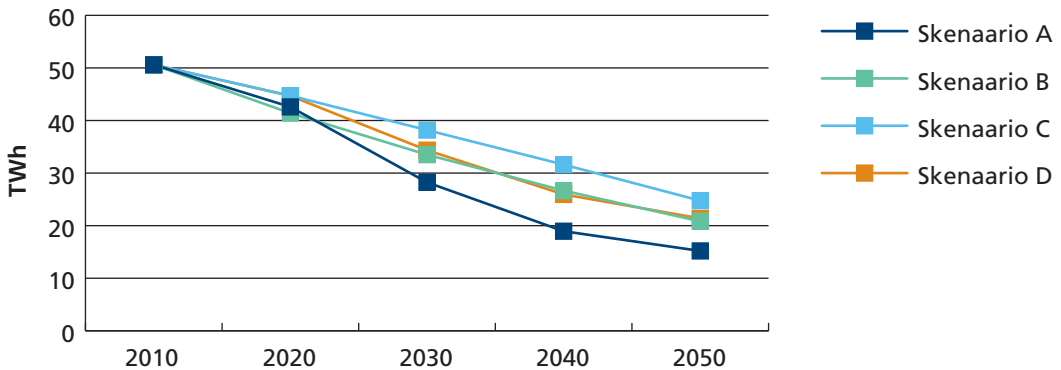
	2007	A	B	C	D
Palvelut	15	16	11	15	20
Kotitaloudet	11	8	6	9	11
Muut	3	2	2	2	5

Luvut on pyöristetty lähimpään täyteen terawattituntiin. Luvut eivät sisällä sähkölämmitystä.

Kaikissa skenaarioissa palveluiden volyyymi kasvaa selvästi, mikä lisää niiden sähkönkulutusta. Toisaalta energiatehokkuuden parantaminen leikkaa tarvetta. Skenaariossa A valaistuksen tehokkuuden arvioidaan paranevan 60 ja palvelusektorin muun sähkön käytön 30 prosenttia vuoteen 2050 mennessä.

Liikenteen energiankulutus vaihtelee liikennetarpeen, kulkumuotojakauman ja kulkuneuvojen tehokkuuden mukaan. Henkilöliikenteen matkasuoritteet laskevat B:ssä runsaan viidenneksen ja A:ssakin kymmenyksen, mutta C:ssä suorite pysyy nykytasolla ja D:ssä kasvaa kolmanneksen. Skenaariossa B oletetaan autojen käyttöasteen kasvavan.

**Kaavio 2** Liikenteen energiankulutuksen kehitys



Kaikissa skenaarioissa autoilun osuus henkilöliikenteestä laskee nykyisestä. Lyhyiden välimatkojen skenaariossa B kevyen liikenteen osuus peräti kolminkertaistuu. Joukkoliikenteen osuus kasvaa puolestaan kaupunkimaisimmassa skenaariossa A yli puolella.

**Taulukko 6** Osuus henkilöliikenteen matkasuoritteesta (%)

	2007	A	B	C	D
Henkilöautot	80	65	65	76	77
Joukkoliikenne	15	25	20	19	18
Kevyt liikenne	5	10	15	5	5

Polttomootoriautojen energiatehokkuuden on oletettu kaksinkertaistuvan vuoteen 2050 mennessä. Nopeasti sähköistyvän liikenteen skenaarioissa kulutus putoaa eniten, sillä sähkömoottori on olennaisesti polttomootoria tehokkaampi. B:ssä ja C:ssä sähköautojen osuus henkilöautoista jää viidennekseen, mutta A:ssa se nousee 90 prosenttiin ja D:ssä autokanta sähköistyy täysin.

Teollisuuden kuljetukset pysyvät suunnilleen nykytasolla voimakkaasti palveluvaltaistuvassa skenaariossa A mutta kasvavat B:ssä ja C:ssä 2/5 ja kaksinkertaistuvat D:ssä. Palveluiden kuljetukset kasvavat kaikissa skenaarioissa sektorin volyymin mukana. Raskas tieliikenne kulkee pääosin polttoaineilla, mutta skenaariossa D sähkön osuus nousee 30:een ja A:ssa 50 prosenttiin.

**Taulukko 7** Kaukolämmön ja teollisuuden lämmön hankinta (TWh)

	<b>2007</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Kaukolämpö (CHP)	25,4	11,1	1,4	8,0	4,6
Kaukolämpö (erillistuotanto)	7,8	2,8	3,8	2,5	2,9
Teollisuus (CHP)	49,4	25,4	9,2	31,0	72,2
Teollisuus (erillistuotanto)	12,3	2,8	52,0	12,7	2,8
Ydinkaukolämpö	0	0	10,9	0	7,1
<b>Yhteensä</b>	<b>94,9</b>	<b>42,1</b>	<b>77,3</b>	<b>54,2</b>	<b>89,6</b>

Taulukossa otettu huomioon kaukolämmön siirron verkostohäviöt. Luvut eivät sisällä matalaenergiälämpöverkkojen tuotantoa.

### Skenaarioiden energiantuotanto

Vähäpäästöisillä poluilla on siirryttävä käytännössä lähes päästöttömään energiajärjestelmään. Tämä edellyttää päästöttömien energianlähteiden tuotannon merkittävää kasvattamista ja fossiilisten polttoaineiden ja turpeen käytön vaiheittaista alasajoa, ellei niitä hyödynnetä yhdistettynä hiilen talteenottoon ja varastointiin.

Sähkön tuotannossa ydinvoima säilyy tärkeimpänä yksittäisenä tuotantomuotona ydinvoiman lisärakentamiseen perustuvissa skenaarioissa B ja D. Skenaarioissa A ja C tärkeimmäksi nousee tuulivoima. Erillisen lauhdevoiman tuotanto laskee kaikissa skenaarioissa. Sähkön tuotanto yhdistetyllä sähkön ja lämmön tuotannolla kasvaa skenaariossa D, mutta laskee muissa.

**Taulukko 8** Sähkön hankinta skenaarioissa (TWh)

	<b>2007</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Ydinvoima	22,5	0	41,6	13,1	64,6
Vesivoima	14,0	14,6	15,2	17,5	15,2
Tuulivoima	0,2	22,9	18,6	20,3	22,1
Yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto uusiutuvilla	9,2	17,4	4,0	16,6	27,2
Yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto muilla	17,4	0	0	1,3	7,3
Lauhdevoima	14,5	8,4	0	5,0	8,5
Muut	0	0,8	0	0,3	0
Tuonti (+) tai vienti (-)	12,6	4,8	0	0	-6,1
<b>Yhteensä</b>	<b>90,3</b>	<b>68,9</b>	<b>79,3</b>	<b>73,8</b>	<b>144,7</b>

Sähkön hankinta sisältää kotimaisen kulutuksen, siirtohäviöt ja mahdollisen viennin ulkomaille.

Kaikissa skenaarioissa lämmön tuotanto vähenee kulutuksen mukana. Tuotantorakenne kuitenkin vaihtelee merkittävästi. Skenaarioissa A ja C valtaosa kauko- ja teollisuuden lämmöstä tuotetaan sähkön ja lämmön yhteistuotannossa, kun

taas erityisesti skenaariossa B erillistuotannon osuus kasvaa erittäin suureksi. Skenaarioissa B ja D kaukolämpöä tuotetaan myös ydinvoimalla.

Energiaomavaraisuus paranee kaikissa skenaarioissa olennaisesti. Skenaariossa A kaikki Suomessa tuotettu energia perustuu kotimaisiin energianlähteisiin. Lisäksi vihreän sähkön tuonnilla katetaan neljä prosenttia energiankulutuksesta.

**Taulukko 9** Kotimaisen ja tuontiin perustuvan energian osuus kulutuksesta (%)

	2007	A	B	C	D
Kotimaiset energianlähteet	35	96	70	91	66
Tuontipolttoaineisiin perustuva energiantuotanto	61	0	30	9	34
Sähkön tuonti (+) tai vienti (-)	4	4	0	0	-3

Jos kotimaiseen energiantuotantoon lasketaan mukaan tuontipolttoaineen käyttöön perustuva ydinvoima, suurin omavaraisuus saavutetaan skenaariossa B, jossa kaikki energia tuotetaan kotimaassa.

## Energiantuotanto lähteittäin

Uusiutuvan energian tuotanto kasvaa kaikissa skenaarioissa selvästi suurimmaksi. A:ssa kaikki energia tuotetaan uusiutuvilla, mutta eniten ydinvoimaan ja fossiilisiin polttoaineisiin nojaavassa D:ssäkin uusiutuvien osuus nousee 57 prosenttiin kulutuksesta. Määrällisesti D:ssä tuotetaan eniten uusiutuvaa energiaa, sillä sitä tarvitaan kattamaan suurta energian kokonaiskulutusta.

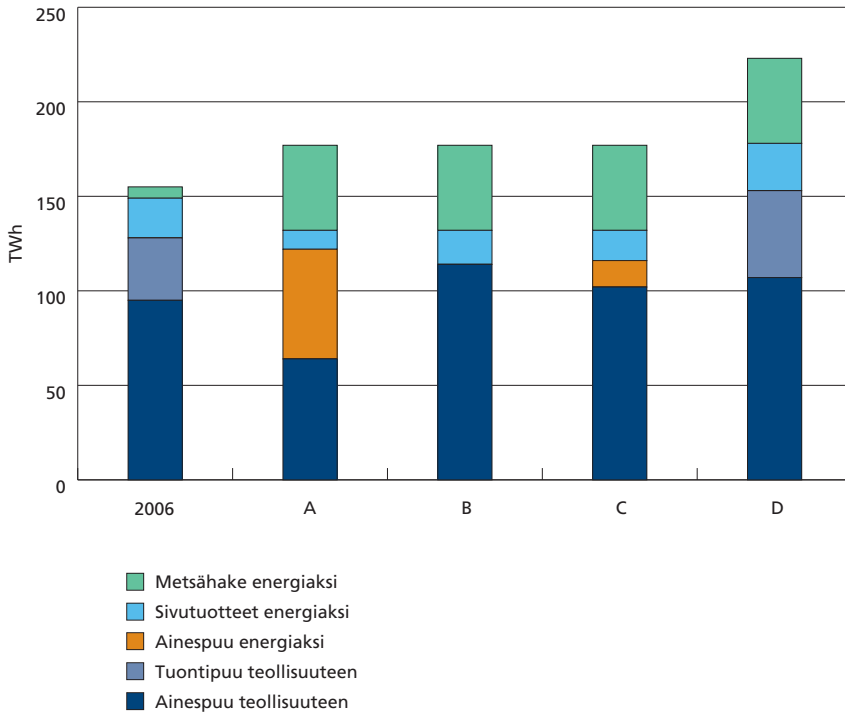
**Taulukko 10** Uusiutuvan energian lähteet (TWh)

	2007	A	B	C	D
Metsäenergia, josta	83,3	76,8	82,3	77,3	113,0
- jäteliemet	43,3	10,8	26,9	24,1	51,6
- sivutuotteet	20,7	10,3	18,3	16,4	24,6
- energiapuu	19,3	55,8	37,0	36,9	36,8
Peltoenergia	0,3	5,1	5,0	4,0	5,0
Biokaasu	0,4	0,6	0,6	1,2	0,2
Jättepolttoaineet	1,1	1,1	0,6	0,8	2,3
Vesivoima	14,0	14,6	15,2	17,5	15,2
Tuulivoima	0,2	22,9	18,6	20,3	22,1
Muut (aurinko, aallot)	0	0,8	0	0,3	0
<b>Yhteensä</b>	<b>99,3</b>	<b>121,9</b>	<b>122,3</b>	<b>121,4</b>	<b>157,8</b>

Kaikissa skenaarioissa metsäenergia säilyy selvästi tärkeimpänä uusiutuvan energian lähteenä. Sen osuus uusiutuvasta energiasta on kahden kolmanneksen

luokkaa. A:ssa metsäteollisuudelta vapautuvaa puuta käytetään energiantuotantoon, kun taas muissa skenaarioissa teollisuuden sivuvirrat pysyvät tärkeimpinä bioenergian lähteinä. Biokaasulla, peltoenergialla ja jättepolttoaineilla tuotetaan yhteensä viitisen prosenttia uusiutuvasta energiasta.

**Kaavio 3** Puun käyttö 2006 ja potentiaali aines- ja energiapuuksi 2050



Bioenergian jälkeen tärkeimmäksi nousee tuulivoima. Tuulisähkön tuotanto moninkertaistuu vuoteen 2050 mennessä 19–23 terawattituntiin ilmasto- ja energiastrategiassa vuodelle 2020 määritellystä 6 terawattitunnin tavoitteesta. Tuulen osuus kasvaa 15–33 prosenttiin sähkönkulutuksesta.

Vesivoima säilyy seuraavaksi tärkeimpänä uusiutuvan energian lähteenä. Kaikissa skenaarioissa vesivoiman tuotanto kasvaa ilmastonmuutoksen lisäämän sadannan ja voimaloiden modernisoinnin takia. Skenaarioissa B ja D rakennetaan pienvesivoimaa ja uusia voimaloita suojelemattomiin jokiin. Skenaariossa C oletetaan lisäksi hyödynnettävien taloudellisesti merkittävät kohteet suojelluissa vesistöissä (mm. Ounasjoki, Vuotos ja Kollaja). Vesivoiman osuus sähkönkulutuksesta on 11–24 prosenttia.

Lämpöpumppujen käyttö kiinteistöjen lämmityksessä lisääntyy merkittävästi lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä. Vuonna 2020 ilmalämpöpumppuja on kiinteistökohtaisessa lämmityksessä 400 000–500 000 ja maalämpöpumppuja noin

200 000. Vuoteen 2050 tultaessa pumppujen määrä kääntyy laskuun, koska uudisrakentamisessa valitaan muita lämmitystapoja.

Lisäksi skenaarioissa käytetään pieniä määriä aurinkoenergiaa. Aurinkokeräimiä on enimmillään 90 000 kappaletta skenaariossa C. Skenaariossa A otetaan käyttöön myös aaltoenergiavoimaloita.

Ydinvoiman merkitys eri skenaarioissa vaihtelee olennaisesti. Skenaariossa D ydinvoiman tuotanto yli kolminkertaistuu ja skenaariossa B yli kaksinkertaistuu nykyisestä. Toisaalta skenaariossa C ydinvoiman tuotanto laskee 2/5 ja skenaariossa A ydinvoiman käyttö ajetaan kokonaan alas.

Ydinvoimalla katetaan enimmillään skenaariossa B yli 50 prosenttia sähkön ja 30 prosenttia kaikesta energian loppukulutuksesta. Kaukolämmön tuotanto lisää osassa skenaarioista ydinvoiman merkitystä. Skenaariossa D vajaan puolet ja skenaariossa B runsaat 2/3 kaukolämmöstä tuotetaan ydinvoimalla.

Fossiilisten polttoaineiden nykymuotoisesta käytöstä energiantuotannossa luovutaan kaikissa skenaariossa. Skenaariossa D kivihiilellä ja maakaasulla tuotetaan vielä seitsemän prosenttia energiasta, mutta hiilen talteenotolla ja varastoinnilla päästöt saadaan lähes poistettua. Muissa skenaarioissa fossiilisia polttoaineita ei käytetä energiantuotannossa lainkaan.

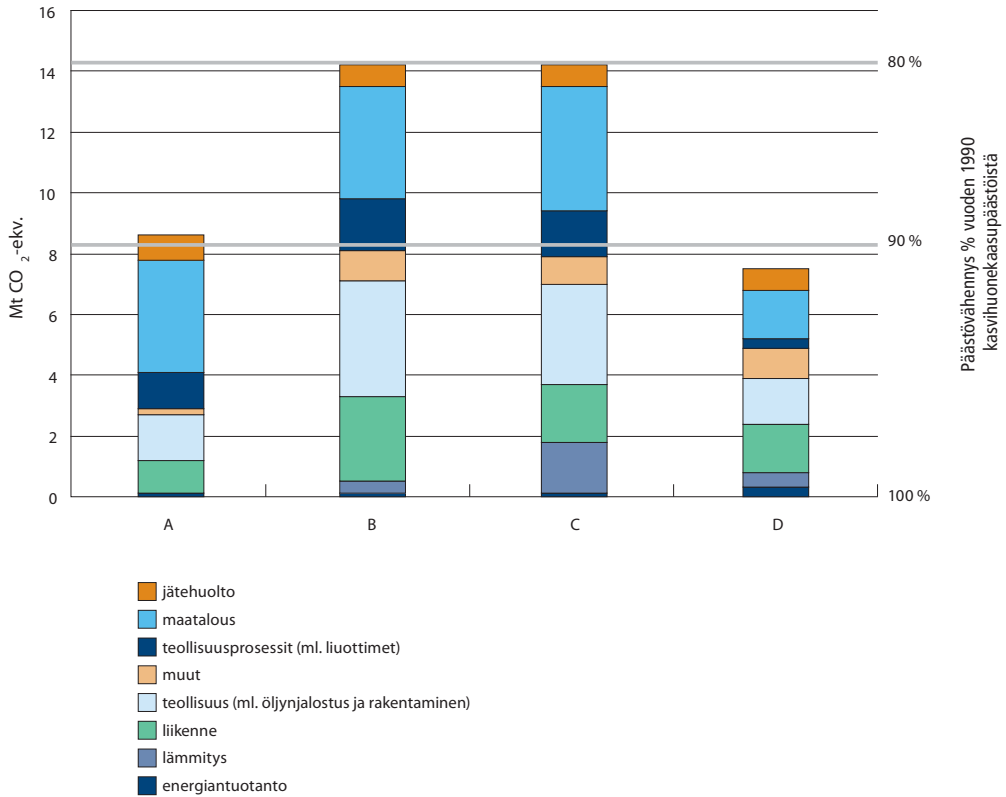
Skenaariossa C turpeella katetaan runsas ja skenaariossa D vajaa kymmenys energiantarpeesta. Keskitetyssä energiantuotannossa turpeen käyttö on päästötöntä hiilen talteenoton ja varastoinnin ansiosta.

## **Päästöjen kehitys**

Kaikissa skenaarioissa Suomen päästöjä onnistutaan vähentämään 80 prosenttia tai enemmän vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Skenaariossa A vähenemä on lähes ja skenaariossa D yli 90 prosenttia.



**Kaavio 4** Ilmastopäästöt eri skenaarioissa



Rajuimmin päästöt putoavat energiantuotannossa, nykyisestä yli 27 miljoonasta tonnista lähelle nollaa. Tärkeimpiä keinoja ovat energiatehokkuuden parantaminen, fossiilisten polttoaineiden ja turpeen korvaaminen uusiutuville energianlähteillä ja ydinvoimalla sekä hiilen talteenotto ja varastointi. Vuonna 2050 päästöjä syntyy enää jätteenpoltosta 0,1–0,3 miljoonaa tonnia. Voidaan siis puhua lähes päästöttömästä energiajärjestelmästä.

Myös liikenteessä päästöjen pudotus on radikaali. Nykyisestä 14 miljoonasta tonnista päästöt laskevat 1,1–2,8 miljoonaan tonniin, siis viides- tai jopa alle kymmenesosaan. Skenaariossa D liikenteestä tulee maatalouden ohella suurin päästölähde.

Henkilöliikenteen päästöjä leikkaavat liikennetarpeen väheneminen, joukko- ja kevyen liikenteen suosion kasvu, autojen energiatehokkuuden paraneminen, biopolttoaineet sekä siirtyminen sähköautoihin. Kuljetusten päästöjä vähentävät siirtyminen raiteille, tehokkaammat ajoneuvot ja vaihtoehtoiset polttoaineet.

**Taulukko 11** Autokannan ominaispäästöt (g CO<sub>2</sub>/km)

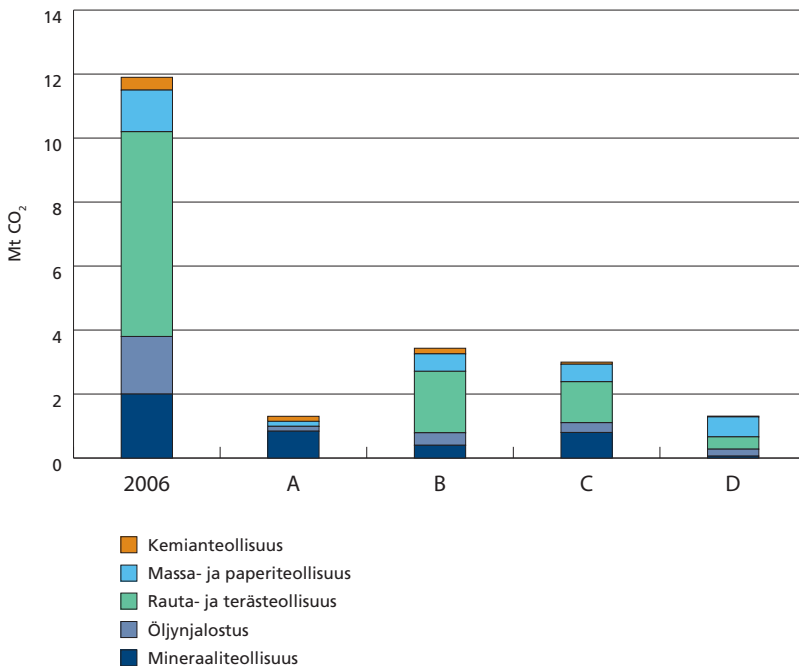
	2010	2020	2030	2040	2050
Skenaario A	163	120	40	9	3
Skenaario B	163	124	76	52	38
Skenaario C	163	121	66	32	16
Skenaario D	163	112	42	8	0

Lukuihin on laskettu suorat päästöt fossiilisten polttoaineiden käytöstä henkilöautoissa. Autoissa käytetyn sähkön ja biopolttoaineiden päästöjä ei lasketa näihin lukuihin, vaan niiden tuotannon taseisiin.

Lämmityksen päästöt putoavat nekin kaikissa skenaarioissa merkittävästi nykyisestä 4,9 miljoonasta tonnista 0,4–1,7 miljoonaan tonniin – skenaariossa A jopa nollaan. Päästövähennys johtuu ennen kaikkea rakennusten energiatehokkuuden paranemisesta ja siirtymisestä uusiutuviin energianlähteisiin. Skenaarioissa C ja D päästöjä syntyy turvapellettien käytöstä.

Teollisuuden (mukaan lukien rakentaminen ja öljynjalostus) polttoaineiden käytön päästöjä onnistutaan leikkaamaan kaikissa skenaarioissa merkittävästi, mutta päästöjä jää yhä jäljelle 1,5–3,8 miljoonaa tonnia. Skenaariossa B sektorista tulee merkittävin päästölähde.

**Kaavio 5** Päästökauppaan kuuluvien teollisuuden päästöjen kehitys



Teollisuusprosessien päästöt (mukaan lukien liuottimien käyttö) vähenevät nykyisestä 6,8 miljoonasta tonnista neljäs- tai jopa kahdeskymmenesosaan. Päästöjä vähennetään mm. tehokkuutta parantamalla, käyttämällä uusia tekniikoita ja siirtymällä hiilen talteenottoon ja varastointiin.

Vaikeinta päästöjen merkittävä vähentäminen on maataloudessa. Niinpä kolmesa skenaariossa maataloudesta tulee vuonna 2050 tärkein päästölähde. Skenaarioissa A, B ja C päästöjä saadaan leikattua nykyisestä 5,6 miljoonasta tonnista vain 3,7–4,6 miljoonaan tonniin. Vähennyksiä saavutetaan mm. lannan biokaasutuksella, vähentämällä lannoitteiden käyttöä, korvaamalla eläinkunnan tuotetta kasviperäisillä ja rajoittamalla viljelyä turvepelloilla.

Skenaariossa D maatalouden päästöt vähenevät 1,6 miljoonaan tonniin, mutta leikkaus perustuu ruoantuotannon osittaiseen ulkoistamiseen muille maille. Peltojen viljelypinta-ala on skenaariossa laskenut 60 prosenttia ja lypsykarjan määrä 70 prosenttia nykytasosta.

Työkoneiden päästöt putoavat kaikissa skenaarioissa nykyisestä 2,6 miljoonasta tonnista alle miljoonaan tonniin. Päästövähennykset johtuvat energiatehokkuuden paranemisesta, biopolttoaineista ja laitteiden sähköistymisestä.

Jätehuollossa päästöjä onnistutaan vähentämään edelleen. Nykyisestä 2,4 miljoonasta tonnista saadaan leikattua noin 2/3. Tärkeimpiä keinoja ovat jätteen määrän vähentäminen, kierrätys, biokaasuttaminen, jätepolttoaineiden hyödyntäminen energiana ja jätevedenkäsittelyn tehostaminen.

Muut päästöt syntyvät pääasiassa polttoaineiden haihtumisesta. Niiden merkitys on vähäinen lukuun ottamatta skenaariota D, jossa niiden osuus nousee vajaaseen kymmenykseen kaikista päästöistä.

**Taulukko 12** Mistä päästöt syntyvät nykyään ja vuonna 2050 (osuus Suomen päästöistä %)

	2007	A	B	C	D
Energiantuotanto	35	1	1	1	4
Teollisuuden polttoaineet (ml. öljynjalostus ja rakentaminen)	18	18	27	23	20
Liikenne	18	13	20	13	21
Teollisuusprosessit (ml. liuottimet)	9	14	12	11	4
Maatalous	7	44	26	29	21
Lämmitys	6	0	3	12	7
Työkoneet	-	2	6	4	5
Jätehuolto	3	9	5	5	9
Muut	4	0	1	2	8

## Polkutarkastelu

Skenaariotyön tulokset on esitetty lopputilana vähäpäästöisessä Suomessa vuonna 2050 verrattuna vuoden 2007 lähtötilanteeseen. Laskennassa tarkasteltiin kuitenkin myös sitä, millä aikataululla muutosten tulee tapahtua, jotta lopputulokseen on mahdollista päästä ilman äkillisiä ja rajuja käännoiksi.

Energian loppukulutus pysyy skenaariossa D suunnilleen nykytasolla koko tarkastelujakson. Muissa skenaarioissa kulutus alittaa ilmasto- ja energiastrategiasa vuodelle 2020 määritetyn tavoitetason, skenaariossa A yli kymmenellä prosentilla. Vuonna 2030 skenaarioissa B ja C kulutus on yli 15 prosenttia alle lähtötason, A:ssa jo 30 prosenttia. Sen jälkeen kulutuksen lasku jatkuu edelleen.

Erityisesti asuin- ja palvelurakennusten lämmityksessä tarvitaan nopeita toimia. Skenaarioissa kulutus on vuonna 2020 noin 15–30 prosenttia, vuonna 2030 25–40 prosenttia ja vuonna 2040 jo 30–50 prosenttia nykyistä alhaisemmalla tasolla. Polkujen saavuttaminen edellyttää sekä uudisrakentamisen energianormien tiukentamista että nykyisen rakennuskannan energiatehokkuuden merkittävää parantamista.

Skenaariossa D sähkön kulutus kasvaa nykytasosta merkittävästi. Muissa skenaarioissa kulutus lähtee laskuun ja alittaa vuonna 2020 ilmasto- ja energiastrategiasa määritetyn tavoitetason selvästi, skenaariossa A jopa lähes viidenkennellä. Vuonna 2050 kulutus olisi skenaariossa B suunnilleen strategiassa esitetyn pitkän aikavälin vision mukainen, mutta skenaarioissa A ja C jäisi selvästi sen alle.

Energiantuotannossa tulevia päästötavoitteita on ennakoitava hyvissä ajoin laitosten pitkien pitoaikojen takia. Tämä asettaa jo lähitulevaisuudessa rajoitteita ilman hiilen talteenottoa ja varastointia toimivien, fossiilisia polttoaineita tai turvetta käyttävien voimalaitosten rakentamiselle. Toisaalta mahdollisten uusien ydinvoimalayksiköiden suunnittelu ja rakentaminen vaativat pitkän ajan ja usean yksikön yhtäaikainen rakentaminen olisi haastavaa. Siksi valittavasta linjasta riippuen päätökset on tehtävä riittävän hyvissä ajoin.

Hiilen talteenoton ja varastoinnin ratkaisut pitää kaupallistaa nopeasti, jotta niitä voitaisiin hyödyntää skenaarioissa C ja D kaavailulla tavalla. Käytännössä teknologian pitäisi olla laajamittaisessa kaupallisessa käytössä vuoteen 2020 mennessä ja pienemmän laitospoluuden kaupallistamisessa tulisi onnistua 2030-luvulla.

## Haasteita ja mahdollisuuksia energiankäytössä

Skenaariotarkastelu osoittaa, että Suomen päästöjä on mahdollista leikata 80 prosenttia tai enemmän vuosisadan puoliväliin mennessä. Tarvittavat päästövä-

hennykset näyttävät olevan mahdollisia jo käytössä tai kehitteillä olevalla teknologialla. Tavoite edellyttää kuitenkin merkittäviä muutoksia erityisesti energiantuotannossa, liikenteessä, teollisuudessa ja maataloudessa.

Rakennusten lämmityksessä haasteellisinta on nykyisen rakennuskannan energiatehokkuuden riittävä parantaminen. Myös skenaariossa A oletettu olemassa olevan rakennuskannan ripeä purkaminen ja huonelämpötilan lasku skenaarioissa A ja B vaikuttavat haastavilta.

Sähkön käytössä iso kysymys on kotitalouksien sähkön kulutuksen kääntäminen laskuun, jos kotien varustelutaso edelleen kasvaa. Palveluiden sähkökäytön leikkaamista hankaloittaa sektorin volyymin voimakas kasvu.

Teollisuudessa voi olla vaikea päästä tarvittaviin päästövähennyksiin ilman rakenteellisia muutoksia. Skenaariossa A oletettu teollisuuden radikaali uudistuminen voi olla teknisesti ja taloudellisesti hyvin haastavaa. Jos rakennemuutoksen seurauksena päästöintensiivistä tuotantoa siirtyy muihin maihin, se ei vähennä kokonaisuutena päästöjä riittävästi. Skenaariossa D nykyisen teollisuuden voimakas kasvu edellyttää merkittäviä investointeja päästöjen vähentämiseksi.

Toisaalta oletusta teollisuuden energiankäytön tehostumisesta viidenneksellä voi pitää maltillisena ottaen huomioon aikajänne ja globaalit satsaukset energiatehokkaisuuteen ratkaisuihin. Erityisesti lämmön käyttöä voi olla monilla teollisuudenaloilla mahdollista tehostaa selvästi enemmän.

Liikenteessä vaikeinta voi olla liikennetarpeen merkittävä vähentäminen, sillä tähän asti tarve on kasvanut voimakkaasti. Myös joukkoliikenteen osuuden olemassa olevan kasvattaminen edellyttää nykytrendien dramaattista kääntämistä. Toisaalta skenaarioiden oletus autojen energiatehokkuuden tuplaantumisesta näyttää melko varovaiselta suhteessa arvioihin teknologian kehityksestä.

Kuljetuksissa raskaan liikenteen sähköistäminen voi edetä hitaammin, jos teknologia ei kehity ripeästi. Palveluiden edellyttämien kuljetusten on oletettu seuraavan alan volyyymiä, mikä taas voi aliarvioida tehostamismahdollisuuksia teknologian ja toimintatapojen kehittyessä.

## **Energiantuotannon ja päästöjen leikkaamisen mahdollisia pullonkauloja**

Energiantuotannossa Suomen biomassavarat mahdollistavat bioenergian käytön merkittävän lisäämisen. Bioenergiaa hyödynnetään skenaarioissa perustuotannon lisäksi huippu- ja varavoimaloissa. Lisäys edellyttää biopolttoaineiden korjuuketjun ja varastoinnin merkittävää kehittämistä sekä metsä- että maataloudessa.

Skenaariossa A teollisuuden ainespuuta on vapautunut energiakäyttöön ja puulla tuotetaan myös lauhdesähköä. Tämä ei välttämättä ole yhteiskuntataloudellisesti ihanteellinen ratkaisu. Muissa skenaarioissa kotimainen metsäbiomassa hyödynnetään täysimääräisesti. B:ssä myös tuodaan biopolttoaineita ja D:ssä lisäksi biomassaa teollisuuden raaka-aineeksi.

Häiriöt kotimaisen biomassan saatavuudessa hankaloittaisivat tavoitteiden saavuttamista. Tuontipuun saatavuus voi olla vaikeaa, kun kaikkialla lisätään uusiutuvan energian käyttöä ja kilpailu biomassasta kiristyy. Myös tuontibiomassan poliittinen hyväksyttävyyys voi heiketä.

Tuulivoiman osuus kasvaa kaikissa skenaarioissa huomattavasti. Teknisesti tämä on mahdollista, mutta haasteeksi muodostuvat riittävän säätövoiman turvaaminen ja taloudellisuus. Ydinvoiman lisärakentamiseen nojaavissa skenaarioissa ydinvoimaa voidaan joutua käyttämään säätövoimana, mikä heikentää sen kannattavuutta. Tuulisähkön varastointiin voidaan myös tarvita nykyistä tehokkaampia ja taloudellisempia ratkaisuja.

Hiilen talteenoton ja varastoinnin hyödyntäminen riippuu erityisesti teknologian kehityksestä ja hinnasta. Kaupallistaminen edellyttää ripeää ja globaalia teknologiyhteistyötä sekä mahdollisia yhteiskunnan tukitoimia. Suomen kannalta tärkeää on saada teknologia skaalattua alas pienempään kokoluokkaan. Tekniikan käyttöönotto on hiilidioksidin kuljetuksen takia helpointa rannikon suurissa energia- ja teollisuuslaitoksissa. Ongelmat tekniikan käyttöönotossa vaikeuttaisivat merkittävästi päästövähennysten saavuttamista skenaarioissa C ja D.

Ydinvoiman käyttöä lisätään merkittävästi skenaarioissa B ja D. Haasteena poluissa on mm. ydinkaukolämmön saaminen taloudellisesti kannattavaksi ja poliittinen hyväksyttävyyys. Skenaario B on erityisen altis ydinvoimaan liittyville riskeille, sillä siinä yli puolet sähköstä tuotetaan ydinvoimalla. Skenaariossa D oletetaan rakennettavan tarkastelujakson loppupuolella hyötöreaktori, joka ei ole vielä kaupallista teknologiaa.

Muilla sektoreilla suurimpia ponnisteluja tarvitaan maataloudessa. Eloperäisten maiden siirtäminen nurmiviljelyyn merkitsisi isoja muutoksia tuotantorakenteessa. Pitkän aikavälin merkittävät päästövähennykset taas ovat vaikeita ilman päästöintensiivisen tuotannon leikkaamista. Erityisen haastavia päästövähennykset ovat, jos maataloustuotanto Suomessa lisääntyy merkittävästi ilmaston lämmetessä ja ruoan kysynnän kasvaessa globaalisti.

Skenaario D nojaa kotimaisen maanviljelyn merkittävään vähenemiseen, mikä olisi mahdollinen mutta poliittisesti arveluttava tulevaisuuskuva. Se johtaisi käytännössä myös maatalouden päästöjen ulkoistamiseen muille maille. Samassa

skenaariossa oletettu synteettinen lihan tuotanto on teknisesti vasta kehityksenteella.

Perusteknologia toisen sukupolven liikenteen biopolttoaineiden valmistamiseksi tunnetaan, mutta soveltaminen kaupallisen kokoluokan tuotantolaitoksissa vaatii teknologian kehittämistä. Erityisesti paljon biopolttoaineisiin nojaavissa skenaarioissa tuotantoa täytyy tukea merkittävästi, jotta riittävät valmistusmäärät voitaisiin saavuttaa.

Teollisuuden päästöjen merkittävä vähentäminen näyttää sinänsä mahdolliselta. Siihen tarvitaan kuitenkin teknologiaharppauksia. Osa päästöjä vähentävistä tekniikoista voi nykytiedon valossa olla myös varsin kalliita ilman yhteiskunnan tukitoimia.

### Polkujen vertailua talouden kannalta

Kaikki tarkastellut skenaariot olisivat nykykehitystä parempia siinä suhteessa, että ne leikkaavat Suomen päästöt kestäväälle tasolle. Skenaariot ovat toivottavampia myös monilla muilla kriteereillä. Joistakin näkökulmista skenaariot voisivat kuitenkin merkitä myös huononnusta, ja skenaarioiden välillä on kriteeristä riippuen selviä eroja.

Skenaarioita laadittaessa lähtökohdaksi valittiin, että kansantalous kasvaa edelleen kaikissa skenaarioissa. Tarkkoja kansantaloudellisia vaikutuksia ei ole tämän työn puitteissa ollut mahdollista laskea varsinaisilla malliajoilla. Arviointi vuosikymmeniä eteenpäin on myös haastavaa. Talousvaikutuksia pyrittiin kuitenkin hahmottelemaan osana skenaarioiden kokonaisarviointia ja sektori- ja teknologiakohtaisilla asiantuntija-arvioilla.

### Taulukko 13 Arvio skenaarioiden taloudellisista vaikutuksista

<b>Tekijä/skenaario</b>	<b>A: Tehokkuuskumous</b>	<b>B: Kestävä arkikilometri</b>	<b>C: Omassa vara parempi</b>	<b>D: Teknologia ratkaisee</b>
Markkinaehtoiset investoinnit	kohtuulliset	merkittävät	kohtuulliset	hyvin merkittävät
Julkiset investoinnit	merkittävät	merkittävät	kohtuulliset	hyvin merkittävät
Julkiset tuet, panostukset tai ohjaukset	hyvin merkittävät	hyvin merkittävät	kohtuulliset	hyvin merkittävät
Työllisyys	hyvin merkittävät	hyvin merkittävät	kohtuulliset	merkittävät
Tuonti ja vienti	merkittävää	merkittävää	hyvin vähäistä	hyvin merkittävää
Energiakustannukset	vähäiset	merkittävät	kohtuulliset	hyvin merkittävät
Huoltovarmuus	hyvä	hyvä	erinomainen	kohtuullinen

Arviointiasteikko on viisiportainen (hyvin vähäinen, vähäinen, kohtuullinen, merkittävä ja hyvin merkittävä). Huoltovarmuudessa asteikko on hyvin heikko, heikko, kohtuullinen, hyvä, erinomainen. Tekijät ja niiden arviot eivät ole keskenään yhteismitallisia.

Markkinaehtoisia investointeja tarvitaan kaikissa skenaarioissa tuulivoimaan, rakentamiseen (eniten A), teollisuuteen (eniten D) ja uusiin sektoreihin (erityisesti A). Osassa skenaarioita investointeja tehdään myös ydinvoimaan (D, myös B) ja hiilen talteenottoon ja varastointiin (C ja D).

Julkisten investointien tarve muodostuu alue- ja yhdyskuntarakenteen kehityksestä (A, B ja D) sekä liikenteen (C, D) ja asumisen (erityisesti A) tarpeista. Myös alueellisia tulonsiirtoja tarvittaneen (B ja C).

Julkiset tuet, panostukset ja ohjaukset kohdistetaan esimerkiksi energiatehokkuuden edistämiseen (A), uusiin teollisuudenaloihin (erityisesti A ja D), omavaraisuuden kehittämiseen (C), biomassan käyttöä kasvattaviin tukiin (B, C ja D), ydinvoimalämmön tukemiseen (B) ja hiilen talteenoton ja varastoinnin investointeihin (C ja D).

Työllisyydessä palvelusektori on kaikissa skenaarioissa keskeisin (erityisesti A ja B). Teollisuus säilyttää tärkeän osuuden skenaariossa D. Maatalouden työllisyys vaihtelee skenaarioittain (D:ssä romahtaa). Työttömyyttä suurempi uhka on työvoimapula mm. biomassan keruussa, korjausrakentamisessa ja palveluissa.

Tuontiin ja vientiin vaikuttaa eniten teollisuussektorin rooli (suuri D:ssä, myös B:ssä). Myös palvelujen myynti voi olla vientivetoista (A).

Energiakustannuksia arvioitiin ainoastaan energiankäytön määrien kautta ilman maailmanmarkkinahintojen vaikutusta. Näin kustannukset nousevat suurimmiksi skenaarioissa, joissa myös kulutus on suurinta.

Energian hintaakin voi yrittää arvioida karkeasti. Hinta nousee kaikissa skenaariossa kansainvälisen kilpailun kiristymisen ja kalliimpien tuotantotekniikoiden käyttöönoton takia. Biomassan hinta nousee, kun kysyntä kasvaa ja jakeet joudutaan hakemaan vaikeammista paikoista. Energian kokonaiskustannukset eivät kuitenkaan välttämättä kasva niissä skenaarioissa, joissa kulutus vastaavasti pysyy alhaisena.

Huoltovarmuutta arvioitiin erityisesti maatalouden (D:ssä heikko) ja energian (kaikissa skenaarioissa vähintään hyvällä tasolla) näkökulmasta. Huoltovarmuus paranee kaikissa skenaarioissa, mutta C:ssä se on paras. Skenaarioissa A ja C energia tuotetaan lähes kokonaan kotimaassa ja se perustuu pääosin kotimaisiin energianlähteisiin. Mahdolliset ongelmat tuontibiomassan saatavuudessa voivat joissakin skenaarioissa heikentää huoltovarmuutta.

Skenaarioissa on häviäjiä ja voittajia. A:ssa koettelee teollisuuden raju rakenne-muutos, D:ssä puolestaan maatalouden huomattava supistuminen. Alueellisen



tasapainon kannalta vahvimpia skenaarioita ovat useiden vahvojen keskusten B ja koko Suomen asuttuna pitävä C.

## **Skenaariot, ympäristö ja terveys**

Skenaarioiden kestävyiden kannalta olennaisimpia kysymyksiä on se, kuinka varmasti ne saavuttavat halutun päästötavoitteen. A:ssa ja D:ssä jää selvä turvamarginaali tavoitteeseen, kun taas B ja C saavuttavat tavoitteen vain niukasti. Jos hiilen talteenottoa ja varastointia ei saada kaupalliseen käyttöön tai jos jos-sain päin maailmaa sattuisi vakava ydinonnettomuus, voisivat näihin tekniikoihin nojaavat polut ajautua vaikeuksiin.

Luonnon monimuotoisuuden kannalta skenaarioissa on isoja eroja. Skenaarioissa B, C ja D kotimaiset biomassavarat hyödynnetään täysimääräisesti, mikä lisää painetta metsien tehokäytölle. D:ssä lisäksi tuodaan biomassaa ulkomailta. A:ssa metsien talouskäyttöön kohdistuu pienin paine kansallisesti, joten se tarjoaa eniten mahdollisuuksia suojeluun ja metsien pehmeään hyödyntämiseen. Toisaalta skenaario C soveltuisi paremmin työvoimavaltaisiin metsienhoitomenetelmiin.

Ilmasto- ja energiastrategian ympäristövaikutusarviossa todetaan, että tarvitaan tehokas keinovalikoima siltä varalta, että metsien hyödyntämisen vaikutukset monimuotoisuuteen muodostuvat ennakoitua laajemmiksi. Samantapaisia keinoja tarvittaisiin selonteon skenaariossa B, C ja D, joissa metsävaroja hyödynnetään intensiivisesti.

Skenaariossa D maatalous supistuu radikaalisti, mikä hävittäisi maanviljelystä riippuvaisia biotooppeja. Skenaariossa C vesivoiman lisärakentaminen suojellussa vesistöissä aiheuttaisi haittoja virtavesien lajeille. Skenaarioiden turpeenotto taas vaikuttaisi suoluontoon.

Luonnonvarojen riittävyyteen vaikuttavat biomassan ja uusiutumattomien energianlähteiden käyttö. Uraania tarvitaan ydinvoimaa hyödyntävissä skenaarioissa, tosin D:ssä tarve on hyötöreaktorin takia pienempi. Fossiilisia polttoaineita käytetään vielä skenaariossa D. Turpeen käyttö ei ole sen riittävyyden kannalta ongelma.

Maatalouden vesistökuormitus pienenee skenaarioissa lannoitteiden käytön tai koko tuotannon vähetessä. Turpeenotolla voi olla vesistöhaittoja. Liikenteen typpipäästöt vähenevät merkittävästi kaikissa skenaarioissa. Ydinvoiman lauhdevesiä vähentää niiden hyödyntäminen kaukolämmön tuotannossa skenaarioissa B ja D.

Kaikki skenaariot kohentaisivat ihmisten terveyttä. Liikenteen ilmansaasteita ja melua vähentävät autoilun väheneminen ja sähköistyminen. Arkiliikunnan yleis-

tyminen skenaarioissa A ja B sekä ruokavalion muuttuminen kasvispainotteisemmaksi skenaarioissa A ja C parantavat ihmisten terveydentilaa. Toisaalta puun pienkäyttö voi lisätä terveydelle haitallisia hiukkaspäästöjä, jos ei oteta käyttöön tehokkaita polttotekniikoita.

Skenaarioiden globaaleja heijastusvaikutuksia on vaikea arvioida. Kaikissa skenaarioissa Suomessa kehitettäisiin ja otettaisiin käyttöön vähäpäästöisiä ratkaisuja, jotka voisivat auttaa vähentämään päästöjä myös muualla maailmassa. Esimerkiksi Suomessa tehtävät energiapäätökset voisivat kannustaa muitakin maita valitsemaan samanlaisia ratkaisuja.

### **Laatikko 1** Kansalaisten näkemyksiä skenaarioiden hyväksyttävyydestä

Skenaarioiden toivottavuutta testattiin alkuvuodesta 2009 verkkokyselyllä. Kyselyyn vastasi noin 1 200 ihmistä, ja vastausten yleissävy oli myönteinen ja ratkaisuhakuinen.

Kyselyn jälkeen skenaarioita on osittain tarkennettu, joten vastaukset eivät kaikilta osin päde lopullisiin skenaarioihin. Koska vastaajat eivät ole edustava otos, ei tuloksia voi myöskään yleistää koskemaan koko väestöä.

Skenaario A:ta pidettiin yhtäältä utopistisimpana, mutta toisaalta sen monien piirteiden toivottiin toteutuvan. Uusiutuva energia ja tiivis asutus saivat kannatusta, mutta osaa vastaajista askarrutti urbaanissa skenaariossa mahdollinen vieraantuminen luonnosta.

Skenaario B tuntui vastaajista vähiten utopistiselta ja melko omalta. Monet A:n kannattajat pitivät myös B:stä runsasta ydinvoiman käyttöä lukuun ottamatta. Skenaariossa puhuttelivat erityisesti kulutuskeskeisyyden ja liikenteen vähentäminen.

Skenaario C oli monen suosikki, mutta samalla sitä pidettiin vähemmän realistisena kuin toista suosittua skenaariota A. Skenaariossa viehättivät omavaraisuuden ja paikallisuuden korostaminen, uusiutuva energia sekä kasvis- ja lähiruoka. Kriitikot näkivät C:ssä paluun 50-luvulle.

Skenaario D:n kannattajat painottivat taloutta ja korostivat teollisuuden merkitystä, liikkumisen tarvetta ja uusiutuvan energian riittävyyden rajoja. Sukupuolierot olivat selvimmät: skenaariota kannattivat käytännössä vain miehet.

Vastaajat olivat eniten samaa mieltä liikenteestä ja palveluista. Elinkeinorakenteen arvioidaan palveluvaltaistuvan edelleen, ajoneuvoteknologian kehittyvän ja joukko- ja kevyen liikenteen vahvistuvan. Eniten erimielisyyttä herättivät asuminen, teollisuus, energian tarve ja sen tuotantotavat.

## **Mitä jos?**

Kehitys voi poiketa tarkastelluista poluista – ja todennäköisesti monilta osin poikkeakin. Melko varmasti vuoteen 2050 mennessä tapahtuu asioita, joita ei vielä osata edes kuvitella. Tulevaisuuksiin varautumiseksi on hyvä peilata skenaarioita mahdollisia tapahtumia vasten.

Mitä jos talouskriisi pitkittyy, pahenee ja toistuu? Syvä talouslama leikkaisi erityisesti teollisuuden energian kulutusta, mutta näkyisi myös mm. liikenteen supistumisena. Päästöjen väheneminen laman takia helpottaisi tiukkojen päästötavoitteiden saavuttamista lyhyellä aikavälillä. Toisaalta rahoituskriisi ja yritysten talousvaikeudet lykkäisivät investointeja uuteen teknologiaan.

Mitä jos päästötavoite tiukkenee? On mahdollista, että useimmilta teollisuusmailta edellytetään vuosisadan puoliväliin mennessä jo hiilineutraaliutta eli nettopäästöjen leikkaamista nolnaan. Tulevaisuusselonteon neljästä skenaariosta kahdessa päästään jo nyt 90 prosentin päästövähennyksiin. Hiilineutraalius edellyttäisi lisäksi bioenergian hyödyntämistä hiilen talteenoton ja varastoinnin avulla, nielujen kasvattamista ja päästöoikeuksien ostamista.

Mitä jos teknologia kehittyy oletettua nopeammin – tai hitaammin? Jos avaintekniikoissa saavutetaan radikaali harppaus – esimerkiksi aurinkosähkön tuotannosta tulee hiililauhdetta halvempaa – voivat päästövähennykset helpottua olennaisesti. Toisaalta jos jotkin sähköautojen tai hiilen talteenoton ja varastoinnin kaltaiset tekniikat jäävät kaupallistumatta, polut vastaavasti vaikeutuvat merkittävästi.

Mitä jos ydinvoiman hyväksyttävyyys heikkenee äkillisesti? Osassa skenaarioista energiatalous perustuu ydinvoiman lisärakentamiseen. Suuronnettomuus ulkomailla voisi laskea ydinvoiman poliittista hyväksyttävyyttä merkittävästi niin kuin aikanaan Tšernobylin onnettomuuden jälkeen. Ajoituksesta riippuen tämä voisi vaatia osaan poluista merkittäviä muutoksia.

**Taulukko 14** Skenaarioiden tarkempi kuvaus

<b>Skenaario/ Muuttuja</b>	<b>A: Tehokkuus- kumous</b>	<b>B: Kestävä arki- kilometri</b>	<b>C: Omassa vara parempi</b>	<b>D: Teknologia ratkaisee</b>
<b>Talous*</b>	Ensin hitaampi kasvu suurten investointien takia, myöhemmin nopea alhaisten energiakulujen ansiosta.	Melko vakaa kasvu, liikenne- ja asumiskuluista vapautuu ostovoimaa muihin menoihin.	Hidas kasvu tuottavuutta alentavien valintojen takia.	Ensin melko nopea kasvu, sitten hitaampi energia- ja päästö-kustannusten takia.
<b>Alue- ja yhdyskuntarakenne</b>	Aluerakenne keskittynyt kohti 8–12:ta vahvaa aluekeskusta. Yhdyskuntarakenne tiivis.	Aluerakenne hajautunut, yhdyskuntarakenne hyvin tiivis. Palvelukeskuksia, joiden lähiympäristöön rakennetaan tehokkaasti.	Aluerakenne hajautunut 20 vahvaan aluekeskukseen. Yhdyskuntarakenne hajautunut, mahdollisimman omavaraisia yksiköitä.	Aluerakenne keskittynyt Etelä-Suomeen. Tiiviitä kaupunkeja, ympärillä väljä yhdyskuntarakenne. Asutus maaseudulla vähentynyt.
<b>Asuminen</b>	Uudet asuinrakennukset nollaenergiataloja, vanhat remontoitu energia- ja tehokkaiksi. Ekomökkejä.	Asumisväljyys nykytasolla. Viihtyisyyttä yhteistiloista, puusta ja uusista asuinmuodoista.	Asumisväljyys kasvanut. Asuinalueilla kasvimaita ja -huoneita. Vähemmän tarvetta mökeille.	Asumisväljyys kasvanut selvästi, myös kakkosasunnot yleisiä.
<b>Liikenne</b>	Liikennesuorite pudonnut, etättyö ja -palvelut vähentäneet liikennetarvetta. Kuljetukset nykytasolla. Autojen ominaiskulutus yli puolittunut, biopolttoaineita ja sähköä. Yksityis-autoilua lähinnä maaseudulla, kaupunkiseuduilla ja kaupunkien välillä joukkoliikennettä.	Liikennesuorite pudonnut selvästi ja sen energiankulutus puolittunut. Kuljetusten tarve vähentynyt. Arkikilometrin sisällä liikutaan pääosin kävellen tai pyörällä. Palvelukeskusten välillä joukko- ja kevyt liikenne. Kaupunkien välillä juna pääasiallinen liikkumismuoto.	Henkilöliikenteen suorite nykytasolla, metsäteollisuudella paljon kuljetuksia. Henkilöliikenne suurissa kaupungeissa ja niiden välillä pitkälle raiteilla ja hybridi-biobusseilla. Autot sähköllä tai kotimaisilla biopolttoaineilla. Kansainvälinen liikenne vähentynyt.	Henkilöliikenteen suorite kasvanut, siirtyminen sähköautoihin. Teollisuuden kuljetukset kasvaneet ja siirtyneet osin raiteille, kuljetuksia jäämerelle. Joukkoliikenteellä ratkotaan ruuhkia. Supernopeat junat Helsingistä Ouluun ja Pietariin. Energiatehokasta lentoliikennettä.
<b>Elinkeino- rakenne</b> Teollisuus	Teollisuuden osuus pienentynyt. Metallinjalostus neitseellisistä raaka-aineista ja paljon ostenergiaa kuluttava metsäteollisuus loppunut, tilalla uusia tuotteita ja uutta osaamisteollisuutta (esim. nano, bio, ICT). Ilmastoteknologiasta uusia nokiota. Korjausrakentamista.	Massakulutustuotteiden kysyntä vähentynyt, tilalla yksilöllisempiä tuotteita ja palveluita. Teollisuus uusiutunut, biojalostamot, ICT ja kierrätysraaka-aineita hyödyntävä teollisuus. Ekologinen rakentaminen ja suunnittelu vientituote.	Metsäteollisuudesta tullut bioteollisuutta. Kotimainen elintarviketeollisuus vahvaa. Konepajateollisuus, ICT. Energiaomavaraisuutta tukeva uudis-, korjaus- ja puurakentaminen.	Teollisuuden osuus nykytasolla. Etelässä energiapihiä osaamisteollisuutta (ict-, bio-, nano- yms.), luonnonvaroja hyödyntävä teollisuus (metsä, metalli, kemia) Ruuhka-Suomen ulkopuolella. Prosessiteollisuudessa CCS. Pientalorakentamista.

\* Oletukset talouden kehityksestä laadittiin ennen laskentaa ja analyysiä. Eri skenaarioiden vaikutuksia talouden kehitykseen on arvioitu liitteen alaluvussa Polkujen vertailua talouden ja reiluuden kannalta.

<b>Skenaario/ Muuttuja</b>	<b>A: Tehokkuus- kumous</b>	<b>B: Kestävä arki- kilometri</b>	<b>C: Omassa vara parempi</b>	<b>D: Teknologia ratkaisee</b>
Palvelut	Osuus kasvanut selvästi, erityisesti vapaa-ajan, kulttuuri-, terveys- ja hyvinvointipalvelut. Laajat yksityiset palvelumarkkinat. Hiili-piuhien konsultointi ja aineettomat innovaatiot vientiin. Uusia palvelualoja.	Lähipalvelut kasva- neet. Pieniä kouluja, kirjastoja ja kauppoja. Automarketit hävin- neet. Liikennetarvetta minimoiva logistiikka ja elinkeinoelämän tuki- palvelut. Ravitsemus-, liikunta- ja hyvinvointi- palvelut. Vuokramökke- jä.	Lähipalvelut kasva- neet. Hajautettujen energiaratkaisujen ja energiatehok- kuuden konsultointi vientiin. Paljon paikallisia pk- yrityksiä ja osuus- kuntia. Kotimaan matkailu.	Palvelujen osuus kasvanut maltillisesti. Teollisuutta tukevia palveluita kotimaassa ja vientiin. Liikenne- infrarakentamista. Vahva matkailuala erityisesti pohjoisessa, kauppaa ja liikenne- palveluita.
Alkutuotanto	Alkutuotannon osuus jatkanut laskua. Maa- taloudessa luomu kasvanut. Lihantuotanto vähentynyt ja keskittynyt.	Alkutuotannon osuus laskenut hieman. Lähirooka kasvua, luomun osuus kasva- nut.	Osuus kasvanut hieman. Lähi- ja luomuruoka, pienmetsätalous ja kalastus kasvualoja. Lihantuotanto paikallista.	Maatalous vähentynyt selvästi. Kaivostoiminta kasvanut, uraani- kaivoksia. Metsä- taloutta teollisuuden tarpeisiin. Synteettistä lihaa.
<b>Energia</b> Kysyntä	Kulutus puolitettu, radikaaleja paran- nuksia tehokkuudes- sa kaikilla aloilla. Vahva kysyntäjousto. Kolmoistuotantoa (sähkö, lämpö, jäähdytys).	Kulutus laskenut ¼:n. Teollisuuden kysyntä noin nykytasolla. Liikenne ja asuminen vaativat selvästi vä- hemmän energiaa. Kulutus sähköistynyt.	Kulutus laskenut 1/3:n. Haja-asutus- alueilla ja uusilla alueilla kodit tuottavat energian itse. Kotitalouksien ja ulkomaanmatkojen kulutus laskenut selvästi.	Kulutus nykytasolla. Teollisuuden ja liikenteen kulutus kasvanut. Älykkäät kodinkoneet ja sähköautot tasaavat kysyntäpiikkejä. Kulutus sähköistynyt.
Tuotanto**	Kaikki energia uusiutuvilla, tärkeimpiä biomassa ja tuuli. Kansainvälistä energiakauppaa, esim. tuulisähköä Pohjanmereltä (superverkko).	2/3 uusiutuvia, 2/5 ydinvoimaa. Ydinvoimaloista lauhdevedet lämmitykseen.	Energia tuotetaan kotimaassa, 4/5 uusiutuvia. Hajautettua pien- tuotantoa, uutta vesivoimaa, bio- CHP. CCS-turve. Ydinvoimaa teollisuuden tarpeisiin, osuus laskenut.	Uusiutuvia 3/5. Ydinvoimaa (ml. hyötöreaktoreita) lisää merkittävästi. Fossiilisia polttoaineita ja turvetta suurissa CCS- laitoksissa. Sähköä vientiin. Jätteenpoltto.
<b>Arvot ja elämäntavat</b>	Etätyö lisääntynyt, kaukomatkailu vähentynyt. Luonto-, pyörä- ja virtuaalimatkailu. Kasvisyönti yleistynyt. Palveluiden, kestävyyden ja hyvinvoinnin arvostus.	Vapaa-ajan ja yhteisöllisyyden arvostus lisääntynyt, lähielämä. Luopuminen materiaalismista ja kulutuskulttuurista.	Omavaraisuus ja paikallisuus. Käden- taidot ja luonnonläheisyys kunniasa. Etätyö lisääntynyt. Ruokavalio kasvis- ja kausi-painotteisempaa.	Tehokkuuden, arjen helppouden ja laadun arvostaminen. Kansainvälisyys. Individualismi, ekomaterialismi.

\*\* Rivillä 'Energia/tuotanto'; uusiutuvan energian osuudet on korjattu skenaarioissa B, C ja D. 26.10.2009

Kaikille skenaarioille on yhteistä se, että

- Suomen päästöt vähenevät vähintään 80 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050
- kansainväliset ilmastoneuvottelut ovat edenneet ja muutkin maat rajoittavat päästöjä
- ilmasto lämpenee kahden asteen mukaista polkua
- teknologian kehitys maailmalla on ripeää
- energiatehokkuus paranee kaikilla sektoreilla

Erilliskysymyksinä on käsitelty seuraavat:

- kansainvälinen päästökauppa: päästövähennykset oletetaan toteutettavan kotimaisin toimin
- nielupolitiikka: metsien ja maaperän nielut on rajattu tarkastelun ulkopuolelle
- kasvihuonekaasut: laskenta on rajattu Kioton pöytäkirjan kattamiin kaasuihin (hiilidioksidi, metaani, dityppioksidi ja F-kaasut)

## Liite 2: Sanasto

**aidon kehityksen indikaattori** (Genuine Progress Indicator, GPI): mittari, joka pyrkii ottamaan bruttokansantuotetta kattavammin huomioon hyvinvoinnin eri ulottuvuudet rahamääräisinä.

**albedo:** kuvaa sitä osuutta Auringon säteilystä, joka heijastuu pinnalta pois. Mitä enemmän pinta heijastaa säteilyä, sitä suurempi on sen albedo.

**biojalostamo:** integroitu laitos, joka tuottaa biomassasta paperia, energiaa, biopolttoaineita, kemikaaleja ja biomateriaaleja.

**CCS:** hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (carbon capture and storage), hiilidioksidin talteenoton ja loppusijoituksen energiantuotannossa ja teollisuudessa mahdollistava tekniikka.

**CFC-yhdiste**, freoni: ryhmä otsonikatoa aiheuttavia voimakkaita kasvihuonekaasuja, joita on käytetty mm. ponnekaasuina ja liuottimina sekä jäähdytyslaitteistoissa.

**CHP:** sähkön ja lämmön yhteistuotanto (combined heat and power).

**CO<sub>2</sub>:** hiilidioksidi; CO<sub>2</sub>-ekv.: hiilidioksidiekvivalentti.

**dityppioksidi**, typpioksiduuli, ilokaasu, N<sub>2</sub>O: hiilidioksidia voimakkaampi kasvihuonekaasu, jota syntyy mm. maanviljelyssä (lannoitteet, lanta), teollisuudessa, liikenteessä ja energiantuotannossa.

**El Niño** (El Niño Southern Oscillation, ENSO): kausittainen trooppisen Tyynen valtameren värähtelystä johtuva ilmiö, joka johtaa mm. rankkasateisiin Etelä-Amerikan rannikolla ja heikkoon monsuuniin Intian alueella.

**epälineaarinen ilmaston muutos:** tilanne, jossa ilmastojärjestelmä ajautuu kynnyksarvon yli, jolloin käynnistyy äkillinen, hyppäysmäinen muutos.

**F-kaasut:** mm. kylmälaitteissa ja teollisuudessa käytettäviä voimakkaita, pitkäikäisiä ja fluoria sisältäviä kasvihuonekaasuja, joihin kuuluvat HFC-yhdisteet (fluorihilivedyt), PFC-yhdisteet (perfluorihilivedyt) ja rikkiheksafluoridi (SF<sub>6</sub>).

**Gt:** gigatonni, miljardia tonnia.

**GW:** gigawatti, tuhat megawattia; GWth: gigawattia lämpöenergiaa.

**GWh:** gigawattitunti, tuhat megawattituntia.

**hiilidioksidi**, CO<sub>2</sub>: tärkein ihmisen tuottamista kasvihuonekaasusta, jota vapautuu mm. fossiilisten polttoaineiden käytöstä energiantuotannossa ja liikenteessä sekä metsien raivaamisesta.

**hiilidioksidiekvivalentti**, CO<sub>2</sub>-ekv.: eri kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävä vaikutus suhteutettuna hiilidioksiidiin vertailtavuuden helpottamiseksi.

**hiilineutraali**: tilanne, jossa maa tai muu toimija ei tuota nettona lainkaan päästöjä. Tällöin päästöjä syntyy hyvin vähän, ja jäljelle jäävät päästöt kompensoidaan toteuttamalla päästövähennyksiä muualla.

**hiilivuoto**: tilanne, jossa päästöjä aiheuttavaa tuotantoa siirtyy päästörajoitusten takia rajoitusten ulkopuolisiin maihin.

**hybridauto**: voimanlähteenä sekä sähkö- että polttomoottoria käyttävä auto. Sähkö tuotetaan joko polttomoottorilla ja jarrutusenergialla tai osittain sähköverkosta (lataushybridit, plug-in hybrid electric vehicle, PHEV).

**hyötöreaktori**: prototyyppiasteella oleva ydinreaktori, joka tuottaa uraanista uutta polttoainetta enemmän kuin kuluttaa.

**ICT**: tieto- ja viestintätekniikka, information and communication technology.

**IPCC**: Hallitustenvälinen ilmastopaneeli (Intergovernmental Panel on Climate Change), kansainvälinen ilmastotutkijoiden asiantuntijapaneeli.

**irtikytkeä**: talouskasvun irrottaminen siihen perinteisesti liittyneestä ympäristön kuormituksen kasvusta.

**joustomekanismi**, Kioton mekanismi: markkinamekanismi, jolla teollisuusmaat voivat suorittaa osan Kioton pöytäkirjan päästövelvoitteistaan rahoittamalla päästövähennyksiä muualla. Joustomekanismeja on kolme: yhteistoteutus (Joint Implementation, JI), puhtaan kehityksen mekanismi (Clean Development Mechanism, CDM) ja kansainvälinen päästökauppa (International Emissions Trading, IET).

**kysyntäjousto**: ajoittainen sähkönkulutuksen siirto toiseen ajankohtaan pois kulutushuipuista.

**lauhdevoima**: sähkön tuotanto voimalassa, jossa lämpöenergiaa ei hyödynnetä, vaan se lauhdutetaan jäähdytysveden avulla.

**meridionaalinen kiertoliike** (Meridional overturning circulation, MOC): valtameren pohjois-eteläsuuntainen kiertoliike, johon kuuluu tuulien synnyttämiä pintavirtauksia, kuten Golf-virta, ja meriveden tiheyserojen aiheuttamia virtauksia, joita kutsutaan myös termohaliiniseksi kiertoliikkeeksi.

**metaani**, CH<sub>4</sub>: hiilidioksidia voimakkaampi mutta lyhytikäisempi kasvihuonekaasu, jota syntyy mm. karjataloudessa, riisinviljelyssä ja kaatopaikoilla.

**Mt**: miljoona tonnia.

**musta hiili**, noki (black carbon): ilmastoa lämmittäviä hiukkasia, joita syntyy epätäydellisessä palamisessa.



**MW:** megawatti, tuhat kilowattia.

**nielu,** hiilinielu: hiilidioksidia sitova luonnon prosessi (esim. metsät, maaperä ja merien pintakerrokset).

**nollaenergiatalo:** matalaenergiatalo, joka tuottaa vuositasolla energiaa yhtä paljon kuin kuluttaa.

**palautteilmiö,** palauttekytkentä, takaisinkytkentä: ilmastonmuutoksen käynnistämä mekanismi, joka vahvistaa tai heikentää ilmastonmuutosta.

**passiivitalo:** matalaenergiatalo, joka kuluttaa korkeintaan neljänneksen normitalon lämmitysenergiasta.

**PJ:** petajoule, tuhat terajoulea.

**ppm,** parts per million: miljoonasosa.

**puhtaan kehityksen mekanismi** (Clean Development Mechanism, CDM): Kioton pöytäkirjan joustomekanismi, jolla teollisuusmaa voi rahoittaa päästöjä vähentäviä hankkeita kehitysmaissa ja lukea saadut päästövähennykset hyväkseen.

**rakennusaste:** energialaitoksen tuottaman sähkön määrä suhteessa lämpöön.

**skenaario:** sisäisesti johdonmukainen kuvaus mahdollisesta tulevaisuudesta, ei ennuste.

**SRES-skenaariot:** IPCC:n erikoisraportissa Special Report on Emission Scenarios julkaistut globaalit päästöskenaariot, joita käytetään yleisesti ilmastomallinnuksen pohjana. Skenaarioissa kuvattiin päästöjen kehitystä ilman aktiivista ilmastopolitiikkaa, ja ne voidaan jakaa kahteen pääryhmään: kulutusyhteiskuntaskenaariot (A-skenaariot) ja kestävään kehitykseen tähtäävät skenaariot (B-skenaariot).

**Sternin raportti** (The Stern Review: The Economics of Climate Change): Maailmanpankin entisen pääekonomistin Nicholas Sternin Ison-Britannian hallitukselle vuonna 2006 laatima raportti ilmastonmuutoksen taloudellisista vaikutuksista.

**syöttötariffi:** järjestelmä, jolla sähköntuottajalle taataan lisä- tai takuuhinta useimmiten uusiutuvilla energianlähteillä tuotetusta sähköstä.

**säteilypakote:** energiaepätasapaino, jonka kasvihuonekaasujen päästöt tai muu ihmisvaikutus saa ilmastojärjestelmässä aikaan ( $W/m^2$ ).

**termohaliininen kiertoliike** (thermohaline circulation): veden lämpötila- ja suolapitoisuuserojen aiheuttama valtameren kiertoliike, joka kuljettaa lämpöä pohjoiseen.

**tuulivuoto:** tilanne, jossa päästörajoitukset ruokkivat päästövähennyksiä rajoitusten ulkopuolella.

**TWh:** terawattitunti, tuhat gigawattituntia.

**älykäs liikenne:** informaatio- ja viestintäteknologian soveltaminen liikenteen hallintaan ja liikennepalveluihin.

## Liite 3: Tulevaisuusselonteon valmistelu ja selvitykset

### **Selonteon asiantuntijaryhmä 21.9.2007-**

Valtioneuvoston ilmastopoliittinen asiantuntija  
Oras Tynkkynen, puheenjohtaja

Yksikön päällikkö Pertti Anttinen, ulkoasiainministeriö  
Neuvotteleva virkamies Outi Berghäll, ympäristöministeriö (1.10.2008 asti)  
Ylitarkastaja Nina Broadstreet, työ- ja elinkeinoministeriö (1.10.2008 asti)  
Tulevaisuuden tutkija Santtu von Bruun, Kuntaliitto  
Kansliapäällikkö Sirkka Hautojärvi, ympäristöministeriö (1.10.2008 asti)  
Puheenjohtaja Marja Jallinoja, Ilmansuojeluyhdistys ry  
Ilmastoasiantuntija Tuuli Kaskinen, Suomen luonnonsuojeluliitto  
Erikoistutkija Anna Korppoo, Ulkopoliittinen instituutti (1.10.2008 alkaen)  
Professori Matti Liski, Helsingin kauppakorkeakoulu  
Professori Peter Lund, Teknillinen korkeakoulu  
Kansliapäällikkö Hannele Pokka, ympäristöministeriö (1.10.2008 alkaen)  
Toimitusjohtaja Sirpa Smolsky, Metallinjalostajat ry  
Pääjohtaja Petteri Taalas, Ilmatieteen laitos  
Ylitarkastaja Pekka Tervo, työ- ja elinkeinoministeriö (1.10.2008 alkaen)  
Kehityspäällikkö Sami Tuhkanen, Sitra

Ryhmän sihteeri  
Projektipäällikkö Pirkko Heikinheimo, valtioneuvoston kanslia

## **Tapahtumat ja osallistaminen**

### **Ministerityöryhmä**

Käynnistysseminaari 10.10.2007  
skenaariotyöpaja 25.11.2008  
18 kokousta

### **Asiantuntijaryhmä**

2 retriittiä  
20 kokousta

### **Osallistaminen**

Verkkokeskustelu otakantaa.fi-foorumilla joulukuussa 2007  
Verkkokeskustelu otakantaa.fi-foorumilla 5.3.2009  
Skenaarioverstaat 20.10 ja 19.11.2008  
Verkkokyselyt skenaarioiden laadintavaiheessa, lokakuu ja marraskuu 2008  
Verkkokysely luonnosskenaarioista, tammikuu 2009

Sidosryhmäpaneelit ja yhteiskeskustelu (17.3.–9.6.2008, yhteensä 14 tilaisuutta)

- Energian tehokäyttäjät
- Nuoriso- ja opiskelijajärjestöt
- Ympäristö- ja kehitysyhteistyöjärjestöt
- Uuden teknologian tuottajat
- Ammattiyhdistysliike
- PK-yritykset
- Tutkimus
- Palveluala
- Maaseutu
- Kunnat ja alueet
- Hyvinvointi ja huono-osaiset
- Energian tuottajat
- Maailmankatsomukset

### **Tiedotus- ja seminaaritulaisuudet**

Energiatehokkuuden ratkaisuseminaari 5.8.2008  
Kestävän liikenteen ratkaisuseminaari 17.9.2008

Tulevaisuusselonteon taustaselvityksien julkistamistilaisuudet

25.8.2008 Kahden asteen ilmastotavoite – miten riskejä vältetään, miten paljon päästöjä tulee vähentää, Skenaariokatsaus sekä Epälineaariset ja äärimmäiset ilmastomuutokset

9.9.2008 Ilmastoasenteiden muutos ja muuttajat

12.9.2008 Tuotteiden ilmastovaikutuksista kertovat merkit

5.11.2008 Tehokas ilmastopolitiikka ja Päästörajoitusten ilmastohyödyt rajoitusten ulkopuolisissa maissa

18.11.2008 Ilmastopolitiikka ja alueet sekä Ilmastopolitiikka ja tulonjako

### **Asiantuntijatyöpajat**

Tulevaisuusselonteko ja kehityspolut 28.1.2008

Ilmastopolitiikan valtavirtaistaminen ja politiikkakoherenssi 16.5.2008

Hiilivarastot ja nielut 7.5.2009

Kansainvälinen ilmastopolitiikka 16.6.2009

Skenaariot ja elinkeinorakenne 12.11.2008

Skenaariot ja teknologiakehitys 14.1.2009

Skenaariot ja äärimmäiset ilmastomuutokset 26.1.2009

Skenaarioiden arviointityöpajat 11.3.2009 ja 16.6.2009

### **Yhteiskokoukset ministeriöiden yhdyshenkilöiden kanssa selonteon kommentointivaiheessa (yhteensä neljä kokousta 20.1.–3.3. 2009)**

## **Tulevaisuusselonteon taustaselvitykset**

Ilmastopolitiikan valtavirtaistaminen ja politiikkakoherenssi  
Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 6/2008

Ilmastoasenteiden muutos ja muuttajat  
Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 9/2008

Tuotteiden ilmastovaikutuksista kertovat merkit  
Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 11/2008

Kahden asteen ilmastotavoite – mitä riskejä vältetään, miten paljon päästöjä  
tulee vähentää  
Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 13/2008

Epälineaariset ja äärimmäiset ilmastonmuutokset  
Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 14/2008

Skenaariokatsaus. Skenaariot pitkän aikavälin ilmastopolitiikan laadinnassa.  
Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 15/2008

Selvitys Ison-Britannian ilmastolakehdotuksesta ja alustava arvio vastaavan  
sääntelyn soveltuvuudesta Suomen oikeusjärjestelmään  
Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 16/2008

Päästörajoitusten ilmastohyödyt rajoitusten ulkopuolisissa maissa  
Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 17/2008

Tehokas ilmastopolitiikka  
Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 18/2008

Ilmastopolitiikka ja tulonjako  
Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 22/2008

Ilmastopolitiikka ja alueet  
Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 23/2008





VALTIONEUVOSTON KANSLIA

SNELLMANINKATU 1, HELSINKI  
PL 23, 00023 VALTIONEUVOSTO  
p. (09) 16001, (09) 57811  
f. (09) 1602 2165  
julkaisut@vnk.fi  
www.vnk.fi/julkaisut

Tätä julkaisua myy ja välittää:  
Yliopistopainon kirjamyynti  
<http://kirjakauppa.yliopistopaino.fi/>  
books@yliopistopaino.fi  
PL 4 (Vuorikatu 3 A)  
00014 HELSINGIN YLIOPISTO  
Puhelin (09) 7010 2363 tai 7010 2366  
Fax (09) 7010 2374



441

697

Painotuote

ISBN 978-952-5807-65-3



9 789525 807653

ISBN 978-952-5807-65-3 (nid)  
ISBN 978-952-5807-66-0 (pdf)  
ISSN 0782-6028