

---

# Kestävän energian vallankumous

---

Tiekartta uusiutuviin ja tehokkaisiin  
energiaratkaisuihin Suomessa 2009-2020

---

greenpeace.fi

GREENPEACE

Kestävän energian vallankumous

### Greenpeacen energiamallilla saavutettavat tavoitteet:

- 35 prosentin ilmastopäästöjen vähennys vuoteen 2020 mennessä verrattuna vuoden 1990 tasoon. Tämä tarkoittaa 43 prosentin päästövähennystä vuoteen 2006 verrattuna.
- Energiaomavaraisuuden parantaminen 40 prosenttiin nykyisestä 30 prosentista. Hallituksen strategiassa energiaomavaraisuus jää alle 35 prosenttiin.
- Sähkön tuontiriippuvuudesta irtautuminen – kotimainen sähkön tuotantokapasiteetti riittää kulutukseen vastaamiseen.
- Vaarallisiin näennäisratkaisuihin, kuten palmuöljyyn tai ydinvoimaan, ei turvauduta. Uutta ydinvoimaa ei rakenneta ja toinen Loviisan ydinreaktoreista suljetaan vuoteen 2020 mennessä.
- Lähtöoletukset talouden kehityksestä ovat samat kuin hallituksen ilmastostrategiassa. Esim. teollisuustuotannon määrä ja asumisväljyys ovat samalla tasolla. Muutokset toteutetaan pääasiassa teknisin toimin liikkumistapojen muutosta lukuunottamatta.

En voi olla ajattelematta, että juuri nyt historia asettaa meidän sukupolvemme kokeeseen. Aiomme katsoa vierestä, kun kuivuuskaudet, nälänhätä, myrskyt ja tulvat valtaavat planeettamme? Vai muistammeko tämän aikana, jona me kohtasimme haasteen ja aloimme todella mullistaa asioita?

– Barack Obama, Yhdysvaltain presidentti alkaen 20.1.2009



# Esipuhe

# Esipuhe

Maailman ilmastopäästöjen kasvu on viime vuosina ylittänyt pahimmatkin arviot. Ilmastonmuutoksen pahimpien uhkakuvien välttämiseksi maailman päästöt on käännettävä laskuun viimeistään vuoteen 2015 mennessä. Aika on käymässä vähiin, jos haluamme estää miljardien ihmisten altistumisen vesipulalle, nälälle, taudeille ja sääkatastrofeille sekä pelastaa kuivumisen uhkaamat sademetsät.

Ilmastonmuutoksen torjuminen on haaste, josta meidän sukupolven muistetaan vuosikymmenten ajan, hyvässä tai pahassa. Suomen hallitus ei ole kyennyt vastaamaan tähän haasteeseen. Hallituksen ilmasto- ja energiastrategian toimilla kotimaiset päästövähennykset vuosina 1990-2020 jäävät alle 10 prosenttiin, kun tarve on yli 30 prosenttia<sup>1</sup>. Vapaaamatkustaminen jatkuu.

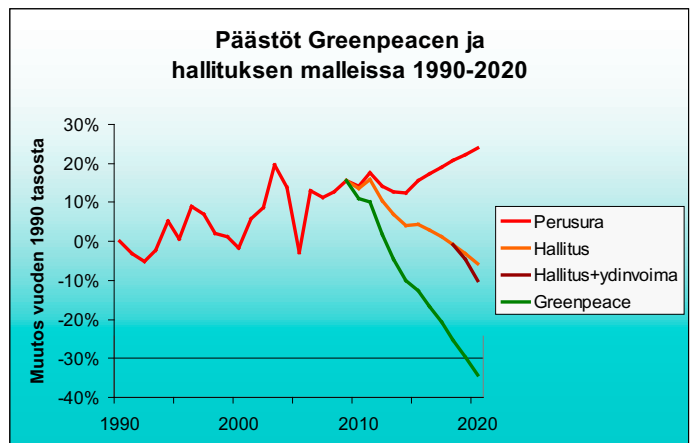
Suomen ja muiden rikkaiden teollisuusmaiden rooli ilmastotalkoissa on keskeinen. Ainoa realistinen tapa päästä alkuun ilmastonmuutoksen torjumisessa on aloittaa kestävä energian vallankumous maissa, joilla on siihen osaaminen ja resurssit. Kädessäsi on tiekartta, jota seuraamalla Suomesta voidaan tehdä vastuunkantaja ilmastonmuutoksen torjumisessa.

Tähän raporttiin on koottu suomalaisissa tutkimuksissa ja selvityksissä todettuja uusiutuvan energian sekä energian käytön tehostamisen mahdollisuuksia. Niistä on koottu realistinen energiapaketti, joka mahdollistaa ilmastopäästöjen nopean vähentämisen ja energian huoltovarmuuden parantamisen.

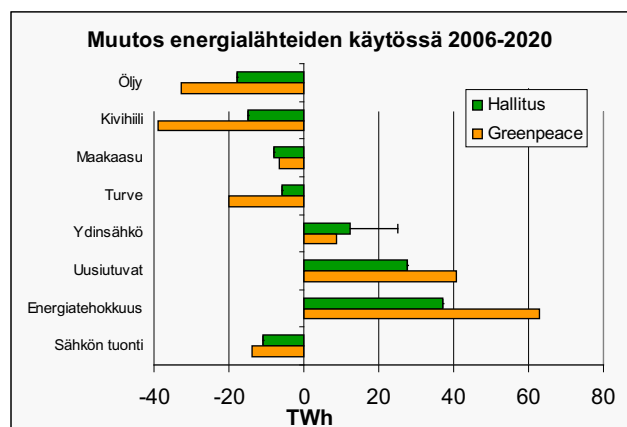
Eryistä huomiota on kiinnitetty julkisen vallan toimiin, joilla tarvittavat potentiaalit voidaan käytännössä toteuttaa. Tästä syystä pääpaino on teknisissä ratkaisuisissa.

Ilmastonmuutoksen varjolla yritetään edistää myös monia ympäristön kannalta kestävämpiä energiantuotantotapoja. Suomalainen valtionyhtiö Neste Oil yrittää saada sademetsäalueilla tuotetusta palmuöljystä valmistetun dieselin luetuksi "biopolttoaineeksi". Suomeen kaavillaan jopa kolmea uutta ydinvoimalaa – farsiksi muuttuneen Olkiluoto 3:n lisäksi. Tämä raportti osoittaa osaltaan, ettei vaarallisiin näennäisratkaisuihin tarvitse turvautua.

Lauri Myllyvirta  
energiakampanjavastaava,  
Greenpeace



Ilmastopäästöt vuosina 1990-2020 ilman toimia sekä hallituksen ilmastostrategiassa ja Greenpeacen mallissa. Lisäksi kuviossa on arvioitu päästökaiketyks hallituksen strategian mukaisessa kehityksessä siinä tapauksessa, että kuudennen ydinvoimalan rakentaminen hyväksyttäisiin ja voimala otettaisiin käyttöön vuonna 2020, mikä on rakentamisaikataulun puolesta erittäin epätodennäköistä. Hallituksen strategialla ei päästä lähellekään tarvittavaa vähintään 30 % päästövähennystä, rakennettiin ydinvoimaa lisää tai ei.



Muutos eri energialähteiden kokonaiskäytössä vuosina 2006-2020 hallituksen strategiassa ja Greenpeacen mallissa. Ydinsähkön tuotanto on merkitty myös siinä tapauksessa, että kuudes ydinvoimala rakennettaisiin. Olkiluoto 3:n käyttöönotto kasvattaa ydinsähkön tuotantoa myös Greenpeacen mallissa, vaikka toinen Loviisan reaktoreista suljetaan. Energiätehokkuudella ja uusiutuvalla energialla on suurin merkitys sekä hallituksen strategiassa että Greenpeacen mallissa.

# Suomen ratkaisut pähkinäkuoressa: Fiksua energiankäyttöä ja kestävää tuotantoa

Tässä luvussa käydään läpi sektoreittain tärkeimmät päästö-  
vähennysmahdollisuudet vuoteen 2020 mennessä sekä niiden  
toteuttamiseen tarvittavat toimet. Arvio kehityksestä ilman toimia  
perustuu hallituksen ilmasto- ja energiastrategiaan<sup>2</sup>.

# Lämmitystarpeen vähentäminen

**Arvio säästöpotentiaalista:** 11-22 TWh (17-34 %) vuoteen 2020 mennessä, josta 4-7 TWh talotekniikan korjauksissa, 3-6 TWh laajemmissa korjauksissa ja 4-9 TWh uusiorakentamisessa.<sup>3</sup>

**Greenpeacen tavoite:** 16 TWh

**Tärkeimmät toimenpiteet:** Uusien rakennusten energianormien kiristäminen vähintään 70 prosentilla vuoteen 2012 mennessä, valkoiset sertifikaatit, veronalennukset energiantarvettaan alentaneille kiinteistöille, tuetut energiakatselmukset, siirtymäajan jälkeen koko rakennuskantaa koskevat, asteittain tiukkenevat energiamääräykset

**Taloudelliset vaikutukset:** Toimenpiteiden takaisinmaksuaika 10 vuotta tai alle. Mittava positiivinen vaikutus rakennusalan kehitykseen sekä energiaomavaraisuuteen. Haavoittuvuus energian hinnan nousulle alenee tuntuvasti. Lyhyellä aikavälillä elvyttävä vaikutus talouteen.

## Lämmitystapavalinnat

**Arvioita potentiaalista:** Suoran biolämmityksen lisäsmahdollisuudet uudisrakentamisessa ja jälkiasennuksilla ovat yhteensä 5-9 TWh vuoteen 2020 mennessä, lämpöpumpujen 2-5 TWh ja kaukolämmön 5 TWh.<sup>4,5</sup> Sähkölämmitystä voidaan yhteensä vähentää noin 5 TWh vuoteen 2020 mennessä<sup>6,15</sup>.

**Greenpeacen tavoitteet:** Sähkö- ja öljylämmityksen käytön puolittaminen (yhteensä 9 TWh vähennys). Lämpöpumpujen käytön lisääminen 4 TWh:lla erityisesti jälkiasennuksilla. Suoran biolämmityksen osuuden kasvataminen.

**Tärkeimmät toimenpiteet:** Suoraa sähkölämmitystä käyttäville rakennuksille tulee säätää muita rakennuksia tiukemmat energianormit<sup>7</sup>. Muiden kuin kauko- ja biolämpöä käyttävien kiinteistöjen kiinteistövero sekä rakennuksen myynnin yhteydessä perittävää varainsiirtoveroa tulee korottaa. Energiaavustuksia lämmitysjärjestelmien asentamiseen.

**Taloudelliset vaikutukset:** Investoinnit lämmitysjärjestelmiin maksavat itsensä takaisin 5-15 vuodessa nykyisilläkin energian hinnoilla. Mittava positiivinen vaikutus rakennusalan ja lämpöyrittäjyyden kehitykseen sekä energiaomavaraisuuteen. Haavoittuvuus energian hinnan nousulle alenee tuntuvasti.



Kuva: Motiva

Noin kolmannes Suomessa käytettävästä energiasta kuluu rakennuksissa tilojen ja käyttöveden lämmitykseen sekä sähkölaitteiden käyttöön. Suomalaisten rakennusten kuvitellaan usein olevan poikkeuksellisen hyvin eristettyjä ja energiatehokkaita, sillä vertailukohtana pidetään Keski-Eurooppaa. Uusien rakennusten energiatehokkuusvaatimukset ovat kuitenkin Suomessa huomattavasti löyhemmät kuin Ruotsissa ja Norjassa ja samaa tasoa kuin Tanskassa. Huipputehokkaiden minimienergiatalojen kehityksessä sekä olemassa olevan rakennuskannan korjaamisessa Suomi on selvästi jäljessä esim. Saksaa. Noin puolet uusista rakennuksista lämpiää Suomessa sähköllä, kun Ruotsissa lämpöpumput ovat syrjäyttäneet suoran sähkölämmityksen lähes kokonaan.

Rakennusten korkea energiankulutus pitää Suomea riippuvaisena fossiilisista polttoaineista ja tuontisähköstä. Sähkölämmityksen aiheuttamiin kulutuspiikkeihin pystytään vastaamaan ainoastaan fossiilisia polttoaineita käyttävillä voimaloilla.

Suomessa on Euroopan maista kylmin ilmasto, joten huomattavasti parempi rakentaminen ja eristäminen ovat taloudellisesti ja ilmaston kannalta perusteltua. Esim. VTT on rakentanut useita mallitaloja, joissa energiankulutus on selvästi alle puolet tyypilliseen uuteen rakennukseen verrattuna. Paroc on saanut valmiiksi Suomen ensimmäiset pelkästään sähkölaitteiden ja asukkaiden tuottamalla hukkalämmöllä lämpiävät ns. passiivitalot vuoden 2008 aikana.

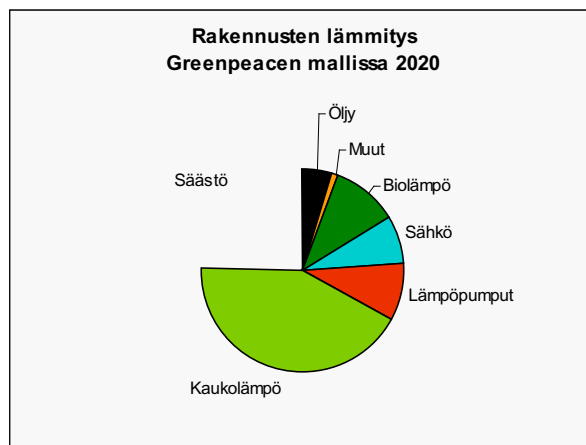
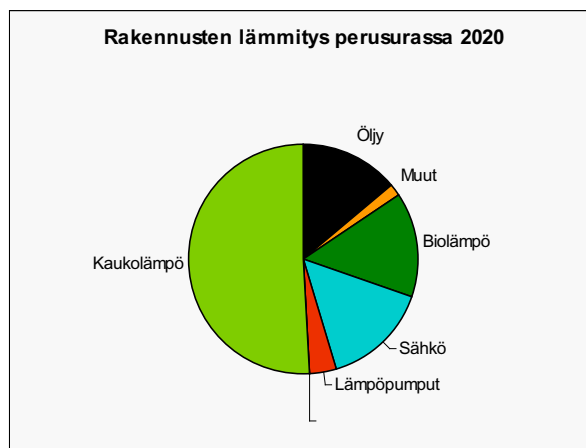
Uusien rakennusten energiankulutusta voidaan pudottaa 70 prosentilla rakennusmääräyksiä kiristämällä. Rakennuksen hieman korkeampi ostohinta palautuu omistajalle alle 10 vuodessa alentuneina energialaskuina – yleensä huomattavasti ennen kuin rakennusta varten otettu laina on maksettu pois. Muutoksesta hyötyvät sekä rakennusten omistajat ja käyttäjät että rakennusala. Häviöjiä ovat ainoastaan energia-yhtiöt.

Sähkölämmityksen käyttö on järkevää passiivitaloissa, joiden lämmitysenergian tarve on pientä ja hetkellistä. Rakennusten energianormien muuttaminen primäärienergiaperusteiseksi merkitsisi käytännössä tiukempia vaatimuksia sähkölämmitykselle asunnoille.

Rakennuskanta uudistuu hyvin hitaasti, joten mittavien parannusten aikaansaaminen on aikaa vievä prosessi. Ilmastotavoitteiden saavuttamiseen ei riitäkään uusien rakennusten energiamääräysten tiukentaminen. Lisäksi tarvitaan kunnianhimoinen kansallinen ohjelma olemassa olevien rakennusten säätämiseen ja korjaamiseen energiatehokkaiksi. Rakennus-

alan vuonna 2008 alkanut taantuma on paras kuviteltavissa oleva aika tällaisen ohjelman aloittamiseksi, sillä työvoimaa riittää ja ohjelma on samalla tehokas elvytystoimenpide.

## Rakennusten lämmitys vuonna 2020



Rakennusten lämmitystavat vuonna 2020 Greenpeacen mallissa sekä kehityksessä ilman toimia. Lämmitysenergian tarve on Greenpeacen mallissa kuudenneksen alempi. Kauko- ja biolämmön sekä lämpöpumppujen osuus on suurempi, sähkö- ja öljylämmityksen vastaavasti pienempi.

# Sähkön ja lämmön yhteistuotanto

**Arvioita potentiaalista:** Kaukolämmön käytön lisääminen 15 % (5 TWh) nykytasosta maltillisilla oletuksilla rakennuskannan tehostumisesta<sup>5</sup>. Erillisen kaukolämmön tuotannon korvaaminen yhteistuotannolla kasvattaisi sähköntuotantoa n. 4 TWh<sup>8</sup>. Kaasutuksella voidaan pitkällä aikavälillä nostaa kiinteitä polttoaineita käyttävien voimaloiden sähköntuotanto jopa kaksinkertaiseksi nykyisestä<sup>5</sup>.

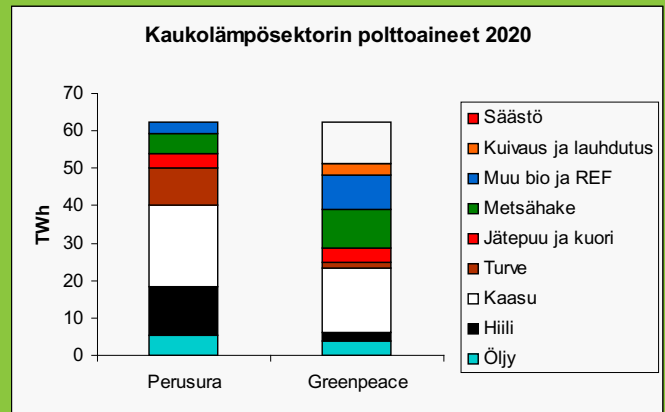
**Greenpeacen tavoitteet:** Kaukolämmön osuuden kasvattaminen 55 prosenttiin rakennusten lämmityksen hyötyenergiasta. Sähköntuotannon lisääminen kaukolämpövoimaloissa 3 TWh:lla korvaamalla 40 % erillisistä lämpölaitoksista yhteistuotantolaitoksilla sekä rakentamalla 300 MW IGCC-demonstraatiokapasiteettia. Teollisuuden yhteistuotantolaitosten sähköntuotannon nostaminen 1,5 TWh:lla rakentamalla 300 MW IGCC-demonstraatiokapasiteettia.

**Tärkeimmät toimenpiteet:** Syöttötariffi pienen kokoluokan bioyhteistuotannolle sekä kiinteän biomassan kaasutusta käyttävälle yhteistuotannolle. Energia-avustukset ja verot. Muita rakennuksia tiukemmat rakennusmääräykset sähkölämmitykselle taloille.

**Taloudelliset vaikutukset:** Lisää sähköntuotantokapasiteettia erityisesti talvipakkasilla. Haavoittuvuus energian hinnan nousulle alenee tuntuvasti. IGCC-laitosten sekä pienen kokoluokan yhteistuotantolaitosten valmistuksessa on mittava vientipotentiaali.

Sähkön ja lämmön yhteistuotannon osuus on Suomessa ollut pitkään korkea. Sähkön tuotanto yhteistuotantolaitoksissa on ympäristön kannalta huomattavasti parempi vaihtoehto kuin sähkön tuottaminen erikseen, sillä erillisessä tuotannossa polttoaineiden energiasisällöstä noin 60 % päätyy hukkalämpönä vesistöihin.

Rakennusten lämmitystarpeen vähentäminen laskee yhteistuotantosähkön tuotantomahdollisuuksia. Yhteistuotantosähkön tuotantoa voidaan toisaalta lisätä kolmella tavalla: kasvattamalla kaukolämmöllä lämpiävien rakennusten osuutta, muuttamalla erillisiä lämpölaitoksia sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksiksi, sekä ottamalla käyttöön tekniikkaa, jolla voidaan tuottaa suurempi määrä sähköä tiettyä lämpökuormaa kohti (rakennusasteen kasvattaminen). Kiinteän biomassan kaasutusta käyttävien kaasutuskombilaitosten (BIGCC) avulla rakennusaste voidaan noin kaksinkertaistaa nykyisestä. Teknologian arvioidaan olevan kaupallisessa käytössä 2010-luvulla. Näistä toimista huolimatta yhteistuotantosähkön tuotanto on Greenpeacen mallissa melkein 10 % alhaisempi kuin hallituksen ilmastostrategian perusurassa.



Kaukolämmön ja kaukolämmön yhteydessä tuotettavan sähkön tuotannon polttoaineet vuonna 2020 kehityksessä ilman toimia sekä Greenpeacen mallissa.

# Liikenne

**Arvio säästöpotentiaalista:** Raskaassa liikenteessä ominaiskulutusta voidaan teoriassa alentaa 50-60 %<sup>3</sup>. Säästöpotentiaali liikenteessä yhteensä vuoteen 2020 mennessä 10 TWh<sup>9</sup>. Uusien autojen ominaiskulutus alenee arvoon 130 g/km vuoteen 2012 mennessä EU-tason toimilla<sup>10</sup>. Henkilöautoilun määrää seutujen sisällä vuonna 2020 voidaan vähentää 40 % verrattuna kehitykseen ilman toimia, jolloin energiaa säästyisi 6 TWh<sup>11</sup>.

**Tavoite:** Alentaa liikenteen energiankulutusta yhteensä 25 % (15 TWh) sekä öljynkulutusta 35 % (21 TWh) verrattuna kehitykseen ilman toimia, mistä polttoainekäyttöisten ajoneuvojen tehostaminen muodostaa 7 TWh, sähköautojen käyttöönotto 2 TWh, liikennemäärien vähentäminen ja ekologinen ajotapa 3 TWh, joukko- ja raideliikenne 3 TWh sekä jäteperäisten biopolttoaineiden käyttö 5 TWh.

**Tärkeimmät toimenpiteet:** Tietullit, nopeusrajoitusten alentaminen, yläraja uusien autojen päästöille, autoverouudistuksen jatkaminen sekä sitova normi henkilöautojen CO<sub>2</sub>-päästöille, seututason ilmastostrategiat. Julkisen sektorin tulee muuntaa omaa autokantaansa biokaasulle jakeluverkoston luomiseksi.

**Taloudelliset vaikutukset:** Liikenteen ja yhdyskuntarakenteen määrätietoinen ohjaus välttää lukittumiseen korkea-asteiseen infrastruktuuriin ja elämäntapaan.

Tärkein keino liikenteen energiankulutuksen ja päästöjen vähentämiseen lyhyellä aikavälillä on autokannan ohjaaminen vähemmän kuluttavaan suuntaan. Hallituksen ilmastostrategiassa arvioidaan autokannan tehostuvan ilman toimia alle 10 % vuoteen 2020 mennessä. Greenpeacen mallissa arvioidaan voitavan saavuttaa noin 25 % tehostuminen. Tämä tarkoittaa, että uusien autojen keskipäästöjen pitäisi olla 120 g/km vuonna 2012 ja 90 g/km vuonna 2020.

Biopolttoaineiden ympäristö- ja ilmastovaikutuksissa on suuria eroja. Greenpeacen mallissa käytetään ainoastaan jätteestä valmistettuja biopolttoaineita: biokaasua ja teollisuuden bioperäisestä jätteestä valmistettua polttoainetta. Näillä polttoaineilla on selvästi positiiviset ympäristö- ja ilmastovaikutukset ja niiden tuotantomahdollisuudet riittävät noin kaksinkertaisesti EU:n liikenteen uusiutuvan energian tavoitteen täyttämiseen. Kaikkein kyseenalaisimpia ovat tropiikissa viljeltyihin kasveihin, kuten palmuöljyyn, perustuvat polttoaineet. Näitä polttoaineita ei Greenpeacen mallissa käytetä.

Ladattavien hybridiautojen arvioidaan saavuttavan noin 5 prosentin osuuden autokannasta vuoteen 2020 mennessä. Tällöin sähköautot kuluttaisivat sähköä noin 0,8 TWh ja liikenteen öljynkulutus alenisi noin 2 TWh, sillä sähköauto on noin 3,5 kertaa niin energiatehokas kuin polttomoottoriauto<sup>12</sup>.

Tietullit ovat tehokas ja alueellisesti oikeudenmukainen ohjauskeino. Ne voidaan kohdentaa kaupunkien sisääntulo- väylille sekä kaupunkien välisille pääväylille, joilla joukkoliikenne on todellinen vaihtoehto. Näin toteutettuina tietullit myös kohdentuvat suhteellisesti eniten lyhyitä matkoja autoileviin. Tietulleista on hyviä kokemuksia mm. Lontoosta ja Tukholmasta, joissa henkilöautoilu on vähentynyt ruuhkatunteina 20-30 %. Tietullien käyttöönoton yhteydessä joukkoliikenteen tarjontaa tulee lisätä voimakkaasti ja hintaa alentaa, jotta saadaan ihmiset todella muuttamaan liikkumistapojaan.

Vain noin 12 % suomalaisten henkilöautolla tekemistä matkoista on yli 30 kilometrin pituisia. 40 % henkilöautolla ajettavista kilometreistä ajetaan Etelä-Suomen läänissä ja maakunnista henkeä kohden autoillaan eniten Itä-Uudellamaalla. Korkeimpaan tuloluokkaan kuuluvat autoilevat 2,5 kertaa niin paljon kuin alhaisimpaan<sup>13</sup> Henkilöautoilun vähentämisessä painopisteen tulee olla suurten kaupunkiseutujen sisäisessä ja välisessä liikenteessä, ei haja-asutusalueiden ihmisten elämän vaikeuttamisessa.

Suomen yhdyskuntarakenne on viime vuosikymmeninä hajautunut voimakkaasti. Pidemmän aikavälin syvien päästövähennysten saavuttamiseksi on yhdyskuntarakennetta ja elintapoja alettava kiireesti ohjata suuntaan, joka vähentää riippuvuutta yksityisautoilusta. Kaavoituksessa on kuntien lyhytnäköisen kilpailuasetelman sijaan päästävä seudulliseen suunnitteluun, jolla liikkumisen tarvetta minimoidaan. Huonosti suunniteltu asuinalue voi aiheuttaa päästöjä jopa lähes 13 kertaa niin paljon kuin hyvin suunniteltu alue<sup>14</sup>.



## Kotitalouksien ja palveluiden sähkö

**Arvio säästöpotentiaalista:** Reaaliaikamittaukset kotitalouksissa 1 TWh ja energiansäästötoimet palveluissa 1,5 TWh<sup>15</sup>, valaistus palveluissa 1,4 TWh<sup>3</sup>, palveluissa säästöpotentiaali 15-20 % kehityksestä ilman toimia vuoteen 2020 mennessä ja kotitalouksissa 23 %<sup>3</sup>.

**Greenpeacen tavoite:** 20 % (6 TWh) säästö kotitalouksissa ja palveluissa

**Tärkeimmät toimenpiteet:** Energiaverojen korottaminen, tehokkuusstandardit sähkölaitteille, valkoiset sertifikaatit, reaaliaikainen mittaus ja sähkönkäytön etäohjaus.

**Taloudelliset vaikutukset:** Toimet maksavat itsensä takaisin muutamassa vuodessa.

Kotitalouksien ja palveluiden laitesähkö on nopeimmin kasvava sähkönkulutuksen laji. Viime vuosina noin puolet Suomen sähkönkulutuksen kasvusta on johtunut tästä kulutuksesta. Samoin hallituksen ilmastostrategiassa lähes puolet sähkönkulutuksen kasvusta vuoteen 2020 mennessä aiheutuu kotitalouksista ja palveluista. Erityisen rajua kasvu on ollut muihin Pohjoismaihin verrattuna: Siinä missä vuosina 1995–2004 kotitalouksien ja palvelujen sähkönkulutus kasvoi Tanskassa 5,8 %, Norjassa 4,7 % ja Ruotsissa vain 0,5 %, kasvoi sähkönkulutus Suomessa peräti 27,9 %.

Sähkölaitteiden kulutuksissa on suuria eroja. Esim. tyypillinen, A-luokkaan kuuluva kylmälaite kuluttaa 60 % enemmän sähköä kuin A++-luokkaan kuuluva laite. Vuoteen 2020 mennessä kotitalouksien ja palveluiden sähkönkulutusta on mahdollista vähentää 20 % verrattuna kehitykseen ilman toimia valitsemalla energiatehokkaimpia saatavilla olevia sähkölaitteita.

Perinteinen valistus vaikuttaa sähkön käyttötottumuksiin heikosti. Uudet fikset ratkaisut, kuten poissaolokytkimet ja sähköjärjestelmien älykäs ohjaus, vähentävät sähkön tarpeentonta kulutusta helposti. Näkyville asetetut ja helppolukuiset sähkön kulutusmittarit voivat myös muuttaa kulustottumuksia. Kokeiluista saadut tulokset viittaavat siihen, että pelkästään kotitalouksiin asennettavilla näkyvillä ja reaaliaikaisilla sähkömittareilla voidaan saada noin terawattitunnin sähkönsäästö<sup>15</sup>.

## Teollisuus

**Arvio säästöpotentiaalista:** Polttoaineiden käyttö 14 % (15 TWh)<sup>9</sup>. Massa- ja paperiteollisuuden sähkön käyttö 4 TWh vuoteen 2020 mennessä<sup>3</sup>. Muiden alojen sähkön käyttö 1 TWh<sup>16</sup>. Lämmön kulutus paperin valmistuksessa 4 TWh ja lämmön säästö kemiallisen massan tarvetta vähentämällä 4 TWh<sup>17</sup>.

**Greenpeacen tavoite:** 5 TWh:n säästö sähkönkulutuksessa ja 15 TWh:n säästö polttoaineiden käytössä verrattuna kehitykseen ilman toimia.

**Tärkeimmät toimenpiteet:** Tuet teollisuuden energia- ja tehokkuusinvestoinneille, korkeammat energiaverot niille, jotka eivät toteuta energiakatselmuksissa todettuja toimia, tarvittaessa valkoiset sertifikaatit.

**Taloudelliset vaikutukset:** Toimenpiteet maksavat itsensä takaisin tyypillisesti 2-4 vuodessa, kaikissa tapauksissa korkeintaan 10 vuodessa.

Hallituksen ilmastostrategiassa asetettujen energiansäästötavoitteiden arvioidaan merkitsevän noin 14 % säästöä teollisuuden polttoaineiden käytössä verrattuna kehitykseen ilman toimia. Tämä tarkoittaa, että polttoaineiden käyttö pysyisi kokonaisuudessaan suunnilleen nykytasolla tuotannon kasvusta huolimatta. Tämä tavoite on Greenpeacen mallissa arvioitu riittäväksi.

Motivan energiakatselmuksissa on todettu tyypillisesti 10-20 % mahdollisuus lämmön tarpeen vähentämiseen ja noin 5-10 % mahdollisuudet sähkön tarpeen vähentämiseen teollisuusyrityksissä<sup>18</sup>. Sähkön tarvetta teollisuudessa voidaan vähentää mm. moottorien ja pumppujen oikealla suunnittelulla ja mitoituksella, hankkimalla tehokkaimpaan energialuokkaan kuuluvia sähkömoottoreita ja varustamalla ne taajuusmuuttajilla, käyttämällä tehokkaita ja oikein mitoitettuja kompressoreja sekä poistamalla paineilman vuodot. Keinoja lämmön säästämiseksi teollisuudessa ovat mm. lämpö- ja höyryjärjestelmien paremmat säädöt, tiiviys ja eristäminen, hukkalämmön parempi hyödyntäminen, pintojen puhtaanapito, lämmön talteenottolaitteiston hyötysuhteen parantaminen sekä mekaaninen kuivaus.

Merkittävin kivihiilen käyttö vuonna 2020 on koksina teräksen valmistuksessa. Tästä aiheutuu yli 10 % Suomen ilmastopäästöistä. Teknologian kehittäminen koksien korvaamiseksi esim. biomassalla mahdollistaisi päästövähennyksen ja tuottaisi terästeollisuudelle merkittävän kilpailuedun. Greenpeacen mallissa on oletettu, että kuudesosa metalliteollisuudessa käytettävästä koksista korvataan maakaasulla,

biomassalla tai muulla vähäpäästöisellä vaihtoehdolla vuoteen 2020 mennessä. Koksen käytöstä aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen teräksen tuotannossa on useita mahdollisia ratkaisuja, joita selvittämään on perustettu teräksen tuottajien ULCOS-hanke. Selvitetäviksi ratkaisuksi on valittu biomassan, maakaasun, elektrolyysin, vedyn sekä hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin käyttö<sup>19</sup>.

## Uusiutuvat energialähteet

**Arvio lisäysmahdollisuuksista:** 32-52 TWh<sup>4</sup>. Lisäksi biokaasun toteuttamiskelpoinen potentiaali vuoteen 2020 mennessä noin 3-6 TWh<sup>20,21</sup>, puun pienpoltto, pelletit ja brikitit 10 TWh<sup>22</sup>.

**Greenpeacen tavoite:** 49,5 TWh, josta metsähake 15 TWh, puun pienpoltto 1 TWh, biokaasu 4 TWh, pelletit ja brikitit 5 TWh, peltobiomassat 4 TWh, tuulivoima 11 TWh (4000 MW), lämpöpumput 3,5 TWh, puupolttoaineiden kuivaus ja lauhdutus 3 TWh, aurinkolämpö 1 TWh, kierrätyspolttoaineet 2 TWh.

**Tärkeimmät toimenpiteet:** Sähkön syöttötariffi biokaasulle, tuulivoimalle sekä peltobiomassoille. Muulle kuin sähköntuotannolle verohelpotukset, investointituet ja korjuutuet, tarvittaessa syöttötariffi myös kaukolämmön tuotannon polttoaineille.

**Taloudelliset vaikutukset:** Energiaomavaraisuuden tuntuva parantuminen, liiketoiminta- ja vientimahdollisuuksien syntyminen, lyhyellä aikavälillä elvyttävä vaikutus talouteen.

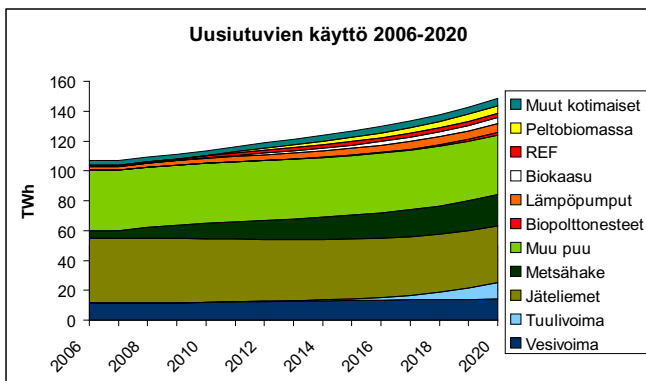
Uusiutuva energia on jo nyt tärkein uuden sähköntuotannon muoto Euroopassa ohitettuaan maakaasun vuotuisen tuotannon lisäyksessä.<sup>23</sup> Esim. sähkön tuotanto tuulivoimalla kaksinkertaistuu noin 3 vuoden välein ja tärkeimpiä kasvualueita ovat USA ja Kiina.

Uusiutuvien energialähteiden käytöstä Greenpeacen mallissa:

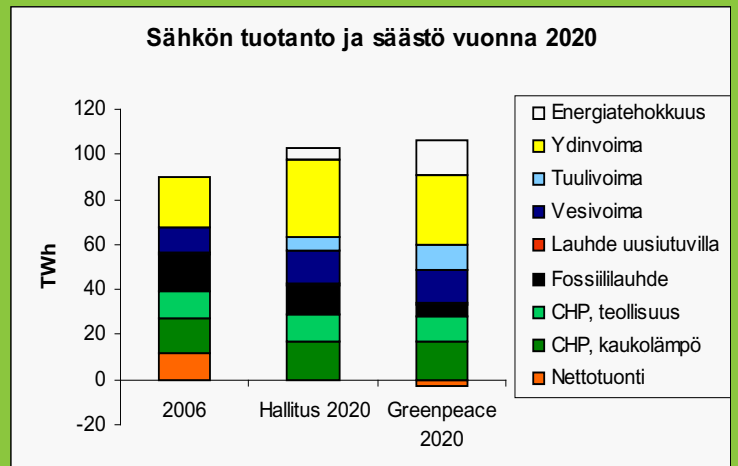
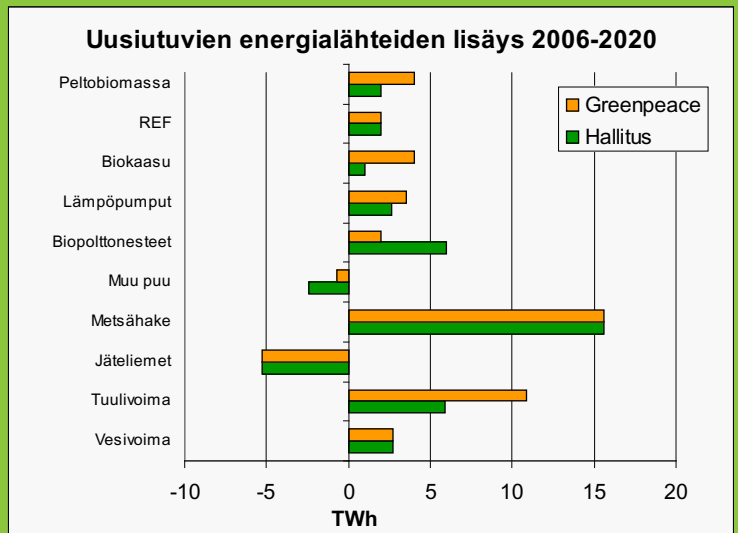
- Metsähakkeen, kierrätyspolttoaineiden ja lämpöpumpujen osalta hallituksen ilmasto- ja energiastrategian tavoitteet on arvioitu riittäviksi.
- Tuulivoiman lisäystavoite on alan toimijoiden asettama 4000 MW. Luku on kaksinkertainen hallituksen tavoitteen verrattuna.
- Puupolttoaineiden kuivaaminen voimalan hukkalämmöllä parantaa polttoaineiden lämpöarvoa, samoin lämmön parempi talteenotto savukaasuihin (lauhdutus). Greenpeacen mallissa saadaan näin 3 TWh lisää energiaa puupolttoaineista.
- Greenpeacen mallissa noin 20 prosenttia kotieläinten lannasta käytetään biokaasun tuotantoon ja lisäksi metaanin tuotantoa kaatopaikoilta ja jätevesistä lisätään.
- Aurinkolämpökeräimiä kannattaa asentaa erityisesti öljyä ja biolämpöä käyttäviin talouksiin. Keskitetyillä keräimillä voidaan täydentää kaukolämmön tuotantoa.



Tuulivoiman lisäämisessä on usein esitetty säätövoimaa rajoittavaksi tekijäksi. Greenpeacen mallissa tuulivoimalle arvioitu 12 % osuus sähköntuotannosta vuonna 2020 mahtuu hyvin sähkön kulutuksen ja tuotannon normaalin vaihtelun piiriin. VTT:n erikoistutkija Hannele Holttinen arvioi, että 4000 MW:n tuulivoimakapasiteetti aiheuttaisi korkeintaan 160 MW:n säätövoiman lisätarpeen<sup>24</sup>. Greenpeacen mallissa säätö- ja varavoiman tarve vähenee ja esim. nopeaan säätöön sopivan vesivoiman käytettävyys lisääntyy sähkönkulutuksen alentuessa. Lisäksi Pohjoismaisten sähkömarkkinoiden yhdyntyessä eri maiden tuulivoiman tuotannon vaihtelut tasoittavat toisiaan, mikä vähentää entisestään säätövoiman lisätarvetta.



Greenpeacen mallissa uusiutuvan energian käyttö kasvaa ja monipuolistuu.





# Muut kasvihuonekaasut

## Termien selityksiä

**Arvio säästöpotentiaalista:** Dityppioksidin päästöjä on mahdollista vähentää 20-30 % eli 1,5-2,0 miljoonaa hiilidioksiditonnia vastaava määrä (MtCO<sub>2</sub>-ekv.) teknisillä ratkaisuilla ja metaanipäästöjä noin 30 % eli 1,3 MtCO<sub>2</sub>-ekv.<sup>25</sup> Maatalouden metaani- ja dityppioksidipäästöjä voidaan vähentää 20 % alle 70 €/tCO<sub>2</sub>-ekv. rajakustannuksin<sup>26</sup>. Lisäksi polttoaineiden käytön väheneminen Greenpeacen mallissa vähentää polton dityppioksidi- ja metaanipäästöjä noin 20 % eli 0,3 MtCO<sub>2</sub>-ekv. Metaanipäästöjä vähentää biokaasun kattavampi hyödyntäminen.

**Greenpeacen tavoite:** Metaani- ja typpidioksidipäästöjen väheneminen nykytasolta yhteensä 1,8 MtCO<sub>2</sub>-ekv eli 15 %.

**Tärkeimmät toimenpiteet:** Muissa kohdissa kuvatut energiansäästötoimenpiteet, biokaasun kerääminen, lannoittamisen vähentäminen ja kehittäminen ravinnepäästöjen vähentämiseksi. Tarvittaessa kasvihuonekaasuvero keskitetyille metaanin ja dityppioksidin päästäjille (esim. leijupolttolaitokset, typpihapon valmistajat)

**Taloudelliset vaikutukset:** Säästyvien päästöoikeuksien arvo 60-80 miljoonaa euroa vuodessa.

**Biokaasu.** Biokaasua voidaan kerätä talteen kaatopaikoilta ja tuottaa yhdyskuntien ja teollisuuden jätevesistä sekä maatalouden jätteistä. Biokaasu on ympäristön kannalta ylivertainen polttoaine: sen käyttö tuottaa 90 % päästövähemmän verrattuna fossiiliseen öljyyn, mikä on parempi kuin millään toisella biopolttoaineella. Jos jätteestä ei kerätä biokaasua talteen, se vapautuu ilmakehään. Biokaasu on metaania, joka on 20 kertaa hiilidioksidia voimakkaampi kasvihuonekaasu. Eläinten lannan käyttö biokaasun valmistamiseen parantaa sen arvoa lannoitteena ja vähentää ravinnepäästöjä vesistöihin.

**IGCC** eli kiinteän polttoaineen kaasutuskomobilaitos. Polttolaitos, jossa kiinteä polttoaine ensin kaasutetaan ja kaasua käytetään sitten kaasukombilaitoksen tapaan ensin kaasuturbiiniin ja sitten höyryturbiinin pyörittämiseen. Kaasutus parantaa lauhdelaitoksen hyötysuhdetta ja yhteistuotantolaitoksen rakennusastetta.

**Rakennusaste.** Sähkön ja lämmön yhteistuotannossa tuotetun sähkön määrän suhde tuotettuun lämpö määrään. Rakennusasteen kaksinkertaistaminen tarkoittaa, että saman verran kaukolämpöä tai prosessihöyryä tuottavan yhteistuotantolaitoksen sähköntuotanto kaksinkertaistuu.

**Syöttötariffi.** Lähes 20 EU-maassa käytössä oleva ohjauskeino, jossa uusiutuvalla energialla tuotetulle sähkölle maksetaan joko taattu, markkinahintaa korkeampi hinta ("Saksan malli") tai bonus markkinahinnan päälle ("Espanjan malli"). Uusiutuvan energian tuottajille taataan pääsy sähköverkkoon etukäteen määritellyin ehdoin. Järjestelmän kustannukset kerätään sähkön käyttäjiltä sähkölaskussa. Syöttötariffin suuruus voidaan asettaa tuotantoteknologiasta ja esim. sijainpaikasta riippuvaiseksi, jotta vältetään ylikompensaatio. Syöttötariffi on todettu tuloksekkaimmaksi ja kustannustehokkaimmaksi uusiutuvan sähkön tukimuodoksi<sup>27</sup>.

**Valkoiset sertifikaatit.** Energiatehokkuuden edistämiskeino, jossa energian jakelijat (esim. sähkö-, kaukolämpö ja maakaasuyhtiöt) velvoitetaan toteuttamaan tietty määrä energiansäästöhankkeita asiakkaidensa puolesta. Yhtiöt voivat toteuttaa säästöt parhaaksi katsomallaan tavalla (esim. talotekniikan korjaukset, sähkölaitteiden vaihtaminen, etähallintajärjestelmät ja sähkölaitteiden valistuskampanjat jne.) ja toteutetuilla säästöillä voi käydä kauppaa. Järjestelmä on käytössä mm. Iso-Britanniassa, Italiassa ja Ranskassa.

## Taloudellisista vaikutuksista

Ilmastonmuutoksen torjumisen edellyttämien maailmanlaajuisten päästövähennysten toteuttaminen edellyttää vähintään päästöjen tuottamisen hinnan nelinkertaistamista EU:n päästömarkkinoiden noin 20 eurosta<sup>28</sup>. Myös fossiilisten polttoaineiden hinnannousu jatkuu tulevaisuudessa. Taloudelliset kannusteet päästöjen vähentämiseen siis voimistuvat ja monet toimenpiteet tulevat kannattaviksi ilman valtion toimiakin. Toisaalta päästövähennyksiä vauhdittavilla toimilla saadaan suuret kustannussäästöt ja varmistetaan, että muutokset toteutuvat ympäristön kannalta kestäväällä ja sosiaalisesti oikeudenmukaisella tavalla.

Greenpeacen mallissa investointien painopiste on energiatehokkuudessa. Hallituksen strategiaan verrattuna säästöt investoinneissa sähkön tuotantokapasiteettiin ovat noin 6-10 miljardia euroa vuoteen 2020 mennessä. Fossiilisten polttoaineiden tuontiin kuluu vuonna 2020 vuositasolla varovaisestikin arvioiden noin 1,5-2,2 miljardia euroa vähemmän ja päästöoikeuksien ostamiseen noin 500-800 miljoonaa euroa vähemmän.<sup>29</sup> Investoinnit energiatehokkuuteen, erityisesti korjausrakentamiseen, investoinnit polttotekniikan uusimiseen yhteistuotantolaitoksissa sekä kotimaisen uusiutuvan energian käytöstä aiheutuvat kustannukset ovat vastaavasti korkeampia. Kokonaisuudessaan ohjelma maksaisi itsensä takaisin vuoteen 2025 mennessä.

Tässä raportissa hahmoteltu kestävä energian vallankumous merkitsisi voimakasta piristysruisketta mm. rakennusalalle, uusiutuvan energian tuottajille, maatalousyrittäjille sekä laitevalmistukselle. Näitä taloudellisia sivuhyötyjä ei ole otettu yllä olevissa laskuissa huomioon.

Sosiaalista oikeudenmukaisuutta edistää osaltaan matalan koulutustason työpaikkojen syntyminen ympäristöalalle. Eriytyisen tärkeää on varmistaa tukien, neuvonnan ja velvoitteiden kohdentamisella, että energiankäytön tehostamistoimet hyödyttävät vähätuloisia, mutta paljon energiaa kuluttavia ihmisiä, kuten haja-asutusalueilla huonosti eristetyissä omakotitaloissa eläviä.

## Loppuuko sähkö pakkasilla?

Suomi on voimakkaasti riippuvainen sähkön tuonnista Venäjältä. Sähköä tuodaan vuoden ympäri, mutta energiaturvallisuuden kannalta kaikkein ongelmallisinta on, että kovilla pakkasilla, sähkön kulutuksen ollessa korkeimmillaan, Suomen sähköntuotantokapasiteetti ei riitä kulutukseen vastaamiseen. Tällöin sähkön tuonnin estyminen tai esim. ydinvoimalan käyttöhäiriö johtaisi sähkön säännöstelyyn.

Okiluoto 3:n rakentaminen on pahentanut ongelmaa – investoinnit muihin sähköntuotantomuotoihin olisi voitu toteuttaa nopeammin. Ydinvoimahanke syrjäytti muut investoinnit ja hankkeen myöhästymisen takia kapasiteettia ei ole käytettävissä nyt, kun sitä tarvittaisiin.

Greenpeacen mallissa sähkön tuontiriippuvuudesta päästään eroon neljällä keinolla:

- Sähkön käytön tehostaminen. Erityisesti sähkölämmityksen tarpeen vähentäminen leikkaa kulutushuippuja voimakkaasti.
- Sähkön kulutuksen hetkellinen jousto: Älykkäät sähkölaitteet, kuten esim. kylmälaitteet, reagoivat sähkön kulutushuippuihin. Esimerkiksi sähköautot tuovat järjestelmään uuden mahdollisuuden joustavaan kulutukseen: jos sähköä tarvitaan nopeasti enemmän tai vähemmän niin sähköautojen varaajat voivat reagoida säätötarpeisiin.
- Osan pelkkää lämpöä tuottavista kaukolämpövoimaloista korvaaminen sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksilla. Suurin osa vuoteen 2020 mennessä poistuvasta sähköntuotantokapasiteetista on yhdyskuntien ja teollisuuden yhteistuotantolaitoksia, jotka tulee korvata korkeamman rakennusasteen laitoksilla.
- Uuden erillisen sähköntuotantokapasiteetin rakentaminen. Olemassa olevien vesivoimaloiden tehonkorotukset, käytöstä poistuvien lauhdevoimaloiden uusiminen, biokaasulaitokset sekä tuulivoima.

Esitetyt toimenpiteet ovat toteutettavissa huomattavasti nopeammin kuin esim. hallituksen tai Energiategiällisyyden esittämät toimet. Tämä tarkoittaa, että haavoittuvuus ongelmille tuontipolttoaineiden ja tuontisähkön saatavuudessa on 2010-luvulla huomattavasti alhaisempi Greenpeacen mallissa.

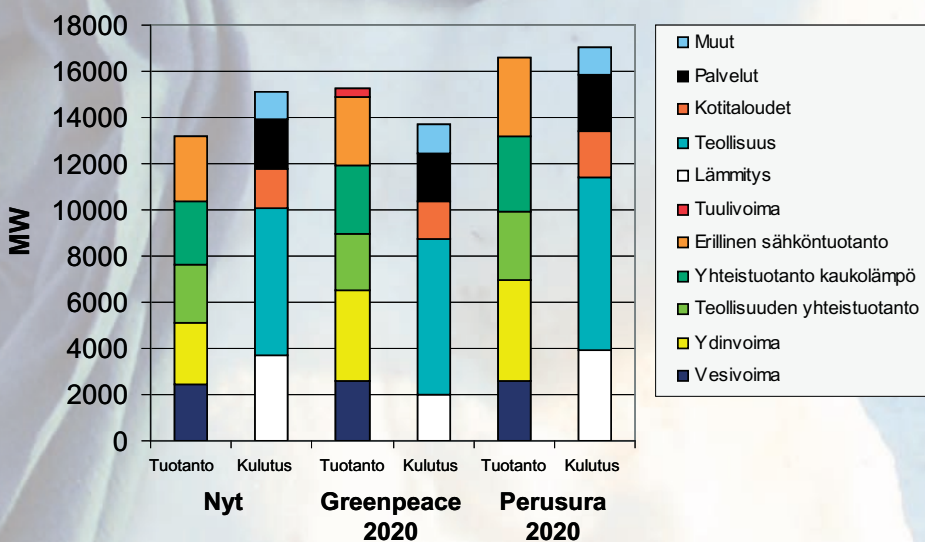
**Seuraavan sivun kuva:** Sähkötehon tarve käyttötavoittain sekä käytettävissä oleva tuotantokapasiteetti vuonna 2006 sekä vuonna 2020. Greenpeacen mallissa erityisesti sähkölämmityksen vähentynyt käyttö alentaa tehontarvetta. Teollisuuden käytössä on enemmän sähkötehoa kuin vuonna 2006, mutta energian tehokkaampi käyttö on alentanut myös teollisuuden tehontarvetta perusrasta.

PÄÄSTÖJÄ  
LEIKATTAVA  
HETI!



PELASTAKAA  
LUMIUKOT

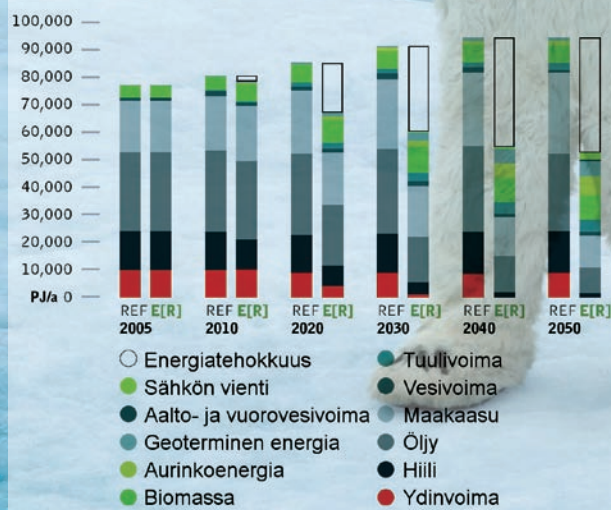
Sähkön tuotanto ja käyttö  
huippukulutustilanteessa



# Kansainvälinen yhteistyö

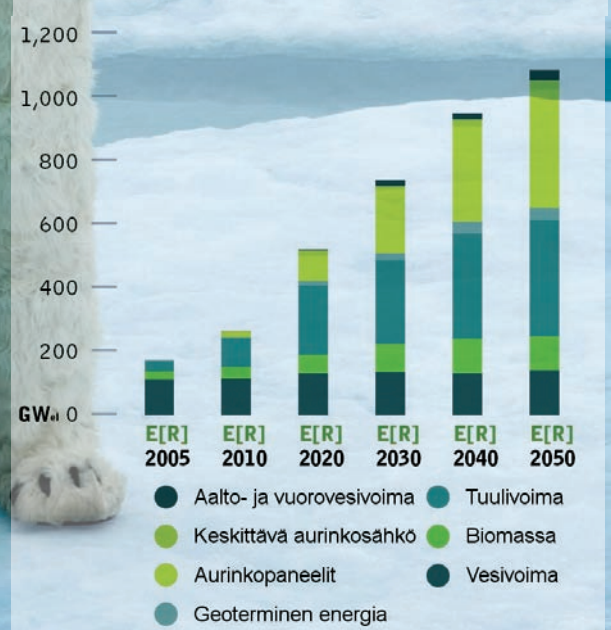


## Energian kokonaiskulutus EU27:ssä 2005-2050



Energian kokonaiskulutus EU27-maissa Greenpeacen Energy [R]evolution -skenaariossa ("E[R]") sekä Maailman energiajärjestö IEA:n vertailuskenaariossa ("REF").

## Sähköntuotantokapasiteetti uusiutuvalla energialla EU27:ssä 2005-2050



Uusiutuvaa energiaa käyttävän sähköntuotannon kapasiteetin kasvu EU27-maissa Greenpeacen Energy [R]evolution -skenaariossa. Uusiutuvan energian osuus sähkön tuotannosta nousee neljännekseen vuoteen 2030 mennessä.



## Yhteispohjoismainen visio?

Jos tässä raportissa kuvattu kestävän energian vallankumous toteutetaan kaikissa Pohjoismaissa samanaikaisesti, voivat saavutettavat päästövähennykset olla suurempia ja ohjelman toteuttaminen edullisempaa. Greenpeace teetti vuonna 2006 Pohjoismaisen energiaskenaarion<sup>6</sup>, jossa Pohjoismaiden hiilidioksidipäästöt alenevat noin 40 % vuosina 1990-2020 ja ydinvoimat ajetaan alas vuoteen 2030 mennessä. Skenaarissa sähkölämmityksen voimakas vähentäminen erityisesti Ruotsissa ja Norjassa vapauttaa maiden vesivoimaa kaikkien Pohjoismaiden käyttöön. Tuulivoiman tuotanto kasvaa kaikissa Pohjoismaissa noin 10 TWh:iin vuonna 2020, ja sähköverkon vahvistaminen tasoittaa tuulisuuden vaihteluja – on erittäin harvinaista, että tuuliolosuhteet kaikissa Pohjoismaissa olisivat samaan aikaan soveltumattomat tuulivoiman tuotantoon.

## Pohjanmeren tuulivoimaverkko

Greenpeace teetti vuonna 2008 raportin alueellisen tuulivoimaverkon luomisesta Pohjanmerelle Iso-Britannian, Ranskan, Saksan, Hollannin, Tanskan ja Norjan välille. Raportin mukaan 2020-luvulla pelkästään Pohjanmeren tuulivoimalla voidaan tuottaa sähköä 250 TWh eli 13 % näiden maiden yhteenlasketusta sähkönkulutuksesta tai kolme kertaa Suomen sähkönkulutuksen verran. Merenalaisen sähköverkon luominen näiden maiden rannikoiden välille tasoittaisi tuulisuuden vaihteluja eri maissa ja mahdollistaisi tuulivoiman osuuden kasvattamisen jatkossa.

Maa	MW	TWh
Belgia	3 850	13,1
Tanska	1 580	5,6
Ranska	1 000	3,4
Saksa	26 420	97,5
Iso-Britannia	22 240	80,8
Hollanti	12 040	41,7
Norja	1 290	4,9
<b>Yhteensä</b>	<b>68 420</b>	<b>247</b>

Pohjanmeren rannikkovaltioihin suunniteltu tuulivoimakapasiteetti.

## Eurooppalainen kestävän energian vallankumous?

Greenpeace julkaisi vuoden 2008 lopulla uuden Euroopan laajuisen energiamallin, joka linjaa keinot ilmastonmuutosta kiihdyttävien päästöjen vähentämiseen vähintään 30 prosentilla vuoteen 2020 mennessä. Raportin mukaan mm. sähkön tuotantoa uusiutuvalla energialla voidaan kasvattaa noin 900 terawattituntia eli noin 90 ydinvoimalan tuotannon verran vuoteen 2020 mennessä. Tärkeimmät uusiutuvat energialähteet ovat bioenergian eri muodot, tuulivoima, keskittävä aurinkoenergia lämpimissä maissa sekä geotermien energia. Laskelmat raporttia varten ovat tehneet arvostetun saksalaisen DLR-instituutin insinööriyhmä sekä hollantilainen EcoFys-insinööritoimisto.

Uusiutuvan energian lisäystäkin tärkeämpi toimi on energian käytön tehostaminen. Energiaa säästävä tekniikka ja toimintatavat voivat vähentää energian tarvetta EU:ssa 20 % verrattuna kehitykseen ilman toimia. Määrä on suurempi kuin EU:n koko kivihillen kulutus tai Saksan koko energiankulutus. Tärkeimpiä keinoja ovat vähän polttoainetta kuluttavat autot, uusien rakennusten rakentaminen ja vanhojen korjaaminen energiapiheiksi, tehokkaimpien saatavilla olevien sähkölaitteiden valitseminen niin kotitalouksissa kuin palveluissa ja teollisuudessa, sekä sähkön ja lämmön yhteistuotannon voimakas lisääminen. Mahdollisuudet säästää sähköä vastaavat noin 70 ydinvoimalan tuotantoa.

DLR on arvioinut myös energiamallin toteuttamisen kustannukset. Greenpeacen malli kasvattaa investointitarvetta energiantuotantoon 200 miljardilla eurolla eli 20 prosentilla vuoteen 2020 mennessä, mutta investoinnit maksavat itsensä takaisin alentuneena tuontienergian kulutuksena. Vuonna 2020 energiaa ostettaisiin EU:n ulkopuolelta vuosittain 100 miljardilla eurolla vähemmän kuin kehityksessä ilman toimia.

## Ydinvoima ja ilmasto

Eduskunnalle väitettiin viidennestä ydinvoimalasta päätettäessä, että Olkiluoto 3 vähentäisi ilmastopäästöjä 7-10 miljoonaa tonnia vuodessa<sup>30</sup>. Energiategollisuus ry:n Sähkötuotantoskenaariot 2030 -raportissa päästövähennykset ovat alle kolmasosa eduskunnalle vuonna 2002 väitetystä. Lisäksi reaktorin myöhästyminen kolmella vuodella tarkoittaa, että siitä ei ole mitään apua Kioton sopimuksen vuosia 2008-2012 koskevan päästövähennystavoitteen saavuttamisessa.

Hallituksen ilmastostrategiassa erillisen sähköntuotannon päästöt muodostavat vain noin 10-15 % Suomen ilmastopäästöistä vuonna 2020. Kaikkea erillistä sähköntuotantoa ei voi korvata ydinvoimalla – esim. Energiategollisuuden sähköntuotantoskenaarioissa lauhdetuotannon määrä on noin 60 % hallituksen strategiassa arvioidusta, vaikka Suomeen rakennetaan kaksi uutta ydinvoimalaa Olkiluoto 3:n jälkeen. Näin ollen ydinvoimalla voitaisiin saada aikaan korkeintaan 5 % ilmastopäästöjen vähennys. Lisäksi Olkiluoto 3 -hankkeen kokemusten valossa on epätodennäköistä, että uusia reaktoreita saataisiin käyttöön vuoteen 2020 mennessä.

Myös maailmanlaajuisesti ydinvoiman rooli päästöjen vähentämisessä voi olla korkeintaankin marginaalinen. Ydinvoimakapasiteetin kaksinkertaistaminen vuoteen 2030 mennessä vähentäisi maailman ilmastopäästöjä vain 3-4 %<sup>31</sup>. Toisaalta kaikki keskeiset ydinvoiman tulevaisuutta arvioineet kansainväliset raportit nostavat ydinjäteongelman, ydinaseiden leviämisen sekä ydinonnettomuuden riskin ydinvoiman lisäämistä rajoittaviksi tekijöiksi<sup>32</sup>.

”Ydinvoiman säilyttäminen energiantuotantovaihtoehtojen joukossa edellyttää neljän haasteen ratkaisemista: nämä ovat korkeat kustannukset, voimaloiden turvallisuus, yhteys ydinaseiden leviämiseen ja ydinjäte. Nämä ongelmat muuttuvat entistä vakavammiksi, jos merkittävä määrä uusia ydinvoimaloita rakennetaan yhä useampaan maahan.”

-MIT: The Future of Nuclear Power (2003).

Säteilyturvakeskuksen asiantuntija Tero Varjorannan mukaan on vain ajan kysymys, milloin terroristit saavat käsiinsä radioaktiivisen pommin tai ydinaseen. Ydinvoiman lisääminen kasvattaa näitä uhkia.

-Tekniikka ja Talous, 31.05.2007



## Taulukot

### Energian loppukulutus

TWh	2006	Perusura 2020	Greenpeace 2020
Sähkö yhteensä, josta	90,0	103,0	87,8
-Lämmitys	9,1	9,7	4,9
-Teollisuus	47,7	56,0	51,0
-Kotitaloudet	10,9	12,5	10,0
-Palvelut	15,2	17,6	15,1
-Kiinteistö sähkö	1,9	2,3	1,5
-Maatalous ja rakennustoiminta	1,2	1,0	0,9
-Liikenne	0,7	0,8	1,8
-Muut	3,4	3,1	2,6
Lämmityksen hyötyenergia	63,7	64,8	48,8
Teollisuuspolttoaineet	96,2	108,4	92,9
MM	6,1	6,1	5,5
Rakentaminen	3,7	5,2	4,7
Muut	7,3	10,4	5,4
Liikenne	51,7	58,9	43,9
Yhteensä	309,6	347,0	284,1

## Loppuviitteet

- Hallitustenvälisen ilmastopaneelin mukaan lämpötilannousun rajoittaminen kohtuullisella todennäköisyydellä alle 2,4 asteeseen edellyttää 25-40 prosentin päästövähennyksiä teollisuusmailta ja lisäksi päästöjen kasvun hillitsemistä nopeasti teollistuvissa maissa. Kahden asteen tavoite edellyttää vielä suurempia vähennyksiä. IPCC 2007: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report. S. 776.
- Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. [http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus\\_311008.pdf](http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf)
- VTT 2008: Teknologiapolut 2050 - Teknologian mahdollisuudet kasvihuo-

nekaasupäästöjen syvien rajoittamistavoitteiden saavuttamiseksi Suomessa.

4 Pitkän aikavälin ilmasto- ja energi-strategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. Liite 2.

5 Gaia Consulting Oy 2007: Lämmön ja sähkön yhteistuotannon potentiaali sekä kaukolämmityksen ja -jäähdytyksen tulevaisuus Suomessa. Selvitys Energiategollisuus ry:lle.

6 Klaus Illum 2006: An energy strategy for the Nordic countries 2006–2030. Paper prepared for Greenpeace Nordic.

7 Tämä voi tapahtua esim. muuttamalla normit primäärienergiaperusteiseksi.

8 Olettaen kaukolämmön tuotannon keskimääräinen rakennusaste. Luvut Tilaustokeskus: Energiatilasto 2007.

9 Työ- ja elinkeinoministeriön energia-

## Sähkön tuotanto

	2006	Perusura 2020	Greenpeace 2020
Yhteensä	90,0	103,0	87,8
Vesivoima	11,3	14,2	14,2
Tuulivoima	0,1	1,0	11,0
CHP, kaukolämpö	15,7	18,3	16,7
CHP, teollisuus	11,9	14,2	11,7
Ydinvoima	22,0	34,9	31,1
Lauhdevoima	17,6	21,3	6,0
Nettotuonti	11,4	0,0	-2,9

## Energian kokonaiskulutus

	2006	Perusura 2020	Hallitus 2020	Greenpeace 2020
Öljy	101,0	108,0	83,0	68,3
Kivihiili	46,0	51,0	28,0	7,2
Masuuni- ja koks. kaasut, koksi	13,0	16,0	16,0	13,0
Teollisuuden reaktiolämpö	2,0	3,0	3,0	3,0
Maakaasu	47,0	52,0	39,0	40,5
Ydinvoima	67,0	106,0	106,0	82,7
Sähkön tuonti	11,0	0,0	0,0	-2,9
Tuontienergia	287,0	335,0	275,0	215,6
Vesivoima	11,3	14,0	14,0	14,0
Tuulivoima ja aurinkoenergia	0,1	1,0	6,0	11,0
Turve	26,0	24,0	20,0	6,0
Jäteliemet	43,3	38,0	38,0	38,0
Metsähake	5,4	18,0	21,0	21,0
Muu puu	40,4	35,0	38,0	39,7
Nestemäiset biopolttoaineet	0,0	6,0	6,0	5,0
Lämpöpumput	2,4	3,0	5,0	5,9
Biokaasu	0,5	0,5	1,2	4,0
Muut kotimaiset	3,0	4,0	5,0	8,5
Kotimainen energia	130,1	144,0	154,0	153,2
Kokonaiskulutus	417,6	479,0	429,0	368,8
Uusiutuva energia	104,1	115,0	131,0	147,2

tehokkuustoimikunnalle esitetty, hallituksen ilmasto- ja energiastategian mukainen tavoite. Esitys toimikunnalle 11.11.2008.  
10 KOM(2007) 856 lopullinen.  
11 Arvio raportista Greenpeace, Maan ystävät, Suomen Luonnonsuojeluliitto ja WWF 2006: Ilmastotavoite 2050. [http://www.wwf.fi/www/uploads/pdf/ilmastotavoite\\_2050.pdf](http://www.wwf.fi/www/uploads/pdf/ilmastotavoite_2050.pdf); perustuen viitteeseen 13.  
12 European Association for Battery Electric Vehicles 2008: Energy consumption and CO2 emissions generated by Electric Vehicles. [http://going-electric.org/Docs/CO2-energy%20electric%20vehicles%204\\_2%20draft.pdf](http://going-electric.org/Docs/CO2-energy%20electric%20vehicles%204_2%20draft.pdf)  
13 LVM, Tiehallinto, RHK ja WSP LT-Konsultit Oy 2006: Henkilöliikennetutkimus 2004-2005.  
14 Irmeli Harmaajärvi 2005: Ilmastonmuutoksen haasteet yhdyskuntasuunnittelulle, esitelmä maanmittaustieteiden

päivillä. [http://mts.fgi.fi/paivat/2005/05\\_harmaajarvi.pdf](http://mts.fgi.fi/paivat/2005/05_harmaajarvi.pdf)  
15 Gaia Consulting Oy 2008: Energiatsehokkuustoimet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä.  
16 VTT 2008: Sähkösäästöpotentiaali energiategokkaila sähkömoottorikäyttöillä Suomen energiavaltaisessa teollisuudessa.  
17 VTT 2007: Energy Use. Edita Prima Ltd, Helsinki 2007.  
18 Motiva 2007: Säästöpotentiaali pk-teollisuudessa. [http://www.motiva.fi/fi/toiminta/energiakatselmustoiminta/energiakatselmukset/tilastotieto/09\\_02\\_saastopotentialipk-teollisuudessa.html](http://www.motiva.fi/fi/toiminta/energiakatselmustoiminta/energiakatselmukset/tilastotieto/09_02_saastopotentialipk-teollisuudessa.html)  
19 Ultra-Low CO2 Steelmaking: [www.ulcos.org](http://www.ulcos.org)  
20 TEM 2007: Biokaasulla tuotettavan sähkön syöttötariffi Suomessa - Perusteita järjestelmän toteuttamiselle. Työ-

ryhmän mietintö 5.12.2007. [http://www.tem.fi/files/18256/Biokaasutariffi\\_tr\\_raportti\\_191207.pdf](http://www.tem.fi/files/18256/Biokaasutariffi_tr_raportti_191207.pdf)  
21 Dan Asplund, Jouko Korppi-Tommola ja Satu Helynen 2005: Uusiutuvan energian lisäysmahdollisuudet vuoteen 2015. KTM.  
22 TEM 2007: Arvio biomassan pitkän aikavälin hyödyntämismahdollisuuksista Suomessa. Asiantuntijaryhmän raportti. <http://www.tem.fi/files/17251/Rintalan-Biomassatryryhma022007.pdf>  
23 Greenpeace 2008: Energy [R]evolution – a Sustainable EU 27 Energy Outlook.  
24 Hannele Holttinen 7.3.2008: Tuulivoiman säätö- ja varavoimatarpeesta Suomessa. Muistio.  
25 VTT 1997: Suomen metaani- ja dityppiksidipäästöjen rajoittamisen mahdollisuudet ja kustannustehokkuus. VTT Tiedotteita 1835.  
26 Pete Smith ym. 2008: Cool Farming: Climate impacts of agriculture and mitigation

potential. Aberdeenin yliopisto. Raportti Greenpeace Internationalille.  
27 Esim. Euroopan komissio 2005: The support of electricity from renewable energy sources, COM(2005) 627 Final.  
28 IPCC 2007: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report. Summary For Policymakers.  
29 Olettaen uuden sähköntuotantokapasiteetin keskimääräinen investointikustannus 2000-2500 €/kW; fossiilisten polttoaineiden hinnat 100-130 % vuoden 2005 tasosta; päästöoikeuden hinta 25-40 €/tCO2.  
30 Valtioneuvosto 27.3.2001: Kansallinen ilmastostrategia VNS 1/2001.  
31 IPCC 2007: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report.  
32 Esim. IEA 2006: World Energy Outlook; MIT 2003: The Future of Nuclear Power; IPCC 2007: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report..

## Teknisiä huomautuksia

Tämän raportin laatimisessa on käytetty yksinkertaista fysikaalista energialaskelmaa, joka kattaa laajasti energiankäytön eri muodot. Menetelmä varmistaa, että esitetty yhdistelmä toimia todella riittää energian tarpeeseen vastaamiseen oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Lähtökohtana ovat olleet aiemmassa tutkimuksessa todetut potentiaalit sekä tavoitteet, joiden toteuttamiseen on jo sitouduttu. Raportin toteuttamistavasta seuraa joitain rajoituksia:

- Energian hinnan nousu johtaa todennäköisesti moniin sellaisiin toimintatapojen muutoksiin ja teknisiin säästötoimiin, joista on vähän tai ei lainkaan tutkimusta. Tällaiset säästötoimet jäävät raportissa huomiotta, joten esim. energiansäästön mahdollisuudet tulevat aliarvioituiksi.
- Suurin osa käytetyistä tutkimuksista energiatehokkuuden potentiaaleista on oletanut alhaisemman energiankulutuksen kasvun kuin hallituksen strategiassa sekä alhaisemman päästöoikeuden hinnan kuin ilmastonmuutoksen torjuminen edellyttää. Jos energiankulutuksen kasvuvauhti on suurempi, ovat myös säästömahdollisuudet suurempia, sillä uusia investointeja tehdään enemmän. Myös tämä johtaa energiatehokkuuden mahdollisuuksien aliarviointiin.
- Esitetty yhdistelmä toimia ei välttämättä ole kustannustehokkuuden kannalta optimaalinen. Voi olla, että sama päästövähennys saavutettaisiin pienemmin kustannuksin esim. säästämällä terawattitunti enemmän kotitaloussähköä ja vastaavasti vähemmän esim. rakennusten lämmityksessä. Tämän raportin tavoitteena on kuitenkin ollut ennen kaikkea osoittaa, että ympäristöllisesti kestävät, realistiset ja kohtuuhintaiset energiaratkaisut riittävät ilmastonmuutoksen torjumisen edellyttämien päästövähennysten toteuttamiseen. Lisäksi energijärjestelmän perusteellista muutosta toteutettaessa ei kustannustehokkuuden kannalta ole tärkeää niinkään keinovalikoiman tarkka staattinen optimointi tietynä vuonna kuin sen varmistaminen, että kaikki muutoksen toteuttamiseen tarvittavat teknologiat ja ratkaisut kehittyvät hyvissä ajoin, jottei jouduta tekniseen umpikujaan.
- Sähköntuotantoa ei ole mallinnettu ajallisesti. Sähkön tuotantomuodoista on edellytetty, että nopean säätövoiman (allas- ja lauhdevoima) osuus kapasiteetista ja tuotannosta on vähintään samalla tasolla kuin Energiateollisuuden raportissa Sähköntuotantoskenaariot vuoteen 2030. Tuulivoiman säätövoiman tarve on arvioitu VTT:n erikoistutkija Hannele Holttisen muistion (Tuulivoiman säätö- ja varavoimatarpeesta Suomessa, 7.3.2008) mukaan.

30 % päästövähennys vuoden 1990 tasosta tarkoittaa käytännössä kivihiilen ja turpeen käytön ajamista alas niin pitkälle, kuin tekniset substituutiomahdollisuudet antavat myöden. Lisäksi myös öljyn ja maakaasun käyttöä täytyy vähentää. Tämä tarkoittaa, että esim. biomassan käyttö öljyn korvaamiseen muuttuu mielekkääksi vuoteen 2020 mennessä.