

Työ- ja elinkeinoministeriö

**Taustaraportti**  
**kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle**  
**vuoteen 2030**

1.2.2017 (päivitetty 2.2.2017)

# Sisällysluettelo

1. Johdanto .....	5
2. Tavoitteet.....	7
3. Perusskenaario .....	10
3.1 Skenaariot energia- ja ilmastopolitiikan valmistelun osana .....	10
3.2 Mikä on perusskenaario .....	10
3.3 Perusskenaarion valmistelu .....	11
3.4 Perusskenaario ja sen taustaoletukset.....	11
3.4.1 Oletukset talouskasvusta .....	11
3.4.2 Metsäteollisuus.....	11
3.4.3 Metalliteollisuus.....	13
3.4.4 Muu teollisuus.....	14
3.4.5 Rakennusten energiankäyttö .....	15
3.4.6 Liikenne .....	17
3.4.7 Työkoneet .....	20
3.4.8 Energiatehokkuus.....	21
3.4.9 Energian kysyntä kokonaisuudessaan .....	24
3.4.10 Energian tuotanto .....	26
3.4.11 Uusiutuva energia .....	31
3.4.12 F-kaasut .....	33
3.4.13 Maatalous .....	34
3.4.14 Jätesektori .....	35
3.4.15 Energiatuki .....	36
3.4.16 EU:n Päästökauppajärjestelmä .....	37
4. Vertailu tavoitteiden ja perusskenaarion tulosten välillä .....	39
4.1 EU:n 2020-tavoitteet .....	39
4.2 Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen vuoteen 2030 .....	41
4.3 Uusiutuvan energian käytön lisääminen.....	42
4.4 Liikenteen uusiutuvan energian lisääminen.....	43
4.5 Energian hankinnan omavaraisuuden kasvattaminen .....	43

4.6	Tuontiöljyn energiakäytön puolittaminen .....	43
4.7	Kivihiilen energiakäytöstä luopuminen .....	44
5.	RES 100 % tarkastelu .....	46
6.	Strategian linjausten taustoitus .....	47
6.1	Biokaasun potentiaalit, tuet ja edistämiskeinot .....	47
6.1.1	Biokaasun nykyinen hyödyntäminen Suomessa ja potentiaali .....	47
6.1.2	Biokaasun käyttö liikenteessä ja työkoneissa .....	49
6.1.3	Biokaasutuotannon tuet .....	50
6.1.4	Lisätoimenpiteet biokaasun tuotannon ja käytön edistämiseksi .....	53
6.1.5	EU-tason toimet ja valtiontukisuuntaviivoihin vaikuttaminen .....	53
6.1.6	Kansallisten säädösten selkiyttäminen .....	54
6.1.7	Suorat tukitoimet .....	56
6.2	Puupohjainen energia .....	58
6.2.1	Metsäbiomassat sähkön, lämmön ja liikenteen biopolttoaineiden tuotannossa .....	58
6.2.2	Ohjauskeinot .....	60
6.2.3	Metsien hiilinielujen kehitys hakkuukertymäskenaarioiden pohjalta tarkasteltuna ..	62
6.2.4	Metsien monimuotoisuuden kehitys hakkuukertymäskenaarioiden pohjalta tarkasteltuna.....	64
6.2.5	Metsähakkeen korjuupotentiaalit .....	67
6.3	Maatalousbiomassat .....	67
6.3.1	Nykyiset tukijärjestelmät .....	68
6.3.2	Tulevaisuuden näkymiä .....	69
6.3.3	Tulevaisuuden haasteita ja politiikkavaihtoehtoja .....	70
6.4	Aurinkovoima .....	70
6.4.1	Kannattavuus .....	71
6.4.2	Teoreettinen potentiaali .....	72
6.4.3	Yleistymiseen vaikuttavat tekijät taloudelliset tekijät .....	72
6.4.4	Muut tekijät .....	73
6.4.5	Sähköjärjestelmät .....	73
6.4.6	Nykyiset tukijärjestelmät .....	74
6.5	Tuulivoima .....	75
6.6	Turpeen ja kivihiilen käyttö .....	76

6.7	Energiatehokkuus.....	78
6.8	Alueidenkäyttö ja yhdyskuntarakenne.....	78
6.8.1	Yhdyskuntarakennetoimet kasvihuonekaasujen päästövähennyksissä.....	80
6.8.2	Yhdyskuntarakenteen muutokset ja ohjaaminen.....	81
6.8.3	Yhdyskuntarakenteen kautta saatavat kasvihuonekaasupäästöjen vähennykset .....	82
6.8.4	Tuuli- ja aurinkovoiman tuotannon edistäminen .....	83
6.8.5	Rakennukset.....	83
6.9	Liikenne .....	88
6.9.1	Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen .....	88
6.9.2	Ajoneuvojen energiatehokkuus .....	90
6.9.3	Fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvilla ja/tai vähäpäästöisillä vaihtoehdoilla .....	92
6.10	Maatalous.....	93
6.11	Rakennusten lämmitys .....	93
6.12	Työkoneet.....	95
6.13	F-kaasut .....	95
6.14	Jättesektori .....	95
6.15	Joustot .....	95
6.16	Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsät (nielut) .....	96
6.16.1	Nielujen rooli.....	96
6.16.2	Strategian toimenpiteet.....	98
6.16.3	Nielujen laskentasäännöt.....	102
6.17	Sopeutuminen ilmastonmuutokseen.....	103
6.18	Kestävä kulutus ja tuotanto .....	106
6.19	Paikallisen ja alueellisen ilmastotyön vahvistaminen .....	106
7.	Energiajärjestelmä ja markkinat .....	108
7.1	Sähkömarkkinat.....	108
7.2	Kaasumarkkinat.....	114
7.3	Energiahuoltovarmuus .....	117
8.	Valitut toimet ja politiikkaskenaario.....	120
8.1	Politiikkaskenaarioon sisältyvät lisätoimet .....	120
8.2	EU:n 2020-tavoitteet.....	121

8.3	Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen vuoteen 2030 .....	121
8.4	Uusiutuvan energian käytön lisääminen ja energian hankinnan omavaraisuuden kasvattaminen .....	122
8.5	Liikenteen uusiutuvan energian lisääminen.....	123
8.6	Tuontiöljyn energiakäytön puolittaminen .....	124
8.7	Kivihiilen energiakäytöstä luopuminen.....	125
9.	Energia- ja ilmastostrategian kokonaisvaikutusarvioinnit.....	127
9.1	Vaikutukset Suomen energiajärjestelmään ja päästökaupan ulkopuolisiin kasvihuonekaasupäästöihin .....	127
9.2	Kansantaloudelliset vaikutukset.....	128
9.3	Ympäristövaikutusten arviointi (SOVA).....	130
10.	Tiedotus, koulutus ja viestintä .....	131
10.1	Osaaminen ja koulutusurat .....	131
10.2	Osaamisen päivittäminen.....	132
10.3	Tiedotus ja viestintä .....	133
11.	Strategian valmistelu .....	134
11.1	Strategiatyön organisointi.....	134
11.2	Teetetyt taustaselvitykset .....	135
	Edellä mainittujen tutkimusten ohella strategian laadinnassa hyödynnettyjä taustaraportteja ovat mm:.....	136
11.3	Seminaaritulokset.....	136
11.4	Energia- ja ilmastopolitiikkatoimia koskevan nettikyselyn yhteenveto.....	138
	Liitteet .....	140
	Liite 1: Skenaarioiden valmistelu.....	140
	Ministeriöiden välinen työnjako .....	140
	Laskelmat ja mallit .....	141
	Kansallinen järjestelmä.....	141
	Liite 2: Skenaariokehikko.....	143
	Perusskenaarion kehikko .....	143
	Liite 3: Perus- ja politiikkaskenaarion energiataseet ja kasvihuonekaasupäästöt.....	158
	Liite 4: Energia- ja ilmastopolitiikkatoimia koskevan nettikyselyn (15.6.–16.8.2016) tulokset...	163
	Liite 5: Energia- ja ilmastostrategian valmisteluun osallistuneiden eri työryhmien ym. jäsenet	167

## 1. Johdanto

Hallitus hyväksyi 24.11.2016 kansallisen energia- ja ilmastostrategian vuoteen 2030. Se annettiin selontekona eduskunnalle. Strategiassa linjataan konkreettisia toimia ja tavoitteita, joilla Suomi saavuttaa pääministeri Juha Sipilän hallitusohjelmassa ja EU:ssa sovitut energia- ja ilmastotavoitteet vuoteen 2030. Kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta on tehty myös painettu julkaisu joka sisältää myös varsinaista valtioneuvoston hyväksymää energia- ja ilmastostrategiaa täydentäviä kuvia ja taulukoita.

Energia- ja ilmastostrategiaa täydentää taustaraportti, jossa on esitetty strategian linjausten taustaksi tehtyjä skenaarioita ja niihin pohjautuvia analyyskejä. Skenaarioissa on huomioitu eri energia- ja ilmastoasioihin liittyvät sektorikohtaiset tiedot. Skenaariotarkastelun tärkeimmät elementit ovat perusskenaario ja politiikkaskenaario, joiden tulokset esitetään tässä taustaraportissa. Taustaraportissa on lisäksi pyritty varsinaista strategiatekstiä laajemmin käsittelemään strategiassa esitettyjä kokonaisuuksia, esittelemään perusteluja tehdyille linjauksille sekä esittämään vaihtoehtoisia linjauksia ja arvioita niiden vaikutuksista. Taustaraportti sisältää myös viittaukset strategiatyön yhteydessä teetettyihin laajoihin energia- ja ilmastoasioita käsitteleviin selvityksiin.

Samanaikaisesti kansallisen energia- ja ilmastostrategian kanssa on ympäristöministeriön koordinoimana valmisteltu keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmaa (valmistuu keväällä 2017). Nämä kaksi erillistä selontekoa ovat toisiaan täydentäviä, mutta keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma keskittyy erityisesti päästökaupan ulkopuolisiin sektoreihin, niitä koskeviin tavoitteisiin ja keinoihin saavuttaa nämä tavoitteet.

Kansallisen energia- ja ilmastostrategian valmistumisen jälkeen jatketaan Suomen energia- ja ilmastopolitiikan toteuttamista panemalla täytäntöön strategiassa linjattuja toimia. Lisäksi itse asetettujen ja EU:n asettamien tavoitteiden toteutumista seurataan erilaisten energia- ja ilmastopolitiikkaa koskevien raportointien kautta.

Osana energia- ja ilmastostrategiaan ja strategiaprosessia yleisemmin on virkatyönä tehty ja tutkijatahoilla teetetty useita selvityksiä joista tärkeimmät on mainittu alla:

- 100-prosenttisesti uusiutuviin energialähteisiin perustuva energiajärjestelmä (24.11.2016)
- Tulevaisuuden energia 2030...2050. Tekesin katsaus 332/2017
- Asiantuntijalausunto kivihiielen kieltämiseen liittyvistä oikeudellisista näkökohdista. Alice Guimaraes-Purokoski (10.10.2016)
- Energia- ja ilmastostrategian vaikutusarviot: Yhteenvetoraportti. VTT:n johtama konsortio
- Hajautetun uusiutuvan energiantuotannon potentiaali, kannattavuus ja tulevaisuuden näkymät Suomessa. Pöyry Management Consulting Oy
- Metsäbiomassan kustannustehokas käyttö. Pöyry Management Consulting Oy
- Hajautetun uusiutuvan energian mahdollisuudet ja rajoitteet. Vaasan yliopiston johtama konsortio.

Muita energia- ja ilmastoasioiden päätöksentekoa tukevia ja taustoittavia viimeaikaisia selvityksiä on lueteltu luvussa 11.

Energia- ja ilmastostrategian taustaraportti on strategiatyöhön osallistuneiden ministeriöiden kokoama virkamiesselvitys ja se on tehty työ- ja elinkeinoministeriön, ympäristöministeriön, liikenne- ja viestintäministeriön, maa- ja metsätalousministeriön, opetus- ja kulttuuriministeriön sekä valtiovarainministeriön yhteistyönä. Taustaraportin koordinoitivastuu on ollut työ- ja elinkeinoministeriöllä.

Alla on luettelo strategiatyöhön osallistuneiden ministeriöiden yhteyshenkilöistä:

teollisuusneuvos Petteri Kuuva, TEM  
neuvotteleva virkamies Markku Kinnunen, TEM  
ylitarkastaja Bettina Lemström, TEM  
ympäristöneuvos Antti Irjala, YM (rakennettu ympäristö)  
ympäristöneuvos Magnus Cederlöf, YM (ilmastoasiat)  
liikenneneuvos Saara Jääskeläinen, LVM  
neuvotteleva virkamies Kaisa Pirkola, MMM (metsäasiat)  
ylitarkastaja Veli-Pekka Reskola, MMM (maatalous)  
finanssihiteeri Taina Eckstein, VM  
opetusneuvos Paavo-Petri Ahonen, OKM

## 2. Tavoitteet

Kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa linjataan toimia, joilla Suomi saavuttaa pääministeri Juha Sipilän hallitusohjelmassa sekä EU:ssa sovitut tavoitteet vuoteen 2030 ja etenee johdonmukaisesti kohti kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä 80–95 prosentilla vuoteen 2050 mennessä.

Pääministeri Juha Sipilän hallitusohjelman ”Ratkaisujen Suomi” yksi strategisista tavoitteista on biotalous ja puhtaat ratkaisut. Sen alle kuuluu viisi kärkihanketta, joista kärkihanke ”Hiilettömään, puhtaaseen ja uusiutuvaan energiaan kustannustehokkaasti” sisältää hallituksen energia- ja ilmastolinjauksia. Energia- ja ilmastolinjaukset on tarkemmin lueteltu energia- ja ilmastostrategian luvussa 1.7. Strategiassa on myös kuvattu hallituksen biotalous- ja puhtaat ratkaisut -ministerityöryhmän tarkennukset hallitusohjelmaan kirjattuihin linjauksiin.

Hallitusohjelmassa on linjattu hallituskauden tavoitteeksi, että Suomi on saavuttanut 2020 ilmastotavoitteet jo vaalikauden aikana.

### 2020 tavoitteet:

Euroopan komissio antoi vuonna 2008 säädösehdotukset vuotta 2020 koskevista ilmasto- ja energiapolitiikan tavoitteista. Ns. 20–20–20 -tavoitteet tarkoittavat 20 % päästövähennyksiä, 20 % uusiutuvan energian käyttöä sekä 20 % energiatehokkuuden parantamista.

- Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen ainakin 20 %:lla vuoden 1990 tasosta pannaan toimeen päästökauppasektorilla ja sen ulkopuolisilla aloilla. Suomen tulee komission asettaman tavoitteen mukaan vuoteen 2020 mennessä vähentää päästökaupan ulkopuolelle jäävien alojen (taakanjakosektori) päästöjä 16 % vuoden 2005 tasosta.
- Uusiutuvien energialähteiden osuuden nosto 20 %:iin energiankulutuksesta on jaettu jäsenmaille erisuuruisena veloitteena. Suomen velvoite on nostaa uusiutuvan energian osuus 38 %:iin vuoteen 2020 mennessä. EU:n vuotta 2020 koskeva uusiutuvan energian velvoite liikennesektorille on 10 %, mutta Suomi on kansallisesti päättänyt korkeammasta 20 % tavoitteesta vuodelle 2020.
- Energiatehokkuuden 20 %:n parantamistavoite ei ole sitova, vaan ohjeellinen.

Energia- ja ilmastostrategian luvussa 2.1 on kuvattu nykytoimien riittävyttä EU:n 2020 tavoitteiden saavuttamiseksi.

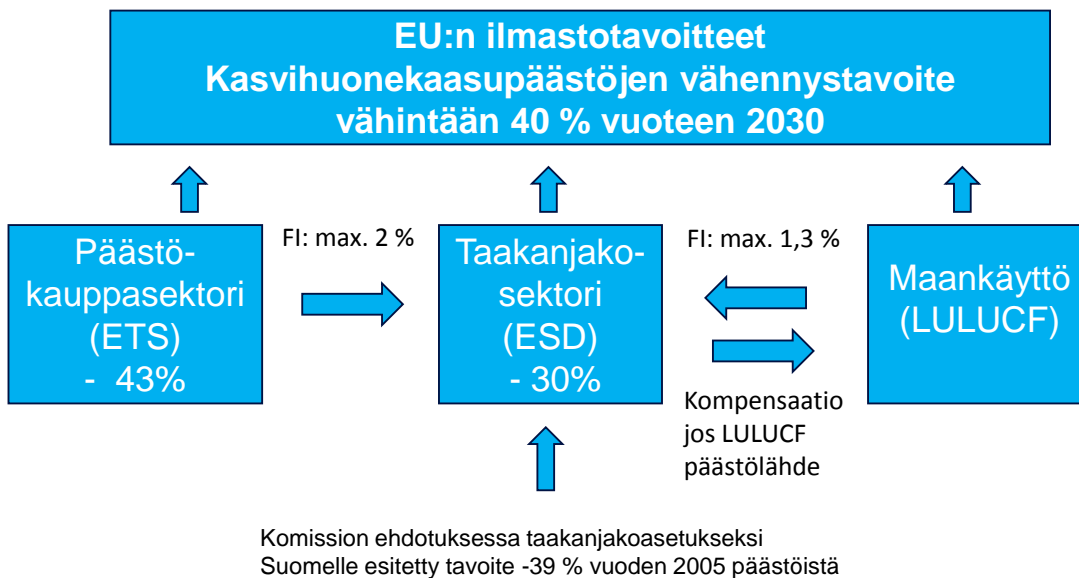
### 2030 tavoitteet:

Eurooppa-neuvosto päätti 2030 ilmasto- ja energiapaketista lokakuussa 2014. Paketti on jatkoa vuoden 2020 ilmasto- ja energiatavoitteille. Päästökaupan ulkopuolelle jääviä sektoreita koskeva päästövähennysvelvoite on ilmasto- ja energiapaketin ainoa jäsenvaltioita suoraan sitova tavoite. Kuitenkin myös 2020 jälkeen EU:ssa halutaan edistää uusiutuvan energian käyttöä ja parantaa energiatehokkuutta. Näille annettiin EU:n yhteisiä tavoitteita.



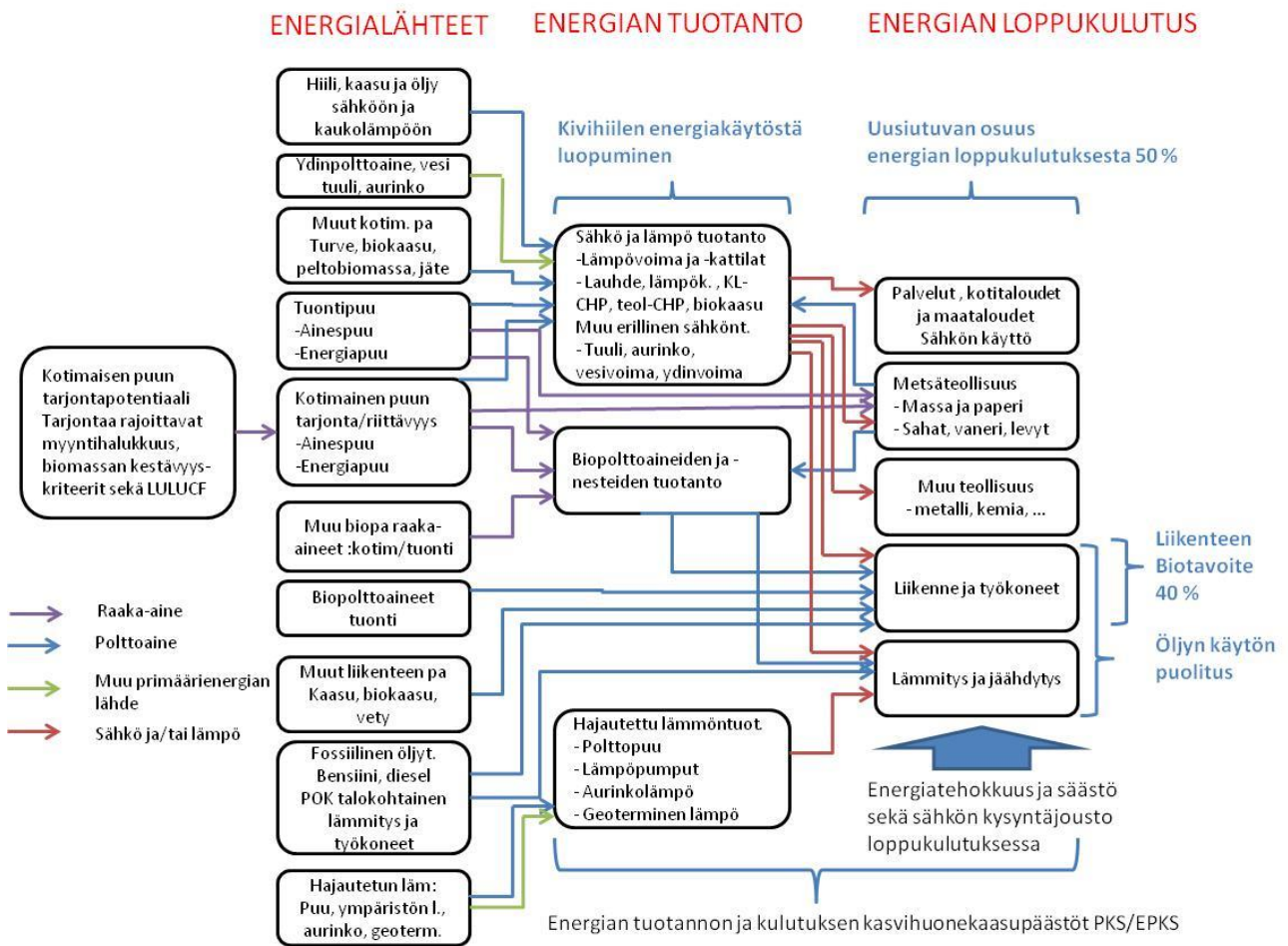
- Kasviuonekaasujen päästövähennystavoitteeksi asetetaan vähintään 40 prosenttia (vuoden 1990 tasoon verrattuna) vuoteen 2030 mennessä. Päästökaupparektorin osalta päästövähennystavoite on 43 prosenttia ja päästökauppaan kuulumattomien alojen osalta 30 prosenttia vuoden 2005 tasosta. Kesällä 2016 annettiin ehdotukset taakanjakosektorin päästöjen vähentämisestä sekä maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous sektorin (LULUCF-sektori) sisällyttämisestä EU:n vuoden 2030 ilmastotavoitteisiin. Komission ehdotuksen mukaan Suomen vuoden 2030 päästövähennysvelvoite olisi 39 prosenttia verrattuna vuoden 2005 tasoon.
- Uusiutuville energialähteille asetettiin sitova vähintään 27 %:n EU-tason tavoite vuoteen 2030.
- Energiatohokkuuden parantamiselle asetettiin vähintään 27 %:n EU-tason ohjeellinen tavoite vuoteen 2030. Tavoite on määritetty verrattuna vuonna 2007 tehtyyn komission arvioon tulevasta energiakulutuksesta, kuten 2020-paketissakin.

Kuvassa 1 on esitetty EU:n vuotta 2030 koskeva kasviuonekaasujen päästövähennystavoite sekä päästökaupparektorin, taakanjakosektorin ja maankäyttösektorin (LULUCF) väliset yhteydet kokonaistavoitteen saavuttamisessa.



Kuva 1. EU:n vuotta 2030 koskeva kasviuonekaasujen päästövähennystavoite sekä päästökaupparektorin, taakanjakosektorin ja maankäyttösektorin (LULUCF) väliset yhteydet kokonaistavoitteen saavuttamisessa.

Energia- ja ilmastostrategialla vastataan siis usean samanaikaisen tavoitteen saavuttamiseen. Kuvassa 2 on esitetty kaaviokuva strategiaprosessista sekä hallitusohjelman mukaisten tavoitteiden sijoittumisesta tähän kokonaisuuteen.



Kuva 2. Kaaviokuva energia- ja ilmastostrategiaan liittyvistä asiakokonaisuuksista ja hallitusohjelman tavoitteista.

## 3. Perusskenaario

### 3.1 Skenaariot energia- ja ilmastopolitiikan valmistelun osana

Energia- ja ilmastostrategian 2016 sekä keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelman laadinnassa keskeinen työväline on skenaariotarkastelu, jota käytetään yleisesti pitkän aikavälin energia- ja ilmastosuunnitelmissa. Skenaarioissa kuvataan sellaiset tekijät ja niiden keskinäiset riippuvuudet, jotka keskeisimmin vaikuttavat esimerkiksi energian- ja sähkönkulutukseen sekä kasvihuonekaasupäästöihin.

Perusskenaario kuvaa jo päätettyjen politiikkatoimien vaikutusta tulevaan kehitykseen. Poliitiikkaskenaariolla arvioidaan myöhemmin päätettävien uusien toimenpiteiden vaikutusta. Lisäksi energia- ja ilmastostrategian osana tehdään erillistarkasteluja, kuten herkkyystarkasteluja sekä 100-prosenttisesti uusiutuviin energialähteisiin perustuvan energijärjestelmän tarkastelu.

Skenaariot laaditaan ministeriöiden ja asiantuntijalaitosten tiiviinä yhteistyönä, ja työn koordinoinnista ja tietojen kokoamisesta vastaa työ- ja elinkeinoministeriö. Samaan aikaan valmistellaan sekä työ- ja elinkeinoministeriön koordinoimaa energia- ja ilmastostrategiaa että ympäristöministeriön koordinoimaa keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmaa. Molemmissa käytetään samaa perusskenaariota, ja molempien valmistelusta vastaavat pitkälti samat tahot hyödyntäen yhteistä tietopohjaa ja malleja. Niinpä hankkeet ovat sopusoinnussa keskenään ja täydentävät toisiaan.

### 3.2 Mikä on perusskenaario

Perusskenaariolla arvioidaan jo päätettyjen politiikkatoimien vaikutusta tulevaisuuden kehitykseen, esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöjen vähentymiseen. Perusskenaario on luonteeltaan viiteskenaario, jota tarvitaan kun arvioidaan uusien energiaan ja ilmastomuutoksen hillintään liittyvien politiikkatoimien tarvetta ja mitoitusta. Perusskenaario siis kuvaa, kuinka paljon uusia toimia tarvitaan hallitusohjelman ja EU:n 2030 energia- ja ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi.

Perusskenaario ei ole ennuste tulevasta, vaan sisäisesti ristiriidaton projektio jossa politiikkatoimenpiteiden voimakkuus on jäädytetty skenaarion tekohetken tasolle. Perusskenaariossa ei siten huomioida mahdollisia uusia toimenpiteitä, joista ei vielä ole tehty päätöksiäkään. Luonteensa vuoksi perusskenaarion mukaisen kehityksen toivotaan harvoin toteutuvan sellaisenaan, eikä se edes ole todennäköistä. Perusskenaario ei kuitenkaan kuvaa paikalleen jäädytettyä järjestelmää, vaan esimerkiksi talouden ja teknologian kehityksen trendit on huomioitu skenaariota muodostettaessa.

Perusskenaario sisältää ennen kesää 2016 täytäntöön pannut energia- ja ilmastopolitiikan toimenpiteet.

### 3.3 Perusskenaarion valmistelu

Energia- ja ilmastopolitiikan perusskenaariota valmisteltaessa kukin sektoriministeriö vastaa oman sektorinsa arvioinneista. Työ- ja elinkeinoministeriö koordinoi valmistelutyötä ja kokoaa tiedot yhteen.

Kukin ministeriö arvioi itse oman sektorinsa kehityksen ja/tai teettää tarvittavat selvitykset tutkimuslaitoksilla tai konsulteilla. Jotta sektoritarkastelut olisivat yhteneväiset ja kuvaisivat samaa kehityskulkua, tekevät ministeriöt tiivistä yhteistyötä. Tätä varten on toiminnassa eri ministeriöiden virkamiesten skenaariojaos, joka on valmistellut perusskenaariosta yleisen skenaariokehikon. Siihen on koottu perusskenaarion tärkeimmät tulevaisuutta määrittelevät lähtökohdat kuten väestönkasvu, talouden kehitys, energiahintojen kehitys jne.

Skenaariokehikko esitetään liitteestä 2. Liitteessä 1 kuvataan tarkemmin ministeriöiden välistä työnjakoa, käytettyjä laskelmia ja malleja sekä skenaariotyön täsmällistä luonnetta.

### 3.4 Perusskenaario ja sen taustaoletukset

#### 3.4.1 Oletukset talouskasvusta

Perusskenaarion talouskasvuoletukset perustuvat Valtion taloudellisen tutkimuskeskuksen VATT:n selvitykseen ”Suomen talous 2015–2030: Laskelmia politiikkatoimien vaikutuksista” (maaliskuu 2016) sekä VATT:in siihen liittyen tekemiin laskelmiin. Selvitys on ladattavissa osoitteesta:

[http://www.vatt.fi/julkaisut/uusimmatJulkaisut/julkaisu/Publication\\_6093\\_id/1024](http://www.vatt.fi/julkaisut/uusimmatJulkaisut/julkaisu/Publication_6093_id/1024)

VATT:n selvitys tarkastelee Suomen talouden kehitystä vuoteen 2030 asti. Selvityksessä tarkastelun lähtökohtana on lähivuosien osalta valiovarainministeriön syksyn 2015 suhdannekatsauksen ennuste kun taas pidemmän aikavälin kehitystä tarkastellaan toimiala- ja hyödykekohtaisesti pidempien kehitystrendien ja näkemysten pohjalta. Talouskehityksen lähtökohtana on, että hallitusohjelman talouden terveystämistä koskevat toimet ja uudistukset kuten julkistalouden sopeutustoimet, eläkeuudistus, sosiaali- ja terveyspalveluiden uudistus ja kilpailukyky paketti toteutuvat täysimääräisinä. Perusskenaariossa talouden oletetaan kasvavan vuosina 2016–2020 keskimäärin 2,2 % (tuotoksen vuosikasvu). Kasvu on aluksi hidasta mutta kiihtyy vuosikymmenen loppua lähestyttäessä. Vuosina 2021–2025 talouden odotetaan kasvavan keskimäärin 2,9 % ja vuosina 2026–2030 keskimäärin 2,7 % vuodessa.

Perusskenaariossa käytettävät toimialakohtaiset talouskasvuluvut on esitetty perusskenaarion skenaariokehikossa (liite 2). Eräiden sektoreiden osalta on tehty herkkyystarkasteluja matalammilla talouskasvuoletuksilla.

#### 3.4.2 Metsäteollisuus

Metsäteollisuus on merkittävin energiankäyttäjä ja uusiutuvan energian tuottaja Suomessa. Karkeasti arvioiden Suomen metsäteollisuuden osuus maan sähkön kokonaiskäytöstä on noin

neljännes. Metsäteollisuuden tuotannon arvioiminen on siis keskeisessä asemassa energiapolitiikan ja sähkönkäytön tarkasteluissa.

Metsäteollisuuteen liittyvät arviot ja laskelmat perustuvat Pöyry Management Consultingin työ- ja elinkeinoministeriölle tekemään ja tammikuussa 2016 julkaistuun raporttiin Suomen metsäteollisuuden tuotannon kehityslinjoista vuoteen 2035 (Pöyry, Suomen metsäteollisuus 2015 – 2035, loppuraportti 19.1.2016).

Työssä tuotettiin numeerinen ennuste Suomen massa- ja paperiteollisuuden sekä mekaanisen puutuoteteollisuuden tuotannon kehityksestä tuotealueittain vuoteen 2035 asti sekä esitetään ennusteiden taustalla olevat keskeiset oletukset.

Raportissa esitetyt Suomen massa- ja paperiteollisuuden sekä mekaanisen puutuoteteollisuuden tuotantoennusteet perustuvat Pöyryn tekemiin tuotealueittaisiin Euroopan ja maailman kysyntäennusteisiin, Suomessa sijaitsevien tuotantolaitosten kilpailukykyaseman arviointiin sekä Suomen massa-, paperi- ja puutuoteteollisuuden julkisuudessa esittämiin hankeilmoituksiin.

Lisäksi Pöyry on laatinut massojen kotimaisen käytön ja nettoviennin kehitysarvioihin perustuvat massan kulutus- ja tuotantoennusteet eri massalajeille. Pöyry on myös laatinut paperin, kartongin ja eri massalaatujen sekä mekaanisen metsäteollisuuden tuotealueiden energiareseptit (sähkö ja lämpö), sekä eri massalaatujen ja sahatavaran/puulevyjen puun ominaiskäyttöluvut tuotealueittain.

#### **3.4.2.1 Paperi ja kartonki**

Suomen paperiteollisuuden tuotantoennusteissa Pöyry on päätenyt markkinaosuustarkastelun ja staattisen kilpailukykyanalyysin tuottamien tulosten välimaastoon.

Paperin ja kartongin kokonaismarkkinan kehitysnäkymät vaihtelevat merkittävästi kehittyneiden (kehitysnäkymä laskeva) ja kehittyvien (kehitysnäkymä kasvava) markkinoiden välillä. Euroopan markkinat käsittävät noin 70 % Suomen paperiteollisuuden viennistä. Graafisten papereiden kysyntä tulee pienenemään vuoteen 2030 mennessä ja pehmopaperien ja pakkausmateriaalien kysyntä kasvamaan. Graafisten paperien osuus Suomen paperin ja kartongin tuotannosta on lähes 60 %.

Tarkempia eri paperilaatua koskevia tuotantoennusteita varten Pöyry on laatinut kilpailukykyanalyysin, jossa on sijoitettu suomalaisia paperitehtaita paperin valmistuksen kustannuskäyrälle. Kun tiedetään kyseisten paperilaatujen kysyntä (tai kysyntäennuste), niin on voitu arvioida, kuinka paljon kyseisen paperin tuotantoa Suomessa tulevaisuudessa on.

#### **3.4.2.2 Massa**

Paperimassan kulutusennusteet perustuvat tuotealuekohtaisiin massaresepteihin ja paperin ja kartongin tuotantoennusteisiin.

Paperimassan tuotantoennusteet perustuvat paperiteollisuuden kuidun kulutusennusteisiin ja markkinamassan tuotannon kehitysarvioihin. Markkinamassan tuotannon kehitysarviot laadittiin ilmoitettujen hankkeiden (uudet linjat, tehtaat ja kapasiteetin laajennukset), keskeisten vientimarkkinoiden kehityksen ja markkinamassan tuotantolaitosten kilpailukyvyn perusteella. Kotimaisen puuraaka-aineen saatavuudella on keskeinen asema tuotantoennusteiden rajoitteita pohdittaessa. Tuotannon ja nettokaupan arviot vuosille 2014–2035 ratkaistiin maittain ja tuotealueittain. Tämä tarkoittaa sitä, että Suomen tuotantoarvioita ei tehty maailmanmarkkinoista irrallaan, vaan kaikkien tuottavien maiden tuotantoskenaariot täsmäytettiin maailmanmarkkinoiden kehitykseen suhteellisen kilpailukyvyn perusteella.

Yli 80 % Suomen paperimassojen viennistä on valkaistua havusellua. Suurin yksittäinen vientikumppani on Kiina 25 %:n osuudella. Markkinamassan kysynnän ennustetaan kasvavan nykytasoon nähden yli 20 miljoonalla tonnilla vuoteen 2030 mennessä ja suurin kysynnän kasvu tulee Kiinasta ja muualta Aasiasta.

Pöyry on käyttänyt Suomen markkinamassatuotannon kehityksen ennusteessaan oletusta, että markkinatilanteesta johtuen jo päätetyn Äänekosken tehdasinvestoinnin lisäksi Suomeen tulee vielä yksi sellutehdasinvestointi.

### **3.4.2.3 Mekaaninen metsäteollisuus**

Pöyryn ennusteet mekaanisten puutuotteiden osalta perustuvat tuote- ja aluekohtaisiin kysyntäennusteisiin sekä suomalaisten laitosten kilpailukykyyn. Sahatavaratuotannon odotetaan kasvavan nykyisestä hieman yli 10 miljoonasta kuutiosta vuodessa yli 12 miljoonaan kuution vuoteen 2035 mennessä, mutta vanerituotannon odotetaan pysyvän lähellä nykytasoa. Lastu- ja kuitulevytuotannon ennustetaan kasvavan nykytasoltaan noin 10 % vuoteen 2035 mennessä.

### **3.4.3 Metalliteollisuus**

Metallinjalostus on energiantensiivinen toimiala, jonka energiankäyttö riippuu voimakkaasti tuotannon rakenteesta ja volyymistä. Tästä syystä toimialaa käsitellään suhteellisen yksityiskohtaisesti skenaariolaskelmissa. Metallinjalostuksen kasvihuonekaasupäästöt kuuluvat pääosin päästökauppaan ja niiden osuus Suomen päästöistä on noin 7 %. Metalliteollisuus kokonaisuudessaan käyttää noin 8 % maan sähkön kulutuksesta.

Vuonna 2008 alkaneen taantumien aikana Suomen metallinjalostusalan yritysten tuotantoasteet laskivat merkittävästi, eivätkä ne viime vuosien hienoisesta kasvusta huolimatta ole vielä nousseet takaisin aiemmalle tasolle. Perusskenaariossa oletetaan, että metallinjalostusyritysten tuotantoasteet palaavat taantumaa edeltävälle tasolle tällä vuosikymmenellä. Tämän perustana on VATT:n arvio toimialan vuosittaisesta taloudellisesta kasvusta (keskimäärin 3,2 % vuodessa 2020 asti hidastuen myöhemmin). Perusskenaariossa on huomioitu muutaman vuoden takaiset tehtaiden sulkemiset kuten laajennuksetkin.

2020-luvulla jälkeen metallinjalostusalan tuotantomäärien oletetaan perusskenaariossa kasvavan 0,5 % vuodessa. Tämä kuvaa tuotantoteknologian pientä parantumista esimerkiksi tuotannon pullonkauloja poistavien investointien seurauksena. Todellisuudessa tuotannon parantuminen tapahtuu portaittain investointien jälkeen, mutta näiden investointien tarkkaa ajankohtaa ei ole mahdollista ennakoita. Skenaariotarkastelussa oleellista on kuitenkin keskipitkän tai pitkän aikavälin kehitys, minkä kuvaamiseen vuosittainen tasainen kasvu soveltuu riittävän hyvin. Metallinjalostuksen kokonaismäärän kehitys on esitetty kuvassa 3.

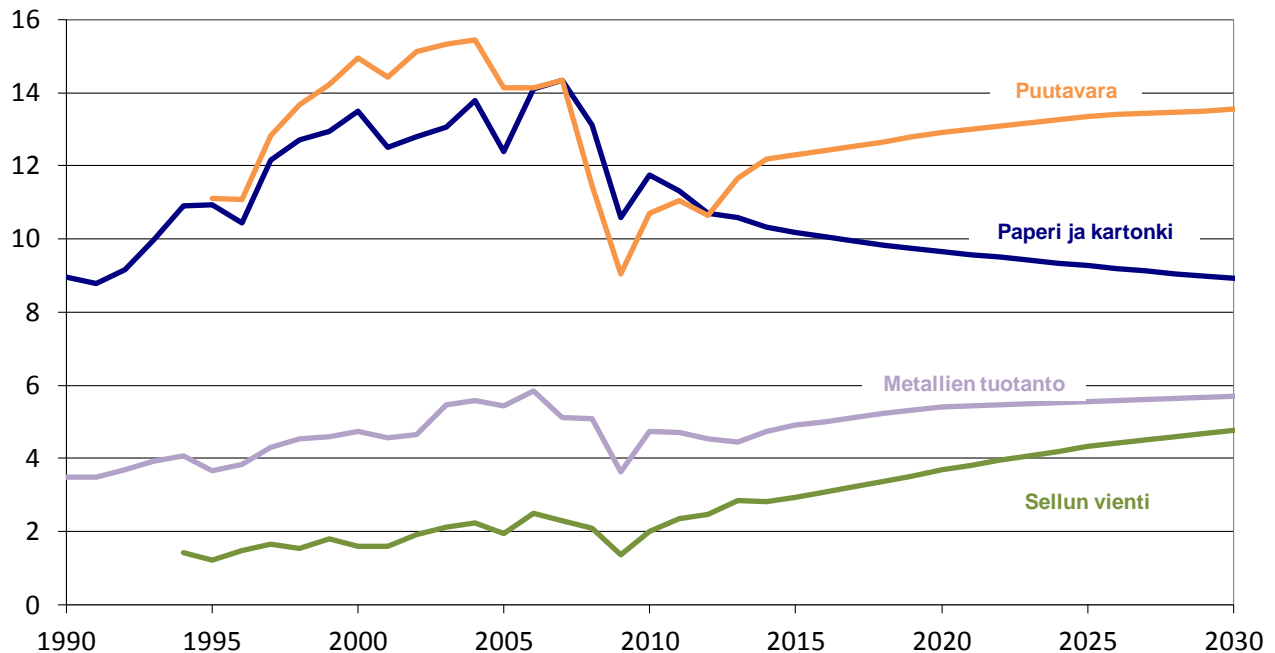
Metallinjalostustoimialan energiatehokkuuden oletetaan perusskenaariossa parantuvan 0,5 % vuodessa. Lisäksi perusskenaariossa on huomioitu tiedossa olevien tuotantolaitosmuutosten, Tornion ja Porin LNG-terminaalihankkeiden sekä tehdasalueilla olevien voimalainvestointien todennäköinen vaikutus energiankäyttöön. LNG:n oletetaan korvaavan erikoisraskaan pohjaöljyn, raskaan polttoöljyn ja nestekaasun käyttöä. Energiankulutuksen oletetaan perusskenaariossa kehittyvän tuotantomäärien kehityksen mukaisesti, huomioituna energiatehokkuuden paranemisella ja edellä mainittujen hankkeiden vaikutuksella.

#### **3.4.4 Muu teollisuus**

Perusskenaariossa oletetaan, että eri teollisuudenalojen tuotantomäärät kehittyvät VATT:n arvioiman toimialakohtaisen talouskasvun mukaisesti. Toimialakohtaiset talouskasvuluvut on esitetty skenaariokehikossa (liite 2). Poikkeuksen muodostavat metsä- ja metallinjalostusteollisuus, joiden oletukset on kuvattu edellä tarkemmin erikseen.

Muiden teollisuustoimialojen energiatehokkuuden oletetaan perusskenaariossa parantuvan trendinomaisesti 0,4–0,5 % vuodessa. Energiankulutuksen oletetaan perusskenaariossa kehittyvän talouskasvun suhteessa kehittyvien tuotantomäärien mukaisesti, huomioituna energiatehokkuuden paranemisella.

**Paperin ja kartongin sekä metallien tuotanto, sellun vienti [milj. tonnia]  
Puutavaran tuotanto [milj. m<sup>3</sup>]**



Kuva 3. Paperin, kartongin, puutavaran ja metallien tuotannon tuotantomäärien sekä sellun viennin määrän historiallinen kehitys sekä kehitys perusskenaariossa.

### 3.4.5 Rakennusten energiankäyttö

Perusskenaarion rakennusten energiankäyttöön liittyvät oletukset on kuvattu Suomen ympäristökeskuksen julkaisussa Rakennusten energiankulutuksen perusskenaario Suomessa 2015–2050. Julkaisu on ladattavissa osoitteesta.

<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/166673>

#### 3.4.5.1 Korjausrakentaminen

Korjausrakentamisen osalta on tarkasteltu asuin- ja palvelurakennuksia, koska rakentamismääräyksiä koskevat toimet vaikuttavat käytännössä vain niihin. Asuinrakennukset jaetaan kolmeen ryhmään: erilliset pientalot, rivi- ja ketjutilat ja asuinkerrostalot. Palvelurakennuksiin luetaan Tilastokeskuksen rakennusluokittelun mukaan: liike-, toimisto-, kokoontumis- ja opetusrakennukset, sekä liikenteen että hoitoalan rakennukset. Tuotantorakennuksia ei ole otettu huomioon.

Perusskenaariossa on otettu huomioon rakennuskantaan kohdistuvat politiikkatoimet, jotka on kansallisesti implementoitu ennen vuotta 2016.

Vuosisäästöt prosentteina lämmön kulutuksista (tilojen ja käyttöveden lämmitys) vaihtelevat asuinrakennusten 0,3 %:sta opetusrakennusten 1,2 %:iin. Tutkimusten perusteella on mahdollista



saavuttaa keskimäärin 0,5–0,6 % vuosittainen keskimääräinen säästö asuin- ja palvelurakennuskannassa.

Rakennuskannassa säästöjen toteutumista estävät ja hidastavat seuraavat seikat:

- Osa rakenteista on jo korjattu melko energiatehottomasti. Niitä ei todennäköisesti korjata enää uudestaan.
- Osa rakennuksista on suhteellisen uusia ja niin hyvin tehtyjä, että niihin kohdistuu vain huolto ja ylläpitokorjauksia vuoteen 2050 mennessä.
- Yksityiset ihmiset omistavat noin 70 % asunnoista. Suurella osalla ei ole rahaa tai motivaatiota tehdä kalliita korjauksia.
- Korjausten yhteydessä ilmanvaihtomäärät kasvavat tämän päivän vaatimuksia vastaaviksi, mikä syö osan todellisesta säästöstä. Laatuason nosto lisää usein myös energiankäyttöä.

Ympäristöministeriön asetuksen 4/13, rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä, vaikutuksien arvioinnissa käytetyt oletukset:

Kun rakennusosia korjataan, niin korjauksissa (ulkovaippa, ilmanvaihto, lämminkäyttövesi) parannetaan energiatehokkuutta.

- 1980 jälkeen rakennettujen rakennusten julkisivujen korjausten yhteydessä pienennetään lämpöhäviöitä.
- Ilmanvaihtoon asennetaan lämmön talteenotto silloin kun se on korjauksen laajuuden mukaisesti toteutettavissa.
- Sähkölämmityksen osuus pienenee 20 %:n vuoteen 2050 mennessä.
- Öljylämmityksen osuus vähenee 40 prosenttiin nykyisestä liike- ja palvelurakennuksissa ja asuinrakennuksista poistuu kokonaan 2050 mennessä.

Energiatehokkuutta parannetaan vain silloin kun joka tapauksessa korjataan tai uusitaan jokin rakennusosa tai tekninen järjestelmä. Energiatehokkuuden parantamisen kustannuksiksi (marginaalikustannus) lasketaan vain se lisäys, joka aiheutuu energiatehokkuuden parantamisesta. Korjausten yleisyys vastaa Suomessa vallitsevaa korjauskäytäntöä eli korjauksiin ryhdytään vasta kun siihen on pakottava tarve.

Taulukon 1 mukainen arvio on tehty vuonna 2012 ja siinä poistumaksi arvioitiin 1 % yleisesti. Energiankulutustarkasteluissa kohteena on asuin-, liike- ja palvelurakennusten energiankulutus. Näiden rakennusten osuus kerrosalasta on noin 65 % ja energiakulutuksesta 80 %.

Taulukko 1. Energiankulutuksen, E-luvun ja hiilidioksidipäästöjen vähennystä on verrattu 2012 tasoon. Vuoteen 2050 ulottuva arvio on epävarma, koska siihen mennessä energiainfrastruktuuri voi jo muuttua radikaalisti eikä näitä muutoksia ole laskelmissa ennakoitu.

NYKYINEN KANTA (ennen vuotta 2012 rakennettu-poistuma)								
2020			2030			2050		
energia	E	CO <sup>2</sup> ekv	energia	E	CO <sup>2</sup> ekv	energia	E	CO <sup>2</sup> ekv
-12%	-10%	-17%	-25%	-23%	-35%	-48%	-45%	-63%

E = Laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku). Laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku on nykyisillä energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus lämmitettyä nettoalaa kohden vuodessa.

Tarkastelussa ei ole huomioitu energiankulutuksen huipputehon tarpeen vaikutusta tuotannon päästöihin. Lämpöpumppujen yleistymisen ei esimerkiksi vähennä huipputehon tarvetta läheskään samassa suhteessa kuin lämmityssähkönkulutusta. Korjaustoimenpiteiden kustannukset ja kannattavuus sekä vaikutus energian ja E-lukuna mitatun kulutukseen ja hiilidioksidipäästöjen ovat aina hankekohtaiset, eikä ennusteen arvioita voida siinä mielessä yleistää.

### 3.4.6 Liikenne

Tieliikenteen uusittu baseline päästökehitys on laskettu VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmän uusitulla LIISA-päästömallilla, jonka lähtötiedot perustuvat Liikenneviraston, Liikenteen turvallisuusvirasto Traficin ja Öljy- ja biopolttoaineala ry:n keräämiin tilastotietoihin. Mallin ennusteet pohjautuvat LVM:n, Liikenneviraston ja VTT:n ennusteisiin liikennesuoritteiden, autokannan ja energiatehokkuuden kehittymisestä. Baseline kehityksen yleisenä periaatteena on, että toimenpiteistä otetaan huomioon vain jo ennen kesää 2016 päätetyt toimenpiteet. Ennustejakso ulottuu vuoteen 2050.

Liikennevirasto julkaisi vuonna 2014 uuden valtakunnallisen tieliikenne-ennusteen suoritteiden kehityksestä vuoteen 2050. Sen mukaan henkilöautojen liikennesuorite kasvaa 26 % vuodesta 2012 vuoteen 2030 mennessä ja 36 % vuoteen 2050. Pakettiautoilla vastaava kasvu on 6 % ja 11 %, linja-autoilla 6 % ja 11 % sekä kuorma-autoilla 6 % ja 17 %. Tämä suorite-ennuste on osoittautunut henkilöautojen osalta liian suureksi, sillä henkilöautojen myynti ja suoritteet 2012–2015 eivät ole kehittyneet ennusteen mukaisella tavalla. Tämän ongelman ratkaisemiseksi Liikenne- ja viestintäministeriön toimeksiannosta VTT korjasi vuoden 2015 lopulla suoritekasvun ennustetta perusteina myös katsastuksessa tallennettu vuosisuorite ja muut henkilöautojen vuosisuoritteista raportoidut tutkimukset. VTT:n v. 2015 suorite-ennusteen mukaan henkilöautojen liikennesuorite kasvaa 12 % vuodesta 2012 vuoteen 2030 ja 16 % vuoteen 2050, mikä on noin puolet Liikenneviraston ennustamasta kasvusta. Baseline ennusteessa käytetään henkilöautojen osalta VTT:n suorite-ennustetta ja muiden ajoneuvojen osalta Liikenneviraston ennustetta.

Uusitun LIISA-mallin automyyntiennuste pohjautuu VTT:n uusittuun suorite-ennusteeseen ja Suomen autokannan EU-sovitettuun kehitysennusteeseen, missä kullekin ajoneuvotyypille ja tekniikalle on arvioitu autokohtainen suoritteiden kehitys. Uusien autojen myynti on sovitettu siten, että kunkin vuoden autokanta toteuttaa suorite-ennusteen. Ennusteessa on mukana myös käytettynä maahan tuotujen autojen määrä (arvioitu 23 000 henkilöautoa/vuosi), jotka tulevat autokantaan uusmyynnin ulkopuolelta vuosimallinsa mukaisesti.

Baseline ennusteen mukaan vuosina 2016 – 2020 uusien henkilöautojen myynti on vuosittain keskimäärin 4,7 %, vuosina 2021 – 2030 keskimäärin 5,1 % ja vuosina 2031–2050 keskimäärin 5,3 % autokannasta. Taulukossa 2 on nykyhetken ja ennustevuosien henkilöautojen uusmyynti. Tämän lisäksi autokantaan tulee käytettynä maahantuotuja autoja. Liikennekäytössä olevien henkilöautojen kanta nykyhetkellä ja ennusteissa on esitetty taulukossa 3.

Pakettiautojen vuosittaisen uusmyynnin arvioidaan olevan vuosina 2016–2020 4,6 % pakettiautokannasta, vuosina 2021–2030 5,1 % ja vuosina 2031–2050 4,8 %. Linja-autojen myynnin arvioidaan olevan koko ennustejakson ajan noin 3,6 % linja-autokannasta ja kuorma-autojen noin tasolla 3,9 %.

**Taulukko 2. Vuotuinen henkilöautojen uusmyynti.**

Henkilöautot	Uusmyynti [kpl]			
	2015	2020	2030	2050
Bensiini	68 103	83 300	89 300	93 600
FFV (suurseos etanoli)	26	110	300	360
Diesel	39 796	46 400	45 040	36 000
Kaasu	109	540	1 500	1 800
Sähkö	778	4 630	13 800	46 800
Vety	0	20	60	1 440
<b>Yhteensä</b>	<b>108 812</b>	<b>135 000</b>	<b>150 000</b>	<b>180 000</b>

Taulukko 3. Vuotuinen henkilöautokanta.

Henkilöautot	Henkilöautokanta [kpl]			
	2015	2020	2030	2050
Bensiini	1 932 253	1 909 600	1 814 500	1 840 400
FFV (suurseos etanoli)	8 396	8 270	6 800	6 600
Diesel	678 739	856 000	1 005 000	855 000
Kaasu	1 921	3 660	13 100	30 000
Sähkö	1 608	18 400	120 050	593 000
Vety	0	70	550	15 000
Yhteensä	2 622 917	2 796 000	2 960 000	3 340 000

Kullekin ajoneuvotekniikalle VTT on määrittänyt ominaiskulutukset ja niiden kehityksen ennustevuosille (energiatehokkuus). Energiatehokkuuden ja yksittäisten polttoainekomponenttien kulutuksen suhteen on huomattava, että EU:n asettama henkilöautojen tehokkuusvelvoite ja biopolttoainesekoitusvelvoite ovat voimassa vain vuoteen 2020, joten vuoden 2020 jälkeen näiden tekijöiden taso pysyy ennustejakson loppuun saakka samalla tasolla baseline-periaatteen mukaisesti. Polttoaineet ovat nykyisin seoksia, joissa on useita polttoainekomponentteja. Taulukossa 4 on nykyhetken ja ennustevuosien koko autoliikenteen (myös raskaat ajoneuvot) polttoainekomponenttien kulutus.

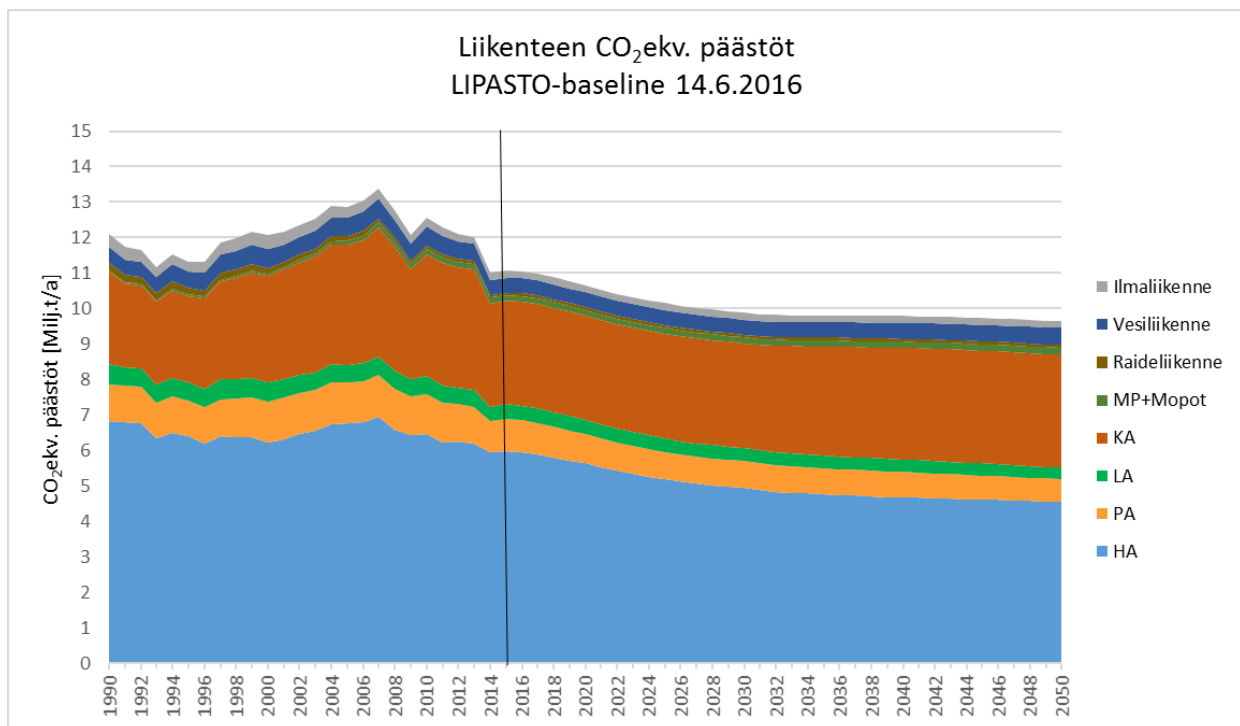
Taulukko 4. Autoliikenteen polttoainekomponenttien kulutus.

Polttoainekomponentti	Autoliikenteen polttoainekomponenttien kulutus			
	2015	2020	2030	2050
Fossiilinen bensiini [t/a]	1 234 417	1 070 000	890 000	946 400
Fossiilinen diesel [t/a]	2 012 907	2 040 000	1 960 070	1 796 300
Uusiutuva diesel [t/a]	397 257	415 000	389 500	364 800
Etanoli [t/a]	97 211	101 000	86 500	91 700
Fossiilinen kaasu [t/a]	2 032	2 200	6 950	14 500
Biokaasu [t/a]	1 187	2 000	6 900	14 500
Vety [t/a]	0	10	80	1 800
Sähkö [GWh/a]	2.8	50	350	1 330

Polttoainetoimittajille on asetettu biosekoitevelvoite, joka tulee täyttyä kaikki polttoainelaadut yhteen laskien. Polttoainetyypeille ei ole asetettu erikseen määriä, vaan polttoainetoimittaja voi itse päättää mihin polttoaineisiin se bio-osuudet sekoittaa. Velvoitteeseen hyväksytään myös

työkonepolttoaineisiin (polttoöljy) sekoitettu bio-osuus. Nestemäisissä polttoaineissa bio-osuusvelvoite vuodelle 2013 oli 6 % lämpöarvosta. EU:n Sekoitevelvoite vuodelle 2020 on 10 %. Suomen laissa veloitteeksi on määrätty 20 % vuodelle 2020. Sekoitevelvoite on alaraja ja polttoainetoimittajat voivat sekoittaa myös tuota suuremman määrän. Tilannetta mutkistaa ns. tuplalaskentamahdollisuus, mikä tarkoittaa sitä, että esim. jätteistä tai ruuaksi kelpaamattomasta biomassasta (esim. puu) valmistettu biopolttoaine voidaan laskea veloitteen täyttymisen tarkastelussa kaksinkertaisena. Esimerkiksi jos kaikki bio-osuus tehtäisiin jätteestä, riittäisi 6 %:n veloitteen täyttymiseen 3 %:n todellinen sekoite. Koska Suomen 20 % sisältää myös tuplalaskennan, on todellinen, päästöjä vähentävä osuus huomattavasti alhaisempi. Todellisen, päästöjä alentavan vaikutusmäärän arvioidaan vuonna 2020 olevan 13,5 %. Tämän luvun perusteena on ILUC-direktiiviin määräämän ensimmäisen sukupolven biopolttoaineen maksimimäärä 7 % ja tuplalaskettavia 6,5 %, yhteensä siis  $7 + 6,5 = 13,5$  %. Laskennallinen osuus on  $7 + 2 \times 6,5 = 20$  %. Koska velvoite on vain vuoteen 2020 saakka, jatkuu baseliassa 13,5 % bio-osuus ennustejakson loppuun saakka.

Biopolttoaineiden ja sähkönkäytön laskentasäännön mukaan niiden käytönaikaiset hiilidioksidipäästöt liikenteessä ovat nolla. Biopolttoaineiden ja sähkön käyttö vaikuttaa siten liikenteessä täysimääräisesti CO<sub>2</sub> päästöjä alentavasti.



Kuva 4. Liikenteen CO<sub>2</sub>-ekvivalentit päästöt.

### 3.4.7 Työkoneet

Työkoneiden kasvihuonekaasupäästöt ovat pysyneet viime vuosina suurin piirtein samalla tasolla eli noin 2,5 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. vuodessa. Kaikkien työkoneiden yhteenlaskettu osuus taakanjakosektorin

päästöistä tällä hetkellä on noin 8 %. Vuonna 2005 työkoneiden päästöt olivat noin 2,6 Mt CO<sub>2</sub>-ekv ja perusskenaarion mukaisen arvion mukaan ne laskisivat noin 0,3 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. vuoteen 2030 mennessä ollen silloin noin 2,3 Mt CO<sub>2</sub>-ekv., ja päästövähennys on 12 %. Luvut perustuvat VTT:n työkoneiden päästömalli TYKO:on.

Työkoneita on teollisuudessa ja rakentamisessa, kaupassa, palveluissa ja julkisella sektorilla, kotitalouksissa ja maa- ja metsätaloudessa. Työkoneissa käytetään yleensä polttomoottoreita, joiden polttoaineena käytetään määrällisesti eniten moottoripolttoöljyä, noin 8,2 TWh, mutta myös bensiiniä 1 TWh. Hiilidioksidi on kasvihuonekaasupäästöistä merkittävin, mutta työkoneista tulee myös pieniä määriä metaani- ja dityppioksidipäästöjä.

### 3.4.8 Energiatehokkuus

Perusskenaario sisältää lukuisia energiaterhokkuutta ja energiansäästöä edistäviä, voimassa olevia toimia. Niiden ansiosta Suomen energiankulutus on tällä hetkellä selvästi pienempi kuin mitä se muuten olisi, ja perusskenaarion mukainen nykykehitys pitää sisällään tulevinakin vuosina jatkuvaa parannusta.

Eriyisen merkittäviä toimia ovat energiaterhokkuussopimukset ja energiakatselmukset, jotka ovat muodostaneet Suomen energiaterhokkuustoiminnan perustan jo 1990-luvulta lähtien. Yhä tiukemmat rakennusmääräykset sekä korjausrakentamisen yhteydessä toteutettavat energiaterhokkuustoimet lisäävät puolestaan rakennuskannan energiaterhokkuutta.

Laitteiden ja autojen energiaterhokkuutta parantaa jatkuvasti kehittyvä teknologia, mitä osaltaan kirittää EU-laajuinen tuotesääntely. Tämän vaikutusta tosin lieventää vanhojen laitteiden kierrättäminen esimerkiksi loma-asunnoille sekä kasvava laite- ja autokanta.

Perusskenaarioon kuuluvia keskeisimpiä energiaterhokkuustoimia on kuvattu alla. Perusskenaariossa oletetaan, että nykyisin voimassa olevat energiaterhokkuustoimet jatkuvat samassa muodossa myös tulevina vuosina.

- Energiakatselmukset: Jatkuvat nykyinsäädännön (1.1.2015-) sekä energiaterhokkuusdirektiivin pakollistamana suurille yrityksille. PK-yrityksille katselmustoimintaa tuetaan energiatausta.
- Energiaterhokkuussopimukset: Sopimuskausi 2008–2016 päättyi ja sitä seuraa uusi sopimuskausi 2017–2025. Energiaterhokkuussopimusten, energiakatselmusten ja alla kuvattavan energiatauen kokonaisuus muodostaa Suomen energiaterhokkuustoiminnan kulmakiven.
- Energiatuki: Energiaterhokkuusinvestointeja ja vapaaehtoisia energiakatselmuksia tuetaan harkinnanvaraisella energiatauella, jota on viime vuosina myönnetty näihin tarkoituksiin noin 14 miljoonaa euroa vuodessa. Energiatuki toimii myös kannustimena energiaterhokkuussopimukseen liittymiselle, koska se edesauttaa tuen saamista.
- Rakennukset: Uudisrakentamisen rakennusmääräyksiä kiristettiin viimeksi 2012, ja energiaterhokkuuden parantamisvaatimus korjausrakentamisen yhteydessä astui voimaan

vuonna 2013. Käytössä ovat myös rakennusten energiatodistukset. Energiatehokkuutta parantavat lisäksi esimerkiksi energiatehokkuussopimukset (toimitilat ja vuokra-asunnot, Höylä IV/öljylämmitys, Kutteri II/biolämmityskattilat).

- Tuotteiden energiatehokkuus: EU-tasolla tuotteille säädetään yhteisiä minimivaatimuksia (ekosuunnittelu) ja kuluttajia ohjaavia energiamerkintöjä (A+ jne.), ja EU-neuvotteluissa Suomi ajaa yleensä tiukkoja energiatehokkuusvaatimuksia. Energiatehokkuuden edistämisen lisäksi se sopii suomalaisvalmistajille, joiden tuotteet ovat useimmiten energiatehokkaita. Perusskenaariossa huomioidaan nykyiset ja tiedossa olevat uudet säädökset trendinomaisella energiatehokkuuden parantumisella.
- Liikenne: Henkilöautokannan energiatehokkuutta parannetaan EU-lainsäädännöllä, verotuksella sekä tiedottamisella. Liikenteen energiatehokkuutta parantavat myös esimerkiksi joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn edistäminen sekä henkilöautojen käytön tehostaminen.
- Maatalous: Maatilojen energiatehokkuutta edistetään useilla toimilla, joihin kuuluvat muun muassa maatilojen energianeuvonta, tilusjärjestelyhankkeet, nautakarjarakennusten ja sikaloiden energiatehokkuuden parantaminen, tuoreviljasiiilot sekä lämpökeskus-investoinnit.
- Tiedotus: Pääosin Motivan koordinoimana kuluttajia tiedotetaan lukuisilla toimilla, joihin kuuluvat esimerkiksi energiansäästöviikko, eneuvonta.fi -sivusto, kuluttajien energianeuvonta, energiayhtiöiden tiedottaminen sekä energiaeksperttitoiminta taloyhtiöissä. Liikenteen puolella kuluttajille tarjotaan tietoa ja tarjouksia henkilöautolle vaihtoehtoisten kulkutapojen käyttöön liittyen osana valtakunnallista ja seudullista liikkumisen ohjaustoimintaa.
- Energiaverotus: Energian käyttöä ohjataan osaltaan verotuksella, jonka oletetaan perusskenaariossa säilyvän vuoden 2016.
- Yhdistetty lämmön- ja sähkön tuotanto (CHP): Korkean hyötysuhteensa vuoksi CHP säästää energiaa verrattuna siihen, että lämpö ja sähkö tuotettaisiin erikseen. Kaukolämmöstä lähes 80 % tuotetaan CHP:llä.
- Kaukolämmitys- ja jäähdytys: Kaukolämmitys ja -jäähdytys mahdollistavat energijärjestelmän tehokkaan kokonaisuoptimoinnin ja korkean hyötysuhteen. Tähän vaikuttavat esimerkiksi mahdollisuus hyödyntää CHP:tä sekä teollisuuden ylijäämälämpöä.

Kattavampi kuvaus monista energiatehokkuustoimista perusskenaarion oletuksineen löytyy sektorikohtaisista taustamateriaaleista. Lisäksi toimia on kuvattu esimerkiksi Suomen kansallisessa energiatehokkuuden toimintasuunnitelmassa vuodelta 2014 (NEEAP-3)<sup>1</sup>, joka toimii hyödyllisenä lähteenä huolimatta joihinkin toimiin tehdyistä muutoksista. Seuraava toimintasuunnitelma (NEEAP-4) toimitetaan keväällä 2017.

---

<sup>1</sup> <http://www.motiva.fi/taustatietoa/ohjauskeinot/direktiivit/energiatehokkuusdirektiivi>

Alla olevassa taulukossa esitetään Motivan arvio energiatehokkuustoimien vaikutuksista vuosina 2010–2015. Tällä viisivuotisjaksolla toimet vähensivät energian loppukulutusta yhteensä 18 TWh, ja Motivan mukaan ”arvio on melko varovainen arvio toimenpiteiden todellisesta vaikutuksesta, sillä merkittävälle osalle toimenpiteistä ei ole voitu esittää vaikuttavuusarvioita”. Kyseiset luvut siis tarkoittavat sitä määrää, jonka verran energian loppukulutus todellisuudessa laski edelliseen/edellisiin vuosiin verrattuna. Monilla aloilla jo valmiiksi korkea energiatehokkuus ja vuosia jatkunut määrätietoinen työ siis pienensivät yksittäisen vuoden energiansäästölujuja.

Taulukko 5. Energiatehokkuustoimien vaikutusarvioita energian loppukäytöstä 2010–2015.

Taulukko 1 Yhteenveto vaikuttavuusarvioista energian loppukäytössä 2010–2015

Toimenpide tai toimenpidekokonaisuus	Säästö 2010 GWh/v	Säästö 2011 GWh/v	Säästö 2012 GWh/v	Säästö 2013 GWh/v	Säästö 2014 GWh/v	Säästö 2015 GWh/v	Säästö 2010–2015 GWh/v	CO <sub>2</sub> - vähenemä <sup>6</sup> 2010–2015 kt/v
Rakentamismääräykset, uudisrakentaminen	335	393	397	386	380	370	2 261	395
Rakentamismääräykset, korjausrakentaminen	-	-	-	-	203	207	410	70
Rakentamismääräykset, vesimittarit	-	1,2	2,4	2,4	2,4	2,4	11	2
Korjausrakentamisen tuet <sup>1</sup>	29	88	33	21	33	5	209	44
Uusiutuvan energian tuet <sup>1</sup>	-	-	181	66	-	-	247	- <sup>9</sup>
Uusien henkilöautojen energiatehokkuus <sup>2</sup>	195	256	127	142	417	248	1 385	376
Liikennepolttoaineiden verotus <sup>3</sup>	(29)	(28)	(121)	(54)	(95)	38	38	10
Raskaan liikenteen massa- ja mittamuutokset	-	-	-	-	133	133	266	67
Kuluttajaneuvonta <sup>4</sup>	10	10	7	3	3	2	36	8
Maatilojen energiaohjelma		3 <sup>7</sup>	3	4	3	3	16	4
Tuki maatalouden energiatehokkuustoimille <sup>5</sup>	17	18	16	15	17	14	97	28
Energiatehokkuussopimukset, teollisuus	1 156	2 435	1 138	977	1 327	1 390	8 423	2 178
Energiatehokkuussopimukset, energia-ala	424	324	279	329	397	899	2 653	663
Energiatehokkuussopimukset, palveluala	21	29	39	29	36	30	184	40
Energiatehokkuussopimukset, kunnat	36	53	48	45	67	38	287	64
Energiatehokkuussopimukset, kiinteistöt	68	73	88	85	91	89	494	114
Energiatehokkuussopimukset, öljyala	45	38	30	24	23	25	185	48

Toimenpide tai toimenpidekokonaisuus	Säästö 2010 GWh/v	Säästö 2011 GWh/v	Säästö 2012 GWh/v	Säästö 2013 GWh/v	Säästö 2014 GWh/v	Säästö 2015 GWh/v	Säästö 2010–2015 GWh/v	CO <sub>2</sub> - vähenemä <sup>6</sup> 2010–2015 kt/v
Energiakatselmuksien, teollisuus	159	165	128	49	54	54 <sup>8</sup>	609	156
Energiakatselmuksien, kunnat	9	10	13	15	13	13 <sup>8</sup>	73	17
Energiakatselmuksien, palveluala	9	11	17	12	6	10 <sup>8</sup>	66	15
<b>Yhteensä</b>	<b>2 543</b>	<b>3 936</b>	<b>2 667</b>	<b>2 259</b>	<b>3 301</b>	<b>3 571</b>	<b>17 949</b>	<b>4 297</b>

<sup>1</sup> Sisältää sekä pien- että kerrostalot.

<sup>2</sup> Normien, verotuksen, energiamerkinän ja tiedottamisen yhteisvaikutus.

<sup>3</sup> Valmistus- ja arvonnäisäveron muutosten vaikutus. Vaikutusarvio perustuu lyhytaikaisiin elastisuuskertoimiin, joten säästöjen ”elinikä” on vain yksi vuosi eivätkä ne tai päästövähennykset kumuloidu.

<sup>4</sup> Karkea suuruusluokka-arvio. Ei sisällä kerrannaisvaikutuksia eikä yhteisvaikutusta muiden toimenpiteiden kanssa eli todellinen vaikutus todennäköisesti on huomattavasti tätä suurempi.

<sup>5</sup> Tuki tilusjärjestelyille, tuoreviljasiiloille, lämmittämättömille nautakarjarakennuksille sekä sikaloiden lietelantakanavien lämmön talteenotolle.

<sup>6</sup> Sähkön CO<sub>2</sub>-päästöjen vähenemä on arvioitu käyttäen Suomen keskimääräisen sähkönhankinnan kerrointa.

<sup>7</sup> Vuosien 2010–2011 säästö yhteensä.

<sup>8</sup> Ei sisällä vielä kaikkia vuoden 2015 säästöjä, sillä kaikkia ko. katselmuksia ei vielä ole toimitettu Motivaan.

<sup>9</sup> Ei ole arvioitu, sillä ei ole tiedossa, mitä energiaoja tuilla asennetut lämpöpumpit korvaavat.

Energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden vaikuttavuutta arvioitiin myös vuonna 2015 EU:lle toimitetussa ”Policies and Measures” -raportissa. Energiansäästöä verrattiin sellaiseen oletettuun tilanteeseen, jossa toimenpidettä ei olisi toteutettu aiemmin, ja siis ”matalalla roikkuvia hedelmiä” ei olisi aiempina vuosina ollut poimittu. Siksi arviot energiansäästöstä ovat huomattavasti suurempia kuin edellä, ja luvut kuvaavat ehkä paremmin sitä ”energiansäästön määrää” joka jo



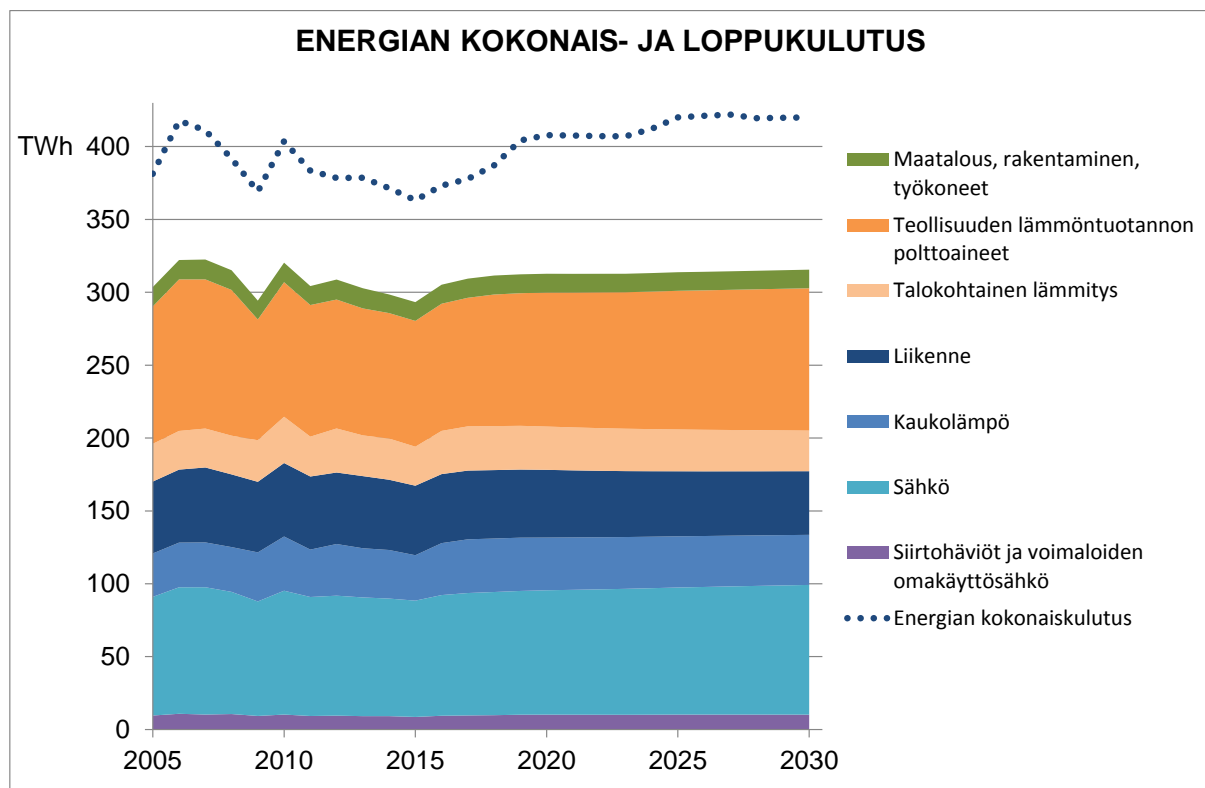
sisältyy perusskenaarioon. Arvio tehtiin tosin vain pienelle osalle toimista ja lähestymistapaan sisältyy huomattavan suuria epävarmuuksia, ja siksi luvut ovat ainoastaan suuntaa antavia.

Taulukko 6. Arvio energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden vaikutuksesta.

Energiansäästö vuodessa (TWh)	2015
Tuotteiden energiatehokkuus (ekosuunnittelu ja energiamerkintä)	1,0
Energiakatselmukset	2,0
Energiatehokkuussopimukset	19,1
Maatalouden viisi energiatehokkuustoimea, yhteensä	2,3

### 3.4.9 Energian kysyntä kokonaisuudessaan

Kuvassa 5 esitetään energian loppukulutus loppukulutusmuodoittain jaoteltuna sekä energian kokonaiskulutus perusskenaariossa.



Kuva 5. Energian loppu- ja kokonaiskulutus perusskenaariossa.

Suomen loppukulutus kävi korkeimmillaan vuosina 2006–2007, jolloin se ylsi Eurostatin tilaston mukaan 320 TWh:iin. Loppukulutus on herkkä sekä taloustilanteelle että ulkolämpötilalle. 2008 alkaneen taloustaantumasta johtuen loppukulutus laski ollen vuonna 2009 vain 288 TWh. 2010 oli poikkeuksellisen kylmä Suomessa mikä lisäsi sähkölämmityksen, kaukolämmön sekä talokohtaisen lämmityksen tarvetta ja näkyy selvänä piikkinä energiankäytössä. Vuodet 2013–2015 ovat kaikki olleet keskimääräistä vuotta huomattavasti lämpimämpiä mikä heijastuu suoraan energiankulutukseen.

Perusskenaariossa ilmastonmuutoksesta johtuva lämpötilannousu on huomioitu tulevien vuosien lämmitysenergian tarpeessa. Skenaariovuodet ovat lämpötilaltaan keskimääräisiä, eli jos vuosi olisi kylmä, energiaa kuluisi enemmän kuin perusskenaariossa. Vastaavasti jos vuosi on lämmin, loppukulutus on pienempi.

Energian loppukulutus ei perusskenaariossa kasva enää 2020-luvulla aktiiviteetin ja talouskasvun reippaasta kehityksestä huolimatta vaan jää noin 315 TWh tasolle. Sähkön kulutus kasvaa 4 % ja teollisuuden lämmöntuotannon polttoaineiden käyttö 6 % vuosikymmenen aikana. Talokohtaiseen lämmitykseen ja liikenteeseen tarvittava energia puolestaan vähenee energiatehokkuustoimien ansiosta noin 6 % vuodesta 2020 vuoteen 2030.

Energian kokonaiskulutus, eli primäärienergia, on kuvassa kuvattu pisteviivalla. Se sisältää loppukulutuksen lisäksi myydyn lämmön ja sähköntuotannon muuntohäviöt. Kokonaiskulutus oli suurimmillaan 2006, jolloin se oli 415 TWh. Vuonna 2015 energian kokonaiskulutus oli vain 361 TWh. Sähkön tuotantotavalla ja tuontisähkön määrällä on vaikutusta kokonaisenergian määrään. Konventionaalisen lauhdevoiman ja ydinvoiman muuntohäviöt ovat suuret, ja niiden kokonaisenergia on 2,5–3 kertaa tuotettua sähkömäärää suurempi. Tuontisähkö, vesi-, tuuli- ja aurinkovoima lasketaan suoraan sähkömäärän mukaan kokonaisenergiaan.

Perusskenaariossa energian kokonaiskulutus vaihtelee tulevina vuosina enemmän kuin loppukulutus. Tämä johtuu pääosin muutoksista ydinvoimatuotannossa. Uusien yksiköiden, Olkiluoto 3 ja Hanhikivi 1, käyttöönotto näkyy selvästi kokonaisenergian lisäyksenä 2018 jälkeen ja 2020-luvun puolessa välissä. Loviisa 1 ja 2 yksiköiden poistuminen näkyy vastaavasti pienennyksenä 2020-luvun lopulla. Luvussa 3.4.10 on kuva energian kokonaiskulutuksesta energialähteittäin.

Koska energiankäyttö on herkkä talouskasvuoletuksille, on tehty herkkyystarkasteluja osalle sektoreita varioimalla talouskasvuoletuksia. Liikennesektorilla herkkyystarkasteluja ei ole, mutta yleisesti voidaan todeta, että perusskenaariota matalammalla talouskasvulla olisi sekä energiankulutusta laskevia että nostavia vaikutuksia. Kuljetustarve pienisi sammalla kuin autokannan uusiutuminen todennäköisesti hidastuisi. Herkkyystarkasteluissa liikenteen energiankäyttö on pidetty kaikilta osin samana kuin se on perusskenaariossa päätarkastelussa.

Metsäteollisuuden käyttö Tilastokeskuksen tilastojen mukaan 2015 yhteensä 80 TWh energiaa (polttoaineet sekä sähkön ja lämmön nettohankinta), mikä on yli puolet koko teollisuuden 140 TWh energiakäytöstä. Metallinjalostustoimiala käytti puolestaan 20 TWh energiaa.

Skenaariolaskennassa näiden toimialojen energiankäytön arviot perustuvat tuotealue-/tuoteryhmäkohtaisiin volyymiarvioihin kuten edellisessä luvussa on selostettu. Osa tuoteryhmistä oletetaan kasvavan, osa pienenevän. Kokonaisuudessaan molemmat toimialat kehittyvät perusskenaariossa myönteisesti. Herkkyystarkastelussa kunkin tuotealueen vuosikasvu on 1 %-yksikköä perustarkastelun arvoa pienempi ja kokonaisuudessaan toimialojen kehitys jää lievästi negatiiviseksi.

Massa- ja paperiteollisuus sekä metallinjalostus ovat varsin energiaintensiivisiä toimialoja. Kun tarkastellaan pelkästään näiden toimialojen tuotannon merkitystä energiankäyttöön, saadaan tulokseksi, että edellä kuvatun kaltaisella matalammalla kasvulla loppukulutus olisi vuonna 2020 4 TWh ja vuonna 2030 peräti 12 TWh alhaisempi perusskenaarioon nähden. Sähkön kulutus olisi 1 TWh alhaisempi vuonna 2020 ja 3 TWh alhaisempi vuonna 2030. Molemmat toimialat myös tuottavat sähköä osana tuotantoprosessia, joten nettovaikutus sähkötaseeseen ei olisi yhtä iso kuin sähkönkulutuksen pieneneminen. Metsäteollisuuden sähköntuotanto pienenisi 1,5 TWh vuonna 2030 perusskenaarion 10,6 TWh:sta. Vuonna 2020 tuotanto olisi 0,5 TWh pienempi. Metallinjalostuksen prosessilauhteen tuotanto vähenisi 0,1 TWh:a perusskenaarion vuoden 2030 noin 0,6 TWh:n tuotannosta.

Rakennusten osalta on arvioitu perusskenaarion suhteen matalamman talouskasvun vaikutuksia rakentamiseen ja rakennusten energiankulutukseen. Matalan talouskasvun skenaariotarkastelu kuvataan Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) julkaisussa Rakennusten energiankulutuksen perusskenaario Suomessa 2015–2050.

Herkkyystarkastelussa on lisäksi varioitu muiden kuin edellä mainittujen toimialojen talouskasvua pienentämällä toimialojen vuosimuutosta 1 %-yksikköä perusskenaarion oletuksiin nähden. Dynaamisia vaikutuksia ei ole huomioitu. Matalamman talouskasvun skenaariossa energian loppukulutus kääntyisi hienoiseen laskuun vuoden 2018 jälkeen ja olisi vuonna 2030 vain 292 TWh. Energian kokonaiskulutus olisi vuonna 2030 390 TWh. Kasvihuonekaasupäästöt olisivat 4 Mt CO<sub>2</sub> ekv. perusskenaariota alhaisemmat. Pääosa pienennyksestä tapahtuisi päästökauppa-sektorilla, vain 0,4 Mt CO<sub>2</sub> ekv. pienennyksestä olisi taakanjakosektorilla.

Energian omavaraisuus on 0,4 %-yksikköä alhaisempi ja uusiutuvan energian osuus 0,3 %-yksikköä alhaisempi matalamman talouskasvun skenaariossa kuin perusskenaariossa vuonna 2030. Tämä johtuu siitä, että uusiutuvan energian määrä laskee herkkyystarkastelussa suhteessa enemmän kuin muiden energialähteiden käyttö. Syy tähän on metsäteollisuuden suuri merkitys uusiutuvan energian käyttäjänä. Jos herkkyystarkastelussa alennetaan vain energiaintensiivisen teollisuuden tuotanto, alenee uusiutuvan energian osuus energian loppukulutuksesta peräti 1 %-yksikköä perusskenaarioon verrattuna ollen 46 % vuonna 2030.

### **3.4.10 Energian tuotanto**

Perusskenaarion energian tuotantoon liittyvät oletukset perustuvat keskeisesti Pöyry Management Consultingin Oy:n tekemään selvitykseen ”EU:n 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan

linjausten toteutusvaihtoehdot ja Suomen omien energia- ja ilmastotavoitteiden toteutuminen” (toukokuu 2016). Selvitys on ladattavissa osoitteesta:

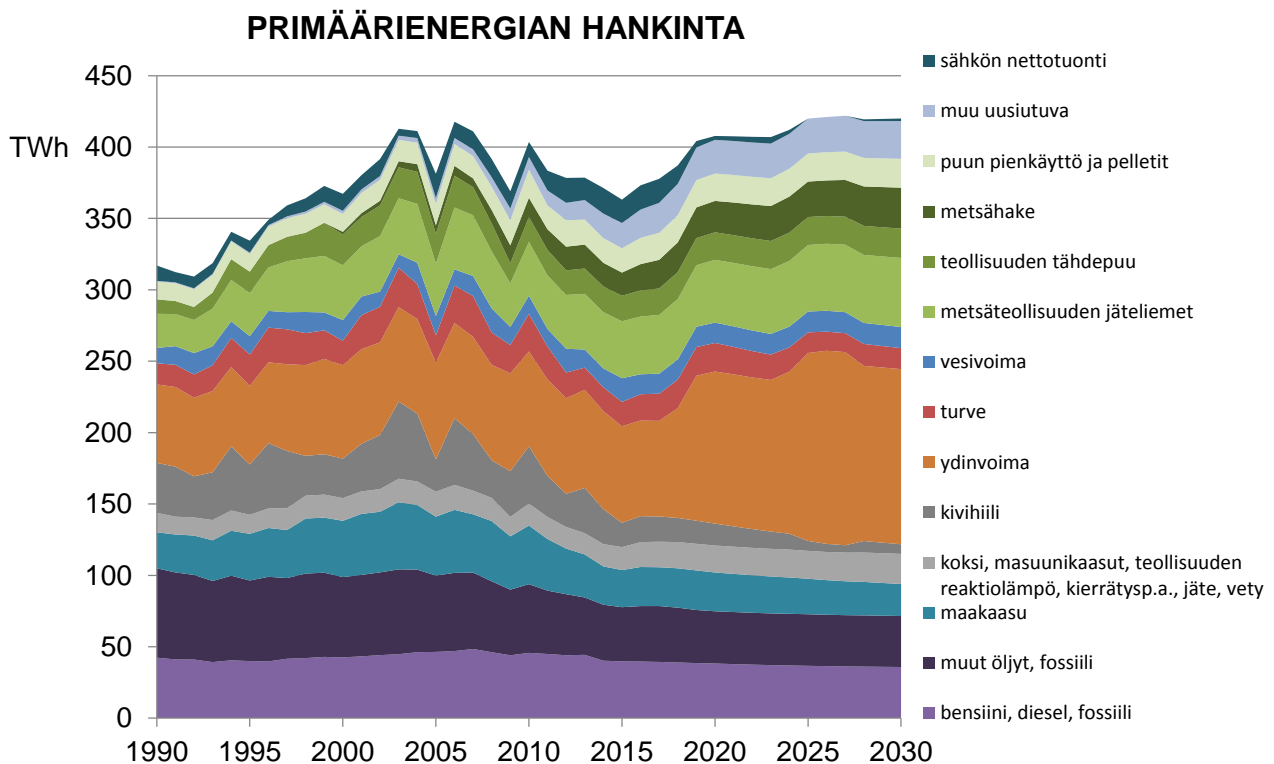
[http://vnk.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/selvitys-eu-n-2030-energia-ja-ilmastotavoitteiden-vaikutuksista-valmistunut](http://vnk.fi/artikkeli/-/asset_publisher/selvitys-eu-n-2030-energia-ja-ilmastotavoitteiden-vaikutuksista-valmistunut)

Perusskenaarion keskeisiä uusituvan energian tuotannon ja käytön nykyisiä ohjauskeinoja on kuvattu alla. Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen verot sekä päästöoikeuden hinnan noustessa päästökauppa parantaa uusiutuvan energian kilpailukykyä lämmön ja sähkön tuotannossa. Samoin nestemäisten polttoaineiden verojärjestelmä parantaa liikenteen biopolttoaineiden kilpailukykyä. Perusskenaariossa oletetaan, että nykyiset politiikkatoimet jatkuvat samassa muodossa myös tulevana vuosina:

- Lämmöntuotantoon käytettävien polttoaineiden valmisteverot (L sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta 1260/1996): fossiilisten polttoaineiden ja turpeen verot vuoden 2016 tasolla. Puupohjaisilla ja muilla uusiutuvilla kiinteillä tai kaasumaisilla polttoaineilla ei ole veroa lämmöntuotannossa.
- Sähköntuotanto, energiaintensiivinen teollisuus ja suuri osa kaukolämmöstä on päästökaupassa, päästökaupassa biomassan päästökerroin on 0.
- Uusiutuvan sähkön tuotantotuki (tarkempi kuvaus jäljempänä).
- Uusiutuvan energian investointituet nykytasolla, tukitasoja sopeutetaan mm. investointien kannattavuuden parantuessa.
- Omaan käyttöön tuotetun piensähkön vapautus sähköverosta toukokuussa 2015 voimaan tulleen rajauksen mukaisesti.
- Liikenteen polttoaineiden ja muiden nestemäisten polttoaineiden verotuksessa (L nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta 1472/1994) kehittyneillä biopolttoaineilla ei ole hiilidioksidiveroa ja muilla biopolttoaineilla hiilidioksidivero on puolet vastaavan fossiilisen polttoaineen hiilidioksidiverosta. Biokaasulla ei ole liikennekäytössä mitään polttoaineveroa.
- Biopolttoaineiden jakeluvaikeus liikenteessä jatkuu vuoteen 2030 vuodelle 2020 asetetun velvoitteen mukaisesti (L biopolttoaineiden käytön edistämisestä liikenteessä 446/2007).

Perusskenaarion valmistelussa käytetyt energian ja päästöoikeuden hinnat sekä energiaverot ilmenevät skenaariokehikosta (liite 2). Uusiutuvan energian taloudelliset ohjauskeinot kuvataan skenaariokehikon liitteessä 2.

Energian toteutunut kokonaiskulutus polttoaineittain sekä kehitys perusskenaariossa esitetään kuvassa 6.



Kuva 6. Primäärienergian toteutunut käyttö 1990 - 2014 sekä kehitys perusskenaariossa 2015 - 2030.

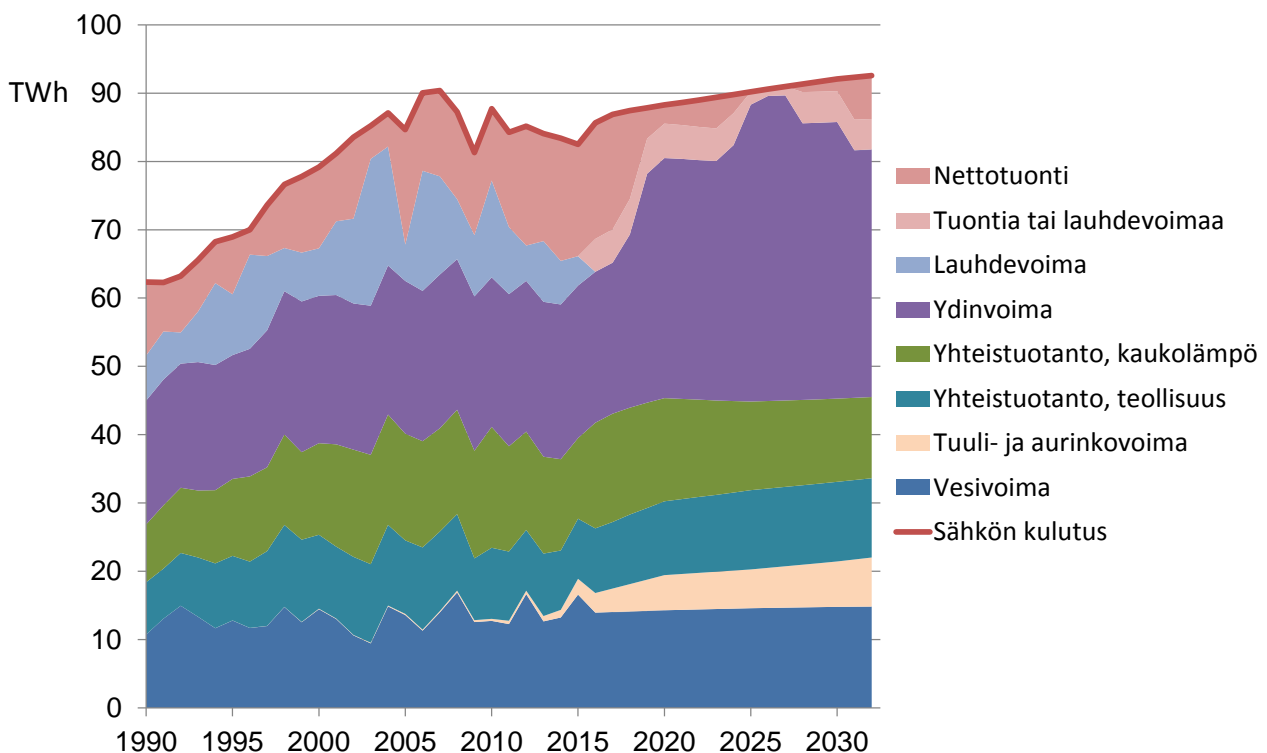
Toteutunut sähkön hankinta 1990 - 2015 sekä hankinta perusskenaariossa on kuvattu kuvassa 7. Liitteessä 3 on sähkön hankinnan lukuarvot taulukkumuodossa. Ydin-, tuuli- ja aurinkovoiman määrä kasvaa perusskenaariossa. Teollisuuden sähköntuotanto seuraa teollisuustuotannon kehitystä ja kasvaa etenkin metsäteollisuudessa. Kaukolämmön yhteydessä tuotettu sähkö vähenee kohti vuotta 2030. Lauhdesähkön määrä (lauhdelaiteket ja yhteistuotantolaitosten lauhdeperät) riippuu vahvasti kysynnästä ja tarjonnasta sähkömarkkinoilla Pohjoismaissa ja Baltian maissa. Skenaariovuosien mahdollinen lauhdetuotanto on kuvassa esitetty viime vuosien keskimääräistä huipunkäyttöä vastaavana vuosituotantona (kuvassa vaaleanpunainen). Lauhdetuotanto voi todellisuudessa olla pienempi tai suurempi kuin kuvassa. Jos muu sähköntuotanto riittää kattamaan kotimaisen kysynnän on perusskenaariossa oletettu, että lauhdesähköä ei tuoteta yli oman tarpeen. Tämän takia kuvan vaaleanpunainen osuus, on hetkellisesti pienempi 2020-luvun puolivälin paikkeilla, kun kotimainen tuotanto riittää kattamaan kysynnän muutaman vuoden ajan.

Suomessa on käytössä neljä ydinvoimalaitosyksikköä: Olkiluoto 1 ja 2 Eurajoella (TVO Teollisuuden Voima Oyj) sekä Loviisa 1 ja 2 Loviisassa (Fortum Power and Heat Oy). Nämä yksiköt tuottivat vuonna 2016 sähköä yhteensä 22,7 TWh, mikä on neljäsosa Suomen sähkönkulutuksesta. Perusskenaariossa oletetaan, että Loviisan ydinvoimalaitoksen yksiköt 1 ja 2 poistuvat käytöstä vuosina 2027 ja 2030, kun niiden nykyiset käyttöluvut päättyvät. Olkiluodon yksiköt 1 ja 2 jatkavat tuotantoaan nykyisellä tasolla koko tarkastelujakson. Rakenteilla oleva Olkiluoto 3, jonka sähköntuotantoteho on noin 1600 MW, oletetaan käynnistyvän kaupalliseen käyttöön vuoden

2018 lopulla. 2020 lähtien Olkiluoto 3:n vuosituotannon oletetaan olevan 13 TWh. Fennovoima Oy:n suunnitteilla oleva voimalaitos Hanhikivi 1 oletetaan perusskenaariossa valmistuvan 2020-luvun puolessa välissä. Hanhikivi 1:n teho on 1200 MW ja vuosituotanto 9,6 TWh. Ydinvoimasähkön vuosituotanto on suurimmillaan 44,6 TWh muutaman vuoden ajan Hanhikivi 1:n valmistuttua ja ennen Loviisa 1:n ja 2:n poistumista. Tämä on lähes puolet perusskenaarion mukaisesta sähkönkulutuksesta.

Uusiutuvan energian oletukset ja kehitys perusskenaariossa käsitellään luvussa 3.4.11.

## SÄHKÖN HANKINTA



Kuva 7. Toteutunut sähkön hankinta 1990 - 2015 sekä hankinta perusskenaariossa.

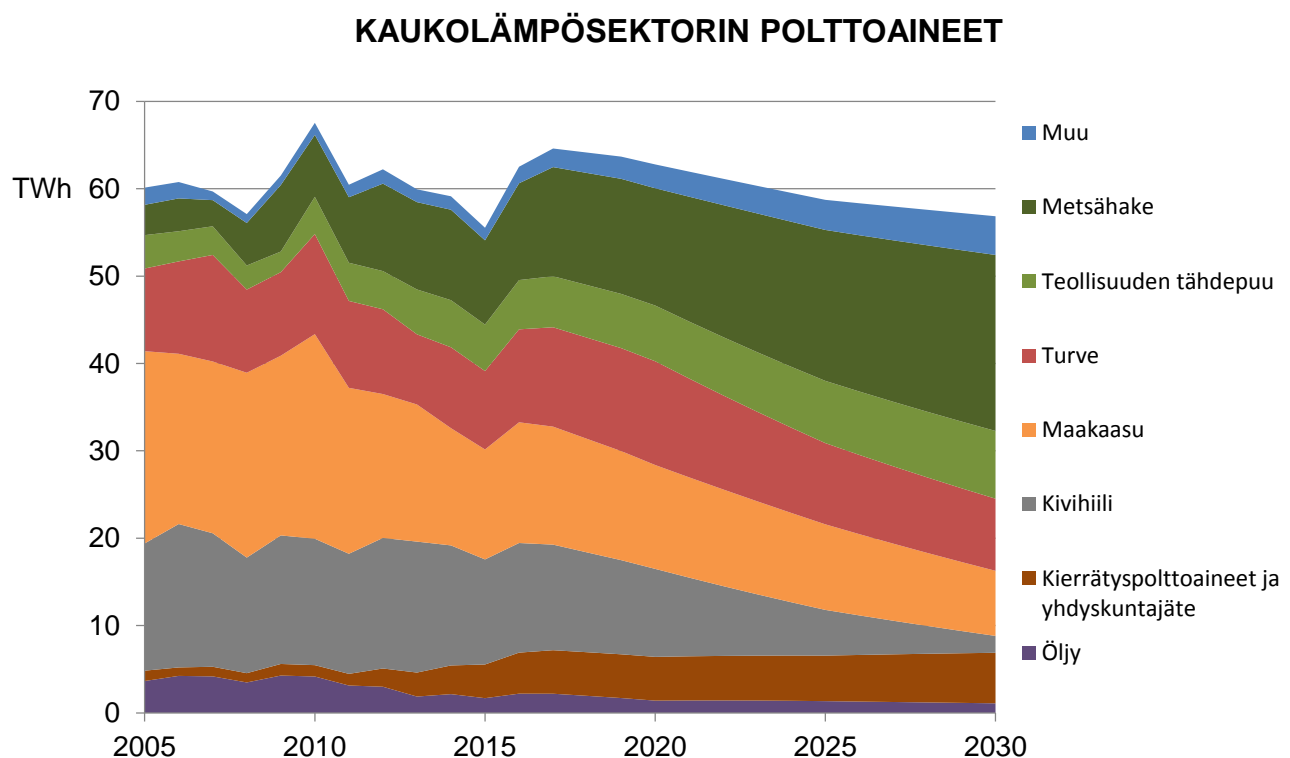
Noin puolet asuin- ja palvelurakennusten lämmitystarpeesta katetaan kaukolämmöllä. Muita yleisiä lämmitysmuotoja ovat sähkölämmitys, lämpöpumput, kevyt polttoöljy ja puulämmitys. Tilastokeskuksen Energiavuosi 2014-tilaston mukaan vuonna 2014 asuin- ja palvelurakennusten lämmitykseen käytetty kokonaisenergia oli 74 TWh, tästä kaukolämmön osuus noin 30 TWh. Luku ei sisällä kaukolämmön ja sähkön tuotanto- ja siirtohäviöitä. Kaukolämpöä käytetään lisäksi noin 3 TWh teollisuuskiinteistöissä.

Suuri osa kaukolämmön tuotannosta perustuu fossiilisiin polttoaineisiin ja turpeeseen, mikä nostaa keskimääräisiä hiilidioksidipäästöjä. Sekä kaukolämpö että sähkölämmitteiset järjestelmät kehittyvät tulevaisuudessa kohti vähäpäästöisempää tuotantoa.

Pärjätäkseen kilpailussa, kaukolämpöjärjestelmien pitää tulevaisuudessa kehittyä yhä monipuolisemmiksi. Kehitys kulkee kohti suuria lämpöpumppuja, matalalämpöverkkoja ja lämpöverkkojen avaamista kilpailevalle lämmöntuotannolle. Mikäli sähkön osuus energialähteenä kaukolämmön tuotannossa kasvaa, se tarkoittaa samalla myös entistä suurempaa painetta sähkön kulutushuippujen kasvuun. Sähkökattiloita on Suomessa vielä vähän kaukolämmöntuotannossa. Ne voivat tuoda joustavuutta sähköjärjestelmään, jos niitä käytetään erityisesti silloin kun sähköstä on ylitarjontaa ja sähkön hinta halpa.

Eniten kaukolämmön markkinaosuuteen tulevaisuudessa vaikuttavat nykyisten asiakkaiden pysyvyys, korjausrakentamisen tasosta riippuvainen ominaislämmön kulutuksen kehitys ja ilmaston lämpeneminen. Energiategollisuus ry:n arvion mukaan vuosina 2010–2025 uutta kaukolämmön tuotantokapasiteettia rakennetaan 1500 MW. Siitä uutta on 500 MW ja korvaavaa 1000 MW.

Koko 2000-luvun yhteistuotannon osuus kaukolämmön tuotannosta on ollut noin kolme neljäsosaa. Mikäli kaukolämmön asema heikkenisi oleellisesti lämmitysmarkkinoilla, heijastuisi se yhteistuotantosähkön tuotanto- ja puupolttoaineiden lisäysmahdollisuuksiin. Perusskenaariossa yhteistuotannon osuus laskee vuoteen 2030 mennessä 58 %:iin. Kaukolämmön ja siihen liittyvän sähkön tuotantoon käytettyjen polttoaineiden menneiden vuosien toteutuma sekä kehitys perusskenaariossa havainnollistetaan kuvassa 8. Lukuarvot polttoaineiden määrille esitetään taulukkomuodossa liitteessä 3.



Kuva 8. Kaukolämmön ja siihen liittyvän sähkön tuotantoon käytetyt polttoaineet perusskenaariossa.

### 3.4.11 Uusiutuva energia

Uusiutuvan energian osuus energian loppukulutuksesta on jo nyt korkea ja nykyisillä politiikkatoimilla sen arvioidaan kasvavan edelleen. Perusskenaarion mukaan uusiutuvien energialähteiden osuus energian loppukulutuksesta nousee vuoden 2014 39 %:n tasosta 47 %:iin vuonna 2030. Kuvassa 9 esitetään uusiutuvan energian toteutunut käyttö 1990–2014 sekä kehitys perusskenaariossa 2015–2030. Lukuarvot vuosille 2020 ja 2030 on taulukossa 7.

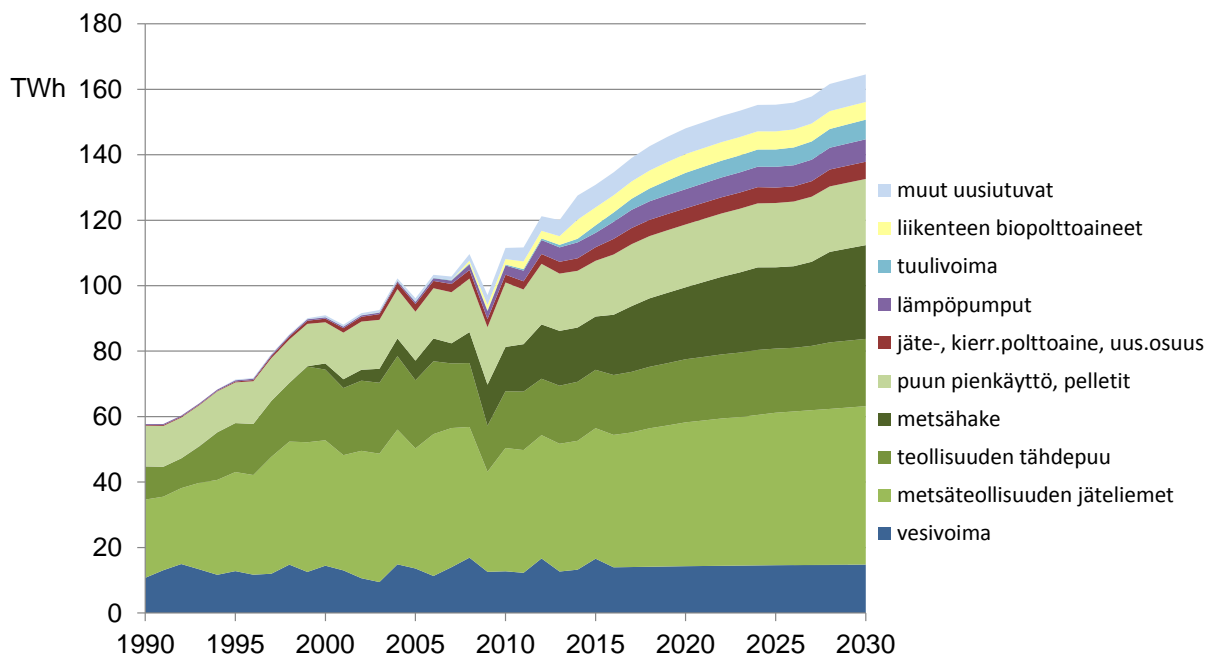
Puun kestävä energiakäyttö on Suomessa oleellinen osa puun monipuolista ja resurssitehokasta käyttöä. Suurin osa metsäpohjaisesta energiasta tuotetaan metsäteollisuudessa joko osana selluntekoproosessia tai puun käytön sivuvirroista kuoresta, purusta ja muista puutähteistä. Metsäteollisuuden uudet ja suunnitteilla olevat investoinnit lisäävät erityisesti kuitupuun kysyntää. Perusskenaarion mukaan metsäteollisuuden jäteliemien käyttö energiantuotannossa kasvaa sellun tuotannon kasvun seurauksena.

Kasvatavat hakkuumäärät lisäävät samalla myös metsähakkeen saatavuutta energiantuotantoon, sillä metsän hoidossa ja puun korjuussa syntyy runsaasti harvennus- ja muuta puuainesta, joka ei kelpaa puunjalostuksen raaka-aineeksi. Metsähakkeen käyttöön yhdistetyssä sähkön ja lämmöntuotannossa ja erillislämmöntuotannossa on viime vuosina panostettu voimakkaasti. Perusskenaarioissa metsähakkeen käyttö yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa ja erillislämmöntuotannossa kasvaa edelleen nykytasosta. Metsähakkeen käyttö korvaa fossiilisia polttoaineita ja turvetta.

Sähköntuotannossa puupohjaisilla polttoaineilla tuotetun sähkön lisäksi tuulivoiman tuotanto kasvaa ja jonkin verran lisää tulee myös aurinkosähköä ja vesivoimaa. Perusskenaariossa aurinkosähkön arvioidaan lisääntyvän pääosin sähkönkäyttäjien omaan käyttöön korvaamaan ostosähköä. Aurinkosähkön kasvun arvioon liittyy merkittäviä epävarmuuksia. Aurinkosähkön kasvu riippuu mm. tuotantokustannusten ja ostosähkön hinnan kehityksestä. Erityisesti tekijät, jotka vaikuttavat kuluttajan maksamaan sähkön kokonaishintaan vaikuttavat tuotannon yleistymiseen. Mikäli sähkön siirron laskutus muuttuisi tehooperusteiseksi kuluttajille, sähkön kokonaishinta laskisi huomattavasti ja heikentäisi aurinkopaneelijärjestelmän kannattavuutta. Aurinkosähkön tuotantokustannusten (levelised cost of energy; LCOE) kehityksestä on eri selvityksissä toisistaan poikkeavia arvioita. LCOE-indeksin arvoon vaikuttavat laitteisto-, asennus- ja huoltokustannusten lisäksi käytetty korkokanta, kapasiteettikerroin ja käyttöikä. Aurinkosähkössä alkukustannukset ovat suuret ja muuttuvat kustannukset pienet. Siksi kustannuslaskelmissa käytetyn koron vaikutus on merkittävä. Vesivoiman pieni lisäys perustuu nykyisten laitosten ja koneistojen uusimisiin ja viime vuosikymmeninä käytöstä poistuneiden pientuotantolaitosten käyttöönottoon uudelleen. Uusien suurien laitosten rakentaminen edellyttäisi koskiensuojelulain muutosta. Talokohtaisessa lämmityksessä lämpöpumpuilla ja muulla uusiutuvalla energialla tuotetun lämmön määrä kasvaa maltillisesti. Liikenteen biopolttoaineita on käsitelty liikennesektorin perusskenaarion kuvauksessa.



## UUSIUTUVA ENERGIA



Kuva 9. Uusiutuvan energian toteutunut käyttö 1990 - 2014 sekä kehitys perusskenaariossa 2015 - 2030.

Taulukko 7. Uusiutuva energia energialähteittäin energiatilastossa sekä perusskenaariossa.

TWh	Tilasto		Perus- skenaario	
	2010	2015e	2020	2030
Vesivoima	13	17	14	15
Tuulivoima	0,3	2	5	6
Aurinkoenergia	0	0	0,2	0,7
Puun pienkäyttö ja pelletit	19	16	19	20
Metsäteollisuuden jäteliemet	38	39	44	48
Metsähake	14	16	22	29
Teollisuuden tähdepuu	20	22	19	21
Lämpöpumput	3	4	6	7
Kierrätyspolttoaine, bio-osuus	3	4	5	5
Nestemäiset biopolttoaineet ja bionesteet	2	6	6	5
Biokaasu	0,5	1	1	1
<b>Uusiutuva energia yhteensä</b>	<b>111</b>	<b>128</b>	<b>142</b>	<b>158</b>

2015e = tilastoennakko

## Nykyinen uusiutuvan sähkön tuotantotuki

Tuotantotukijärjestelmän tarkoituksena on lisätä uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantokapasiteettia ja parantaa metsähakkeen kilpailukykyä fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna. Tuotantotukijärjestelmä perustuu uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta annettuun lakiin (1396/2010; jäljempänä *tuotantotukilaki*) sekä uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta annettuun valtioneuvoston asetukseen (1397/2010). Tuotantotukijärjestelmä tuli voimaan vuonna 2011. Tuotantotukijärjestelmään voidaan hyväksyä huhtikuuhun 2021 saakka tuulivoimaloita, biokaasuvoimaloita, puupolttoainevoimaloita sekä metsähakevoimaloita. Tuotantotukilaissa käytetään käsitettä syöttötariffijärjestelmä, mutta varsinaisesti kyse tuotantotukijärjestelmästä, jossa tukitaso on liukuva preemio.

Tuotantotukijärjestelmän tuulivoimalle asetettu 2 500 MVA:n kokonaiskapasiteetti on käytännössä täyttynyt. Tuulivoimahankkeille myönnetyt kiintiöpäätökset ovat voimassa enintään 1.11.2017 asti, mihin mennessä tuulivoimatuottajan on jätettävä hyväksymishakemus tukijärjestelmään. Viimeiset tuulivoimaloiden tukijärjestelmään hyväksymistä koskevat päätökset tehdään arviolta vuoden 2018 alussa. Tuotantotukilakiin lokakuussa 2015 voimaan tulleiden muutosten seurauksena tukijärjestelmään hyväksyttävän tuulivoimakapasiteetin määrän arvioidaan jäävän 2 000–2 200 MVA:iin. Tukijärjestelmän avulla arvioidaan saavutettavan vuositasolla noin 4,5–5 TWh tuulisähköä ennen vuotta 2020.

Tuotantotukijärjestelmässä oli toukokuussa 2016 kolme biokaasuvoimalaa, joiden yhteenlaskettu nimellisteho on 5,7 MVA, sekä yksi puupolttoainevoimala, jonka nimellisteho on 0,9 MVA. Tuotantotukilain mukaiset kiintiöt eivät käytännössä tule rajoittamaan biokaasuvoimaloiden ja puupolttoainevoimaloiden hyväksymistä tukijärjestelmään sen voimassaoloaikana. Tukijärjestelmän avulla arvioidaan saavutettavan vuoteen 2020 mennessä vuositasolla noin 0,1 TWh biokaasusähkön tuotantoa ja enintään 0,05 TWh puupolttoainesähkön tuotantoa.

Tuotantotukijärjestelmässä oli toukokuussa 2016 53 metsähakevoimalaa, joiden yhteenlaskettu nimellisteho oli noin 3,9 MVA. Tuotantotukea on maksettu viime vuosina vuositasolla noin 2,1–2,3 TWh:n metsähakesähkön tuotannosta. Tuotantotukijärjestelmän arvioidaan saavutettavan vuoteen 2020 mennessä vuositasolla noin 3 TWh metsähakesähkön tuotantoa. Tuotantotukijärjestelmän lisäksi metsähaketta arvioidaan käytettävän lämpölaitoksissa, teollisuudessa ja maataloudessa siten, että metsähakkeen polttoainekäyttö vuositasolla vuoteen 2020 mennessä kasvaa noin 22 TWh:iin.

### **3.4.12 F-kaasut**

F-kaasujen päästöt vuonna 2015 olivat 1,6 Mt CO<sub>2</sub>-ekv, mikä on kaikista kasvihuonekaasupäästöistä tällä hetkellä noin 3 % ja taakanjakosektorin päästöistä noin 5 %. Päästö määrä oli suurimmillaan vuonna 2010 noin 1,8 Mt CO<sub>2</sub>.

Fluorattuja kasvihuonekaasuja (F-kaasut) käytetään muun muassa kylmäaineina, sammutusaineina ja muovin vaahdotuksessa. F-kaasujen käyttö kasvaa laitteiden, kuten autojen ilmastointilaitteiden ja lämpöpumppujen yleistyessä. Lämpöpumput ovat jatkuvasti yleistyvä F-kaasujen käyttökohde. F-kaasupäästöt on huomioitava arvioitaessa lämpöpumppujen käytöllä saavutettavaa päästövähennystä. Lämpöpumppujen F-kaasupäästöjen arvioidaan olevan suurimmillaan vuosina 2015–2025, mikä jälkeen matalan GWP:n F-kaasujen ja vaihtoehtoisen kylmäaineiden käyttö yleistyy ja päästöt vähenevät. Suurimmillaan F-kaasupäästöt lämpöpumpuista ovat 0,4 Mt CO<sub>2</sub> ekv. (2018). Vuonna 2030 päästöt ovat noin 0,3 Mt CO<sub>2</sub> ekv. ja laskevat siitä edelleen.

Vuosina 2007–2014 sovelletun aiemman F-kaasusetuksen sekä uuden F-kaasusetuksen mukaisilla toimilla päästöjen arvioidaan vähenevän tasolle 0,8 Mt CO<sub>2</sub> vuoteen 2030 mennessä ja edelleen tasolle 0,3 Mt CO<sub>2</sub> vuoteen 2040 mennessä. Perusvuoteen 2005 verrattuna päästövähennys perusskenaarion mukaisesti on 12 %.

### 3.4.13 Maatalous

Perusskenaarion projektiossa<sup>2</sup> maatalouden kokonaispäästöt nousevat 3 % vuodesta 2005 vuoteen 2020, mutta ovat vuonna 2030 0,5 % alhaisemmat kuin vuonna 2005. Vuoteen 2020 asti lannoitus ja turvemaat ovat kasvavia päästölähteitä, kun taas vuoden 2020 jälkeen märehitjät ja lannoitus ovat pieneneviä päästölähteitä.

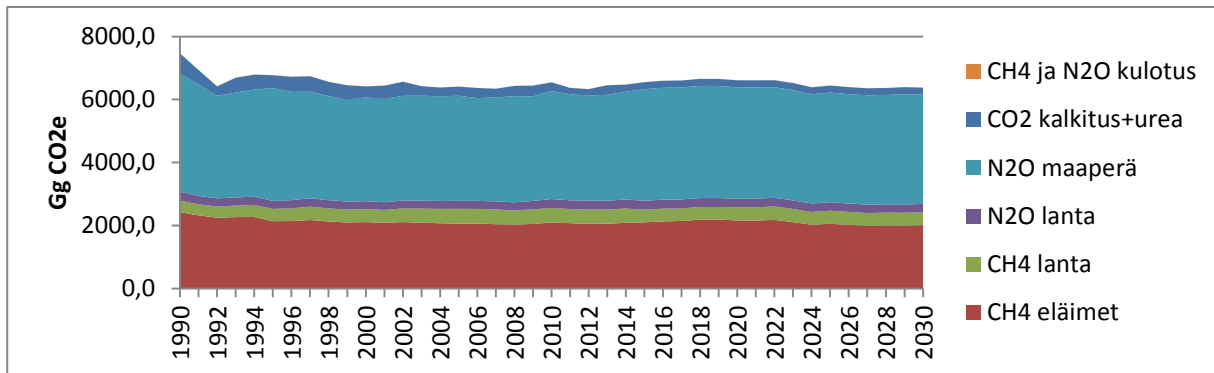
Perusskenaarion oletusten mukaan maataloussektorilla hinnat keskimäärin hieman laskevat suhteessa panoksiin. Esimerkiksi annettu energian hintojen nousu vähentää viljantuotantoa kannattavuuden heikkenemisen kautta. Samoin sianlihan tuotanto alenee muutamia prosentteja ja siipikarjanlihan tuotannon kasvu pysähtyy jo heikentyneen ja edelleen heikkenevän kannattavuuden vuoksi, mutta ei vähene hyvän kysynnän ansiosta. Viljantuotanto vähenee yli 10 %, mutta maidontuotanto kääntyy mahdollisesti hitaaseen kasvuun. Nautakarjan kokonaisuutensa arvellaan laskevan ja naudanhantuotannon alenevan noin 10 % vuoden 2015 tasolta vuoteen 2030 mennessä. Kokonaisuutena saadaan perusura, jossa viljan, naudanhunan ja sianlihan tuotanto alenee, mutta maidontuotanto nousee 4 % 2015–2030. Tämä on perusteltavissa OECD-FAO-hintaennusteilla ja skenaariokehikon oletuksilla energian hintojen noususta. Väestömäärä on perusskenaariokehikon mukainen ja kysyntä ennallaan.

Vilja-alan laskun takia viljelty ala vähenisi jopa 150 000 ha, josta kaikki ei mene kesannoksi vaan jäisi aiempaa enemmän ns. marginaalipelloksi, joka olisi aktiivisen tuotannon ulkopuolella, mutta edelleen mahdollista ottaa maatalouskäyttöön. Väkilannoitteiden osittaista korvautumista kierrätyslannoitteella tulevaisuudessa ei ole huomioitu perusskenaariossa, vaikka tällä hetkellä panostetaan voimakkaasti kierrätyslannoitteiden kehittämiseen ja markkinoiden luomiseen.

---

<sup>2</sup> Perusuran taustalla on Luonnonvarakeskuksen laskelma, jossa on käytetty perusskenaariokehikon oletuksia muun muassa energian hintojen ja väestön kehityksestä. Lisäksi taustalla ovat myös OECD-FAO:n arviot maataloustuotteiden hinnoista vuosina 2015–2024.

Eloperäisten maiden ala nousee 1 100 ha/v vuodesta 2015 eteenpäin, mikä on puolet keskimääräisestä raivaustahdista 2000–2014. Nurmen osuus eloperäisillä mailla pysyy nykyisellä tasolla (57 %). Säättosalaojituksen vaikutusta ei ole huomioitu, koska alaa on vielä hyvin vähän. Lietelantajärjestelmä yleistyy 2015–2020, mutta ei muutu enää ajalla 2020–30. Lietelannasta tulee enemmän metaania ja vähemmän dityppioksidia kuin kuivalannasta.



Kuva 10. Maataloussektorin kokonaispäästöt - projektio 1990-2030 (Luke 18.02.2016)

## Nykytoimet

Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelman toimenpiteet:

- ympäristökorvaus monivuotisille nurmille turve- ja multamaalla
- ympäristökorvaus ja investointituki säättosalaojitukseen
- investointituet biokaasulaitosten rahoittaminen

### 3.4.14 Jätesektori

Jätehuollon kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2015 olivat 2,1 Mt CO<sub>2</sub>-ekv., joka on 7 % Suomen taakanjakosektorin päästöistä. Jätehuollon kasvihuonekaasuista merkittävin on kaatopaikkojen tuottama metaani, jonka lisäksi jätehuollon päästöihin luetaan jätteen biologisen käsittelyn ja jätevesihuollon kasvihuonekaasujen: hiilidioksidin, metaanin ja dityppioksidin päästöt. Näiden päästölähteiden merkitys on vähäinen ja volyymiltään vakaa.

Perusvuoteen 2005 verrattuna päästövähennys jätehuoltosektorilla vuoteen 2030 mennessä on perusskenaarion mukaisesti 61 %.

Energiana hyödynnettävien jätteiden päästöt kuuluvat energiasektorille. Ne kuuluvat päästökaupan piiriin silloin, kun jätettä poltetaan muun polttoaineen ohessa ns. rinnakkaispolttona esim. teollisuuslaitoksen voimalassa. Taakanjakosektorille laskettujen jätteenpolttolaitosten, aiheuttamat päästöt ovat vuositasolla n. 0,5 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. vuodessa.

### 3.4.15 Energiatuki

Työ- ja elinkeinoministeriö ja Tekes voivat hankekohtaisen harkinnan perusteella myöntää yrityksille, kunnille ja muille yhteisöille energiataukea sellaisiin investointi- ja selvityshankkeisiin, jotka edistävät uusiutuvan energian käyttöä tai energiatehokkuutta.

Energiatuen myöntämiseen sovelletaan yleislakina valtioneuvostolain (688/2001) ja energiataukea voidaan myöntää valtioneuvoston asetuksen 1063/2012 nojalla valtion talousarvion momentin 32.60.40 sitoumusvaltuuden rajoissa.

Energiatuella pyritään erityisesti edistämään uuden energiateknologian käyttöönottoa ja markkinoille saattamista. Energiatuella on merkittävä rooli innovaatioketjussa, kun teknologioiden kehitysvaihe on pitkällä ja haetaan ensimmäisiä kaupallisia kohteita. Näin tuetaan täällä toimivien yritysten kilpailukykyä ja uusien työpaikkojen syntymistä. Energiataukea voidaan myöntää yrityksille, kunnille ja muille yhteisöille. Tukea ei myönnetä esim. asunto-osakeyhtiöille, asuinkiinteistöille tai maataloille.

Tuen ensisijainen tarkoitus on vaikuttaa investoinnin käynnistymiseen parantamalla sen taloudellista kannattavuutta ja pienentämällä uuden teknologian käyttöönottoon liittyviä taloudellisia riskejä.

Energiataukea myönnetään tapauskohtaiseen harkintaan perustuen ja ainoastaan, jos tuella katsotaan olevan hankkeen käynnistävä vaikutus. Hakemuksia jätetään suuri määrä kokonaistukimäärään nähden ja rajalliselle valtuusmäärärahalle pyritään saamaan mahdollisimman suuri vaikuttavuus. Valtuusmääräraha on vuoden 2017 talousarviossa 35 miljoonaa euroa. Energiatuen valtuusmäärärahan suuruus vahvistetaan vuosittain valtion talousarviossa.

Energiataukea tavanomaisiin energiatehokkuusinvestointeihin myönnetään lähinnä energiatehokkuussopimusjärjestelmään liittyneiden yritysten ja kuntien kiinteistöihin sekä teollisiin prosesseihin. Hukkalämmön hyötykäyttö ja erilaiset automaatio- ja ohjausjärjestelmät muodostavat näistä merkittävän osan. Selvitykset koostuvat lähinnä energiatehokkuuskatselmuksista. Näiden lukumäärä on kahden viime vuoden ajan ollut vähäinen suuryritysten tekemien katselmusten tultua energiatehokkuusdirektiivin edellyttämänä pakollisiksi, jolloin suurten yritysten katselmuksiin tukea ei voida enää myöntää.

Suurin osa tuesta käytetään tällä hetkellä uusiutuvan energian investointeihin (noin 2/3 tuesta). Uusiutuvien energiainvestointien kehitystä rajoittavina tekijöinä ovat olleet korkeat investointikustannukset.

Tukikelpoisia kategorioita ovat käytännössä kaikki uusiutuvan energian hankkeet, jotka eivät kuulu syöttötariffin piiriin. Tukea ei kuitenkaan myönnetä päästökaupan piiriin kuuluville laitoksille (pl. uusi teknologia). Uusiutuvan energian energiataukea saaneet hankkeet ovat koostuneet pääasiassa lämpökeskus- ja lämpöpumppuinvestoinneista sekä aurinkosähköinvestoinneista. Viime vuosina

ovat aurinkosähköhankkeet olleet voimakkaassa kasvussa ja lämpökeskus- ja lämpöpumpuinvestoinneissa on ollut lievää laskua.

Energiatuki toimii myös keskeisenä kannustimena vapaaehtoiisiin energiatehokkuussopimuksiin liittymiselle, koska tämä edesauttaa tuen saamista. Energiatuki onkin tärkeä osa energiatehokkuussopimusten ja energiakatselmusten kokonaisuutta, joka on muodostanut Suomen energiatehokkuustoiminnan perustan jo 1990-luvulta lähtien. Hyödyt näkyvät erityisesti päästökauppa- mutta myös taakanjakosektorilla.

Lisäksi tukea on viime vuosina myönnetty tiettyihin erillistarkoituksiin erillisillä budjettivaroilla. Pääministeri Sipilän hallitus on osoittanut uusiutuvan energian ja uuden teknologian investointeihin ns. kärkihanketukea yhteensä 100 milj. euroa vuosille 2016–2018.

### 3.4.16 EU:n Päästökauppajärjestelmä

EU:n päästökauppajärjestelmä kattaa vähän alle puolet Unionin hiilidioksidipäästöistä. Siinä myönnetään tietyille aikajaksolle rajattu määrä päästöoikeuksia, joita päästöluvalliset toimijat sitten joutuvat luovuttamaan päästöjensä mukaan. Niukkuus päästöoikeuksista luo niille hintaa. Viime vuosina päästöoikeuden hinta on ollut alhainen talouskasvun hitauden ja myös päästövähennystoimien, erityisesti päästöttömän sähköntuotannon vähentäessä kysyntää.

Päästökauppa on tietyille ajanjaksolle ja tietyille toimijoille päästökupla: päästöoikeuksia on tietty määrä ja järjestelmän sisällä kaikki päästöoikeudet tulee käytettyä. Yksittäinen toimija tai maa voi lisätä tai vähentää päästöjä runsaastikin, mutta järjestelmä varmistaa, että päästöt pysyvät kokonaisuutena tavoitteessa.

EU:n päästökauppajärjestelmästä säädetään päästökauppadirektiivissä. Järjestelmä on ollut toiminnassa vuodesta 2005 alkaen ja siihen kuuluu EU:n jäsenvaltioiden lisäksi Islanti, Liechtenstein ja Norja. Ensimmäinen jakso oli ns. harjoittelujakso 2005–2007, toinen Kioto-jakso 2008–2012 ja kolmas on meneillään 2013–2020. Seuraavaa jaksoa 2021–2030 valmistellaan.

Järjestelmää uudistettiin merkittävästi ilmasto- ja energiapaketin yhteydessä vuonna 2009. Päästökauppajärjestelmän soveltamisalaan kuuluvat suuret teollisuuslaitokset sekä yli 20 MW:n (polttoaineteho) energiantuotantolaitokset. Lentoliikenne on kuulunut järjestelmään vuoden 2012 alusta lukien, mutta tällä hetkellä sen piirissä on ainoastaan EU:n sisäinen lentoliikenne.

Päästökauppaan kuuluville toimialoille on määritelty vuodesta 2013 alkaen koko EU:n yhteinen päästökatto. Päästökatto alenee lineaarisesti vuosittain siten, että vuoteen 2020 mennessä päästökauppasektorilla saavutetaan 21 prosentin päästövähennys vuoteen 2005 verrattuna. Vuonna 2015 hyväksyttiin ns. markkinavakausvarannon sisällyttäminen päästökauppajärjestelmään sen häiriöalttiuden vähentämiseksi. Markkinavakausvaranto otetaan käyttöön vuodesta 2019 lähtien.

Komission kesällä 2015 antama ehdotus päästökauppadirektiivin muuttamiseksi tarkoittaa uudistuksia erityisesti päästöoikeuksien ilmaisjaon ja hiilivuodon torjunnan osalta. Lisäksi

päästökauppajärjestelmään sisältyvät rahoitusmekanismit uudistuvat ja selkiintyvät. Neuvottelut direktiiviehdotuksesta saataneen päätökseen aikaisintaan kesällä 2017.

## 4. Vertailu tavoitteiden ja perusskenaarion tulosten välillä

Strategiatyön keskeisenä apuvälineenä on skenaariolaskenta, jolla arvioidaan sekä kasvihuonekaasujen että energian tuotannon ja kulutuksen kehitystä tulevaisuuteen. Skenaariot eivät ole ennusteita vaan valittujen lähtöoletusten vallitessa laskettuja tulevaisuuteen ulottuvia projektioita. Skenaariot laaditaan sekä nykyisille politiikkatoimille (ns. perusskenaario), että strategiassa linjattaville uusille toimille (ns. politiikkaskenaario).

Perusskenaariolla arvioidaan pääsemmekö asetettuihin energia- ja ilmastotavoitteisiin jo päätetyillä toimenpiteillä vai tarvitaanko lisää politiikkatoimia. Skenaariotarkastelulla arvioidaan tarvittavien lisätoimien suuruus ja mahdollisten uusien toimien vaikutukset muihin energia- ja ilmastotavoitteisiin.

Perusskenaario sisältää ennen kevättä 2016 päätetyt energia- ja ilmastopoliittiset toimenpiteet. Merkittävimmät uudet toimet vuoden 2013 energia- ja ilmastostrategian valmistumisen jälkeen ovat korjausrakentamisen uudet energiatehokkuusvaatimukset sekä biohajoavan jätteen kaatopaikkasijoituksen rajoittaminen. Keskeisiä muita toimia ovat uusiutuvan energian edistäminen verotuksen ja muiden kannustimien avulla, päästökauppa, liikenteen biopolttoaineiden jakeluelvoite, energiatehokkuuden sopimus- ja katselmustoiminta, uudisrakentamisen energiamääräykset, ajoneuvojen energiatehokkuuden edistäminen, joukkoliikenteen ja kulkumuotomuutosten edistäminen sekä Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelma.

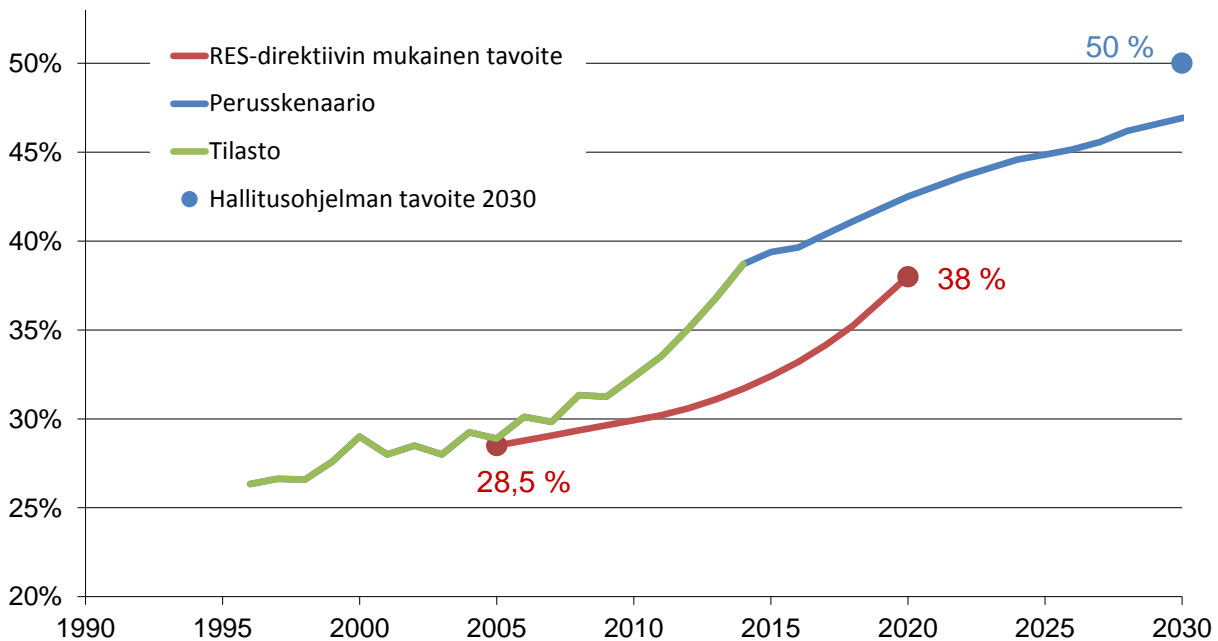
### 4.1 EU:n 2020-tavoitteet

Hallituskauden tavoitteena on saavuttaa EU:n Suomelle asettamat 2020-tavoitteet jo vaalikauden aikana.

Uusiutuvan energian osuus loppukulutuksesta on kasvanut etupainotteisesti ja vuoden 2020 38 prosentin vähimmäistavoite ylittyi ensimmäisen kerran jo vuonna 2014. Kehityskulku näyttää myönteiseltä jatkossakin ja osuuden odotetaan nousevan selvästi yli 40 prosenttiin ennen vaalikauden loppua (kuva 11).



## UUSIUTUVAT ENERGIALÄHTEET, osuus (%) loppukulutuksesta



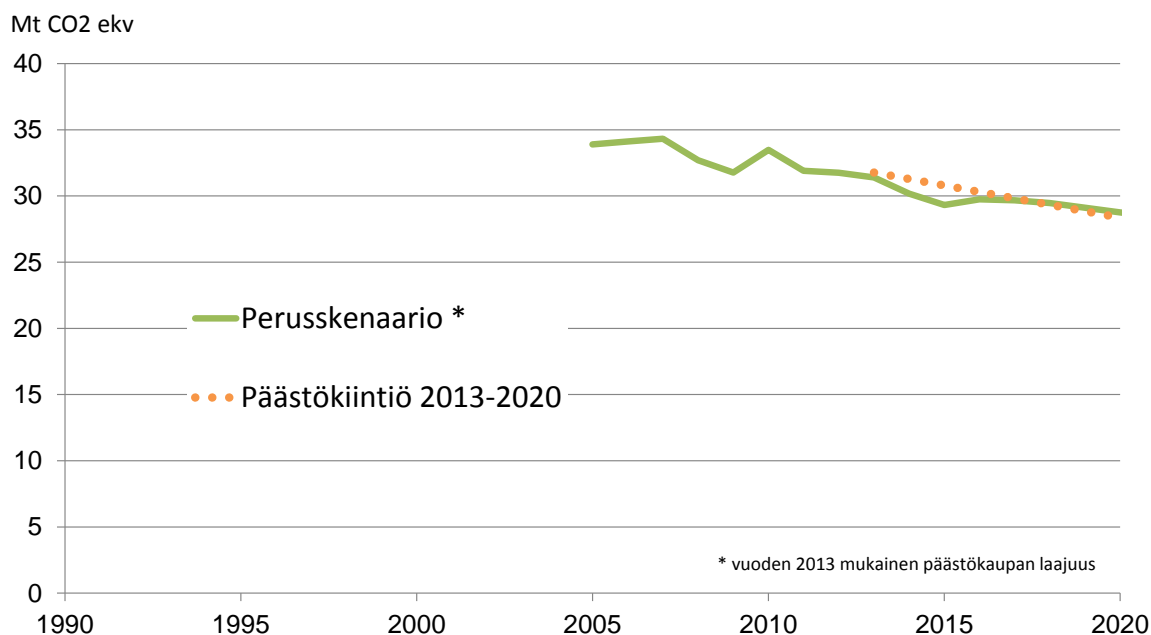
Kuva 11. Uusiutuvan energian osuus loppukulutuksesta. Tavoitepolku, toteutunut osuus 1996 - 2014 sekä perusskenaarion mukainen kehitys 2015 - 2030.

EU:n uusiutuvan energian velvoite liikennesektorille on 10 prosenttia, mutta Suomi on kansallisesti päättänyt korkeammasta 20 prosentin tavoitteesta vuodelle 2020. Maantielikenteen polttonesteiden myyjille on asetettu biopolttoaineiden jakelovelvoite, joka varmistaa tavoitteen täyttymisen. 10 prosentin tavoite saavutettiin ensimmäisen kerran 2014. Uusiutuvan energian direktiivin laskentasääntöjen mukaisesti laskettuna uusiutuvan energian osuus liikenteen energian käytöstä oli 9,6 % vuonna 2013 ja 21,6 % vuonna 2014<sup>3</sup>.

Päästökaupan ulkopuolisille kasvihuonekaasupäästöille EU:n jäsenvaltioilla on vuosille 2013–2020 maakohtaiset lineaarisesti laskevat tavoitepolut, joita ei tulisi ylittää. Suomen velvoite vuodelle 2020 on vähentää päästöjä 16 prosenttia vuoden 2005 tasosta. Suomi on veloitteen kolmena ensimmäisenä vuonna joka vuosi alittanut tavoitepolun kyseisen vuosikohtaisen päästömäärän. Alhaisiin päästömääriin ovat myötävaikuttaneet lämmin sää sekä heikko taloustilanne. Päästökauppa jatkuu perusskenaariossa alenevana, mutta kauden loppua kohden ei välttämättä aliteta tavoitepolkua ilman ns. joustokeinoja (kuva 12). Koko ajanjakso huomioiden Suomi kuitenkin perusskenaarion mukaan täyttäisi taakanjakopäätöksen veloitteensa kotimaisin päästöjen vähentämiskeinoin ja päästökiintiöiden ajallisilla siirroilla.

<sup>3</sup> Eurostat, energiatilastot. <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/main-tables>

## KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT, päästökaupan ulkopuoliset, Mt CO<sub>2</sub> ekv



Kuva 12. Päästökaupan ulkopuolisten kasvihuonekaasupäästöjen kehitys perusskenaariossa ja Suomen velvoite.

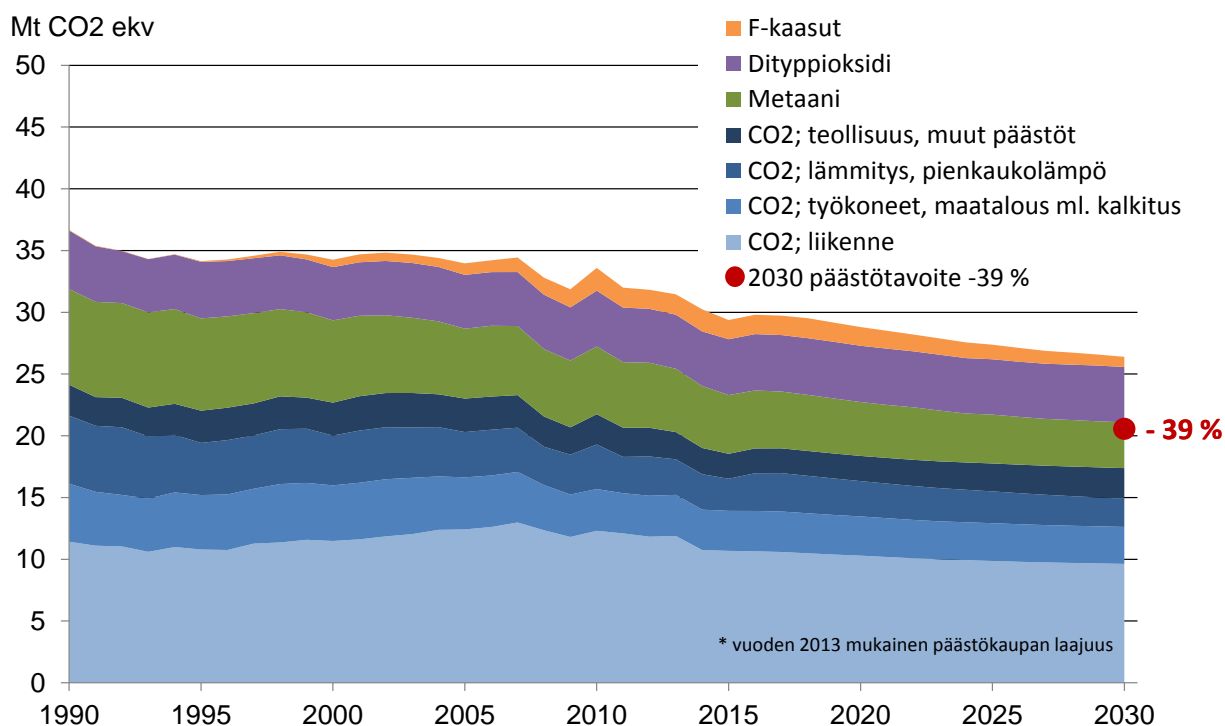
### 4.2 Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen vuoteen 2030

Suomen päästövähennystavoite taakanjakosektorilla on komission heinäkuussa 2016 antaman ehdotuksen mukaan 39 prosentin vähennys vuonna 2030 vuoteen 2005 verrattuna.

Päästökaupan ulkopuoliset kasvihuonekaasupäästöt jatkavat perusskenaariossa pienenemistä koko 2020-luvun. Perusskenaarion mukaan päästöt ovat vuonna 2030 noin 8 prosenttia alhaisemmat kuin vuonna 2020 ja 22 prosenttia alhaisemmat kuin 2005. Eniten vähenevät fluoratut kasvihuonekaasut, eli F-kaasut, jotka vähenevät vuosikymmenessä 46 prosenttia. Metaanipäästöt vähenevät 15 prosenttia, päästökaupan ulkopuoliset hiilidioksidipäästöt 5 prosenttia ja typpioksiduulipäästöt 2 prosenttia. Perusskenaarion päästökehitys ei ole lähimainkaan riittävä Suomen 2030-päästövähennysveloitteen saavuttamiseksi (kuva 13).

39 prosentin vähennys vuoden 2005 päästömäärästä edellyttää perusskenaarion päästökehitykseen nähden noin 6 Mt CO<sub>2</sub> ekv. lisävähennyksen. Liikenteen päästökehitys on keskeinen päästötavoitteeseen pääsyn kannalta, sillä liikennesektori aiheuttaa tänä päivänä reilun kolmanneksen taakanjakosektorin päästöistä. Sen lisäksi, että jäsenvaltio lisää päästöjä vähentäviä toimia, se voi käyttää ns. joustokeinoja, joita ovat esimerkiksi kertaluontoiset joustot ja päästöyksiköiden hankkiminen muilta jäsenvaltioilta, päästäkseen asetettuun tavoitteeseen.

### Päästökaupan ulkopuoliset\* kasvihuonekaasupäästöt



Kuva 13. Päästökaupan ulkopuoliset kasvihuonekaasupäästöt kaasuttain perusskenaariossa ja komission ehdotus Suomen tavoitteeksi vuonna 2030.

### 4.3 Uusiutuvan energian käytön lisääminen

Uusiutuvan energian absoluuttinen määrä jatkaa perusskenaariossa kasvuaan myös vuoden 2020 jälkeen. Eniten kasvaa metsähakkeen ja metsäteollisuuden jäteliemien käyttö. Metsäteollisuuden myönteinen kehitys uusine investointeineen lisää sivutuotteiden sekä metsähakkeen tarjontaa. Myös lämpöpumput yleistyvät edelleen. Tuulivoiman lisäys hidastuu merkittävästi 2010-luvun kehitykseen verrattuna, kun tuotantotukea ei ole tarjolla uusille voimaloille. Aurinkosähkön määrä moninkertaistuu, mutta vuosituotanto jää perusskenaariossa vielä alle yhden TWh:n.

Energian loppukulutuksen kasvu taittuu ja jää perusskenaariossa 315 TWh tasolle. Uusiutuvan energian osuus loppukulutuksesta kasvaa siten edelleen, mutta hitaammin kuin vuosina 2010–2015. Perusskenaariossa uusiutuvan energian osuus on 42 prosenttia vuonna 2020 ja 47 prosenttia vuonna 2030 (kuva 11). Osuus jää 3 prosenttiyksikköä hallituksen 2020-luvun lopun tavoitteesta. Tavoitteeseen pääseminen edellyttää uusiutuvan loppukulutusenergian määrän kasvattamista noin 10 TWh:lla, kun kokonaisloppukulutus pysyy ennallaan. Tarvittavan kokonaisenergian määrä on tätä hieman suurempi, sillä loppukulutukseen ei lasketa sähkön ja myydyin lämmön muuntohäviöt voimalaitoksessa. Vastaavasti uusiutumattoman energian loppukulutuksen pieneneminen 20 TWh:lla johtaisi myös 50 prosentin uusiutuvan energian osuuteen.

#### 4.4 Liikenteen uusiutuvan energian lisääminen

Perusskenaariossa tieliikenteen polttonesteiden myyjien biopolttoaineiden jakeluvelvoitteen oletetaan jatkuvan koko 2020-luvun velvoitteen ollen 20 prosenttia. Tämä luku sisältää edistyksellisten polttoaineiden tuplalaskennan. Ensimmäisen sukupolven polttoainetta voidaan laskea hyväksi enintään 7 prosenttia polttoaineen kokonaismäärästä biopolttoaineiden epäsuoria maakäyttövaikutuksia koskevan direktiivin (ILUC-direktiivi) mukaan. Perusskenaariossa biopolttoaineiden fyysinen osuus dieselöljyn ja bensiinin energiasisällöstä on siten perusskenaariossa yhteensä enintään 13,5 prosenttia koko 2020-luvun. Vuonna 2030 sähköautot käyttävät perusskenaariossa 0,35 TWh sähköä ja raideliikenne 0,75 TWh. Sähkön hankinnasta 42 prosenttia on perusskenaarion mukaan tuolloin tuotettu uusiutuvilla energialähteillä Suomessa. Sähkön uusiutuvan energian osuus huomioidaan liikenteen uusiutuvan energian tavoitteen laskennassa eri kertoimilla riippuen siitä käytetäänkö sähkö raide- vai tieliikenteessä.

Perusskenaariossa uusiutuvan energian käyttö liikenteessä jää 2020-luvulla ILUC-direktiivin mukaisesti laskettuna 22 prosentin tasolle, mikä on vain hieman yli puolet hallitusohjelman 40 prosentin tavoitteesta.

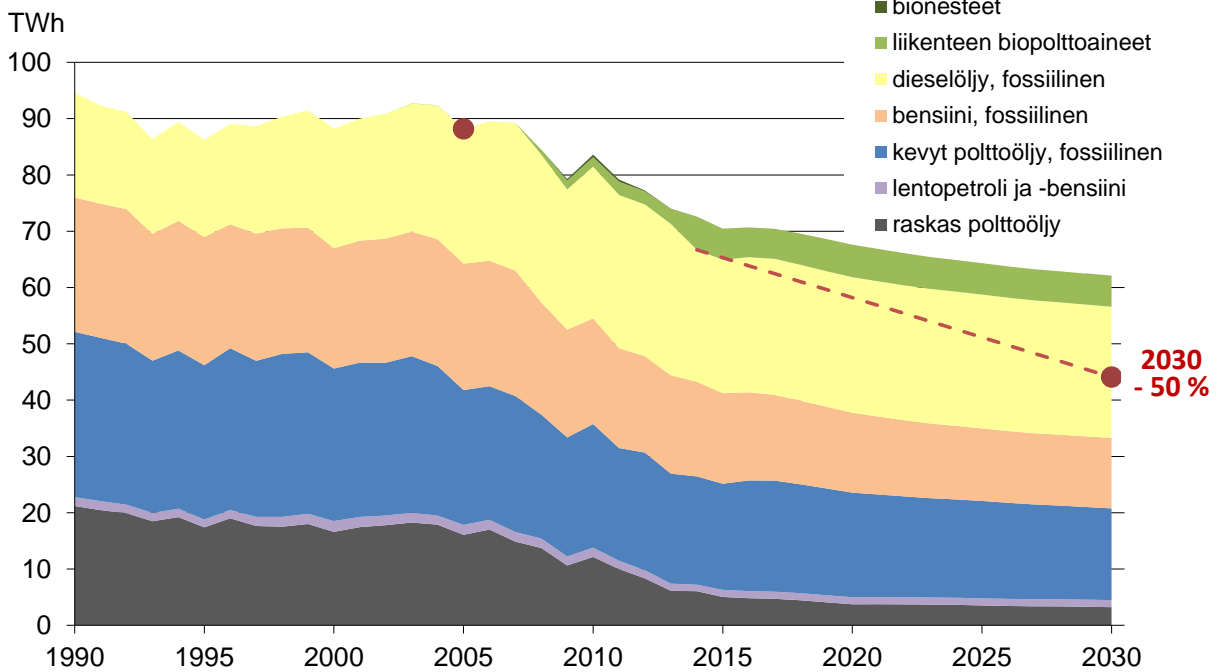
#### 4.5 Energian hankinnan omavaraisuuden kasvattaminen

Energian omavaraisuus kasvaa uusiutuvan energian lisääntymisen myötä. Omavaraisuus on 5 prosenttiyksikköä uusiutuvan energian osuutta korkeampi. Perusskenaariossa omavaraisuus on, niin kuin se energia- ja ilmastostrategiassa määritellään, 51 prosenttia vuonna 2030, mikä on 4 prosenttiyksikköä alle hallituksen tavoitteen.

#### 4.6 Tuontiöljyn energiakäytön puolittaminen

Öljynkäyttö jatkaa 2000-luvun alkupuolella alkanutta pienenemistä. Eniten öljytuotteita kuluu liikenteessä, työkoneissa ja rakennusten lämmityksessä. Perusskenaariossa dieselöljyä, bensiiniä, kevyttä ja raskasta polttoöljyä sekä lentopetrolia ja -bensiiniä käytetään yhteensä 68 TWh vuonna 2020 ja 62 TWh vuonna 2030. Dieselöljyssä ja bensiinissä oletetaan olevan biokomponenttia yhteensä 13,5 prosenttia energiamäärästä koko 2020-luvun, energiana tämä vastaa noin 5,5 TWh:ia. Biopolttoaine on kuvassa 14 esitetty vihreällä värillä. Fossiilisen öljyn määrä on perusskenaarion vuonna 2030 57 TWh, mikä on runsaat 12 TWh enemmän kuin tuontiöljyn puolittamisen tavoitemäärä 44 TWh (kuva 14).

## ÖLJYNKÄYTTÖ



Kuva 14. Öljynkäyttö perusskenaariossa ja hallitusohjelman öljynkäytön puolittamistavoite 2030.

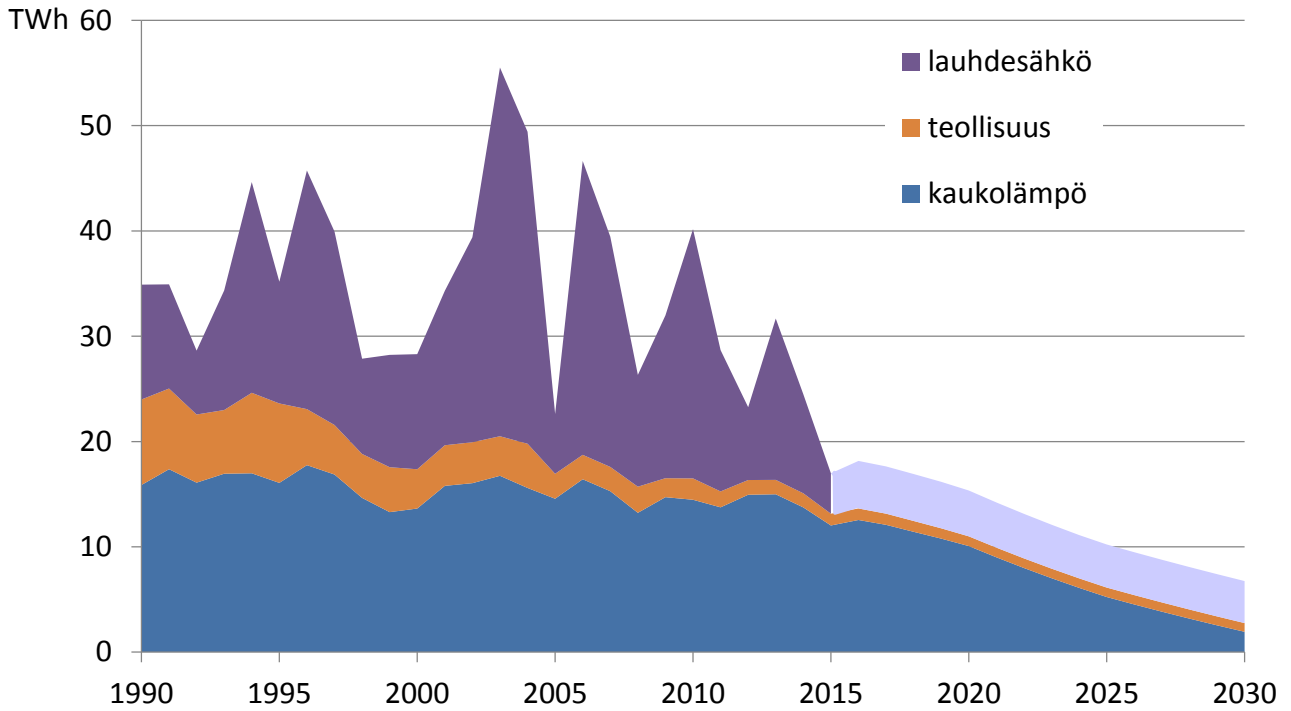
### 4.7 Kivihiilen energiakäytöstä luopuminen

Kivihiilen määrä on menneinä vuosina vaihdellut huomattavasti vuodesta toiseen lähinnä lauhdesähkön kysynnän mukaan. Kivihiilen käyttö on vähentynyt viime vuosina ja kivihiililauhdevoimaloita on poistettu käytöstä. Perusskenaariossa kivihiilen käyttö vähenee edelleen merkittävästi, vaikkakaan sen käyttö markkinaehtoisesti ei kokonaan lopu. Kivihiiltä polttoaineenaan käyttäviä lauhdelaitoksia oletetaan olevan vain yksi jäljellä vuonna 2030. Sähkön ja lämmön yhteistuotannossa kivihiiltä käytettäisiin edelleen jossain määrin, sillä kivihiili on maakaasua kilpailukykyisempi polttoaine. Lämmön erillistuotannossa kivihiilen käyttö on vähäistä.

Perusskenaariossa vuonna 2030 kivihiilen käyttö sähkön ja lämmön tuotannossa on 3–7 TWh lauhdetuotannon määrästä riippuen. Lauhdetuotannon määrä riippuu markkinatilanteesta pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla. Lauhde- ja yhteistuotantolaitokset ovat yleensä tuotantokäytössä talvella suuren sähkönkysynnän aikana ja ovat näin ollen tärkeitä sähkötehon riittävyyden kannalta.

Kuvassa 15 esitetään kivihiilen käyttö perusskenaariossa. Lauhdesähkön kivihiili sisältää lauhdelaitoksen ja yhteistuotantolaitosten lauhdeperien käyttämän kivihiilen.

## KIVIHILI



Kuva 15. Kivihiilen toteutunut käyttö sekä kehitys perusskenaariossa. Lauhdesähkön määrä riippuu sen kysynnästä sähkömarkkinoilla. Kuvaan piirretty tuotanto (vaaleanliila) vastaa lauhdevoimaloiden ja lauhdeperien tuotantoa keskimääräisellä huipunkäyttöajalla.

## 5. RES 100 % tarkastelu

Energia- ja ilmastostrategian yhteydessä on tarkasteltu 100-prosenttisesti uusiutuviin energialähteisiin perustuvaa energiajärjestelmää. Tarkastelu on toteutettu hyödyntämällä jo aiemmin tehtyjä vuoteen 2050 ulottuvia tarkasteluja sekä meneillään olevaa tutkimusta ja asiantuntijakeskusteluja. Tarkastelun tavoitteena on ollut tunnistaa 100-prosenttisesti uusiutuvien energialähteiden käyttämisen mahdollisuuksia ja haasteita Suomessa eri sektoreilla sekä energiajärjestelmätasolla. Tarkastelu on ladattavissa osoitteesta <http://tem.fi/strategia2016>.

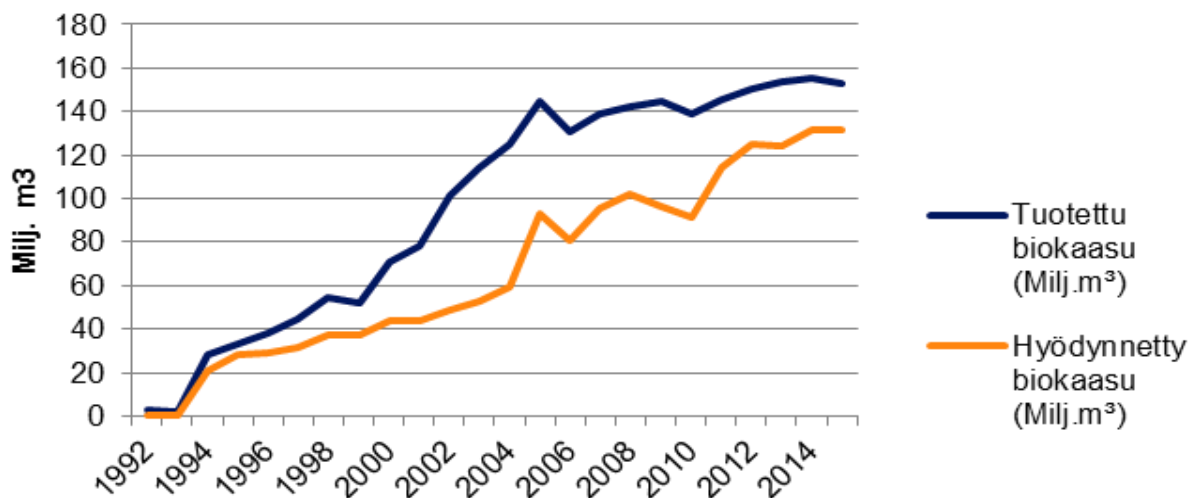
## 6. Strategian linjausten taustoitus

### 6.1 Biokaasun potentiaalit, tuet ja edistämiskeinot

Biotalous- ja puhtaiden ratkaisujen ministeriryhmässä sovittiin 30.3.2016 hajautetun energiatuotannon koordinaatioryhmän perustamisesta. Ryhmä toimii Ad hoc tyyppisenä pienryhmänä ja sen työskentelyyn ovat osallistuneet työ- ja elinkeinoministeriön (pj.), maa- ja metsätalousministeriön, liikenne- ja viestintäministeriön sekä ympäristöministeriön virkamiehiä. Pienryhmän tehtävänä oli täydentää energia- ja ilmastostrategian sekä keskipitkän ajan ilmastosuunnitelman työtä näiden aikataulujen puitteissa varmistuen, että hajautettavan energiatuotannon osa-alueet tulevat niissä riittävästi huomioiduksi. Koordinaatioryhmän työ keskittyi ennen kaikkea biokaasuun liittyviin kysymyksiin.

#### 6.1.1 Biokaasun nykyinen hyödyntäminen Suomessa ja potentiaali

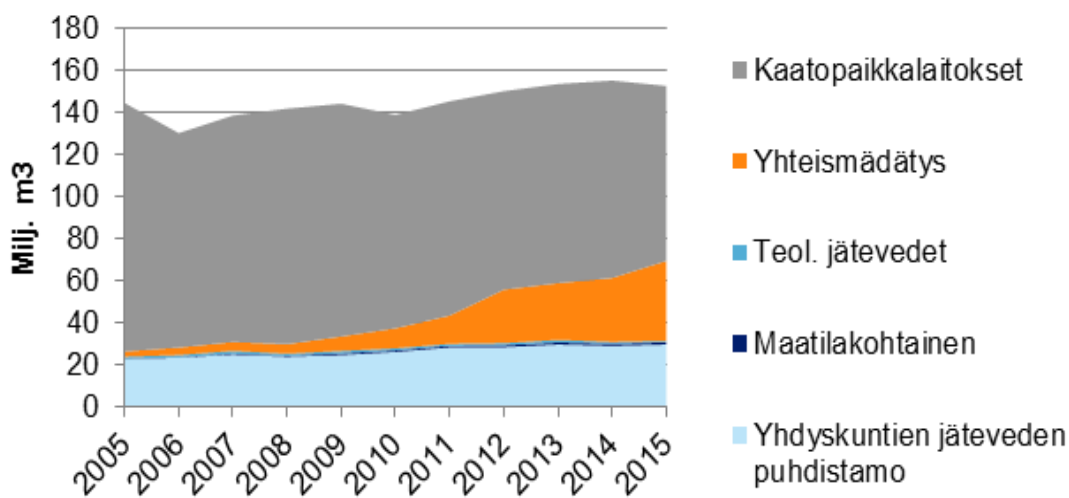
Suomessa biokaasun tuotanto ja hyödyntäminen on kasvanut tyypillisesti muutamalla prosentilla vuosittain. Biokaasua tuotetaan eniten kaatopaikkojen yhteyteen rakennetuilla kaasulaitoksilla, toiseksi eniten yhteismädätyslaitoksilla ja kolmanneksi eniten yhdyskuntajäteveden puhdistamoilla. Vuonna 2015 biokaasua tuotettiin yhteensä 152,9 miljoonaa kuutiota (Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 19). Tästä tuotettiin lämpöä 483,4 GWh/v ja sähköä 147,0 GWh/v, mikä vastaa noin 0,5 prosenttia Suomen uusiutuvan energian tuotannosta. Liikennebiokaasun tuotanto on kasvanut viime vuosina, mutta on kokonaisuudessaan toistaiseksi vähäistä. Vuonna 2015 liikennebiokaasun tuotanto vastasi energiasisällöltään noin 4 % kaikesta biokaasun tuotannosta Suomessa (Pöyry 2016). Biokaasua poltettiin ylijäämänä 91,4 GWh/v. Biokaasun osalta Suomi on eurooppalaista kehitystä jonkin verran perässä. Biokaasulaitoksia on Suomessa 83, kun niitä esim. Ruotsissa on 279 ja Saksassa 10 786 (EBA, 2015).



Kuva 16. Tuotettu ja hyödynnetty biokaasu Suomessa vuosina 1992–2015. Lähde: Pöyry 2016.



Biokaasun tuotanto kasvoi nopeasti 1990 luvun loppupuolella aina vuoteen 2005 saakka. Kasvu oli lähes yksinomaan seurausta kaatopaikkalaitosten tuotannon kasvusta, jonka taustalla oli jätelain muutos, joka velvoitti kaasun keräykseen ja hyötykäyttöön kaatopaikoilla. Viime vuosina yhteismädätyslaitoksissa tuotetun biokaasun määrä on kasvanut samalla kun kaatopaikkatuotantolaitosten tuotanto on laskenut. Muutos johtuu siitä, että biojätettä päätyy entistä vähemmän kaatopaikoille ja yhä suurempi osuus käsitellään yhteismädätyslaitoksissa. Kehitys tulee jatkumaan samansuuntaisena. Jätevesipuhdistamoiden biokaasutuotanto on pysynyt hyvin tasaisena viimeisen kymmenen vuoden aikana. Maatiloilla biokaasun tuotanto on toistaiseksi ollut vähäistä.



Kuva 17. Tuotettu biokaasu Suomessa laitostyypeittäin 2005–2015. Lähde: Pöyry 2016.

Luonnonvarakeskus (LUKE) on arvioinut Suomen teoreettiseksi biokaasupotentiaaliksi n. 24,4 TWh. Teoreettisella potentiaalilla tarkoitetaan sitä, että kaikki tarkastelussa olevat massat menisivät biokaasulaitoksiin, kustakin raaka-aineesta saataisiin maksimi biokaasutuotto ja laitoksen omaa energiankäyttöä ei ole vähennetty. Teoreettinen potentiaali jakaantuu seuraavasti: kasvit 74 %, lanta 17 %, biojätteet 2 %, puhdistamojätteet 2 %, elintarviketeollisuuden sivuvirrat 2 %, sellu- ja paperiteollisuuden lietteet 3 %.

LUKEN uusimmissa arvioissa on tarkasteltu maatalouden biokaasun tuotantopotentiaaleja vuonna 2030. Jos kaikki lanta kaasutettaisiin ja laitoksissa käytettäisiin lisäsyötteenä 10 % nurmea, tuotannon teoreettinen kokonaispotentiaali olisi 5,6 TWh vuodessa. Lannan ja nurmen yhteistuotannon teknistaloudellisessa tarkastelussa on päädytty lukuun 2,4 TWh vuodessa. Tällöin huomioon on otettu todennäköinen lannan saatavuus eläinlajeittain sekä nurmen osalta keskimääräiset vuosittaiset ylimäärä- ja sivuvirtausuudet sadosta. Kummassakaan luvussa ei ole otettu huomioon mahdollisia pelkkää kasvimassaa käyttäviä biokaasulaitoksia.

Biokaasupotentiaalista valtaosa on siis sidoksissa maatalouteen. Biokaasutuotannon lisäämiseen maatiloilla tai maatalouden biomassoista on ollut laajaa kiinnostusta jo pitkään. Maatiloilla on paljon biokaasutuotantoon soveltuvia biomassoja, mutta niiden hyödyntäminen on tuotto/kustannusvertailujen jälkeen jäänyt rajalliseksi. Kustannustehokkaita käyttökohteita ei ole yleensä löytynyt. Kannattavuuden saavuttaminen on erityisen vaikeaa, jos raaka-aineesta syntyy kustannuksia.

Biokaasutuotannolla olisi maatiloilla paljon etuja, kuten uusiutuvan energian tuotanto ja tuotetun biokaasun kautta saatava taloudellinen hyöty, ravinteiden kierrätyksen tehostaminen, kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen, paraneva hygienia ja hajuhaittojen väheneminen. Biokaasun maatilalaitoksia on lähtenyt liikkeelle vähän, vuonna 2015 maatilakohtaisia biokaasulaitoksia oli 13 kappaletta. Sähköä niissä tuotettiin yhteensä 1106 MWh ja lämpöä 4155 MWh. Pääsiallinen syy vähäiseen maatilalaitosten määrään on ollut vaikeus löytää hinnaltaan kalliille laitoksille kannattavaa konseptia. Toistaiseksi lupaavimmat tulevaisuuden näkymät ovat liikenne- ja konepolttoaineiden tuotannossa.

Maatilojen biomassoja voidaan käsitellä myös useamman tilan yhteislaitoksissa. Yhteislaitokset ovat osoittautuneet tärkeäksi kasvusuunnaksi, ja erityisesti pienten ja keskiuurten maatilojen kohdalla biomassojen käsittelyn yhdistäminen tuottoisaksi verkostoksi nähdään toimivana mallina. Yhteislaitosten etuja ovat mm. jaetut riskit ja turvatumpi raaka-aineiden saanti.

Maatilojen yhteistuotantolaitosten lisäksi maatalouden massoja voidaan käsitellä lisäjakeena isomman mittaluokan biokaasulaitoksissa, joita voi olla esimerkiksi teollisuuslaitosten kupeessa tai jätteenkäsittelyn (kaatopaikat, jätevedenpuhdistamot) yhteydessä. Suomessa on tällä hetkellä alle 50 lantaa käsittelevää biokaasulaitosta. Niissä kaasutetaan noin 200 000 tn lantaa vuodessa. Ison kokoluokan laitoksia on vain muutama (Biovakka, Vambio) kuten myös useampien tilojen yhteisiä laitoksia (Bioson, Jepua).

LUKE:ssa on arvioitu, että kotieläinvaltaisilla alueilla olisi mahdollista perustaa 3-4 isoa lantaa käsittelevää biokaasulaitosta. Tällaisessa laitoksessa käsitellään noin 100 000-150 000 tonnia lantaa vuosittain. Useampien tilojen yhteisiä laitoksia, joissa voidaan käsitellä noin 20 000 tonnia lantaa vuodessa, voisi perustaa noin 10–15. Maatilakohtaisia laitoksia, joissa voidaan käsitellä noin 5000 tonnia lantaa vuodessa, voitaisiin teoriassa perustaa satoja. Tämä edellyttää teknologia-kehitystyötä erityisesti kuivalannan biokaasutuksessa ja investointiavustuksia laitoksille.

Sitran (2016) selvitys osoittaa, että parhaiten toimivat biokaasuekosysteemit perustuvat kunnallisen jätehuollon, maataloussektorin, liikenne- ja energiayhtiöiden sekä biokaasutoimijoiden kiinteään yhteistyöhön.

### **6.1.2 Biokaasun käyttö liikenteessä ja työkoneissa**

Paineistetun kaasun julkisia tankkausasemia oli vuoden 2015 lopulla yhteensä 24 kappaletta. Pääosa asemista on liitetty maakaasuverkkoon ja ne ovat Gasumin omistuksessa. Kaikilla näillä tankkausasemilla on saatavilla paineistettua 100-prosenttista biokaasua. Kaasuverkon ulkopuolella

olevia julkisia tankkausasemia oli neljä: Laukaassa, Forssassa, Joutsassa ja Uusikaarlepyyssä. Näillä asemilla voi tankata ainoastaan biokaasua. Biokaasua syötetään verkkoon toistaiseksi neljästä eri pisteestä (Kouvola, Espoo, Lahti, Virolahti). Kaasuala suunnittelee laajentavansa jakeluverkkoa siten, että vuonna 2020 tavoitteena on 55 asemaa (LVM 2016). Tämä vastaisi jo pitkälle EU:n edellyttämiä vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkkovaatimuksia. Liikennekaasun jakeluverkkoa voidaan myös täydentää kevyillä jakeluasemilla, joita voidaan perustaa esimerkiksi maatilojen tai biokaasulaitosten yhteyteen tai valtaväylien varrelle.

Biokaasun osuus kaikesta tankatusta kaasusta oli vuonna 2015 noin 40 %. Lisäksi sekä Helsingissä että Turussa on raskasta tieliikennettä palveleva LNG-jakeluasema.

Suomessa oli vuoden 2016 alussa yhteensä noin 2200 paineistettua kaasua (CNG, CBG) käyttävää ajoneuvoa ja ensimmäiset nesteytettyä kaasua (LNG, LBG) käyttävät autot on myös otettu käyttöön. Liikenne- ja viestintäministeriön asettaman liikenteen jakeluinfrastruktuurin toimeenpanotyöryhmän raportissa käsiteltiin kaasuautojen tulevaisuudennäkymiä (LVM 2016). Työryhmän raportissa esitettiin tavoitteita tankkausasemien ja myytävien kaasuautojen määrälle sekä biokaasun osuudelle käytetystä liikennekaasusta. VTT:n laatimassa autokannan perusennusteessa kaasuautoja on vuonna 2020 noin 3600 kappaletta ja vuonna 2030 noin 13 100 kappaletta. Energia- ja ilmastostrategian tavoitteeksi on asetettu vähintään 50 000 kaasuautoa vuonna 2030.

Tieliikenteen rinnalla biokaasulle saattaa avautua uusia käyttömahdollisuuksia meriliikenteessä, jossa kansainväliset rikki- ja typpirajoitukset vauhdittavat alusten siirtymistä nesteytetyn metaanin käyttöön (ks. LVM 2016). EU:n rikkimääräysten ja Itämeren suojelutavoitteiden vuoksi LNG terminaalien rakentamisen myötä kaasu tekee vahvasti tuloaan myös vesiliikenteen polttoaineena. Suomen rannikkoalueille Pohjanlahdelle ja Suomenlahdelle on lähivuosina syntymässä kohtuullisen kattava verkko nesteytetyn maakaasun terminaaleja. Suomen ensimmäinen LNG-terminaali avattiin syyskuussa 2016 Poriin. Terminaaleja on rakenteilla myös Tornioon (valmis vuonna 2018) ja todennäköisesti myös Haminaan sekä Raumalle. Uudet terminaalit palvelevat erilaisia alueellisia tarpeita, mutta säiliöautoilla ja junakuljetuksin sekä bunkrausaluksin ne voivat palvella teollisuutta, energialaitoksia ja laivoja jopa 300–500 kilometrin säteellä. On mahdollista, että tulevaisuudessa myös biokaasua voitaisiin bunkrata kansainvälisen vesiliikenteen tarpeisiin.

Biokaasun käyttöä voidaan lisätä myös traktoreissa ja työkoneissa. Tämä on yksi mahdollisuus parantaa energiaomavaraisuutta, lisätä paikallisen biokaasutuotannon kannattavuutta sekä luoda uusia kehitysmahdollisuuksia ja markkinoita suomalaiselle cleantech- tuotannolle.

### **6.1.3 Biokaasutuotannon tuet**

Biokaasutuotantoa tuetaan jo nykyisellään eri tavoin.

## Verotus

Biokaasusta ei peritä polttoaineveroa. Pienimmät sähköntuottajat eli enintään 100 kVA:n nimellistehoisilla mikrovoimalaitoksilla sähköä tuottavat on vapautettu kaikista sähköverotuksen velvollisuuksista. Enintään 800 000 kWh vuodessa tuottavien sähkön pientuottajien ei tarvitse maksaa sähköveroa itse tuottamastaan ja käyttämästään sähköstä, vaan he antavat vuosiveroilmoituksen ns. nollaveroilmoituksena, jolla ilmoitetaan vain tuotettu sähkön määrä.

## Biokaasun syöttötariffi

Biokaasun syöttötariffilla tuetaan uusia biokaasulaitoksia, jotka tuottavat sähköä ja lämpöä. Tuki maksetaan preemiona sähkön markkinahinnan päälle sähkön markkinahinnan kolmen kuukauden keskiarvon perusteella. Tavoitehintana on 83,50 €/MWh. Lisäksi lämpöä tuottavat laitokset voivat saada 50 €/MWh lämpöpreemion, joka maksetaan edellä mainitun päälle. Tukea maksetaan enintään 12 vuotta.

Biokaasun syöttötariffin piirissä oli syksyllä 2016 kolme laitosta ja yksi hakemus on vireillä. Kyseisten laitosten teho on yhteensä 5,7 MVA (kiintiö 19 MVA) ja ne tuottavat yhteensä noin 30 GWh sähköä vuodessa. Tukea kyseisille laitoksille on maksettu yhteensä 1,8 miljoonaa euroa (2011–2016).

Hankkeita on ollut ennakoitua vähemmän korkeasta tukitasosta huolimatta. Haasteina ovat olleet muun muassa tarvittavan pääoman puuttuminen investoinnille. Siinä missä investointituki maksetaan heti investoinnin valmistuttua ja osittain rakennusaikana, tuotantotuki maksetaan 12 vuoden ajanjakson aikana ja siten investoijien on pystyttävä rahoittamaan koko laitoshanke ensin markkinaehtoisin sijoituksin ja lainoin. Joissain tapauksissa paikallinen lämmöntarve ei ole välttämättä ollut riittävä ja näin lämpöpreemiota ei ole päästy hyödyntämään, mikä on vähentänyt merkittävästi hankkeiden kannattavuutta. Toisaalta iso määrä biokaasuhankkeita, jotka olisivat voineet hakeutua syöttötariffin piiriin, on päätenyt liikennebiokaasun tuottamiseen. Liikennebiokaasun tuottaminen on sähköntuotantoa tehokkaampaa energiantuotantoa ja -käyttöä, ja lisäksi liikennekaasu korvaa ei-päästökauppasektorilla fossiilisia polttoaineita. Kyseisiä hankkeita on tuettu pääsääntöisesti TEM:n myöntämällä energiatuella.

## Energiatuki (TEM)

TEM:n investointitukimuotoista energiatukea myönnetään tapauskohtaisen harkinnan perusteella uusiutuvan energian ja energiatehokkuutta edistäville hankkeille. Biokaasuhankkeille voidaan myöntää tukea, jos ne eivät täytä syöttötariffijärjestelmän ehtoja. Käytännössä suurin osa hankkeista on liikennebiokaasuhankkeita tai pienimuotoisia lämmöntuotantohankkeita. Energiatukea ei voida myöntää maataloilta tai maataloustuotantoon liittyviin hankkeisiin.

Vuosien 2011–2016 aikana energiatuella on tuettu yhteensä 20 hanketta, joista 16 hankkeessa biokaasu hyödynnetään joko osittain tai kokonaan liikenteessä. Tukimäärä on yhteensä ollut noin 30 miljoonaa euroa, jolla on käynnistetty yhteensä noin 110 miljoonan euron arvosta

biokaasuhankkeita. Valmistuessaan kyseiset biokaasulaitokset tuottavat vuositasolla noin 210 GWh liikennebiokaasua ja noin 30 GWh sähköä ja lämpöä vuodessa.

Hankkeissa hyödynnetään joko yksittäisten yritysten jätteitä tai alueen maatilojen jätteitä ja lietteitä. Jätteistä saatavat porttimaksut ovat usein merkittävä tulolähde. Biokaasusta saadaan parempi tulo liikennesektorilla kuin sähkön- ja lämmöntuotannossa, koska vaihtoehtoiset polttoaineet ovat siellä kalliimpia.

MMM Manner-Suomen maaseutuohjelman yritystuet ja maatilojen investointituet

Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2014–2020 tarjoaa rahoitusta muun muassa erilaisiin maatilojen sekä maaseudulla toimivien mikro- ja pienyritysten sekä maataloustuotteita jalostavien elintarvikealan pk-yritysten investointeihin, yritysten kehittämiseen sekä laajempiin maaseudun innovaatio- ja kehittämishankkeisiin. Investointitukirahoitus jakaantuu varsinaiseen maataloustuotantoon liittyvien maatilainvestointien tukeen sekä maaseudun muun yritystoiminnan ja hanketoiminnan tukemiseen. Energiantuotannon osalta tukien tarkoituksena on lisätä uusiutuvan energian osuutta maatilojen omasta energiatuotannosta ja yritystuissa lisätä uusiutuvaan energiaan liittyvää yritystoimintaa ja työllisyyttä maaseudulla.

Maatilojen uusiutuvan energian investointeihin (mm. biokaasulaitoksiin) voidaan myöntää investointitukea 40 % hyväksyttävistä kokonaiskustannuksista (syksyn 2016 tilanne). Tuettavan laitoksen tuotannon tulee vastata tilan maataloustuotannossa ja siihen liittyvässä elinkeinotoiminnassa keskimäärin tarvittavaa vuotuista energiamäärää. Jos tuettavissa laitoksissa tuotetaan energiaa yksityistalouteen tai jatkuvaan myyntiin ulos tilalta, nämä osat investoinneista rajataan tämän tuen ulkopuolelle. Maatalouden investointituella tuetussa laitoksessa tuotetun liikennepolttoaineen myynti ulos tilalta on kokonaan kielletty. Rajaus tulee EU:n suuntaviivoista maatalouden valtiontuille, tarkemmin maatalousalan tukia koskevasta ryhmäpoikkeusasetuksesta (komission asetus **702/2014**, art. 14).

Maaseudun pienet yritykset ja maataloustuotteita jalostavat pk-yritykset voivat hakea maaseutuohjelmaan sisältyvää maaseudun yritystukea maa- ja metsätalouden ulkopuoliseen yritystoimintaan. Yritykset voivat toimia maatilalla yhteydessä, mutta kytkentää maatalouteen tai maatalaan ei vaadita. Yritysrahoituksella voidaan tukea useita erilaisia yritysten kehittämistoimia kuten yrityksen perustamista, investointien toteuttamiskelpoisuuden selvittämistä sekä yritysten tekemiä investointeja. Tukimuodoista eniten käytetty on investointituki.

Investointitukea voidaan myöntää uusiutuvaa energiaa (ml. biokaasua) tuottaville maaseutuyrityksille esimerkiksi tuotantotilojen hankintaan tai rakentamiseen sekä koneiden ja muun käyttöomaisuuden hankintaan. Tukea voidaan myöntää myös aineettomiin investointeihin, kuten esimerkiksi ohjelmistojen, patenttien ja käyttöoikeuksien hankintaan. Tuen hakijan tulee osoittaa, että tuettavat investoinnit ovat merkitykseltään olennaisia yrityksen perustamiselle, kasvulle tai kehittymiselle. Jos uusiutuvaa energiaa myyntiin tuottava laitos sijaitsee maatilalla, voidaan yritystukea myöntää myös maatilalla käytössä olevaa energiaa tuottavalle laitoksen osalle. Sen sijaan yksityiskäyttöön menevää osaa tuotannosta ei tueta.

Maaseutuohjelman yritystukien tukiprosentteihin ja tukimääriin vaikuttavat mm. yrityksen koko, sijainti ja tuettava yritystoiminta. Esimerkiksi uusiutuvan sähkö- ja lämpöenergian tuotantoon sekä liikenteen tai koneiden biopolttoaineeksi myytävän biokaasun tuotantoon sekä paineistus- ja jakelulaitteisiin voidaan myöntää investointitukea 30 % hyväksyttävistä kokonaiskustannuksista (syksyn 2014 tilanne). Tukea voidaan myöntää investointeihin joissa rakennetaan kokonaan uusi laitos tai vaihtoehtoisesti laajennetaan merkittävästi jo olemassa olevaa laitosta.

#### **6.1.4 Lisätoimenpiteet biokaasun tuotannon ja käytön edistämiseksi**

Biokaasun asemaa voidaan vahvistaa biokaasun tuotannon ja käytön edistämällä. Edistämistoimilla voidaan tavoitella biokaasun tuotannon lisäämistä lämmön tai sähkön tuotannossa tai biokaasun lisäämistä liikennepolttoaineena.

Biokaasua tuetaan jo monin tavoin, ja EU:n valtiontukisääntely luo reunaehdoja edistämistoimille. Uusia toimia suunniteltaessa onkin syytä tarkkana, jotta vältettäisiin päällekkäiset tuet. Esimerkki tällaisesta voisi olla biokaasun verottomuus ja sen samanaikainen laskeminen osaksi biopolttoaineiden jakeluelvoitetta.

Helpoimpia tapoja lisätä tukea on pyrkiä vahvistamaan biokaasun nykyisiä tukimuotoja esim. tuen ehtoja väljentämällä (erityisesti MMM:n tuet) ja lisäämällä edistämistoimiin kohdistettua rahoitusta sekä kehittämällä verotusta. Alan teknologian kehitystä voidaan tukea suuntaamalla erityistä tutkimusrahoitusta biokaasuteknologian kehittämiseen, käyttöönottoon ja markkinoille saattamiseen.

Lisätoimet biokaasun tuotannon ja käytön edistämiseksi voivat koostua erilaisista elementeistä. Kehittämällä kansallisia säännöksiä ja sujuvoittamalla lupamenettelyjä voidaan edesauttaa biokaasuinvestointien syntymistä. Yksi keino on vaikuttaminen EU-tason toimiin sekä valtiontukisuuntaviivoihin. Nämä määrittävät puolestaan mahdollisuuksia vaikuttaa suorilla tukitoimien muutoksilla biokaasun tuotannon ja käytön kehittämiseen.

#### **6.1.5 EU-tason toimet ja valtiontukisuuntaviivoihin vaikuttaminen**

Toimenpide: Maatalouden biokaasulaitosten investointitukia koskevien rajoitusten väljentäminen vuoden 2020 jälkeen sovellettavissa valtiontuen suuntaviivoissa

Vaikutetaan valtiontukien suuntaviivojen valmisteluun tulevalle ohjelmakaudelle jo syksystä 2016 alkaen. Muutosta haettava erityisesti maatalouden valtiontuen suuntaviivoihin, kun ohjelmakausi vaihtuu vuoden 2021 alusta. Tavoitteena valtiontukisääntöjen nykyistä suuremmat joustomahdollisuudet tilanteessa, jossa maatila investoi biokaasulaitokseen ja haluaa myydä osan tuotannosta tilan ulkopuolelle lämpönä, sähkönä tai liikennebiokaasuna.

Toimenpide: Kaasukäyttöisten työkoneiden aseman selkiyttäminen tyyppihyväksyntädirektiivissä

EU:n uusi työkoneiden polttomoottoreiden tyyppihyväksyntäasetus (EU 2016/1628) on juuri julkaistu EU:n virallisessa lehdessä (L252/53, 16.9.2016) ja siihen liittyviä toimeenpanoasetuksia

hyväksyttäneen vuoden 2017 alkupuolella. Uuteen asetukseen sisältyvät kaasusekoitekäyttöisellä Dual Fuel -teknologialla toimivat työkoneiden moottorit (tyyppi hyväksyntä annetaan moottoreille, ei työkoneille).

Uusi asetus tulee voimaan vuonna 2017 puolella, kun kaikki toimenpanoasetukset on hyväksytty komiteamenettelyssä. Kansallinen säädösvalmistelu tarvitaan vielä. Asetuksen voimaantulon jälkeen on mahdollista hakea EU-tyyppi hyväksyntää Dual Fuel -moottoreille. Päästörajat tulevat uusille työkone moottoreille pakollisiksi vuonna 2018 ja samaa aikataulua on kaavailtu myös traktoreille.

Työkone moottoreiden tyyppi hyväksyntäasetus on ennakkoehto, mutta ei yksin riittävä uudistus biokaasutraktoreiden hyväksynnälle. Myös traktorien tyyppi hyväksyntäasetus tarvitsee uudistuksen, joka tehdään sen jälkeen, kun työkone moottoreiden tyyppi hyväksyntäasetus on valmiina. Tässä uudistuksessa muutetaan pääasiassa vain viittauksia asiaa koskevaan lainsäädäntöön ja huolehditaan, että traktoreita koskeva EU-asetus on linjassa uuden työkoneiden moottoreita koskevan tyyppi hyväksyntäasetuksen kanssa. Koko prosessi myös traktoreiden osalta valmistuu todennäköisesti vuonna 2017.

#### **6.1.6 Kansallisten säädösten selkiyttäminen**

Toimenpide: Maatalouden investointituki- ja yritystukijärjestelmän kehittäminen

Kehitetään maatalouden ja maaseutu yritysten investointitukijärjestelmiä siten, että biokaasulaitoksia pystytään rahoittamaan mahdollisimman joustavasti ja eri tapaukset pystytään huomioimaan. Selvitetään mahdollisuutta osoittaa saman laitoksen rahoitus kahteen järjestelmään siten, että maataloudelle biokaasua ja/tai biokaasuenergiaa tuottavaa osaa investoinnista tuettaisiin maatalouden investointituen avulla ja tilalta ulos myytävää biokaasua ja/tai energiaa tuottavaa osaa investoinnista tuettaisiin maaseudun yritystuen kautta.

Toimenpide: Lannan biokaasutukseen kannustavien käytäntöjen soveltaminen lannan levitystä koskevilla tuki- ja ympäristövaatimuksissa

Huolehditaan yhtenäisistä ympäristölupamenettelyistä maataloilla päivittämällä kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje 2018 Huolehditaan biokaasulaitosten uusien mädätepohjaisten lopputuotteiden sisällyttämisestä kansalliseen lannoitevalmistelainsäädäntöön. Tuetaan tulevassa EU:n lannoitevalmiste uudistuksessa komission esitystä, jonka mukaan mädätepohjaisia ainesosia sallittaisiin EU-lannoitevalmisteiden raaka-aineina.

Toimenpide: Biokaasulaitosten lupamenettelyprosessien kehittäminen ja kustannusten karsinta

Biokaasulaitosten luvitukseen liittyvä hallinnollinen taakka helpottunee jatkossa nyt käynnissä olevien luvitusprosessien sujuvoittamishankkeiden ansioista. Ympäristöministeriö on syksyllä 2016 ryhtynyt valmistelemaan lakia, joka sujuvoittaisi ministeriön toimialan lupa-asiointia. Uudistus koskisi ympäristölupia, vesilain mukaisia lupia, luonnonsuojelulain mukaisia poikkeuspäätöksiä,

ympäristövaikutusten arviointia ja rakennuslupia. Tavoitteena on, että eri menettelyjen yhteensovittaminen ja yhdistäminen tekisi lupa-asioinnista asiakkaalle mahdollisimman sujuvaa.

Asiointia sujuvoittava laki on edellytys yhden luukun mallin toteuttamiselle. Yhden luukun mallissa lupa-asiakas asioisi eri viranomaisten kanssa yhdeltä asiointipisteeltä eli ”luukulta”, josta voisi hoitaa kaikki tiettyyn hankkeeseen tarvittavat luvat kerralla.

Nyt käynnistynyt lakihanke mahdollistaa yhdenmukaiset menettelytavat, mutta yhden luukun palvelut vaativat toimiakseen viranomaisilta merkittävää sähköisen asiointin kehittämistä. Tätä edistetään osana julkishallinnon laajempaa digitalisaatiota. Tavoitteena on, että hallituksen esitys yhdenmukaisista ympäristömenettelyistä annettaisiin eduskunnalle keväällä 2018.

Toimenpide: Kaasukäyttöisiä traktoreita ja työkoneita koskevien kansallisten säädösten ja viranomaismääräysten ohjeistuksen selkeyttäminen.

Mikäli halutaan kansallisesti nopeuttaa traktorien tyyppihyväksyntää aiempien toimien yhteydessä kuvatussa aikataulusta ja välttää nykyisin mahdollista poikkeuslupamenettelyä, voidaan kansallisissa päätöksissä jo ennakoida EU-tasolla tuleva asetuksen muutos. Tulevaan työkonemoottoareiden tyyppihyväksyntäasetukseen pohjautuen voidaan muuttaa kansallista säätelyä; käytännössä kyse on Trafin määräyksen antamisesta. Kyseinen toimintavaihtoehto edellyttää kuitenkin työkoneasetuksen toimeenpanoasetusten hyväksymistä ja julkaisemista, joten ajallinen hyöty komissiossa valmisteltavana olevien säädösten voimaantuloon nähden jäänee varsin pieneksi. Liikenteen turvallisuusvirasto arvioi, että edellä mainittu määräysmuutos olisi mahdollista toteuttaa vuoden 2017 alkupuolella, kun tarvittavat EU-toimeenpanoasetukset on julkaistu.

Toimenpide: Kaasuteknologian käyttöönoton edistäminen liikenteessä julkisten hankintojen kautta

Tehostetaan informaatio-ohjauksen avulla liikenteen Cleantech- hankintojen toteuttamista julkisella sektorilla. Kannustetaan kuntayhtymiä ja muita julkisen sektorin toimijoita ottamaan käyttöön erilaisia taloudellisia kannustimia vaihtoehtoisten teknologioiden osuuden lisäämiseksi hankinnoissa.

Laki- ajoneuvojen- ja ympäristövaikutusten huomioon ottamisesta julkisissa hankinnoissa (1509/2011) velvoittaa julkisia hankintayksiköitä huomioimaan tiiliikenteen moottoriajoneuvojen energiatehokkuuden, hiilidioksidipäästöt ja säännellyt pakokaasupäästöt ajoneuvojen ja henkilöpalveluiden hankinnoissa. Suomessa on vuonna 2013 tehty Valtioneuvoston periaatepäätös ns. Cleantech- hankintojen edistämisestä julkisella sektorilla. Periaatepäätöksen tavoitteena on muun muassa, että valtionhallinnon organisaatioiden hankkimat tavanomaiset käyttöön tulevat virka- ja vuokra-autot saavat tuottaa hiilidioksidipäästöjä keskimäärin korkeintaan 100g/km tai uusien käyttövoimaratkaisujen (mm. kaasu) osuuden on oltava vähintään 30 %.



Toimenpide: Selvitys metaanilla toimivien kaasujoneuvojen käyttörajoituksista maanalaisissa tiloissa

Käynnistetään selvitys metaanilla toimivien kaasujoneuvojen käyttörajoituksista maanalaisissa tiloissa. Toteutetaan selvityksen pohjalta toimia, joiden kautta käyttörajoitukset voitaisiin minimoida tai poistaa kokonaan.

Kaasuautojen käyttö on Suomessa kielletty monissa maanalaisissa tiloissa, esimerkiksi linja-autoterminaaleissa ja maanalaisissa pysäköintilaitoksissa. Kiellot perustuvat pelastuslaitoksen olemassa oleviin määräyksiin. Maailmalla ei kuitenkaan ole vastaavalla tavalla rajoitettu maakaasuajoneuvojen käyttöä. Nestekaasuautoille sen sijaan on rajoituksia. Tästä syystä johtuen on syytä selvittää, olisiko myös Suomessa mahdollista keventää maakaasun liikennekäyttöön liittyvää sääntelyä ja poistaa mahdollisia turhia käyttörajoituksia.

Toimenpide: Biokaasun verokohtelun selkiyttäminen.

Selvitetään biokaasun verokohtelu, jotta turvataan sen asema pitkäjänteisessä ympäristöperusteisessa polttoaineverotuksen kehittämisessä.

Toimenpide: Biokaasun aseman turvaaminen vapautuvilla kaasumarkkinoilla

Balticconnector- kaasuputken myötä maakaasumarkkinoita uudistetaan. Kaasumarkkinoiden uudistaminen luo edellytyksiä kaasun käytön jatkolle niin teollisuuden raaka-aineena, energiakäytössä kuin liikenteen vaihtoehtoisena polttoaineena. Maakaasumarkkinoiden uudistamisessa edistetään biokaasun ja myöhemmin biomassaan perustuvan synteettisen kaasun (bio-SNG) hyödyntämistä.

### 6.1.7 Suorat tukitoimet

Nykyisten tukijärjestelmien säilyttäminen ja riittävien budjettivarojen varmistaminen

Biokaasulaitosten tukemista jatketaan nykyisellään osana työ- ja elinkeinoministeriön energiatukijärjestelmää sekä maa- ja metsätalousministeriön tukijärjestelmiä. Työ- ja elinkeinoministeriön energiatukien kautta toteutettava liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien tuki pidetään kokonaisuudessaan vähintään nykyisellä tasolla tai korotetaan. Jatketaan liikenne- ja työkonetyöhön tarkoitettua biokaasun sekä muiden jakeluvaihtoehtojen ulkopuolella olevien käyttövoimien tuotannon ja jakelun tukemista maaseutuyritysten ja maatalojen investointituella.

Toimenpide: Vähäpäästöisten autojen hankintatuki

Suomen autovero on porrastettu auton ominaispäästöjen mukaisesti (CO<sub>2</sub>/km). Nykyinen veromalli yhdessä EU:n autovalmistajia koskevien raja-arvojen kanssa on kääntänyt Suomessa myytyjen uusien henkilöautojen ominaispäästöt huomattavaan laskuun vuodesta 2008 alkaen. Veromalli ei kuitenkaan ole ollut riittävä kannustin bensiinille ja dieselille vaihtoehtoisten teknologioiden (esimerkiksi kaasuautojen) saamiseksi liikenteeseen. Kaasuautojen ja muiden

vaihtoehtoisten teknologioiden osuus uusista myydyistä autoista on edelleen vain noin yksi prosentti.

Liikenne- ja viestintäministeriössä oli syksyllä 2016 tarkasteltavana malli, jossa valtion väylien hoidon, kehittämisen ja ylläpidon tehtävät siirrettäisiin perustettavaan valtionyhtiöön, jonka rahoitus kertyisi pääasiassa asiakasmaksuista. Liikenneverkko-yhtiö LIVE:n toteutuminen olisi mahdollistanut myös autoveron keventämisen/korvaamisen muulla taloudellisella ohjauksella. Liikenneverkko-yhtiöön liittyvä selvitys kuitenkin keskeytettiin tammikuussa 2017, ja verotukseen liittyvät ratkaisut eivät siten sitä kautta etene keväällä 2017.

Energia- ja ilmastostrategian linjausten mukaan on mahdollista, että vähäpäästöisten autojen yleistymistä tulisi edistää uudella, määräaikaisella riskituella, jonka arvioitu vuotuinen määrä lähivuosina olisi 25 milj. euroa. Hankintatuki olisi määräaikainen ja sen kautta tuettaisiin esimerkiksi ensimmäiset 25 000 sähkö-, vety- ja kaasu- autohankintaa. Hankintatuen suuruus riippuu tuettavien autojen määrästä ja tuen suuruudesta/auto. Hankintatuki vaatii erillistä päätöstä valtion talousarviosta neuvoteltaessa.

Toimenpide: Tuki traktorien kaasukomponentin hankintaan

Maatilojen käytössä olevien traktorien hankinta ei Suomessa ole investointituen piirissä. Sen sijaan traktorin biokaasukäytön mahdollistavan lisälaitteiston hankinnan tukeminen maatalouden investointituella voisi olla mahdollista ja perusteltua.

Toimenpide: selvitetään mahdollisuutta liittää biokaasukomponentin hankintatuki yhdeksi maatalouden investointituen ympäristöinvestointien tukikohteeksi. Toimenpide toteutetaan, jos se on mahdollista mm. lainsäädännön, maaseutuohjelman rajausten, valtiontuen suuntaviivojen ja käytettävissä olevien tukivarojen puitteissa. Vuonna 2016 ympäristöinvestointien tuki oli 35 % hyväksyttävistä kokonaiskustannuksista.

Toimenpide: Kaasuautojen työsuhdeautoetu

Jakeluinfradirektiivin toimeenpanotyöryhmä ehdottaa, että selvitetäisiin mahdollisuudet uudistaa työsuhdeautoedun verotusta niin, että työsuhdeautoksi valittaisiin entistä useammin uutta teknologiaa ja /tai vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntäviä autoja (LVM 2016). Työsuhdeautot ovat luonteva kanava uuden ajoneuvotekniikan yleistymiseen, sillä työsuhdeauton käyttäjän ei tarvitse uuden auton hankintapäätöstä tehdessään pohtia auton jälleenmyyntiarvon säilymistä ja jälkimarkkinoita samalla tavoin kuin yksittäisen kotitalouden. Työsuhdeautot ovat tyyppillisesti keskimääräistä uutta autoa kalliimpia ja niiden varustetaso on keskimääräistä parempi. Työsuhdeautojen keskimääräinen käyttöikä on noin 3 vuotta, jonka jälkeen ne palautuvat kuluttajamarkkinoille käytettyinä autoina.

Työsuhdeautojen verotusarvon määrittely ohjaa selvästi työsuhdeautojen valintaa, joten työsuhdeautojen verotuksen muuttaminen on tehokas keino vaihtoehtoisten käyttövoimien käytön edistämiseksi Suomessa. Alankomaissa on otettu käyttöön verotusmalli, jossa ajoneuvon

hiilidioksidipäästöt vaikuttavat työsuhdeautojen verotusarvoon. Työsuhdeauton verotusarvo on 25 % auton yleisestä vähittäis-myyntihinnasta, mutta vähäpäästöisille autoille sovelletaan alempaa verotusarvoa.

#### Lähteet:

Suomen biokaasulaitosrekisteri N:O 19. Huttunen M.J., Kuittinen V. Publications of the University of Eastern Finland, Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences No 24. Joensuu 2016.

<http://www.biokaasuyhdistys.net/wp/wp-content/uploads/2016/04/Biokaasulaitosrekisteri2015.pdf>

Pöyry 2016. Hajautetun uusiutuvan energiatuotannon potentiaali, kannattavuus ja tulevaisuuden näkymät Suomessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja.

LVM 2016. Työryhmän ehdotus liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkon suunnitelmaksi. Liikenne- ja viestintäministeriön raportit ja selvitykset. 1/2016.

## 6.2 Puupohjainen energia

### 6.2.1 Metsäbiomassat sähkön, lämmön ja liikenteen biopolttoaineiden tuotannossa

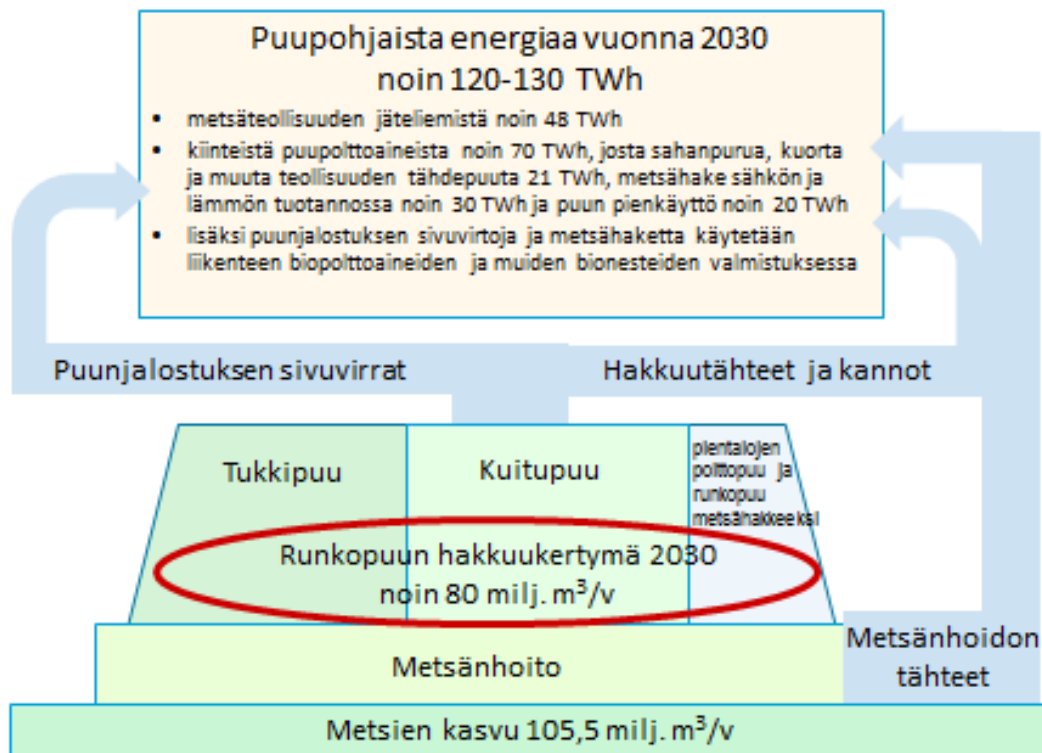
Suomessa suurin osa puupohjaisesta energiasta tuotetaan markkinaehtoisesti metsäteollisuuden ja muun puuta jalostavan teollisuuden yhteydessä. Puupolttoaineita saadaan mm. puunjalostuksen sivuvirroista, kuten mustalipeästä, kuoresta ja puruista tai hakkuiden ja metsänhoitotöiden yhteydessä korjattavista latvuksista, rangoista ja kannoista. Vuonna 2015 puuta jalostavan teollisuuden jäteliemillä tuotettiin Suomessa 39 TWh ja kiinteillä puupolttoaineilla 53 TWh energiaa. Kokonaisuutena puupolttoaineilla on tuotettu viime vuosina lähes neljännes Suomen energian kulutuksesta.

Strategian perusskenaarion (WEM) mukaan vuonna 2030 puuta jalostavan teollisuuden jäteliemistä tuotettaisiin energiaa 48 TWh ja kiinteistä puupolttoaineista 66 TWh. Arvio pohjautuu Pöyryn *Suomen Metsäteollisuus 2015–2035* -selvitykseen<sup>4</sup>, jossa arvioitiin Suomen massa- ja paperiteollisuuden sekä mekaanisen puutuoteteollisuuden tuotannon kehitystä vuoteen 2035 asti (ks. 3.4.1.) sekä *EU:n 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan linjausten toteutusvaihtoehdot ja niiden vaikutukset Suomen kilpailukykyyn* -hankkeessa tehtyihin arvioihin investoinneista biomassapohjaiseen sähkön- ja lämmöntuotantoon vuoteen 2030. Puupolttoaineiden kokonaismäärän jakautumista pääjakeisiin on havainnollistettu energiamäärinä kuvassa 16.

---

<sup>4</sup> Pöyry, Suomen metsäteollisuus 2015 – 2035, loppuraportti 19.1.2016

Selluteollisuuden jo päätettyjen ja oletettujen tulevien investointien ansiosta mustalipeän osuus pysyy erittäin suurena. Suhteellisesti suurin kasvu saadaan kuitenkin metsähakkeen käytön lisäyksestä. Tavoitteena on, että suurin osa metsäpohjaisesta energiasta tuotetaan edelleen markkinaehtoisesti muun puun käytön sivuvirroista.



Kuva 18. Energia- ja ilmastostrategian arvio puupohjaisen energian lähteistä vuonna 2030.

Metsähakkeella tuotettaisiin strategian perusskenaarion mukaan vuonna 2030 sähköä ja lämpöä 29 TWh, mikä vastaisi noin 14,5 milj. m<sup>3</sup> hakkeen käyttöä. Skenaarion arvio merkitsisi metsähakkeen käytön noin kaksinkertaistumista nykytilanteesta, sillä vuonna 2015 metsähaketta käytettiin lämpö- ja voimalaitoksissa 14,7 TWh. Puun pienkäyttö eli kotitalouksien ja maatilojen metsähakkeen, polttopuun ja pellettien käyttö on nykyisin noin 16 TWh ja strategian perus- ja politiikkaskenaariorien mukaan sen arvioidaan olevan vuonna 2030 noin tasolla 20–21 TWh.

Sähkön ja lämmön tuotannon lisäksi myös liikenteen biopolttoaineiden ja muiden bionesteiden valmistuksessa käytetään puunjalostuksen sivuvirtoja (mustalipeää, sahanpurua, mäntyöljyä). Nestemäisten biopolttoaineiden tarvetta Suomessa on arvioitu eri selvityksissä viime vuosina. Näissä yhteyksissä on arvioitu myös puu- ja jättepohjaista tuotantoa. Esimerkiksi vuonna 2015 laaditussa VTT-VATT selvityksessä (Nylund & al., 2015) arvioitiin kotimaisen biopolttoaineen

lisätuotantomahdollisuudeksi 850 000 toe/a, ja tuotannon arvioitiin perustuvan pääosin puubiomassaa ja mustalipeää hyödyntäviin laitoksiin. Strategian valmistelua varten Pöyry arvioi *Metsäbiomassan kustannustehokas käyttö*-selvityksessä biopolttoaineiden tuotannon vaikutusta metsä- ja energiateollisuuteen kahdella eri puupohjaisten biopolttoaineiden tuotantoskenaariolla.

Strategiassa arvioidaan, että liikenteen energiankulutusarvioiden perusteella tarvittava biopolttoaineiden kokonaismäärä olisi vuoteen 2030 mennessä suuruusluokaltaan 1 100 000 toe vuodessa (12,8 TWh). Jos tuotanto perustuisi kotimaiseen tuotantoon, tarvittaisiin lisätuotantokapasiteettia 600 000 toe vuodessa, mikä vastaa noin 7 TWh:a. Kotimaisen puupohjaisten raaka-ainejakeiden kysyntää edellä esitetyn biopolttoainetuotannon lisätuotantokapasiteetin osalta on jossain määrin hankala arvioida, koska kysyntä riippuu merkittävästi sekä valittavista valmistusteknologioista että investointien toteutumisesta. Biopolttoaineiden raaka-aineet voivat pohjautua esimerkiksi elintarviketeollisuuden, yhdyskuntien ja maatalouden jätteisiin, tähteisiin ja sivuvirtoihin tai puupohjaisiin raaka-aineisiin. Näistä osa voi olla myös tuontia. Puupohjaiset raaka-aineet voivat puolestaan olla puunjalostuksen sivuvirtoja (esim. puru, kuori, mäntyöljy) tai suoraan metsästä korjattavia raaka-ainejakeita. Strategiaa varten tehtyjen selvitysten ja laskelmien pohjalta puubiomassan kysynnän liikenteen biopolttoaineiden tuotannossa on arvioitu asettuvan välille 3–4 milj. m<sup>3</sup>.

Edellä kuvatun mukaisesti metsähakkeen kokonaiskäytön sähkön, lämmön ja erilaisten nestemäisten biopolttoaineiden tuotannossa voitaisiin arvioida nousevan vuonna 2030 kokonaisuutena noin tasolle 14–18 milj. m<sup>3</sup>/v. Strategiaa varten laadituissa taustalaskelmissa LUKE arvioi metsähakkeen kokonaiskäyttöä 2020–2030 kolmella eri tasolla 13,5, 15 ja 17 milj. m<sup>3</sup>/v. (ks. 6.2.3)

## 6.2.2 Ohjauskeinot

Metsäpohjaista biomassaa ohjataan nykyisin eri politiikkatoimilla korvaamaan fossiilisia tuontipolttoaineita lämmityksessä, yhdistetyssä sähkön ja lämmön tuotannossa sekä liikenteen biopolttoaineiden ja muiden bionesteiden valmistuksessa. Keskeinen keino metsäpohjaisen biomassan energiakäytön edistämiseksi on energiaverotus, jolla kannustetaan käyttämään ensisijaisesti metsähaketta ja metsäteollisuuden sivutuotteita yhdistetyssä sähkön ja lämmön tuotannossa sekä lämmön erillistuotannossa. Turpeen verotuksella pyritään varmistamaan, että turve ei ole kilpailukykyisempi kuin metsähake tai metsäteollisuuden sivutuotteet, mutta kuitenkin kilpailukykyisempi kuin kivihiili ja muut fossiiliset tuontipolttoaineet. Turpeen verotus on keskeinen ohjauskeino erityisesti lämmön erillistuotannossa.

Metsäteollisuuden uusien ja suunnitteilla olevien investointien myötä puupohjaisen, metsäteollisuuden jäteliemiin ja sivuvirtoihin pohjautuvan energian tuotanto Suomessa kasvaa erityisesti sellun tuotannon kasvun seurauksena. Kasvavat hakkuumäärät lisäävät samalla myös metsähakkeen saatavuutta energiantuotantoon. Perusskenaarion mukaan sekä metsäteollisuuden jäteliemien käyttö energiantuotannossa että metsähakkeen käyttö yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa ja erillislämmöntuotannossa kasvaa edelleen nykytasosta. Perusskenaarion

mukaiseen kehitykseen liittyen strategiassa todetaan, että tukijärjestelmien avulla ei edistetä puupolttoaineiden käyttöä, jos polttoaineiden käyttö on kannattavaa myös ilman tukea. Strategiassa ei siten esitetä uusia edistämiskeinoja, kuten esim. tukijärjestelmiä puupolttoaineille, joita käytetään sähkön ja lämmön tuotantoon.

Strategiassa todetaan, että nykytilanteessa metsähakkeen käyttö yhdistetyssä sähkön ja lämmön tuotannossa edellyttää tukijärjestelmää eli nykyistä metsähakkeen sähköntuotantotukea (ks. 3.4.11). Nykyisen järjestelmän katsotaan edistävän kustannustehokkaasti metsähakkeen käyttöä sekä vahvistavan metsähakkeen toimitusketjua. Tukijärjestelmä säilytetään nykyisenä komission voimassaolevan valtioneuvoston päätöksen mukaisen ajan. Tukijärjestelmän tarpeellisuutta ja kehittämistä arvioidaan vuonna 2018. Metsäenergiaa hyödyntävien pienimuotoisten yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon hankkeiden sisällyttämistä sähköntuotantotukijärjestelmään selvitetään erikseen ottaen huomioon puu- ja polttoainemarkkinat ja mahdollisuus hyödyntää purua ja kuorta sekä sen varmistaminen, että päästöt eivät lisäänty taakanjakosektorilla. Tukijärjestelmien ja kilpailevien polttoaineiden verotuksen toimivuutta arviotaessa ja tulevaisuuden politiikkatoimia kehitettäessä otetaan huomioon myös metsäbiomassan saatavuus ja sen jalostusarvo eri käyttökohteissa. Metsähakkeen saatavuuteen vaikuttaa keskeisesti puumarkkinatilanne eli metsien uudistus- ja harvennushakkuiden sekä metsänhoitotöiden määrät. Hallitusohjelman ja Kansallisen metsästrategian

2025 tavoitteena on edistää monipuolisesti puun liikkeelle saantia. Kestävän metsätalouden tukijärjestelmällä (Kemera) on pyritty aktivoimaan yksityisiä metsänomistajia metsänhoitotöihin, kuten taimikoiden ja nuorten metsien hoitoon. Kemera-tuen ensisijainen tarkoitus metsänhoito, mutta osaltaan edistää myös pienpuuhakkeen saatavuutta tukemalla nuorissa metsissä toteutettavien metsänhoitotöiden kannattavuutta. Tällä on ollut osaltaan vaikutusta erityisesti

pieniläpimittaisen energiapuun saatavuuteen. Nykyinen Kemera-tukijärjestelmä on voimassa vuoteen 2020 asti. Metsätalouden kannustejärjestelmän uudistamista arvioidaan valmistauduttaessa EU:n vuonna 2021 alkavaan ohjelmakauteen. Tässä työssä selvitetään tarve metsätalouden tuille, kuten nuorten metsien hoitotuelle, vuoden 2020 jälkeen myös uusiutuvan energian tavoitteiden näkökulmasta.

Puupolttoaineiden osalta on tärkeää varmistaa edelleen myös niihin perustuvan hajautetun sähkön ja lämmön tuotannon edellytykset. Strategiassa linjataan, että hajautettua pientuotantoa pyritään lisäämään pääosin markkinaehtoisesti ja nykyisin taloudellisin kannustein. Taloudellisiin kannustimiin, kuten investointitukiin, tehtävät muutokset toteutetaan maltillisesti riittävän pitkän aikavälin kuluessa ottaen huomioon hajautetun tuotannon kustannusten aleneminen. Strategian taustaksi laaditussa *Hajautetun uusiutuvan energiantuotannon potentiaali ja potentiaalinen toteutuminen markkinaehtoisesti* -selvityksessä Pöyry arvioi mm. metsähakkeen ja pellettien kilpailukykyä lämmön erillistuotannossa.

### 6.2.3 Metsien hiilinielujen kehitys hakkuukertymäskenaarioiden pohjalta tarkasteltuna

Osana strategian laatimista Luonnonvarakeskus arvioi metsien vuotuisia hakkuukertymiä kolmella eri skenaariolla. Näiden pohjalta arvioitiin miten puusto ja metsien kasvihuonekaasutaseet kehittyisivät vuosina 2015–2045. Skenaarioissa vuotuiset runkopuun hakkuukertymät asettuivat tasoille noin 73 milj. m<sup>3</sup>, 79 milj. m<sup>3</sup> ja 89 milj. m<sup>3</sup>. Viimeisen kymmenen vuoden jaksolla vastaava hakkuukertymä on ollut keskimäärin 60,6 milj. m<sup>3</sup> ja vuonna 2015 68 milj. m<sup>3</sup> eli kaikissa lasketuissa skenaarioissa hakkuut nousisivat nykyisestä.

Luvussa 6.2.1. kuvatus mukaisesti metsähakkeen kokonaiskäytön sähkön, lämmön ja erilaisten nestemäisten biopolttoaineiden tuotannossa arvioitiin nousevan vuonna 2030 kokonaisuutena noin tasolle 14–18 milj. m<sup>3</sup>. Arvioon liittyy kuitenkin merkittäviä epävarmuuksia, sillä on vaikea arvioida missä määrin esimerkiksi liikenteen biopolttoaineita tuottavien laitosten investointeja toteutuu Suomessa ja kuinka suuri osa biopolttoainetuotannosta pohjautuisi nimenomaan puupohjaisiin biomassoihin. Lisäksi puupohjaisten biomassojen tullessa kyseeseen tuotanto voi pohjautua joko puunjalostuksen sivuvirtoihin tai suoraan metsästä korjattaviin jakeisiin. Metsähakkeen kokonaiskäyttöä 2020–2030 arvioitiin tasoilla 13,5, 15 ja 17 milj. m<sup>3</sup>/v. Laskelmissa kotitalouksien polttopuun käytön oletettiin pysyvän nykytasolla 5,5 milj. m<sup>3</sup>/v.

Luonnonvarakeskuksen laatiman perusskenaarion (MMM Perus) lähtökohtana on metsäteollisuuden nykyisen (2013–2014) puunkäytön jatkuminen lisättyä jo tehtyjen investointipäätösten mukaisella puunkäytön arviolla. Tässä skenaariossa arvioitiin, että vuodesta 2018 alkaen havukuitupuun lisätarve olisi 5 milj. m<sup>3</sup>/v. Tällöin runkopuun eli tukki- ja kuitupuun, metsähakkeena käytetyn runkopuun ja kotitalouksien polttopuun vuotuinen kokonaiskertymä nousisi 2035 mennessä tasolle 73 milj. m<sup>3</sup>. Toisessa skenaariossa (MMM Poliitikka) runkopuun kokonaiskertymän arvioitiin nousevan vuoteen 2035 mennessä tasolle 79 milj. m<sup>3</sup>/v, mikä puolestaan vastaa energia- ja ilmastostrategian perusskenaariota (WEM). Kolmantena skenaariona Luonnonvarakeskus laski puuntuotannollisesti suurimman kestäväen hakkuupotentiaalin skenaarion. Siinä tarkasteltiin vaihtoehtoa, jossa metsistä hakattaisiin puuntuotannollisesti kestävästi suurin mahdollinen määrä puuta. Tässä skenaariossa saatiin tulokseksi, että runkopuun kokonaiskertymä nousisi 88,6 milj. kuutiometriin 2035 mennessä. Seuraavalle kolmenkymmenen vuoden ajalle (2015–2044) suurin puuntuotannollisesti kestävä hakkuukertymä on keskimäärin 87 milj. m<sup>3</sup> vuodessa.

Jos runkopuun hakkuut nousisivat tasolle 79 milj. m<sup>3</sup>/v (MMM Poliitikka), ne nousisivat lähes samalle tasolle kuin Kansallisessa metsästrategiassa vuodelle 2025 asetettu 80 milj. m<sup>3</sup>/v tavoitetaso sekä hallitusohjelmassa asetettu tavoite lisätä vuotuista puun käyttöä 15 milj. kuutiometrillä nykytasoon verrattuna. Koko Suomen tasolla runkopuun hakkuukertymä olisi tällöin 86 % vastaavalle jaksolle lasketusta puuntuotannollisesti suurimmasta kestävästä hakkuukertymäarviosta. Puunkäytön taso vaihtelee kuitenkin alueittain ja puutavaralajeittain ja etenkin havukuitupuun osalta itäisessä ja keskisessä Suomessa kilpailu kiristyisi ja hankinta-alueet kasvavat ennakoitujen investointien toteutuessa.

Puuston hakkuukertymää koskevien tavoitteiden kannalta vaikuttavia tekijöitä ovat aktiivinen metsien hoito ja käyttö sekä puumarkkinoiden toimivuus ja ennakoitavuus. Puumarkkinoiden toimivuuden turvaamisessa korostuu politiikasta johtuvien markkinahäiriöiden ennaltaehkäisy. Metsien kestävään hoitoon ja käyttöön vaikutetaan toteuttamalla Kansallisen metsästrategian mukaiset toimenpiteet.

### Metsien hiilinielujen kehitys hakkuukertymäskenaarioiden pohjalta arvioituna

Hakkuukertymäskenaarioiden pohjalta arvioitiin runkopuun kokonaiskertymän eri tasojen vaikutuksia metsien hiilinieluun. Metsien hiilinielulla tarkoitetaan ilmakehästä metsien kasvuun ja maaperään sitoutuvan ja hakkuiden yhteydessä vapautuvan hiilidioksidin määrää. Merkittävimmät hiilinielun taseeseen vaikuttavat tekijät ovat puuston hakkuut sekä metsien vuotuinen kasvu.

Metsien hiilinielun on vuosina 1990–2013 vaihdellut noin 20–50 miljoonan tonnin välillä hiilidioksidiekvivalentteina (milj. t CO<sub>2</sub> ekv.). Vuositasolla Suomen metsien nettohielu on vastannut 30–60 % Suomen kokonaispäästöstä. Vuonna 2013 kasvihuonekaasuinventaarion mukainen Suomen metsien hiilinielu oli 26 milj. tn ekv. CO<sub>2</sub>.<sup>5</sup> Inventaarion raportoima metsämaan nielu vuodelle 2013 on suurempi kuin skenaarioiden lähtötasot johtuen malleille annetusta tavoitteiden asettelusta, esimerkiksi perusskenaarion vuosittainen hakkuukertymätavoite on suurempi kuin vuonna 2013 toteutunut hakkuukertymä.

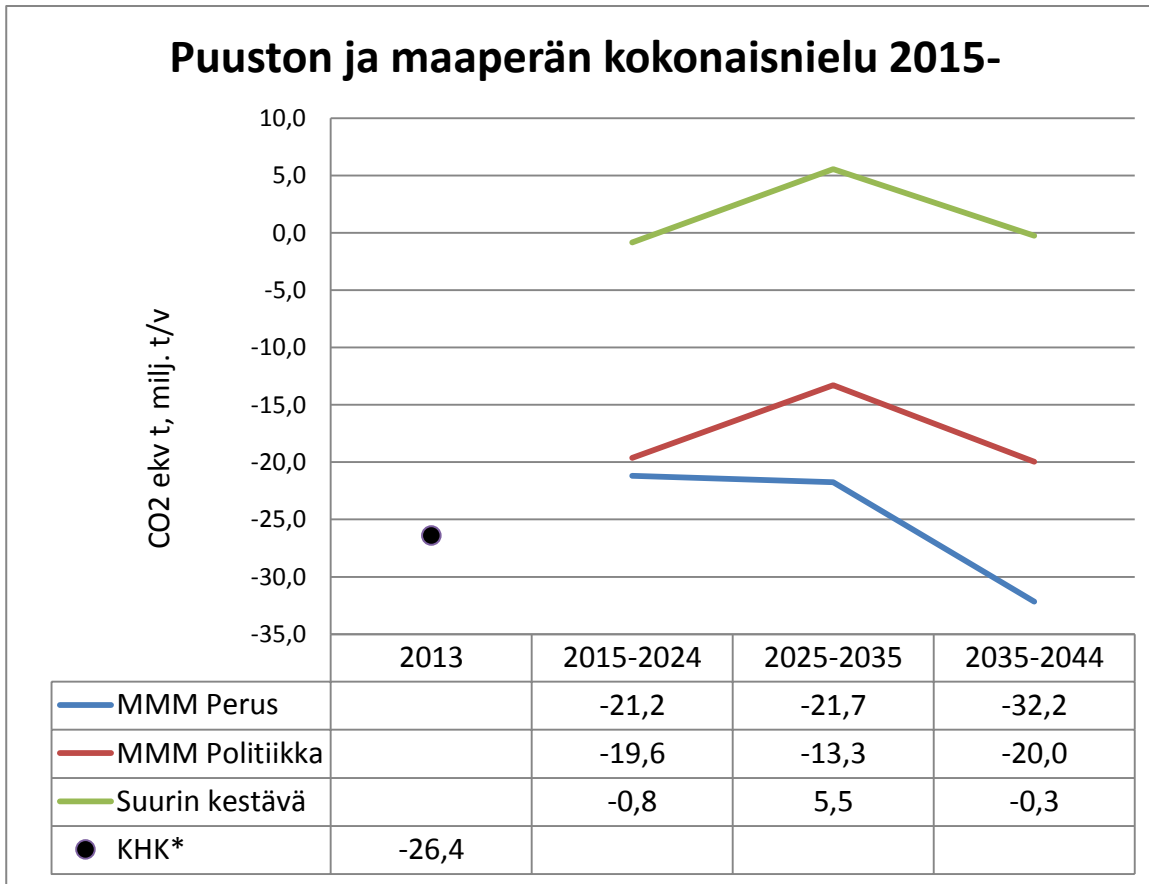
Jos vuotuiset hakkuukertymät olisivat tasolla 73 milj. m<sup>3</sup>/v (MMM Perus), pysyisi metsien nielu tasolla 20–22 milj. tn ekv. CO<sub>2</sub> vuodesta 2015 vuoteen 2034. Tämän jälkeen nielun kasvun arvioidaan olevan voimakasta seuraavalla kymmenvuotiskaudelle. Jos hakkuut nousisivat tasolle 79,3 milj. m<sup>3</sup>/v (MMM Poliitiikka), pienenesi nielu tasolle 13–15 milj. tn ekv. CO<sub>2</sub> vuoteen 2030 mennessä. Lähtötaso saavutettaisiin uudelleen kaudella 2035–2044. Näistä skenaarioista eroaa selkeästi puuntuotannollisesti suurimman kestäväen hakkuupotentiaalin skenaario, sillä kauden 2015–2024 puolivälissä metsät olisivat enää hyvin pieni nielu. Nielu muuttuu päästökseksi jaksolla 2025–2034 palaten taas pieneksi nieluksi kauden 2035–2044 lopulla.

Arvioissa ei ole huomioitu ilmastonmuutoksen mahdollisia vaikutuksia metsien kasvuun tarkastelujaksolla johtuen arvioihin sisältyvistä merkittävistä epävarmuuksista.

---

<sup>5</sup> Laskentahetkellä käytettiin tuoreimpia saatavilla olevia vuoden 2013 tietoja. Suomen viimeisimmän Suomen kasvihuonekaasuraportin 1990–2014 mukaan metsämaan nielu vuonna 2014 oli 27.7 milj. tn ekv. CO<sub>2</sub>. [https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/fi\\_un\\_nir\\_2014\\_20160415.pdf](https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/fi_un_nir_2014_20160415.pdf)





Kuva 19. Metsien puuston ja maaperän kokonaisnielun kehitysennuste vuoteen 2044 runkopuun hakkuukertymien eri tasoilla. \* Kasviuonekaasuinventaarion mukainen raportoitu nielun taso vuonna 2013.

Puuston kehityksen ohella metsämaan pinta-alan muutokset, erityisesti metsäpinta-alan väheneminen tai lisääntyminen, vaikuttavat nielujen ja päästöjen kehitykseen. Luonnonvarakeskuksen raportissa *Menetelmä maankäytön kehityksen ennustamiseen. Pinta-alojen kehitys ja kasviuonekaasupäästöt vuoteen 2040* ennakoidaan metsämaan pinta-alan vähenevän noin 5 000 hehtaarin vuosivauhdilla vuoteen 2040. Arvioiden mukaan metsiä pitäisi raivata rakentamista ja uutta infrastruktuuria varten noin 6 000 ha vuodessa ja uutta maatalousmaata varten noin 3 000 hehtaaria vuosittain. Vastaavasti metsitys- ja metsittymisalan arvioitiin olevan vuodessa noin 5 000 ha, josta pääosa olisi metsittyviä hylättyjä maatalousmaita. Vuoden 2020 jälkeen turvetuotantoalueita voitaisiin metsittää lähes 2 000 ha vuodessa. Ennusteissa ei ole arvioitu mahdollisten politiikkatoimien vaikutuksia. Maankäytön muutoksia käsitellään perusteellisemmin luvussa 6.16.

#### 6.2.4 Metsien monimuotoisuuden kehitys hakkuukertymäskenaarioiden pohjalta tarkasteltuna

Luvussa 6.2.3. kuvattujen, Luonnonvarakeskuksen laatimien kolmen hakkuukertymäskenaarion pohjalta arvioitiin myös hakkuukertymien vaikutusta metsien monimuotoisuuteen. Monimuotoisuusvaikutuksia tarkasteltiin metsien keskeisten rakennepiirteiden muutosten osalta.

Näitä olivat puuston rakenne, metsien ikärakenne ja kuolleen puun määrä. Luonnonvarakeskuksessa ja Suomen ympäristökeskuksessa laaditun skenaariotarkastelun keskeinen johtopäätös on, että runkopuun hakkuut voivat nousta tasolle 79 milj. m<sup>3</sup>/v (MMMPolitiikka) ja samalla voidaan turvata metsäluonnon monimuotoisuus. Tämä edellyttää, että olemassa olevia monimuotoisuuden edistämiskeinoja tehostetaan. Näitä keinoja ovat kuolleen puuston säästäminen hakkuissa nykyistä paremmin, vanhojen metsien ja arvokkaiden luontokohteiden suojelun edistäminen, puun korjuun välttäminen arvokkailta luontokohteilta, järeiden elävien säästöpuiden lisääminen uudistushakkuissa ja luonnonhoidollinen kulutus. Hakkuiden lisääminen puuntuotannollisesti suurimman kestävä hakuumahdollisuuden tasolle aiheuttaisi negatiivisia monimuotoisuusvaikutuksia. Tulokset on julkaistu Biotalouskenaarioiden mukaisten hakkuiden vaikutukset metsien monimuotoisuudelle tärkeisiin rakennepiirteisiin -raportissa.

Metsiin ja niiden rakennepiirteiden kehitykseen vaikuttaa ulkoisista tekijöistä keskeisimmin hakkuut - niiden voimakkuus ja erityisesti harvennus- tai uudistushakkuiden suhde. Runkopuun vuosittainen hakkuukertymä kasvoi skenaariotarkastelun mukaan vuosien 2013–2014 keskimääräisestä tasosta (65 milj. m<sup>3</sup>) vuoteen 2035 mennessä perusskenaariossa 12 %, politiikkaskenaariossa 22 % ja suurin kestävä -skenaariossa 36 %. Perusskenaariossa hakkuukertymän lisäys kohdistui erityisesti pienpuuhun, kun taas suurin kestävä -skenaariossa laskelma uudisti metsiä voimaperäisesti pyrkien kohti tehokasta tuotantorakennetta. Puuston tilavuus kasvoi puuntuotannon metsämaalla hakkuista ja mallien mahdollisesta kasvun aliarvioinnista huolimatta perus- ja politiikkaskenaarioissa, mutta suurin kestävä -skenaariossa puuston tilavuus laski.

Suurin kestävä -hakkuukertymäskenaarioissa vanhojen, järeiden puiden tilavuus ensin laski uudistamisen johdosta, mutta lähti sitten nousuun, kun taas perusskenaariossa järeiden puiden tilavuus kasvoi systemaattisesti. Poliitiikkaskenaariossa vanhojen, järeiden puiden tilavuus laski aluksi, kuten suurin kestävä -skenaariossa, mutta ei yhtä voimakkaasti. Erot skenaarioiden välillä olivat suurimmat Etelä-Suomen havupuiden osalta. Järeiden iäkkäiden puiden määrän notkahdus suurin kestävä -skenaarion alkuvuosina voisi aiheuttaa kriittisen resurssipulan niille uhanalaisille lajeille, joiden kannat ovat valmiiksi laskusuunnassa ja jotka ovat riippuvaisia järeästä iäkkästä puustosta. Muutoin vanhojen, järeiden puiden määrän lisääntyminen olisi toteutuessaan metsälajiston kannalta positiivinen muutos. Huomattava osa vanhojen puiden tilavuuden kasvusta selittyy säästöpuilla, jotka saivat vanhentua ja järeytyä ilman toimenpiteitä.

Metsien ikärakenne vanheni perusskenaariossa etenkin Pohjois-Suomessa. Siellä yli 120-vuotiaita metsiä oli perusskenaariossa vuonna 2055 jopa 17 % metsistä, kun VMI 11:n mukainen lähtötilanne on 9,3 %. Myös politiikkaskenaariossa Pohjois-Suomen metsät ikääntyivät investointien kohdentuessa pääosin Etelä-Suomeen. Etelä-Suomen metsien ikärakenteessa ei perus- ja politiikkaskenaarioissa tapahtunut huomattavia muutoksia. Pohjois-Suomen vanhojen metsien määrän kasvulla voi olla positiivisia vaikutuksia vanhoista metsistä riippuvaisten lajien populaatioihin. Suurin kestävä -skenaariossa sen sijaan metsien ikärakenne nuortui sekä Etelä-

että Pohjois-Suomessa uudistushakkuiden seurauksena. Muutos näkyi erityisen voimakkaasti Etelä-Suomessa, jossa 21–40 -vuotiaiden metsien osuus kasvoi 9 % ja vanhojen metsien osuus vastaavasti pieneni. Tämän suuntaisen kehityksen voimistaisi vanhoista metsistä riippuvaisen lajiston taantumista.

Etelä-Suomessa puuntuotannon metsämaalla kuolleen puun tilavuus lisääntyi perus- ja politiikkaskenaarioissa nykyisestä 3,5 kuutiometrillä hehtaarilla noin 4,5 kuutiometriin hehtaarilla. Pohjois-Suomessa kuolleen puun tilavuus pysyi suunnilleen samana, vähän yli viidessä kuutiometrissä hehtaarilla. Suurin kestävä -skenaariossa kuolleen puun määrä kasvoi vähemmän Etelä-Suomessa ja laski Pohjois-Suomessa. Kuolleen puun hakkuuhävikki vaikutti skenaariosta riippuen varsin voimakkaasti kuolleen puun määrän tilavuuden kehitykseen. Kuolleen puun määrän kasvu Etelä-Suomessa oli sitä pienempi, mitä suurempi oli hakkuun aiheuttama hävikki ja mitä intensiivisemmin metsiä hakattiin. Ero perusskenaarion ja suurin kestävä -skenaarion välillä oli herkkyyksianalyysissä sitä suurempi, mitä suuremmaksi kuolleen puun hävikki hakkuissa oletettiin. Minimoimalla kuolleen puun hakkuuhävikki voitaisiin lisätä kuolleen puun määrää saman verran kuin luonnonpoistuma sitä lisää Etelä-Suomen nykyisen suojelualueverkoston sisällä (1 m<sup>3</sup>/ha). Kuolleen puun määrän lisääntyminen Etelä-Suomen puuntuotannon metsämaalla olisi toteutuessaan positiivinen muutos, vaikka määrä jäi edelleen liian alhaiseksi vaateliaan, uhanalaistuneen lahopuulajiston kannalta. Sen sijaan etenkin suurin kestävä -skenaariossa järeän, kuolleen puun määrä saattaa vähentyä voimakkaasti ja sen esiintymisen aikaikkuna kaventua suuren uudistushakkuuhävikin vuoksi, mikä vaikuttaisi negatiivisesti uhanalaistuneeseen lahopuulajistoon.

Skenaariotarkastelussa tarkasteltujen monimuotoisuuden turvaamiskeinojen tehostamiseen voidaan vaikuttaa metsänhoidon suositusten paremman jalkauttamisen sekä METSO-toimintaohjelman toteuttamisen kautta. Parhailtaan käynnissä olevassa, Kansallista metsästrategiaa toteuttavassa Talousmetsien luonnonhoidon tehokkaat ratkaisut eli Monimetsä-hankkeessa on selvitetty metsänhoidon suosituksissa kuvattujen talousmetsien luonnonhoidon keinojen jalkautumisen pullonkauloja. Tarkoituksena on kehittää luonnonhoitoa osana jokapäiväistä metsässä tehtävää työtä. Hankkeessa toteutetaan vuonna 2017 luonnonhoidon käytäntöjen parantamiseen liittyvien toimintamallien kehittämiskokeiluja, jotka viedään vuonna 2018 käytäntöön. Monimetsä-hankkeessa kehitettävät toimintamallit voivat vaikuttaa elävien säästöpuiden ja kuolleen puun säästämiseen liittyviin tehostamistarpeisiin. Myös metsäalan toimijoilla on omia talousmetsien luonnonhoidon kehittämiseen ja tason parantamiseen tähtääviä hankkeita. METSO-ohjelman riittävällä resursoinnilla voidaan puolestaan vastata arvokkaiden elinympäristöjen säästämistä, luonnonhoidollista kulutusta sekä METSO-toimintaohjelman toteuttamista koskeviin tehostamishdotuksiin. Uusia keinoja monimuotoisuuden turvaamiseksi pyritään löytämään myös maatalous- ja ympäristöministeri Tiilikaisen vetämän pyöreän pöydän metsäkeskustelun kautta.

### 6.2.5 Metsähakkeen korjuupotentiaalit

Luvuissa 6.2.3 ja 6.2.4 kuvattujen runkopuun hakkuukertymien ja metsähakkeen käyttömääriin perustuvien hiilinielu- ja monimuotoisuusvaikutusten lisäksi Luonnonvarakeskuksessa arvioitiin myös metsähakkeen teknistaloudellista kokonaispotentiaalia. Metsähakkeen potentiaalit riippuvat päätehakuiden ja metsänhoitotöiden määrästä. Esimerkiksi latvusmassan ja kantojen saatavuus kytkeytyy merkittävästi päätehakuiden määrään.

Millä energiapolitiikan ja eri sektorien toimilla saavutamme EU:n 2030 energia- ja ilmastopaketin tavoitteet- hankkeessa tehtiin tarkastelu metsähakkeen alueellisesta kilpailutilanteesta. Metsähakkeen käyttö jaettiin VTT:n arvion perusteella yksittäisille tuotantolaitoksille, joille määritettiin metsähakkeen hankinta-alueet ja raaka-ainejakaumat. Metsähakkeen teknisen hankintapotentiaalin ja laitospotentialin käytön erotuksena saatiin paikkatietoanalyysinä ns. metsähaketase. Latvusmassan tekninen hankintapotentiaali oli 10,8 milj. m<sup>3</sup>/v ja kantojen 11,0 milj. m<sup>3</sup>/v, kun ainespuun hakkuukertymä oli 78 milj. m<sup>3</sup>/v. Pienpuun potentiaali oli 3,8 milj. m<sup>3</sup>/v, kun läpimitaltaan korkeintaan 10-senttiset puut luettiin mukaan. Latvusmassan tase jäi valtakunnan tasolla 5,6 milj. m<sup>3</sup>/v positiiviseksi, ja alueellisesti ainoastaan Uudellamaalla kysyntä ylitti potentiaalin. Kantojen potentiaali oli 9,5 milj. m<sup>3</sup>/v ennakoitua käyttöä suurempi ja tase positiivinen myös alueittain. Mikäli yli 10-senttiset puut rajataan energiakäytön ulkopuolelle, on tase valtakunnan tasolla 2,7 milj. m<sup>3</sup>/v negatiivinen. Suurin vaje oli lounaisessa ja keskisessä Suomessa, ja vain Pohjois-Karjalassa, Kainuussa ja Lapissa oli ennakoitua käytön yli jäävää potentiaalia. Suurin kilpailu tulee siis kohdistumaan pienpuuhun. Energiakäytön lisäksi kuitupuun mitta- ja laatuvaatimukset täyttävästä raaka-aineesta kilpailee metsäteollisuus. Laskelmassa kaikki metsähake oletettiin hankittavaksi kotimaasta. Koska biopolttoaineiden tuotantoon metsähakkeella sisältyy huomattavia epävarmuuksia, teki Luonnonvarakeskus vaihtoehtoisia taselaskelmia erilaisilla tuotantolaitosten sijainneilla ja puunkäytöillä.

Merkille pantavaa on, että jos metsähakkeen kokonaiskäyttömäärät kasvaisivat sähkön, lämmön ja erilaisten nestemäisten biopolttoaineiden tuotannossa merkittävästi, kasvaisi nimenomaan kuitupuun mitta- ja laatuvaatimukset täyttävän puun osuus ja tällöin olisi mahdollista, että puuntuotannollisesti kestäviin hakkuumääriin nähden kuitupuukokoisen puu lähentyisi Suomessa täyskäyttöä.

## 6.3 Maatalousbiomassat

Maatalousperäisestä raaka-aineesta tuotetun uusiutuvan energian osuus on edelleen hyvin pieni uusiutuvan energian kokonaistuotannostamme. Maatalouden päätehtävä onkin ruuan tuottaminen, mutta sen ohessa syntyy sivuvirtoja myös muuhun käyttöön kuten energian tuottamiseen.

Maatalouden viljeltyjen raaka-aineiden energiakäyttö on viime vuosina jatkuvasti vähentynyt. Tärkein energiaksi viljeltävä kasvi on ollut ruokohelpi, mutta sen viljelyala on vähentynyt

voimakkaasti viljelyn kannattamattomuuden ja sen polttoon liittyvien haasteiden vuoksi. Vuonna 2016 energiakäyttöön viljellyn ruokohelven ala oli noin 1080 hehtaaria.

Lyhytkiertoisten energiapuiden sekä vilja- ja öljykasvien viljely energiakäyttöön on Suomessa tällä hetkellä marginaalista.

Maatalousbiomassojen energiakäytössä kasvussa ovat erilaiset jäte- ja sivuvirrat kuten lanta ja jossain määrin olki. Teurastamojen rasvajätteitä, elintarviketeollisuuden jätteitä ja tulevaisuudessa mahdollisesti myös olkea käytetään liikenteen biopolttoaineiden tuotannossa. Nurmikasvien ja lannan yhteiskäytöstä biokaasun raaka-aineena on tehty useita tutkimuksia ja käyttökokeiluja, mutta toistaiseksi laitosten heikko kannattavuus on estänyt viljelyn nurmen tai säilörehun laajamittaisen käytön biokaasutuksessa. Lisäksi kannattavuus voi olla rajoitettua pitkien etäisyyksien takia.

Maatalouden biomassalle on myös monia vaihtoehtoisia käyttötapoja. Esimerkiksi oljen ja ruokohelven kysyntää voi lisätä eläinten hyvinvointia parantava kuivikkeiden käyttö, jota edellytetään Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman 2014–2020 eläinten hyvinvointituessa. EU:n yhteisen maatalouspolitiikan tavoitteena on myös maan orgaanisen aineksen lisääminen. Oljen energiakäytössä tuleekin kiinnittää huomiota myös siihen, millaisia vaikutuksia oljen poistamisesta pelloilta on maan hiilivarantoon ja kasvukuntoon.

Hyödynnettäessä maatalousbiomassaa ja jätteitä energiantuotannossa tulee pyrkiä kehittämään resurssitehokkaita, kannattavia ja ympäristöhyötyjä tuottavia arvoketjuja. Tämä koskee myös hajautettuja energiaratkaisuja.

Maatilojen omasta kokonaisenergiankäytöstä yli 40 % on puu- tai peltoenergialla itse tuotettua lämpöenergiaa. Polttoaineena käytetään eniten haketta. Jonkin verran käytetään myös pellettejä, olkea ja pilaantuneita viljaeriä ym. jätteitä.

### **6.3.1 Nykyiset tukijärjestelmät**

Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman 2014–2020 (maaseutuohjelma) toteuttaminen alkoi keväällä 2015. Ohjelma tarjoaa rahoitusta muun muassa erilaisiin maatilojen sekä pk-maaseutuyritysten investointeihin sekä laajempiin maaseudun innovaatio- ja kehittämishankkeisiin.

Maaseutuohjelman investointitukirahoitus jakaantuu varsinaiseen maataloustuotantoon liittyvien maatilainvestointien tukeen sekä maaseudun muun yritystoiminnan ja hanketoiminnan tukemiseen. Energiantuotannon osalta tuen tarkoituksena on edistää uusiutuvan energian tuottamista maatilojen omaan kulutukseen sekä lisätä uusiutuvaan energiaan liittyvää yritystoimintaa maaseudulla. Maatilojen lämpökeskus- ja biokaasulaitosinvestointeihin myönnettävä maatalouden rakennetuki kohdistuu maatilan omaan käyttöön tarkoitettuun lämmön, sähkön ja työkonepolttoaineen tuotantoon. Tukea myönnetään vain uusiutuvaa energiaa hyödyntäviin investointeihin.

Maaseudun yritykset voivat hakea maaseutuohjelmaan sisältyvää maaseudun yritystukea maa- ja metsätalouden ulkopuoliseen yritystoimintaan suunnattuihin investointeihin. Yritykset voivat toimia maatilán yhteydessä, mutta kytkentää maatalouteen tai maatalaan ei vaadita.

Maatilasektorin ja maatilakytkeäisten yritysten energiatehokkuutta on vuodesta 2010 lähtien edistetty sektorikohtaisilla energiatehokkuussopimuksilla. Vuosina 2010 toimintaa rahoitettiin kansallisesti, mutta vuodesta 2015 alkaen tilakohtaisten energiasuunnitelmien ja -katselmusten tuki on maaseutuohjelman toimenpide. Suunnitelmia ja katselmuksia tekevät maatilán energia-asioihin perehtyneet asiantuntijat, ja niiden yhteydessä tarkastellaan energiankäytön tehostamisen lisäksi myös tilán mahdollisuuksia lisätä uusiutuvan energian tuotantoa ja käyttöä. Tätä tilakohtaista energianeuvontaa on mahdollista saada ohjelman Neuvo 2020- toimenpiteen kautta. Maatalouden kannattavuuden ja kilpailukyvyyn parantaminen ja ilmastopäästöjen vähentäminen on mahdollista energiatehokkuutta lisäämällä.

Maaseutuohjelmassa on ensisijaisesti luonnon monimuotoisuuden edistämistä ja vesiensuojelua varten laadittuja toimenpiteitä, jotka johtavat rehuksi soveltumattomien nurmibiomassojen määrän lisääntymiseen. Näiden hyödyntäminen esimerkiksi biokaasutuotantoon edistäisi samanaikaisesti, ei vain ilmastotavoitteita, vaan myös vahvistaisi luonto- ja vesitavoitteiden toteuttamista.

### 6.3.2 Tulevaisuuden näkymiä

Pitkän aikavälin tavoitteena on, että maatilat ja maaseutu saavuttaisivat energiaomavaraisuuden, ja ne tuottaisivat yhä enemmän energiaa myös myyntiin. Tavoitteena on, että maatilojen ja muun hajautetun tuotannon merkitys osana valtakunnallista energiaverkkoa kasvaa.

On arvioitu, että sivuvirtojen ja jätteiden energiakäyttö lisääntyy ja biokaasutus isoina yksikköinä yleistyy. Tulevaisuudessa suurten tilojen ja tilakeskittymien lannasta merkittävä osa olisi mahdollista käsitellä biokaasulaitoksissa, jos toiminnan kannattavuutta pystytään parantamaan esimerkiksi porttimaksuilla ja teknologian kehittymisen myötä.

Energiantuotanto maatiloilla, kylissä ja muissa maaseututaajamissa ja haja-asutusalueilla tulisi suunnitella osaksi arvoketjuja, joissa esimerkiksi lanta ja osa nurmikasvimassoista käsitellään biokaasulaitoksissa ja lopputuotteet jalostetaan lannoitevalmisteiksi. Nämä voidaan käyttää joko samalla tilalla tai myydä tilán ulkopuolelle. Fosforin saannin niukkuus ja energian hinnan nousu korottavat tulevaisuudessa ravinteiden hintoja ja tämä lisää vaihtoehtoisten lannoitteiden kysyntää. Maatalousbiomassojen, jätteiden ja sivuvirtojen energiakäytöllä on mahdollisuus tehostaa myös ravinteiden kiertoa, ehkäistä ravinnehuuhtoutumista ja vähentää koko ruokaketjun hävikkiä. Lisäksi nurmien biomassakäyttö voi lisätä nurmialaa kasvinviljelytilojen viljelykierrossa ja siten parantaa hiilen sitomista sekä maatalousluonnon monimuotoisuutta kasvinviljelytiloilla.

### 6.3.3 Tulevaisuuden haasteita ja politiikkavaihtoehtoja

Biopohjaisen energian tuotantoa tulisi tarkastella nykyistä laajemmasta näkökulmasta. Huomioon olisi otettava esimerkiksi biokaasun pientuotannon myönteiset ympäristö- ja ilmastovaikutukset sekä hajautetun energiantuotannon edistäminen. Myös aurinkoenergian tuotannossa maatiloilla on merkittävää potentiaalia. Pientuotannon edistäminen palvelee maatiloja, joilla on halua lisätä uusiutuvan energian käyttöä ja pienentää energiankulutustaan sekä tilan ulkopuolelta tulevan energian käyttöä. Myönteisellä ohjauksella maatilat voisivatkin merkittävästi lisätä energiaomavaraisuuttaan.

Hajautetun energiantuotannon edistämiseksi tulee kehittää biokaasun ja muiden biopolttoaineiden jakelua myös harvaan asutuilla alueilla. Yhtenä ratkaisuna tähän ovat maatilojen ja maaseutuyritysten yhteyteen perustettavat kevyt- tai pienasemat liikennebiokaasun jakeluun. Tulevaisuudessa kotieläintilojen määrä vähenee, koko kasvaa ja sijainti keskittyy, jolloin lantamäärätkin keskittyvät tietyille alueille. Lannan separoinnin ja jakeistamisen odotetaan yleistyvän, mikä mahdollistaa sen käytön huomattavan monipuolisesti muuhun kuin energiakäyttöön. Tällöin suoraan energiakäyttöön tulevan lannan määrä vähenee. Loppujae olisi suunnattavissa energiaan, mutta sen hyötysuhde voi olla jo siinä vaiheessa melko heikko.

Biopohjaisia raaka-aineita käyttävien laitosten lupaprosessit tulisi saada mahdollisimman sujuviksi. Tavoitteena tulisi olla, että lupaprosessit ja hallintojärjestelmät edistävät kestävästi uusiutuvan ja hajautetun energian tuotantoa. Uusiutuvan ja hajautetun energian edistämässä on varmistettava, että eri politiikat eivät ole ristiriidassa keskenään, vaan luovat kannustavan toimintaympäristön olemassa oleville ja tuleville toimijoille ja heidän innovaatioilleen.

Jatkossa olisi hyvä ottaa nykyistä enemmän mukaan näkökulma, jossa tarkastellaan eri ilmastotoimenpidevaihtoehtojen kokonaisvaikuttavuutta erilaisten ympäristötavoitteiden kannalta. Ilmastovaikutusten lisäksi huomioon tulisi ottaa muun muassa vaikutukset biodiversiteettiin ja vesiensuojeluun. Niidenkin edistämiseen Suomi on sitoutunut kansainvälisillä sopimuksilla.

## 6.4 Aurinkovoima

Hajautetun sähköntuotannon osuus koko tuotannosta on hyvin vähäinen mutta määrä kasvaa jatkuvasti. Tällä hetkellä suurin osa alle 1 MW:n sähköntuotannosta on vesivoimaa ja tuulivoimaa, mutta alle 100 kW:n kokoluokassa aurinkosähkö on yleisin tuotantomuoto. Tilastokeskuksen Energia 2015-tilaston mukaan aurinkopaneelien kokonaiskapasiteetti oli 11 MWp vuonna 2014. Tällä hetkellä sähköverkkoon liitetyn aurinkotehon määrä lienee jo noin 20 MWp. Aurinkosähköjärjestelmiin investoivat erityisesti kotitaloudet, ja yritykset, joiden sähkökulutushuippu ajoittuu samaan ajankohtaan kuin aurinkosähkön tuotantohuippu. Tällaisia ovat esimerkiksi kauppakeskuskiinteistöt. Aurinkosähköjärjestelmien osalta voidaan odottaa edelleen merkittävää kasvua. Toteutuminen riippuu mm. pientuotannon taloudellisesta kannattavuudesta,

teknisestä ja hallinnollisesta sujuvuudesta sekä tiedon saatavuudesta, jotka ovat pientuotannon kehityksen kannalta keskeisimmät haasteet.

### 6.4.1 Kannattavuus

Ensisijaisesti omaan käyttöön hankittavien aurinkosähköjärjestelmien kannattavuus tulee nousemaan merkittävästi tulevina vuosina laskevien investointikustannusten vaikutuksesta, mutta myös mikäli kuluttajan maksama sähkön kokonaishinta nousee. Koska investointien toteuttajat ovat usein kotitalouksia tai muuta liiketoimintaa harjoittavia yrityksiä, on investointien toteutumisen nopeutta kuitenkin hankala arvioida. Pientuotannossa investointipäätökseen vaikuttavat myös monet muut tekijät taloudellisten tekijöiden lisäksi.

Kun aurinkosähkön tuotannolla voidaan korvata omaa sähkön käyttöä, tuotanto on kannattavaa monissa kohteissa jo nykyisellä hintatasolla, sillä samalla voidaan välttää myös sähkön siirtohinnat ja verot. Tällaista tuotantopotentiaalia on useiden satojen megawattien verran vuoteen 2030 mennessä. Aurinkopaneeli-investoinnin kannattavuuteen vaikuttaa myös sijainti sekä käytetty korkokanta.

Aurinkopaneelien omaan käyttöön menevä tuotanto synnyttää paneelin omistajalle säästöjä asiakkaan ostosähköstä maksaman kokonaishinnan verran ja verkkoon myytävä tuotanto tuo omistajille myyntituloja. Myydessään sähköä verkkoon paneelin omistaja saa sähköstä pörssihinnan verran vähennettynä sähköyhtiön provisiolla ja siirtomaksulla.

Investoinnin houkuttelevuus riippuu myös rahoitusmenetelmästä: jos aurinkosähköjärjestelmä rahoitetaan osittain velkarahalla, tulee esimerkiksi IRR-luvun (sisäinen korkokanta) olla korkeampi. Alimpana rajana voidaan pitää 2 %:n IRR:ää, koska tällöin investointi ei tuota käteisostajalle tappiota suhteessa oletettuun inflaatioon, joten ostaja pääsee investoinnilla omilleen. Tämä voi olla monelle aurinkosähköjärjestelmän hankkimista harkitsevalle kuluttajalle riittävä kriteeri.

Kerrostaloissa aurinkosähkön kannattavuuteen vaikuttaa erittäin merkittävästi se, ketkä kiinteistössä voivat hyödyntää tuotettua sähköä omaan käyttöön ja miten paneelit omistetaan. Asuinkerrostaloissa asukkaat eivät nykyisin pysty hyödyntämään taloyhtiön hankkiman paneelin tuottamaa sähköä omaan käyttöönsä ja välttää siirtomaksuja ja veroa. Aurinkopaneelilla voidaan korvata vain ns. kiinteistö sähköä, joka on taloyhtiön sähkölaskulla. Alkuvuodesta 2017 käynnistyy tutkimushanke, jossa kehitetään monistettava ja taloudellisesti kannattava malli taloyhtiöiden asukkaiden aurinkosähkön tuotantoon.

Yritys- ja kauppakeskuskiinteistöissä on mahdollista tehdä aurinkopaneeli-investointi suhteellisen kannattavasti jo nyt.

Aurinkopaneelijärjestelmien antama vuotuinen tulo riippuu kahdesta tekijästä: ostosähkön korvaamisesta itse tuotetulla sähköllä sekä ylimääräisen tuotannon myymisestä takaisin verkkoon. Suomessa loppukäyttäjä voi itse päättää miltä yhtiöltä hän ostaa sähkönsä.



Sähkön myynnistä loppukäyttäjä saa tyypillisesti myyntihetken tukkumarkkinahinnan vähennettynä myyntiyhtiön perimällä provisiolla sekä siirtomaksulla joka on Suomessa rajoitettu enimmillään 0,7 senttiin/kWh. Kahdesta aurinkopaneelin tulolähteestä oman käytön tuoma säästö suhteessa kuluttajan maksamaan sähkön kokonaishintaan on huomattavasti merkittävämpi kuin sähkön myynti. Täten aurinkopaneelien mitoituksella suhteessa omaan sähkön käyttöön on suuri merkitys koko järjestelmän kannattavuudelle.

#### 6.4.2 Teoreettinen potentiaali

Suomessa on huomattava potentiaali aurinkosähkön tuotannolle. Jo pelkästään kattopinta-aloja hyödyntäen kapasiteetti on 14 GW, mikä vastaa 13 TWh vuosituotantoa. Lisäksi aurinkosähköä voidaan tuottaa maa-aloilla sekä hajautetusti että suurempina järjestelminä. Tila ei siis aseta rajoituksia aurinkosähkön tuotannon kehittymiselle vaan rajoitukset liittyvät muihin tekijöihin kuten kannattavuuteen sekä kulutuksen ja tuotannon kohtaamiseen. Potentiaali on merkittävä aurinkosähkön kiinteistökohtaisessa tuotannossa sillä ostosähkön korvaaminen omalla tuotannolla tekee aurinkosähkön tuotannosta kannattavaa. Taloudellinen potentiaali on teoreettista huomattavasti pienempi, sillä suurin osa 13 TWh:n tuotannosta pitäisi syöttää verkkoon.

Teoreettinen aurinkosähkön tuotantopotentiaali voidaan arvioida aurinkopaneeleille soveltuvan kattopinta-alan perusteella. Tämä laskentatapa ei ota huomioon maa-asennuksia, joiden potentiaali olisi merkittävä esimerkiksi maataloilla. Koko Suomen tasolla kattopinta-ala antaa kuitenkin riittävän arvion maksimipotentiaalille, sillä kiinteistöissä, joissa on tilaa maa-asennuksille, ei tyypillisesti ole riittävästi sähkön kulutusta, jotta sähköä voidaan hyödyntää omaan käyttöön (esim. omakotitalot). Toisaalta kiinteistöissä, joissa sähkön kulutus on suurta, kattopinta-ala asettaa realistisen rajan enimmäistuotannolle (kuten kerrostalot).

Maataloilla on hyvät edellytykset tuottaa aurinkosähköä, sillä kattopinta-alaa on runsaasti käytettävissä ja myös maa-asennukset ovat mahdollisia. Taloudellinen potentiaali riippuu maatalojen oman energian käytöstä ja sen ajoittumisesta.

#### 6.4.3 Yleistymiseen vaikuttavat tekijät taloudelliset tekijät

Pöyryn arvion (Hajautetun uusiutuvan energiantuotannon potentiaali, kannattavuus ja tulevaisuuden näkymät Suomessa) mukaan Suomessa voisi olla vuonna 2030 noin 700 MW katoille asennettua aurinkosähkökapasiteettia ilman tukijärjestelmiä. Valtaosa aurinkosähköstä tuotettaisiin kotitalouksissa pientaloissa, joissa kattopinta-alaa on hyvin käytössä omaan kulutukseen nähden.

Tekijät, jotka vaikuttavat kuluttajan maksamaan sähkön kokonaishintaan vaikuttavat tuotannon yleistymiseen. Jos sähkön siirron laskutus muuttuisi tehoerusteiseksi kuluttajille, sähkön kokonaishinta kuluttajalle laskisi huomattavasti, mikä osaltaan heikentäisi aurinkopaneeli-järjestelmän kannattavuutta. Jos sähkön hinta pysyisi nykytasollaan, heikentäisi se aurinkosähkölajärjestelmien kannattavuutta. Järjestelmienlaajamittainen yleistyminen tapahtuisi hitaammin.

Kun hajautetun tuotantoteknologian kustannus lähestyy keskitetyn tuotannon kustannuksia, on myös muilla kuin taloudellisilla tekijöillä merkitystä kuluttajan valintoihin. Kuluttaja voi olla valmis maksamaan enemmän esimerkiksi riippumattomuudesta tai uuden ympäristöystävällisemmäksi koetun teknologian käytöstä.

#### 6.4.4 Muut tekijät

Kuluttajien energiaratkaisujen kohdalla muiden kuin taloudellisten tekijöiden ymmärtäminen ja huomioiminen on tärkeää erilaisia poliittisia päätöksiä tehtäessä.

On olemassa joukko ei-taloudellisia tekijöitä, jotka voivat edistää tekniikan käyttöönottoa tai toisaalta olla suoranaisia esteitä. Tällaisia ovat esimerkiksi tietotaito, yleinen asiantuntemus, lupa-asioiden sujuvuus tai laitteistojen takuuajat. On havaittu että ns. demografiset tekijät kuten kuluttajan ikä, sukupuoli tai tulotaso, ja muut tekijät kuten mm. kuluttajan arvomaailma, elämäntilanne tai sosiaaliset verkostot vaikuttavat merkittävästi todennäköisyyteen ryhtyä pienimuotoisen energian tuottajaksi. Vertaisverkostojen merkitys saattaa myös olla suuri. Juuri aurinkosähkön kohdalla ns. naapurivaikutus ilmenee niin, että paneeliasennuksesta yhden talon katolla seuraa usein lisäasennuksia samalla kadulla.

Hajautetun energiantuotannon lisäämiseksi on tärkeää ymmärtää nämä tekijät ja niiden vaikutukset, sekä mahdollisuudet ohjata toimintaa kohti uusiutuvan energian ratkaisujen yleistymistä.

Tietoisuuden ja osaamisen lisäämisellä on suuri merkitys kuluttajien omien tuotantoinvestointien toteutumiseen. Luotettavan tiedon helppo saatavuus edesauttaa positiivisen informaation leviämistä.

Uudet toimintamallit voivat myös edistää hajautetun teknologian käyttöönottoa. Tällaisia voivat olla helposti hankittavat paneelipaketit, yhteishankinnat tai uusien markkinapaikkojen luominen myytävälle ylijäämäsähkölle.

Hajautettuun tuotantoon liittyen kehitteillä on suuri määrä uudenlaisia liiketoimintamalleja, joissa voidaan hyödyntää muita asiakkaille tuotettavia arvoja, tai toisaalta pyrkiä toimimaan nykyisestä energiamarkkinamallista poikkeavalla logiikalla. Hajautettu tuotanto mahdollistaa yksityisten ihmisten, yhteisöjen ja pienten yritysten aktiivisen osallistumisen energian tuotantoon.

Sähkön varastointitekniologioiden kehittyminen parantaisi merkittävästi sääolosuhteiden mukaan vaihtelevien uusiutuvien energiamuotojen hyödynnettävyyttä. Erityisesti hajautetussa tuotannossa aurinkopaneelien yhdistäminen akkujen kanssa kasvattaisi kiinteistöjen mahdollisuuksia tuottaa osa käyttämästään sähköenergiasta itse.

#### 6.4.5 Sähköjärjestelmät

Sähkön sisämarkkinat ovat murroksessa, jossa sähköntuotantojärjestelmä kehittyy entistä hajautetummaksi ja vaihtelevan uusiutuvan energian, kuten tuuli- ja aurinkovoiman, merkitys

kasvaa. Fossiilisista polttoaineista luovuttaessa sähköntuotantojärjestelmään syntyy voimakas vaikutus sääriippuvan sähköntuotannon lisääntymisestä.

Vaihtelevan tuotannon lisääntyminen vaikuttaa myös vuodenaikojen välisiin eroihin sähkön kysynnän ja tuotannon tehotasapainon ylläpidossa. Talven kysyntähuipuissa kovilla pakkasilla aurinkosähköä ei juuri tuoteta ja tuulivoiman tuotanto on vähäistä. Aurinkosähkön tuotannolla ei voidakaan suoraan välttämättä korvata esimerkiksi hiililauhdetta. Aurinkosähkö korvaa kunkin hetkistä marginaalista sähköntuotantoa. Aurinkosähkön tuotanto ei todennäköisesti merkittävästi laskisi sähkön tuotannon päästöjä, sillä lähtökohtaisesti kesäaikaan tuotanto Pohjoismaissa on lähes päästötöntä. Aurinkosähkö voi epäsuorasti vähentää päästöjä säästämällä säädettävää vesivoimaa käytettäväksi toisena ajankohtana, jolloin sähkö mahdollisesti muuten olisi tuotettu päästöllisellä tuotantomuodolla.

Aurinkosähkötuotanto on huipussaan kesäkuukausina minkä vuoksi lähtökohtaisesti sähkön tuotanto ja kysyntä eivät ajoitu optimaalisesti. Aurinkosähkön tuotanto kuitenkin ajoittuu päiväsaikaan, jolloin kysyntä on suurimmillaan ja siten parantaa kysynnän ja tuotannon vuorokauden sisäistä tasapainoa.

Aurinkosähkön tuotanto lisää vaihtelevaa ja säätämätöntä tuotantoa mikä vaatii sähköjärjestelmältä säätökapasiteettia.

#### **6.4.6 Nykyiset tukijärjestelmät**

Tällä hetkellä aurinkosähkön tuotantoon on olemassa kahdenlaisia kannustimia. Investointituet, kuten energiatuki yrityksille ja yhteisöille ja maatalouden investointituki maataloille, kohdistuvat hankintaan. Toiseen kategoriaan kuuluvat verokannustimet, kuten kotitalousvähennys ja sähköverovapautus tietyin rajoituksin. Verokannustin ei ole tuotantotapariippuvainen, eli sen saa muullekin sähkön pientuotannolle.

Kotitalousvähennystä saa ainoastaan asennustyön osuudesta, mutta yleensä se on merkittävä kustannus pientuotantoinvestoinnissa. Energiatukea voivat saada yritykset ja yhteisöt ja tuen määrä riippuu mm. käytettävästä teknologiasta. Tuen ensisijaisena tavoitteena on vaikuttaa investoinnin käynnistymiseen parantamalla sen taloudellista kannattavuutta ja pienentämällä uuden teknologian käyttöönottoon liittyviä taloudellisia riskejä. Maataloille on erikseen maatalouden investointituki uusiutuvaa energiaa käyttäville laitoksille ja biokaasulaitoksille.

Taulukko 8. Taloudelliset kannusteet aurinkosähkön tuotannolle.

Tuen saaja		
Julkisesti rahoitetut taloudelliset kannusteet pientuotannolle, nykytila		
<b>Kotitalous</b>	Kotitalousvähennys, 50 % työn osuudesta tietyin ehdoin	Vapautus sähköverosta itse käytetyn sähkön osalta alle 100 kVA järjestelmille, osuus noin 20 % sähkön kokonaishinnasta (energia, siirto, verot)
<b>Yritys tai yhteisö</b>	Energiatuki, esimerkiksi aurinkosähköhankkeelle 25 % hyväksyttävistä investointikustannuksista vuonna 2017.	Vapautus sähköverosta itse käytetyn sähkön osalta alle 100 kVA järjestelmille ja yli 100 kVA järjestelmille mikäli vuosituotanto ei ylitä 800 000 kWh vuodessa.
<b>Maatila</b>	Maatalouden investointituki uusiutuvaa energiaa käyttäville laitoksille ja biokaasulaitoksille 40 %	Vapautus sähköverosta itse käytetyn sähkön osalta alle 100 kVA järjestelmille ja yli 100 kVA järjestelmille, mikäli vuosituotanto ei ylitä 800 000 kWh vuodessa.

Pientuotannon verovapautuksen, investointitukien sekä kotitalousvähennyksen säilyttäminen ovat tärkeitä, jotta aurinkosähkömarkkinat ja -kapasiteetti edelleen kasvavat.

#### Lähteet

Pöyry 2016. Hajautetun uusiutuvan energiatuotannon potentiaali, kannattavuus ja tulevaisuuden näkymät Suomessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja.

## 6.5 Tuulivoima

Nykyiseen tuotantotukijärjestelmään hyväksytyn tuulivoimakapasiteetin arvioidaan poistuvan tuotannosta 2030-luvulla.

Tuulisähkön kokonaispotentiaaliksi kehitteillä olevien hankkeiden mukaan arvioidaan maatuulivoimaloiden osalta vähintään 30 TWh:ksi ja merituulivoimaloiden osalta noin 9 TWh:ksi. Nordic Energy Technology Perspectives 2016 -raportin mukaan maatuulivoimakapasiteetin potentiaaliksi vuonna 2030 arvioidaan noin 6 000 MW ja merituulivoiman osalta noin 1 200 MW, mikä tarkoittaisi selvästi pienempää tuulisähkön potentiaalia verrattuna kehitteillä olevien hankkeiden mukaan tehtyyn arvioon.

Tuulisähkön kokonaispotentiaalista vuoden 2018 alussa arvioidaan olevan rakentamisvalmiina 5,5–6,5 TWh vastaava kapasiteetti, joka ei mahdu tuotantotukijärjestelmään.

Tuulivoimahankkeiden tasoitettujen energiantuotantokustannusten (LCOE) arvioidaan 2020-luvulla laskevan lähinnä investointikustannusten alenemisesta johtuen, minkä arvioidaan olevan seurausta pääosin teknologian kehittymisestä. LCOE-tasoon vaikuttaa keskeisesti sijoitetun pääoman tuottovaatimus, joka on merkittävästi alempi, jos tukijärjestelmällä alennettaisiin riskitasoa.

Konservatiivisen arvion mukaan (esim. IEA) maatuulivoiman LCOE alenisi vuoteen 2030 mennessä 10 % ja optimistisen arvion (esim. Bloomberg New Energy Finance) mukaan vuoteen 2025 mennessä 20 %. Merituulivoiman LCOE:n alenemisen oletetaan olevan suurempi, mutta se pysyttelisi edelleen korkealla tasolla maatuulivoimaan nähden.

Tuulivoimahankkeiden toteutuminen markkinaehtoisesti on riippuvainen sekä energiantuotantokustannusten että sähkön markkinahinnan kehityksestä. Optimisen sähkön markkinahintaennusteen (esim. Pöyry Management Consulting Oy) ja konservatiivisen energiantuotantokustannusten kehitysarvion mukaan tuulivoimaloihin ei investoita laajemmassa mittakaavassa vuoteen 2030 mennessä, ja tuulisähkön tuotannon lisäys jäisi arviolta enintään 1 TWh:iin investointien painottuessa vuoden 2025 jälkeiseen aikaan. Jos arvio tehdään konservatiivisen sähkön markkinahintaennusteen (esim. Nordic Energy Technology Perspectives 2016) mukaan, tuulivoimaloihin ei investoita laajemmassa mittakaavassa vuoteen 2030 mennessä eikä senkään jälkeen. Optimistisen sähkön markkinahintaennusteen ja optimistisen energiantuotantokustannusten kehitysarvion mukaan tuulivoimaloiden investoinnit laajemmassa mittakaavassa voisivat käynnistyä vuoden 2025 jälkeen, jolloin tuulisähkön tuotannon lisäys vuoteen 2030 mennessä voi jopa ylittää 5 TWh.

Tuulisähkön tuotannon laajamittainen lisäys tasaisesti 2020–2030 edellyttäisi alhaisen sähkön markkinahinnan takia ylimenokaudeksi tukimekanismia, jolla voitaisiin varmistaa hankekehityksen jatkuminen sekä osaamisen ja teknologian kehittyminen. Koska sähkön markkinahinnan kehitys on oleellinen, olisi asiaa perusteltua tarkastella kuitenkin vasta kun hintakehityksen suunnasta on selkeämpi näkemys. Tuulivoimaloiden kustannustehokkuutta edistävien uusien teknologien ja toimintatapojen käyttöönotto olisi tarpeen edistää tasaisesti ainakin vuoteen 2025 saakka.

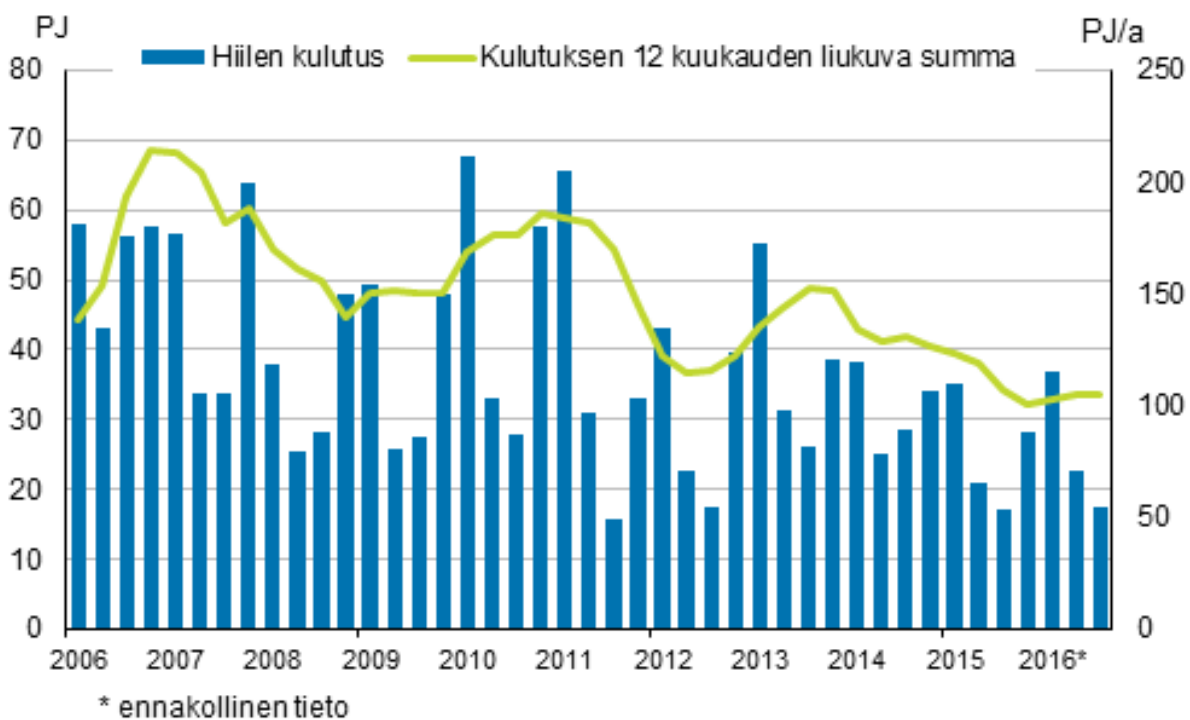
## 6.6 Turpeen ja kivihiilen käyttö

Hallitusohjelman mukaan päästöttömän, uusiutuvan energian käyttöä lisätään kestävästi niin, että sen osuus 2020-luvulla nousee yli 50 prosenttiin, ja omavaraisuus yli 55 prosenttiin sisältäen mm. turpeen. Tavoitteeseen huomioidaan uusiutuvan energian ja turpeen lisäksi jäte ja kierrätyspolttoaineet sekä teollisuuden reaktiolämpö, joten turpeen osuus jää alle viiteen prosenttiyksikköön.

Metsäpohjaisen biomassan käytön keskeinen ohjauskeino on energiaverotus. Turpeen energiaverotuksella tähdätään siihen, että turve on kilpailukykyisempi kuin kivihiili ja muut fossiiliset tuontipolttoaineet. Toisaalta metsähakkeen on kuitenkin säilyttävä taloudellisesti edullisempänä vaihtoehtona kuin turve. Erityisesti lämmön erillistuotannossa turpeen verotus on keskeinen ohjauskeino.

Perus- ja politiikkaskenaarion mukainen turpeen käyttö 20 TWh vuonna 2020 ja 15 TWh vuonna 2030 tarkoittaisivat tuotantoaloina noin 50 000 hehtaaria ja 37 000 hehtaaria laskettuna maan keskimääräisellä tuotantotasolla per hehtaari. Vuosina 2010–2020 vanhaa tuotantoalaa poistunee keskimäärin 3 400 hehtaaria vuodessa mikä tarkoittaa, että vuoteen 2020 mennessä uutta turpeentuotantoalaa olisi otettava käyttöön 25 000 hehtaaria. Mikäli nykyinen kehityssuunta jatkuu, vuonna 2030 aktiivista energiaturpeen tuotanto-alaa, joka ei sisällä valmistelussa ja jälkihoidossa olevia ympäristöluparekisterin pinta-aloja, on koko maassa yhteensä noin 28 000 hehtaaria. Tämä on noin 25 % vähemmän kuin mitä 15 TWh mukainen turpeen käyttö edellyttää.

Kivihiilen käyttö on menneinä vuosina vaihdellut huomattavasti vuodesta toiseen lähinnä lauhdesähkön kysynnän mukaan. Kivihiilen käyttö on vähentynyt viime vuosina ja kivihiililauhdevoimaloita on poistettu käytöstä (kuva 20).



Kuva 20. Kivihiilen kulutus, lähde Tilastokeskus.

Strategian perusskenaariossa (kehitys nykyisillä politiikkatoimilla ilman strategiassa linjattuja uusia politiikkatoimia) kivihiilen käyttö vähenee edelleen merkittävästi, vaikkakaan sen käyttö markkinaehtoisesti ei kokonaan lopu. Perusskenaariossa vuonna 2030 kivihiilen käyttö sähkön ja lämmön tuotannossa on 3-7 TWh lauhdetuotannon määrästä riippuen.

Strategian politiikkaskenaarion laskelmissa on otettu huomioon tehdyt uudet linjaukset (ks. luku 8.7), jotka nopeuttavat kivihiilen käytön vähentymistä ja varmistavat kivihiilen energiakäytöstä luopumisen vuoteen 2030 mennessä ottaen huomioon energian toimitusvarmuuden, huoltovarmuuden ja poikkeuksellisiin tilanteisiin liittyvät näkökohdat. VTT-TIMES -mallilla tehdyn

mallinnuksen mukaan kivihiilen käytöstä luopuminen energiantuotannossa toteutuu lukuun ottamatta pientä lauhdetuotannon määrää talven huippukulutuksen aikana. VTT-TIMES-mallinnuksessa kivihiilen käyttö olisi vuonna 2030 noin 2,2 TWh polttoaineena.

## 6.7 Energiatehokkuus

Energiatehokkuussopimukset ja energiakatselmuksat ja EU-laajuinen laitteiden ekosuunnittelu ja energiamerkinntät jatkuvat tuottaen jatkuvasti säästöä. Erityisesti teollisuuden energiatehokkuudessa on hyvä huomata, että kansainvälisessä kilpailussa yritykset ovat sulkeneet pääosin vanhimpia, pienimpiä ja kustannustehottomimpia tehtaitaan – siten myös vähemmän energiatehokkaita uudempiin tehtaisiin verrattuna. Energiakatselmoitu on tehty Suomessa jo parikymmentä vuotta. Vaikka laitteet vanhenevat ja teknologia kehittyy, ei sama energiatehostuminen tule jatkuvasti yhtä kustannustehokkaasti. Eri käyttösektoreiden energiatehokkuustoimia käsitellään käyttösektoreiden luvuissa esim. liikenne ja rakennukset.

Strategiassa esitetyt politiikkalinjaukset johtavat siihen, että vuonna 2030 olisi (skenaariolaskennan perusteella) primäärienergian kulutus noin 418 TWh ja energian loppukulutus noin 314 TWh.

Energiatehokkuuden mittaaminen maan energiankulutuksella (primääri- tai loppukulutus) ei tuo aina esiin todellista energiankäytön tehostumista. Teollisuuden ja palveluiden tuotanto voi kasvaa erityisesti muita maita palvelemaan (biojalostamot, konesalit) ollen samalla energiatehokasta. Vuoden 2005 metsäteollisuuden työtaistelu ja vuoden 2009 globaali lama ja sen seuraukset näkyvät toiseen suuntaan energiankulutuksen pienenemisenä hävittäen alleen energiatehokkuuden paranemisen.

EU on mitannut energiatehokkuutta vuoden 2020 ja 2030 suhteen primäärienergian kulutuksella ja tämä primäärienergian kulutusarvio ko. vuosille on vuonna 2007 julkaistusta EU-laajuisesta perusskenaariosta. Tämä skenario ei sisältänyt tietenkään 2009 lamaa ja sen jälkeisiä rakennemuutoksia. Kroatian liittyessä skenaarioon sisällytettiin sen kulutus ja vastaavasti toiseen suuntaan aikanaan toimitaan tarvittaessa Brexitissä.

Primäärienergian ja energian loppukulutuksen sijalle tai vähintään rinnalle olisi saatava muu energiatehokkuuden indikaattori, sillä vähäpäästöinen ja pääosin uusiutuvaan perustava energijärjestelmä ei automaattisesti johda kokonaisenergiankulutuksen vähenemiseen. Suomen on edelleen kehiteltävä EU:n ja IEA:n kanssa parempaa energiatehokkuuden mittaamista ja seurantaa, esimerkiksi sektorikohtaisella tarkastelulla.

## 6.8 Alueidenkäyttö ja yhdyskuntarakenne

Alueidenkäyttöä ja rakentamista koskevat päätökset vaikuttavat pitkälle tulevaisuuteen, koska infrastruktuuri muuttuu hitaasti. Olemassa olevien ohjausvälineiden tehokkaampi kohdistaminen ilmastonmuutoksen hillintään ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen on avainasemassa,

kun alueidenkäytön sektorilta halutaan päästövähennyksiä nykyistä enemmän ja nopeammin. Käytännön ratkaisut päästöjen vähentämiseksi voivat poiketa maan eri osissa merkittävästi toisistaan. Päästöjen vähentämistä koskevat merkittävimmät ratkaisut liittyvät kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenteeseen ja toimivuuteen. Kaupunkiseutujen toimivuus on myös edellytys elinkeinoelämälle ja Suomen kilpailukyvyille.

Maankäyttö- ja rakennuslain tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen siten, että niillä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää kaavoituksen ohella. Alueidenkäyttötavoitteilla valtioneuvosto linjaa alueidenkäyttöä valtakunnallisesti merkittävissä asioissa.

Ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta keskeisiä kaavoituksessa tehtäviä ratkaisuja ovat yhdyskuntarakenteen eri toimintojen, kuten asumisen, palvelujen ja työpaikkojen, saavutettavuuden parantaminen sekä kestävien liikennemuotojen osuuden kasvattaminen. Merkittävä tekijä on myös lähiympäristön viihtyisyys. Elämäntapoja ja kulutustottumuksia voidaan ohjata ja mahdollistaa vähäpäästöisempään suuntaan kiinnittämällä huomiota muun muassa yhteisöllisyyden tukemiseen, elinympäristön laatuun ja viherympäristön monipuolisuuteen. Viherrakenne on tärkeä osa asumista, palveluja ja kävelyn ja pyöräilyn reittejä. Elinympäristön laadun kannalta viherympäristöjen saavutettavuudella ja laadulla on vähintään yhtä suuri merkitys kuin niiden määrällä. Asemakaavoissa, rakennustapaohjeissa ja tontinluovutusehdoissa voidaan vaikuttaa rakennusten lämmitys- ja jäähdytystarpeeseen ohjaamalla rakennusten suuntaamista ja sijoittumista. Kaavoituksen yhteydessä ei välttämättä ole tarkoituksenmukaista tai edes mahdollista tehdä päätöksiä suunniteltavan alueen energiantuotantomuodoista. Kaavoitusvaiheessa voidaan kuitenkin luoda edellytykset, jotta hyödynnettävissä olevien eri ratkaisujen toteuttaminen olisi mahdollista.

Uusien alueiden kaavoittaminen ja rakentaminen tuottaa lähes aina suuremmat hiilidioksidipäästöt kuin täydennysrakentaminen. Infrastruktuurin tehokkaan hyödyntämisen ja ylläpidon kustannusten minimoimisen kannalta on täydennysrakentaminen uuden asuinalueen rakentamiseen verrattuna yleensä huomattavasti parempi vaihtoehto. Ilmastomuutoksen hillintä ja yhdyskuntataloudelliset seikat ovat nostaneet täydennysrakentamisen hyödyt esille entistä korostuneemmin.

Liikenteen kulkutapajakaumaan ja suoritteisiin, ja tätä kautta päästöihin, voidaan vaikuttaa maankäytön ja liikennejärjestelmän yhteen sovittavalla suunnittelulla. Liikenteen infrastruktuurin toteuttaminen samanaikaisesti kaavoituksen ja rakentamisen kanssa mahdollistaa saavutettavuuden edistämisen kestäville kulkutavoilla. Eri osapuolten osallistumisella vahvemmin kaupunkien kävely-, pyöräily- ja joukkoliikennehankkeisiin sekä parantamalla niiden palvelutasoa saadaan joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn kulkutapaosuudet kasvamaan kaupunkiseuduilla.



Henkilöautosuoritteiden kasvun pysähtymistä ja henkilöautolla yksin ajettavien matkojen määrän vähenemistä kaupunkiseuduilla tuetaan edistämällä uudenlaisten liikkumispalveluiden syntymistä sekä yhteiskäyttöautojen ja kimpapakyytien käyttöä.

Osana hallituksen kilpailukykyä vahvistavaa kärkihanketta keväällä 2016 uudistettiin valtion sekä Helsingin, Tampereen, Turun ja Oulun kaupunkiseutujen kuntien väliset MAL -sopimukset, missä valtio edellyttää kasvukeskuksissa ja niiden läheisyydessä toteutettavien suurten infrahankkeiden ehtona tontti- ja asuntotuotannon olennaista lisäämistä kumppanuusperiaatetta noudattaen valtion ja kuntien sekä kuntien keskinäisessä yhteistyössä. Valtion ja kuntien välisillä sopimuksilla eri osapuolet sitoutetaan yhteisiin tavoitteisiin ja toimenpiteisiin, joilla voidaan ohjata eri toimintojen sijoittumista sekä tukea joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn edellytyksiä tukevien investointien oikea-aikaista toteuttamista saavutettavuuden paranemiseksi. Sopimusten toimenpiteillä voidaan siten lisätä liikkumisen energiatehokkuutta sekä mahdollistaa myös vaihtoehtoisten energiamuotojen käytön lisääminen. Kaupunkiseutujen elinvoimaisuuden ja kilpailukykyä vahvistamiseksi sekä asuntotuotannon ja kasvun vauhdittamiseksi käyttöön otettua maankäytön, asumisen ja liikenteen kysymyksiä yhteen sovittavaa sopimusmenettelyä onkin perusteltua jatkaa.

### **6.8.1 Yhdyskuntarakennetoimet kasvihuonekaasujen päästövähennyksissä**

Eheä yhdyskuntarakenne luo edellytyksiä laadukkaalle lähiympäristölle, keskitetyille energiaratkaisuille ja joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn hyödyntämiselle sekä liikennesuoritteiden pienentämiselle. Yhdyskuntien rakenne ja laatu vaikuttavat ihmisten liikkumistarpeisiin ja kulkutapavalintoihin ja siten myös liikennejärjestelmän energiatehokkuuteen ja kasvihuonekaasupäästöjen määrään. Toimintojen järkevä sijoittuminen suhteessa toisiinsa vaikuttaa niiden saavutettavuuteen sekä tarvittavan infrastruktuurin määrään ja tehokkuuteen. Toimintojen monipuolisuus ja sekoittuneisuus ovat sekä alueen elinvoimaisuuden että saavutettavuuden kannalta tavoiteltavia maankäyttöratkaisuja. Tällöin arkimatkat ovat lyhyitä ja pääosa matkoista on mahdollista tehdä kestäväillä liikkumismuodoilla.

Kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen edistämistoimia voidaan toteuttaa parhaiten yhdyskuntarakenteessa, jossa läheltä tulevien käyttäjien määrät ovat riittäviä. Myös henkilöautojen käyttötapojen muutokset eli esimerkiksi auton omistamisesta luopuminen, yhteiskäyttöautojen, kimpapakyytien ja uusien liikkumispalveluiden käytön lisääminen onnistuu helpoiten tiiviissä kaupunkirakenteessa.

Yhdyskuntarakenne vaikuttaa myös infrastruktuurin rakentamisen ja ylläpidon päästöihin. Tie- ja katuverkon lisäksi kyse on myös muun muassa erilaisista yhdyskuntateknisistä verkostoista ja pysäköinnin järjestämisestä. Alueen tiiviys heijastuu siihen, millaisia energiaratkaisuja alueella on kannattavaa ottaa käyttöön, ja sillä on vaikutusta rakennuskannan lämmityksen ja jäähdytyksen päästöihin.

## 6.8.2 Yhdyskuntarakenteen muutokset ja ohjaaminen

Yhdyskuntien fyysinen rakenne muuttuu suhteellisen hitaasti. VTT:n tekemän laskelman mukaan vuosien 2015–2040 asuntotuotantarve on noin 21 % suhteessa asuntojen nykyiseen määrään ja nopeankin kaupungistumisen vaihtoehdossa noin 26 % (Tilastokeskus 2016, Vainio 2016). Uudisrakentamisen myötä tapahtuvat muutokset painottuvat suurimmille seutukunnille. Helsingin seutukunnan osuus asuntotuotantarpeesta on 44 %, Tampereen ja Turun seutukuntien 16 %, 11 muun suuren seutukunnan 25 % ja pienempien seutukuntien 15 %.

Maankäytön suunnitelmien toteutuminen rakentamisena vie aikaa useita vuosia. Monien kuntien suunnittelukäytännöissä on SYKEN meneillään olevan Urban Zone 3 -tutkimuksen havaintojen perusteella tapahtunut viime vuosina muutos, joka näkyy kaavoituksen painopisteen siirtymisenä mm. liikennejärjestelmän kannalta hyviin sijainteihin. Muutos näkyy osin vasta tulevana vuosina ja luo pohjan yhdyskuntarakenteen toimivuuden parantamiselle ja kasvihuonekaasupäästöjen hillinnälle. Kehitys on hyvin erilaista erikokoisilla, kasvavilla tai supistuvilla, seuduilla. Olennaista päästövähennysten osalta on kuitenkin huomioida yhdyskuntarakenteen välilliset vaikutukset. Monet kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenteen kehittämistoimet ovat edellytyksenä muiden energiatehokkuustoimenpiteiden onnistumiselle, jotka mahdollistavat päästövähennysten toteutumisen.

Keinot parantaa liikennejärjestelmän kestävyyttä eroavat myös seutujen sisällä. Joukkoliikennettä pystytään Urban Zone 2 hankkeen tulosten perusteella kehittämään laajasti suurilla ja keskisuurilla kaupunkiseuduilla. Pienemmillä seuduilla arjen matkakohteiden tulisi olla saavutettavissa jalkaisin, pyörällä tai vain lyhyen automatkan päässä. Kaupunkien kehysalueilla mahdollisuudet päästöjen vähentämiseen liittyvät mm. liikkumistarpeen vähentämiseen ja toimiviin matkaketjuihin, joissa pääosa matkoista on mahdollista kulkea joukkoliikenteellä ja vain liityntämatka autolla, sekä etätöitä suosimalla ja digitalisaation avulla.

Toimina voivat olla myös muun muassa jalankulkuympäristön viihtyisyyden edistäminen, korkeatasoisten pyörätieverkostojen rakentaminen, joukkoliikennereittien toimiva sijoittelu, liityntäpysäköinnin lisääminen sekä henkilöautojen yhteiskäyttöä ja kimppekyytejä tukevan yhdyskuntarakenteen suunnittelu. Myös vähähiilistä elämäntapaa tukevat kokeilut ja pilotoinnit, kuten vähähiilisten liiketoiminta- ja palvelualustojen markkinakokeilut ja digitaalisten liikkumispalveluiden pilotoinnit ovat toimia, joilla liikkumistapojen muutokselle voidaan luoda konkreettisia edellytyksiä. Esimerkiksi asemanseutuja voidaan hyödyntää markkinakokeilu- ja kehittämisalustoina tuomalla julkiset ja kaupalliset palvelut yhdessä samalle palvelualustalle. Kokeilujen perustana on käyttäjälähtöisyys ja kestävä kehitys. Erityistä huomiota kiinnitetään asemanseutujen ja niitä ympäröivän kaupunkikeskuksen identiteetin vahvistamiseen, kaupunkirakenteen eheyttämiseen ja asuntotuotannon lisäämiseen asuntojen uudis- ja täydennysrakentamisella. Pilotoinnin tavoitteena on myös luoda innovoiva, uudistuva, kokeileva ja kansainvälisesti kiinnostava kaupunki/kaupunkikeskus.

### 6.8.3 Yhdyskuntarakenteen kautta saatavat kasvihuonekaasupäästöjen vähennykset

SYKE on arvioinut erilaisten yhdyskuntarakenteen kehittämistoimien päästövähennyspotentiaaleja KEIJU-hankkeessa. Tarkastelu perustuu SYKEN laatimiin skenaariotarkasteluihin, Kaavoituksen ekolaskuri KEKO:lla tehtyyn laskentaan, SYKEN aiemmin toteuttaman Urban Zone 2 -hankkeen tuloksiin ja Ilmastopaneelille laadittuun raporttiin ilmastonmuutoksen hillinnän toimista liikenteessä.

Yhdyskuntarakenteen kehittämistoimilla on mahdollista vähentää yhdyskuntarakenteen sisäisen arkiliikkumisen päästöjä vuoteen 2030 mennessä noin 0,3–0,4 Mt CO<sub>2</sub>/v verrattuna perusskenaarioon.

Yhdyskuntarakenteen kehittämistoimien toteuttamiskeinoja ovat mm. kuntien maapolitiikka ja kaavoitus sekä maankäytön, asumisen, liikenteen, palvelujen ja elinkeinojen yhteen sovittaminen. Yhdyskuntarakenteen kehittäminen kytkeytyy kiinteästi jalankulun, pyöräilyn ja joukkoliikenteen käytön edistämiseen, ja näiden kehittämistoimet ovat osin yhteneviä.

Tärkeimpiä yhdyskuntarakenteeseen vaikuttavia toimia kasvihuonekaasujen vähentämisessä ovat:

1. Täydennysrakentamisen edistäminen sekä yhdyskuntarakenteellisesti hyvien sijaintien luominen ja hyödyntäminen uudisrakentamisessa. Yhdyskuntarakenteellisia hyviä sijainteja ovat keskusta-alueet ja niiden välittömässä läheisyydessä olevat alueet, alakeskukset sekä hyvän palvelutason joukkoliikennekäytävät. Toimenpiteiden myötä yhä suurempi osa asuu alueella, jossa arkimatkat ovat lyhyempiä kuin tällä hetkellä keskimäärin ja jossa ne on mahdollista tehdä nykyistä enemmän jalkaisin, pyörällä tai joukkoliikenteellä. Lisäksi täydennysrakentaminen pienentää infrastruktuurin rakentamisesta ja ylläpidosta aiheutuvia päästöjä.

Päästövähennys 0,15–0,20 Mt CO<sub>2</sub>/v vuoteen 2030 mennessä.

2. Työpaikkojen ja palvelujen ohjaaminen keskuksiin, alakeskuksiin ja hyvän palvelutason joukkoliikenteen solmukohtiin. Toimenpiteiden myötä entistä suurempi osa työ- ja asiointimatkoista on mahdollista tehdä jalkaisin, pyörällä, joukkoliikenteellä ja lyhempinä automatkoina.

Päästövähennys 0,05–0,10 Mt CO<sub>2</sub>/v vuoteen 2030 mennessä.

3. Edellytysten luominen kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen edistämistoimille sekä henkilöautojen käytön muutoksille. Toimina mm. jalankulkuympäristön viihtyisyyden edistäminen, korkeatasoisten pyörätieverkostojen rakentaminen, joukkoliikennereittien toimiva sijoittelu kaupunkirakenteeseen, liityntäpysäköinnin lisääminen sekä henkilöautojen yhteiskäyttöä ja kimpakyytejä tukevan yhdyskuntarakenteen suunnittelu. Toimenpiteiden kautta on mahdollista vaikuttaa ihmisten liikkumiskäyttäytymiseen ja kannustaa vaihtamaan henkilöautosta kestäviin liikkumismuotoihin.

Päästövähennys 0,10–0,15 Mt CO<sub>2</sub>/v vuoteen 2030 mennessä.

#### 6.8.4 Tuuli- ja aurinkovoiman tuotannon edistäminen

Tuulivoimatuotannon lisääminen edellyttää tuulivoimarakentamisen sovittamista ympäröivään maankäyttöön, haitallisten vaikutusten riittävää huomioon ottamista ja paikallisen hyväksyttävyyden varmistamista sekä hallinnollisten menettelyjen sujuvuutta. Kaavoituksen edistämiseksi maankäyttö- ja rakennuslaissa on omat säännökset suoraan tuulivoimarakentamista ohjaavasta yleiskaavasta. Tuulivoimarakentamista koskeva kaavoitus on edennyt viime vuosina ripeästi. Aurinkopaneelien ja -keräimien asentamiseen ja rakentamiseen varaudutaan maankäyttö- ja rakennuslain muutoksella yhtenäistämällä ja selkeyttämällä lupamenettelyä siten, että ainoastaan merkittäviä vaikutuksia kaupunkikuvaan tai ympäristöön omaavat aurinkopaneelit tai -keräimet edellyttäisivät lupaharkintaa.

#### 6.8.5 Rakennukset

Rakennusten energiatehokkuutta koskevan lainsäädännön tavoitteena on rakennusten energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian käytön edistäminen sekä rakennusten energiakulutuksen pienentäminen ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen. Rakentamisen aikana tehdyt valinnat vaikuttavat vuosikymmeniä eteenpäin.

Ympäristöministeriön rakennetun ympäristön osastolla valmistellaan tällä hetkellä lainsäädäntöä ja ohjeita, joilla Suomessa siirrytään uudisrakentamisessa lähes nollaenergiarakentamiseen EU:n yhteisten tavoitteiden mukaisesti. Lähes nollaenergiarakennuksilla tarkoitetaan rakennuksia, joiden energiatehokkuus on erittäin korkea, ja joiden tarvitsema vähäinen energia katetaan hyvin laajalti uusiutuvalla energialla.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä annettiin vuonna 2013. Korjausrakentamisen merkitys kasvaa jatkossa ja siinä korostuu rakenteellinen energiatehokkuus, tekniset järjestelmät sekä niiden ylläpito, energian tuotantotapa ja energialähde sekä rakennusten käyttäjien toimet. Rakennusten ja rakennetun ympäristön ennakoiva, rakennusten ominaispiirteet huomioiva kunnossapito edistää kestävä kehityksen tavoitteita.

Materiaali- ja resurssitehokkuus liittyy rakentamisen osalta muun muassa rakennusmateriaalien uusiutuvaan ja tehokkaaseen käyttöön, jolloin energian kulutus sekä hyödynnettävien luonnonvarojen määrä pienenee.

#### Energiatehokkuuden parantaminen ja uusiutuvan energian käytön edistäminen uudisrakentamisessa

Uudisrakentamisen energiavaatimusten nykyistä tasoa parannetaan siten, että uusia vaatimuksia sovelletaan vuoden 2018 alussa haettavaan rakennus- ja toimenpidelupiin. Vaatimustason tulee olla EU:n edellyttämänä riittävän lähellä kustannusoptimaalista tasoa. Vaatimustasoa tulee tarkastella viiden vuoden välein ja tarvittaessa laatia suunnitelma kustannusoptimaalisen tason saavuttamiseksi.

Jo nykyisissä energiamääräyksissä voidaan ottaa aurinkosähkön ja aurinkolämmön tuotanto huomioon rakennuksen energiatehokkuutta parantavana tekijänä. Kiinnostus rakennuskohtaisia aurinkojärjestelmiä kohtaan on kasvanut, koska järjestelmien kustannukset ovat alentuneet ja samaan aikaan niiden tehokkuus on parantunut. Jos hajautetun energiatuotannon määrä rakennuksissa lisääntyy merkittävästi, aiheuttaa se uusia haasteita tuotannon ja kulutuksen hallinnalle sähköverkossa. Kuluttajan energiakustannusten kannalta on tarpeen edistää mahdollisuuksia älykkäiden järjestelmien ja kulutuksen ohjaamisen käyttöönottoa uusissa rakennuksissa.

Rakennustuotteiden energiatehokkuutta voidaan ohjata tällä hetkellä EU:n rakennustuoteasetuksen mukaisesti, EU:n ekosuunnittelusäädöksillä tai, mikäli EU-säädöksiä ei ole, kansallisilla vähimmäisvaatimuksilla. EU-tasolla markkinoilla oleville tuotteille asetetut vähimmäisvaatimukset vaikuttavat kaikkeen rakentamiseen, ei pelkästään uudisrakentamiseen. Lisäksi EU:n energiamerkintäsäädöksillä osoitetaan tuotteiden vähimmäisvaatimuksia parempi energiatehokkuus. Rakennustuotteiden hyvä energiatehokkuus tukee rakennuksen energiatehokkuuden saavuttamista, mikä on otettava huomioon EU-säädösten valmisteluun osallistuttaessa. Tällöin myös kansallinen sääntelytarve kevenee ja kohdistuu vain tuotteisiin, joille ei ole EU-tason vähimmäisvaatimuksia.

#### Energiatehokkuuden parantaminen ja uusiutuvan energian käytön edistäminen olemassa olevassa rakennuskannassa

Suomessa vapaaehtoiset energiatehokkuussopimukset ovat tärkeä keino saavuttaa EU:n energiatehokkuusdirektiivin (EED) mukaiset energiankäytön tehostamistavoitteet. Sopimustoiminta tukee myös rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) toimeenpanoa. EPBD:n toimeenpanossa lämmityspolttonesteiden jakelutoiminnan energiatehokkuussopimus (Höylä IV) korvaa öljylämmityskiinteistöjen osalta artiklan 14 mukaisen lakisääteisen lämmitysjärjestelmiä koskevan tarkastusveloitteen ja tarkastusraportteihin liittyvän valvontajärjestelmän. Vastaava vapaaehtoinen sopimus, sopimus biokattiloiden energiatehokkuutta parantavasta neuvontamenettelystä (Kutteri-sopimus), on käytössä biopolttoaineita käyttävien lämmitysjärjestelmien osalta.

YM jatkaa osallistumistaan Kiinteistöalan energiatehokkuussopimuksessa, Höylä IV-sopimuksessa ja Kutteri II-sopimuksessa.

Lämmitysöljyn sekoitevelvoite tarkoittaisi, että öljyalaa veloitettaisiin lisäämään myytävään lämmitysöljyyn tietty osuus biokomponenttia eli käytännössä biopolttoöljyä. Mahdolliseen sekoitevelvoitteen käyttöön liittyy teknisiä, taloudellisia ja saatavuuteen liittyviä kysymyksiä, joita on tarpeen selvittää. Sekoitevelvoitteella vähennettäisiin öljylämmityskiinteistöjen CO<sub>2</sub>-päästöjä siten, että laskennalliset päästöt vähenisivät biokomponentin osuutta vastaavasti.

Biopolttoöljyn käyttö tukisi hallitusohjelman tavoitetta öljynkäytön puolittamisesta. Hallitusohjelmaan sisältyy myös kirjaus siitä, että kannustetaan tuontiöljyn korvaamiseen lämmityksessä päästöttömällä uusiutuvilla vaihtoehdoilla.

Informaatio-ohjausta rakennusten energiatehokkaasta käytöstä ja hyvästä sisäilmastosta toteutetaan yhteistyössä alan toimijoiden ja Motivan kanssa yhteistyössä.

### Energiatehokkuuden parantaminen korjausrakentamisessa

Korjausrakentamista koskevat kustannusoptimaalisella tasolla olevat energiatehokkuusvaatimukset on annettu keväällä 2013. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin mukaan määräystasoa tulee tarkastella viiden vuoden välein. Seuraava raportti kustannusoptimalisuudesta lähetetään komissiolle keväällä 2018.

Korjausavustuksia ja energia-avustuksia on ollut tarjolla asunto-osakeyhtiöille rajatusti. Avustuksia on käytetty muun muassa talouden elvyttämiseen ja työllisyyden hoitoon. Samassa yhteydessä ei ole edellytetty energiatehokkuuden parantamista vaatimustasoa paremmalle tasolle.

Taloudellisten kannustimien vaikuttavuuden kannalta olisi perusteltua, että kannustimet olisivat pitkäjänteisiä ja ennakoitavissa. Siten jatkuvasti saatavilla oleva kannustin voitaisiin ottaa huomioon myös pidemmän aikavalin strategiassa esimerkiksi asunto-osakeyhtiöissä. Tämä olisi merkittävä muutos nykykäytäntöön, missä korjauksiin laajemmin annettavat tuet otetaan käyttöön tyyppillisesti hyvin nopeasti ja ovat voimassa vain lyhyen aikaa. Lisäksi tuet on sidottu vain rakennuskustannuksiin.

Kannusteiden tulisi olla suunnattu suunnitteluun, jonka yhteydessä selvitetään mahdollisuudet parantaa rakennuksen energiatehokkuus merkittävästi minimivaatimuksia parempaan tasoon kustannustehokkaasti. Lisäksi kannusteiden tulisi olla suunnattu toteuttamiseen ehdollisena siten, että osoitetaan energiatehokkuuden parantuminen suunniteltuun, voimassa olevia vaatimuksia parempaan tasoon. Kannustin voisi olla myös porrastettu.

Kannustaa voisi myös koko rakennuksen energiatehokkuuden parannuksia, suuntaamalla taloudelliset kannusteet energiatehokkuuden suhteen pitkälle meneville parannustoimenpiteille. Mittareina voisivat toimia esimerkiksi vaatimustasoa parempi energiatehokkuus, käytettyjen cleantech ratkaisujen ja innovatiivisen läpimurtoteknologian ja sähköautojen latauspisteiden tai niiden varauksien määrä tai usean rakennuksen yhtiöissä asennetut rakennuskohtaiset energiamittarit, jos niitä ei ole. Myös järjestelmäpäivitykset automaatiota lisäämällä ovat tehokkaita keinoja pienentää energiankulutusta.

Oikein suunnattujen kannustimien tulee ohjata suunnittelua siten, että ensin tulisivat käyttöön pitkävaikutteiset passiiviset lämmitys- ja jäähdytysenergian säästöön liittyvät toimenpiteet. Korjaushankkeen suunnittelussa suunnittelun etenemisjärjestyksen tulisi mahdollisuuksien mukaan edetä lämpöhäviöiden ja jäähdytystarpeen pienentämisestä sähkönkäytön tehostamiseen, ilmaisenergioiden hyödyntämiseen, kulutuksen ohjaukseen ja näyttöön ja lopuksi energiamuodon valintaan.

Jäähdytystarpeen pienentäminen on tärkeää myös Suomessa. Passiiviset ratkaisut, kuten esimerkiksi aurinkosuojaus, vähentävät jäähdytyksen tarvetta. Kotimainen valmistus tarjoaa

ratkaisuja ja tekniikkaa, joka toimii myös Suomen olosuhteissa. Olisi perusteltua tukea myös tämän teknologian käyttöönottoa, jotta se yleistyisi. Passiivisten keinojen hyvä puoli on niiden käyttökustannusten mataluus. Passiivisten keinojen käyttöön ei aina tarvita lainkaan energiaa.

### Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden hiilijalanjäljen pienentäminen rakentamisessa

Rakennusten energiatehokkuuden parantuessa ja energian tuotannon kasvihuonekaasupäästöjen laskiessa rakennuksen elinkaaren päästökäyry muuttuu. Yhä suurempi osa päästöistä syntyy rakentamiseen ja korjaamiseen käytettävien tuotteiden valmistuksesta, rakennustyömaan toiminnoista, rakennuksen korjauksista sekä purkamisesta ja rakennusjätteiden käsittelystä. Näiden vaiheiden osuus rakennuksen elinkaaren kasvihuonekaasupäästöistä voi olla selvästi yli 50 %.

Rakentamisen hiilijalanjälkeä voidaan pienentää käyttämällä materiaaleja, joiden valmistus on vähäpäästöistä. Yhtä oleellista on tarkastella rakennuksen perustustapaa, sillä maa- ja pohjarakentamisen materiaalien valmistuksesta aiheutuvat päästöt voivat huonolla rakennuspaikalla olla merkittävät. Myös energiatehokkuuteen tähtäävä korjausrakentaminen edellyttää erityistä harkintaa. Korjauksen edellyttämien materiaalien ja laitteiden valmistuksen päästöjen tulisi olla kohtuulliset suhteessa energiatehokkuuden parannuksella saataviin päästövähennyksiin.

Hiilijalanjäljen laskennan reunaehdot on selkeästi määritelty eurooppalaisissa EN-standardeissa (EN 15643, EN 15978) ja rakennustuotteiden päästöt voidaan vertailukelpoisella tavalla esittää ns. ympäristöselosteen avulla (EN 15804). Laskennan osaamista on myös Suomessa. Vain ohjausjärjestelmä puuttuu. Tässä suhteessa Suomi on jäljessä eurooppalaisista edelläkävijämaista, kuten Belgiasta, Hollannista, Ranskasta, Iso-Britanniasta ja Saksasta. Ohjauksen reunaehdot ovat tuotteiden ympäristötietojen ilmoittaminen standardin mukaisella ympäristöselosteella. Rakennuksen tietomallinnus kehittyy hallituksen kärkihankkeena (KIRA-DIGI), ja tulee helpottamaan hiilijalanjälkilaskennan soveltamista suunnittelutyöhön.

### Puurakentamisen edistäminen

Puurakentaminen hyödyntää uusiutuvia luonnonvaroja ja voi mahdollistaa merkittäviä säästöjä rakennuksen valmistusvaiheen kasvihuonekaasupäästöihin. Käytön aikana puisten sisäpintojen kykyä puskuroida kosteutta voidaan hyödyntää lämmitys- tai jäähdytystarpeen vähentämiseksi lämpöviihtyvyyden kärsimättä. Elinkaarensa lopulla puiset rakennusosat voidaan kierrättää ja sen jälkeen hyödyntää uusiutuvana energiana.

Osana puurakentamisen edistämistä ennakoitaan ja tuotetaan informaatiota sekä osaamista rakentamisen koko elinkaaren säädöskehityksen tarpeisiin. Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden valmistuksessa aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt tullaan tulevaisuudessa kytkemään vaikuttavalla tavalla rakentamisen ohjaukseen. Laadinnassa on tiekartta, jossa määritellään tarvittavat toimet materiaalien hiilijalanjälkeen liittyvän ohjauksen kehittämiseksi. Tätä koskeva hankinta-ohjeistus annetaan julkiseen rakentamiseen.

Informaatio-ohjauksen tarve on suuri erityisesti tiivistyvissä kaupunkikeskustoissa.. Puurakentamisella on vahva asema Suomessa, mikä antaa hyvän perustan osaamisen ja käytön edistämiseksi. Tavoitteena on ohjata rakentamista ja sisustamista siten, että rakennuskannan hiilijalanjälki pienenee ja hiilivarasto kehittyy suotuisimmin. Vientiin kehitetään puurakentamisen ratkaisuja, joissa puutuotteiden sisältämä hiilijalanjälki tunnetaan, puurakennusosien kierrätys on rakenteellisesti mahdollista mahdollisimman pitkän käyttöiän saavuttamiseksi ja puurakentamisen ja puurakennusten elinkaaritieto antaa lisäarvoa asiakkaille.

Energiätehokkuuden parantumisen myötä ja eri energiamuotojen hiilijalanjäljen pienentyessä rakennuksen käytönaikainen energiankulutuksen hiilijalanjälki pienenee suhteessa rakennusmateriaalien valmistuksen päästöihin. Nollaenergiatalo, jonka materiaalien valmistus aiheuttaa paljon päästöjä ei johda ilmastonmuutoksen hillitsemisen kannalta parhaimpaan lopputulokseen.

Massiivipuutalojen pieni hiilijalanjälki perustuu sekä puumateriaaliin että seinärakenteen yksinkertaisuuteen. Puurakenteilla on yleensä pieni hiilijalanjälki. Massiivipuuseinä on yksinkertainen, eikä suurimmassa osassa rakenteita tarvita lisälevytyksiä tai eristeitä.

Puutalojen rakenteisiin on varastoitunut merkittävästi bioenergiaa. Kun puurakennus puretaan, voidaan puumateriaali uudelleenkäyttämisen ja kierrättämisen jälkeen hyödyntää bioenergiaksi. Bioenergian määrä on suurempi massiivipuurakenteisissa taloissa kuin rankarakenteisissa. Joidenkin tutkimusten mukaan massiivipuutalon rakenteissa voi olla varastoituneena yhtä paljon energiaa, kuin sama talo käyttää 19 vuoden aikana.

Puurakennuskannan suhteellinen lisääminen kerryttää kansallista hiilivarastoa. Puurakenteisiin varastoituu merkittävä määrä ilmakehän hiiltä. Vaikka se vapautuu takaisin ilmakehään rakennuksen elinkaaren lopussa, on valmistuksen pienillä hiilipäästöillä ja seinän hiilivarastolla ajallisesti suuri merkitys ilmastonmuutosta aiheuttavien kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä. Paras nettohyöty ilmaston kannalta saadaan, kun puurakenteiden käyttöikä on mahdollisimman pitkä. Lisätään Suomen metsiin sitoutuneen hiilen varastointia edistämällä puun käyttöä rakentamisessa ottaen huomioon siitä saatu pitkäaikainen nielu.

#### Lähteet:

Heinonen, J., Säynäjoki, A., Kuronen, A. & Junnila, S. (2011) "Are the greenhouse gas implications of new residential developments understood wrongly?" *Energies*, 12.

Takano, A., Hughes, M. & Winter, S. (2014). "A multidisciplinary approach to sustainable building material selection: A case study in a Finnish context". *Building and Environment*, 82: 526-535.

Kuittinen, M., Ludvig, A. & Weiss, G. (toim.) (2013). *Wood in Carbon Efficient Construction – Tools, Methods and Applications*. CEI-Bois: Bryssel.

#### Rakentamisen materiaalitehokkuuden parantaminen



Rakentamisen materiaalitehokkuudella on suora linkki ilmastovaikutuksiin. Samankokoinen ja –laatuinen rakennettu tila voidaan saada aikaan erilaisella määrällä materiaalia. Mitä vähemmän materiaalia valmistetaan ja kuljetetaan, sitä pienemmät ovat haitalliset päästöt. Rakennusosien uudelleenkäyttö ja kierrätysmateriaalien hyödyntäminen edesauttavat rakentamisen hiilijalanjäljen pienentämistä.

Rakentamisen materiaalitehokkuuden parantaminen on jatkunut vuonna 2014 päättyneen Rakentamisen materiaalitehokkuus (RAMATE) -hankkeen jälkeen. Eri aikakausien rakennusmateriaaleja on kerätty verkkopohjaiseen tietokantaan ja sähköisiä purkujätteen siirtoasiakirjoja valmistellaan.

Materiaalitehokkuuden parantaminen liittyy keskeisesti myös kiertotalouden teemaan. Koska säästävää purkamista ja materiaalien jatkokäsittelyä kysyy työvoimaa, sen kautta voidaan sekä työllistää että kehittää menetelmiä kiertotalouden innovaatioiksi.

## 6.9 Liikenne

Liikenteen ilmastopolitiikan valmistelun tueksi teetettiin vuosina 2014–2016 useita eri selvityksiä. Keskeisimpiä näistä ovat seuraavat kolme selvitystä: *Liikenteen energiatehokkuustoimenpiteet osana EU:n 2030 ilmasto- ja energiatavoitteiden saavuttamista: vaikutukset, kustannukset ja työnjako* (Tuominen et co 2015); *Tarve, tottumukset, tekniikka ja talous – ilmastomuutoksen hillinnän toimenpiteet liikenteessä* (Liimatainen et co. 2015) sekä *Tieliikenteen 40 %:n hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030: Käyttövoimavaihtoehdot ja niiden kansantaloudelliset vaikutukset* (Nylund et co. 2015). Lisäksi liikenteen päästövähennyspotentiaalien mallintamisessa on hyödynnetty VTT:n LIPASTO –päästölaskentamallia sekä ALIISA -autokantamallia.

### 6.9.1 Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen

Energia- ja ilmastostrategian tavoitteena on, että henkilöautolla yksin ajettavien matkojen määrä vähenee ja että henkilöautosuoritteiden kasvu kaupunkiseuduilla pysähtyy väestönkasvusta huolimatta. Henkilöliikenteen kasvu kaupunkiseuduilla ohjautuu henkilöautojen sijaan kävelyn, pyöräilyyn, joukkoliikenteeseen ja liikenteen uusiin palveluihin. Kävelyn ja pyöräilyn osalta tavoitellaan 30 prosentin kasvua näiden matkojen määrässä vuoteen 2030 mennessä.

Liikenteen energiatehokkuustoimenpiteet osana EU:n 2030 ilmasto- ja energiatavoitteiden saavuttamista: vaikutukset, kustannukset ja työnjako -selvityksessä arvioitiin, että suurten ja keskisuurten kaupunkiseutujen liikennejärjestelmäsuunnitelmien tavoitetiloja toteuttavilla joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn toimenpiteillä voitaisiin Suomen kaupunkiseuduilla päästä noin 30 % CO<sub>2</sub>-päästövähennyksiin vuodesta 2014 vuoteen 2030. Tämä tarkoittaisi kasvihuonekaasupäästöjen vähenemistä noin 0,6 miljoonalla tonnilla. Arviossa olivat kuitenkin mukana paitsi kulkutapajakauman, ajoneuvokaluston ja polttoaineiden teknologisen kehityksen aikaan saamat päästövähennykset. Strategiavalmistelussa on oletettu, että ajoneuvokaluston ja polttoaineisiin

liittyvän kehityksen aikaansaama päästövähennys olisi mainitusta luvusta karkeasti arvioituna noin puolet, ja kulkutapajakaumaan liittyvä päästövähennys puolet (0,3 miljoonaa tonnia).

*Liikenteen energiatehokkuustoimenpiteet* -selvityksessä arvioitiin myös, että jos 1,5 % henkilöautolla tehdyistä pitkistä (yli 100 km) matkoista siirtyisi joukkoliikenteeseen, tarkoittaisi tämä noin 0,5 miljoonan tonnin vähenemää kasvihuonekaasupäästöissä vuoteen 2030 vuoteen 2014 verrattuna. Myös tämä arvio sisälsi kaupunkiseutujen tapaan teknologiakehityksen vaikutukset, jolloin pelkän kulkutapamuutoksen vaikutus olisi karkeasti arvioituna noin 0,25 miljoonaa tonnia.

Tarve, tottumukset, tekniikka ja talous -selvityksessä henkilöautojen käyttötapojen muutoksella (muun muassa kimppekyytien ja yhteiskäyttöautojen osuuden kasvulla) aikaansaatiin lähes 9 miljoonan tonnin päästövähennys vuoteen 2050 mennessä. Jos päästövähennykset jyvitetään tasaisesti kaikille vuosille, päästövähennys vuonna 2030 on luokkaa 0,2 miljoonaa tonnia.

Ajoneuvokilometreiksi muutettuina edellä mainitut päästövähennykset tarkoittaisivat sitä, että henkilöautoilla ajettujen kilometrien määrä vuodesta 2020 vuoteen 2030 ei enää kasvaisi, vaan pysyisi koko Suomessa suurin piirtein samalla tasolla (noin 40,01 miljardia ajoneuvokilometriä vuonna 2020 ja noin 40,8 miljardia ajoneuvokilometriä vuonna 2030).

Tavaraliikenteen osalta politiikkaskenaarioon on sisällytetty muuta Eurooppaa suurempien mittojen ja massojen yleistymisen Suomessa. Liikenneviraston vuonna 2013 tekemän arvion mukaan kuljetusten kokoa kasvattamalla voitaisiin päästöjä vähentää jopa 0,25 miljoonaa tonnia. Tavaraliikenteen suoritteeksi käännettynä 0,25 miljoonan tonnin päästövähennys tarkoittaisi suoritteiden kasvun pienentymistä noin 3 % (baseline -skenaariossa tavaraliikenteen suoritteiden kasvu vuosina 2016–2030 on 9 %, mutta politiikkaskenaariossa vain 6 %).

Eri kaupunkiseutujen liikennejärjestelmien kehittämiskustannuksia on arvioitu seutujen omissa liikennejärjestelmäsuunnitelmissa. Esimerkiksi Helsingin seudulla liikennejärjestelmän kehittämisen kustannukset vuosina 2016–2030 ovat noin 566 miljoonaa euroa. Pääasiallisena syynä näiden investointien toteuttamiselle ei kuitenkaan ole ilmastopolitiikka, vaan liikennejärjestelmän toimivuus (liikenteen sujuvuus ja palveluiden saavutettavuus). Jos käytettävissä oleva rahoitus suunnataan ilmaston kannalta edullisiin hankkeisiin, ilmastohyödyt tulevat pääasiallisen toteuttamissyyn päälle, eli ovat lisähyöty, eivät lisäkustannus.

Liikennemarkkinoiden uudistamisen ei arvioida aiheuttavan lisäkustannuksia valtiolle. Tarve, tottumukset, tekniikka ja talous -selvityksen mukaan henkilöautojen käyttötapojen muutos on selvästi kustannustehokkain toimenpidekokonaisuus. Päästövähennyksen hinta olisi henkilöautojen käyttöä tehostamalla -954 €/t.

Tavaraliikenteen osalta normaalia suuremmat mitat ja massat saattavat kasvattaa valtion tarvetta investoida väyläverkkoon niin, että verkko kestää entistä raskaammat kuljetukset.

Henkilöautoliikenteen vähentyminen kaupunkiseuduilla vähentää liikenteen haitallisia ympäristö- ja terveysvaikutuksia erityisesti silloin, jos henkilöautoista siirrytään sähkökäyttöiseen raideliikenteeseen, kävelyyn ja/tai pyöräilyyn. Linja-autojen haitalliset lähipäästöt (typen oksidit ja pienhiukkaset) sekä melu-taso yksittäistä ajoneuvoa ajatellen saattavat olla suuremmat kuin henkilöautoilla, mutta päästötasot henkilökilometriä kohti laskevat käyttöasteen kasvaessa. Tavarankuljetusten ja logistiikan tehostuminen vähentää liikenteen haitallisia ympäristö- ja terveysvaikutuksia, jos ajettujen kilometrien määrä vähenee ja/tai käytetyn polttoaineen määrä pienenee.

Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen auttaa merkittävästi hallitusohjelman öljyn kulutuksen puolittamistavoitteen toteutumista.

### 6.9.2 Ajoneuvojen energiatehokkuus

Energia- ja ilmastostrategian tavoitteena on, että uusien henkilö- ja pakettiautojen ominaiskulutus ja -päästöt laskisivat noin 30 prosenttia vuoden 2020 tasosta vuoteen 2030. Uusien myytävien henkilöautojen ominaispäästöjen tulisi vuonna 2030 laskea lähelle komission esittämää, kunnianhimoisempaa tavoitetasoa (64 g/km) (liikenteen vähähiilistrategian työpäivi SWD(2016) 244 final). Jos uusien autojen ominaispäästöt saataisiin Suomessa laskemaan lähelle EU-tasoa, ja jos autokannan uudistumista saataisiin nopeutumaan nykyisestä noin 110 000 uudesta autosta noin 146 000 uuteen autoon/vuosi (vuonna 2030), liikenteen kasvihuonekaasupäästöt putoaisivat noin 0,86 milj. t vuonna 2030.

Jotta EU:ssa valmistettujen autojen keskimääräiset päästöt saataisiin laskemaan edellä mainitulle tasolle (64 g/km), autoihin tulisi tuoda yhä enenevässä määrin erilaisia sähköisiä järjestelmiä. Vähennys pitäisi näin ollen sisällään myös sähkö- ja muiden vaihtoehtoisten käyttövoimien osuuden kasvattamisen autokannassa, sillä mainittuun raja-arvoon olisi hyvin vaikea päästä pelkästään polttomoottoreita kehittämällä.

Pakettiautojen raja-arvo tulisi energia- ja ilmastostrategian linjausten mukaisesti saada lähelle EU-komission ehdottamaa tasoa 106 g/km. Tästä aiheutuva päästövähennys olisi VTT:n arvion mukaan noin 0,1 milj. t vuonna 2030.

Sähköautojen tarjonta on kansainvälisesti katsottuna voimakkaassa kasvussa. Vaikka sähköauto ei *Tieliikenteen 40 %:n hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030* -selvityksen mukaan ole vielä tällä hetkellä kuluttajan tai kansantalouden kannalta kustannustehokas vaihtoehto, tilanteen ennustetaan merkittävästi muuttuvan sähköautojen hintojen laskiessa ja suorituskyvyn parantuessa. Sähköautojen hintakehityksestä löytyy monia erilaisia arvioita. Esimerkiksi analyyttikoyritys Bloomberg New Energy Finance on arvioinut, että sähköautojen hinnat olisivat perinteisiä halvempia jo vuonna 2022. Konsulttitoimisto Roland Berger taas on arvioinut, että sähköautot eivät tulisi kustannustehokkaaksi vaihtoehdoksi polttomoottoriautolle ennen vuotta 2030.

VTT:n selvityksessä *Tieliikenteen 40 %:n hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030* arvioitiin, että sähköautojen hinnat olisivat vuonna 2030 vielä 50 % kalliimmat kuin bensiini- tai

dieselauton. Hinta-arviot näyttäisivät jo nyt jääneen liian korkeiksi, ja niitä ollaan parhaillaan tarkistamassa. *Tieliikenteen 40 %:n hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030* -päivityksen odotetaan valmistuvan lähiviikkoina.

Taulukko 9. Lisäkustannukset eri käyttövoimavaihtoehtojen autoille, henkilöautot (Lähde: *Tieliikenteen 40 %:n hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030*).

HA	Veroton hinta			lisähinnan kehitys (VTT-arviot)					
	perus	lisäkustannus							
	€/auto	€/auto	%	2015	2020	2025	2030	2030 (€/auto)	%
tekniikka	2015	2015	%	2015	2020	2025	2030	2030 (€/auto)	%
perus	20 000	0	0 %	0	0	0	0	20 000	0 %
FFV (E85)	20 000	0	0 %	0	0	0	0	20 000	0 %
CNG/CBG	22 175	2175	11 %	2175	2000	1750	1500	21 500	8 %
PHEV	34 000	14 000	70 %	14 000	11 000	9000	7000	27 000	35 %
BEV	36 500	16 500	83 %	16 500	14 000	12 000	10 000	30 000	50 %
FCEV	55 000	35 000	175 %	35 000	30 000	23 000	15 000	35 000	75 %

Jos lataus-/jakeluasemaverkoston halutaan rakentuvan markkinaehtoisesti, uusille käyttövoimille on luotava toimivat markkinat. Jotta kalliimpien vähäpäästöisten vaihtoehtoisia polttoaineita hyödyntävien ajoneuvojen yleistymistä voitaisiin nopeuttaa, vähäpäästöistä tekniikkaa on välttämätöntä tukea taloudellisesti, kunnes ajoneuvojen markkinaosuus on riittävä. Yhteiskunnan tuki ja kysyntää ohjaavat taloudelliset kannusteet vähentävät markkinoilletulovaiheessa vaihtoehtoisen tekniikan taloudellisia riskejä kuluttajien näkökulmasta. Samalla ne edistävät merkittävästi markkinaehtoisen jakeluinfraan syntyä.

Monissa EU-maissa on otettu käyttöön erilaisia tukia liikenteen uusien teknologioiden markkinoille saamiseksi. Esimerkiksi Ruotsi on vuodesta 2012 tukenut uuden erittäin vähäpäästöisen auton ostoa hankintakannustimella (Supermiljöbilspremie). Kannustin oli vuosina 2012–2015 40 000 kruunua alle 50 g/km päästötason auton hankinnassa. Vuoden 2016 alusta tuki pienennettiin 20 000 kruunuun ladattavien hybridien hankinnassa, täyssähköautojen hankintatuki säilyi edelleen 40 000 kruunussa. Ruotsissa sähköautojen osuus kaikista uusista myydyistä autoista oli vuonna 2016 lähes 4 % eli EU-maista toiseksi korkein. EU:n korkein sähköautojen osuus, noin 6 % uusista myydyistä autoista, löytyy Alankomaista. Alankomaissa on otettu käyttöön verotusmalli, jossa ajoneuvon hiilidioksidipäästöt vaikuttavat työsuhdeautojen verotusarvoon. Työsuhdeauton verotusarvo on 25 % auton yleisestä vähittäismyyntihinnasta, mutta vähäpäästöisille autoille sovelletaan alempaa verotusarvoa.

### 6.9.3 Fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvilla ja/tai vähäpäästöisillä vaihtoehdoilla

Energia- ja ilmastostrategian tavoitteena on, että liikenteen biopolttoaineiden energiasisällön fyysinen osuus kaikesta tieliikenteeseen myydyistä polttoaineista nostetaan 30 prosenttiin. VTT:n laskelmien mukaan biopolttoaineilla aikaansaattava päästövähennys liikenteessä vuonna 2030 olisi noin 1,5 milj. t CO<sub>2</sub>, jos laskelmassa samalla huomioidaan tavoitteena oleva liikennesuoritteiden kasvun pysähtyminen ja ajoneuvojen energiatehokkuuden parantuminen.

VTT on arvioinut<sup>6</sup> biopolttoaineiden sekoitevelvoitteen kustannuksia. Laskelma perustuu fossiilisen dieselin jalostamohintaan 500 euroa/tn, joka vastaa raakaöljyn hintaa noin 60 USD/bbl. 100 % uusiutuvan dieselin hinta perustuu kahteen vaihtoehtoiseen hintaskaariaan: 1000 euroa/tn (nykyhinta) ja 1200 euroa/tn (nykyhinta). Tammikuun lopussa 2007 fossiilisen dieselin jalostamohinta oli noin 460 euroa/tn. Aikajaksolla 2002–2016 raakaöljyn hinta on vaihdellut välillä 18–138 USD/bbl, keskihinnan ollessa 70 USD/bbl. Laskennassa käytettiin nykyistä liikennepolttoaineiden veromallia, jossa kestävästi tuotetuilla biopolttoaineilla CO<sub>2</sub>-verokomponentti on nolla. Fossiilisen dieselin osalta varioitiin CO<sub>2</sub>-komponenttia. Täysin fossiilisen ja täysin uusiutuvan dieselin ”pumppuhinnat hinnat ilman jakelukustannuksia” ovat oheisen taulukon 10 mukaisia. Hintaero voidaan laskea ilman jakelukustannuksia, koska jakelukustannukset ovat yhtä suuret fossiilisella ja uusiutuvalla dieselillä.

Taulukko 10. Fossiilisen ja uusiutuvan dieselin hintaero, euroa/l (Lähde: VTT).

	Fossiilinen diesel			Uusituva diesel	
	A	B	C	D	E
CO <sub>2</sub> hinta €/t	<b>58</b>	<b>92</b>	<b>141</b>		
Jalostamohinta €/t	500	500	500	<b>1000</b>	<b>1200</b>
Jalostamohinta €/l	0,416	0,416	0,416	0,780	0,936
Energiavero €/l	0,316	0,316	0,316	0,249	0,249
CO <sub>2</sub> vero €/l	0,186	0,295	0,453		
Huoltovamuuksmaksu €/l	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Verot yhteensä €/l	0,506	0,615	0,773	0,252	0,252
Hinta ilman ALV €/l	0,922	1,031	1,189	1,032	1,188
ALV €/l	0,221	0,248	0,285	0,248	0,285
Verollinen pumppuhinta €/l	1,14	1,28	1,47	1,28	1,47
Hintalisä A verrattuna				0,14	0,33
Hintalisä B verrattuna				0,00	0,19
Hintalisä C verrattuna				-0,19	0,00

6 VTT:n valmisteilla oleva päivitys raporttiin: Tieliikenteen 40 %:n hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030: käyttövoimavaihtoehdot ja niiden kansantaloudelliset vaikutukset (julkaistaan todennäköisesti helmikuussa 2017).

Strategian vaikutusarviot on laskettu nykyisten verojen mukaisilla oletuksilla. Nykyisellä liikennepolttoaineen CO<sub>2</sub>-verokomponentilla fossiilisen ja uusiutuvan dieselin hintaero on 0,14–0,33 euroa/litra.

Strategissa linjattiin, että biopolttoaineiden osuus liikenteen polttoaineista nostetaan nykyisestä noin 13,5 %:sta 30 %:iin. Tämä edellyttää skenaariolaskelmien mukaan noin 6 TWh:n biopolttoaineiden käytön lisäämistä. Koska bensiinissä etanolin lisäämisellä on 10 % tilavuusprosentin raja (7,7 % energiasisällöstä), perustuu seuraava laskelma biopolttoaineen lisäämiseen dieseliin. 6 TWh:n (noin 690 milj. litraa uusiutuvaa dieseliä) kustannus merkitsisi dieselpolttoaineen käyttäjille 96 milj. euron (jalostamohinnalla 1000 euroa/tn ja hintaerona 0,14 euroa/litra) -227 milj. euron (jalostamohinnalla 1200 euroa/tn ja hintaerolla 0,33 euroa/litra) lisäkustannusta. Strategiassa esitetty arvio oli 210 milj. euroa.

#### Vaikutus asiakkaille myytävän dieselin hintaan

Vaikutusta myytävän dieselin hintaeroon nykyiseen voidaan arvioida laskemalla, paljonko nykyisin myytävään dieseliin on lisättävä 100 % uusiutuvaa dieseliä. Skenaariolaskelmien mukaan ja olettaen, että kaikki lisäbiopolttoaine sekoitettaisiin dieseliin, nykyisin noin 17 % uusiutuvaa dieseliä (D17) sisältävä liikennepolttoaine olisi korvattava noin 39 % uusiutuvaa dieseliä (D39) sisältävällä liikennepolttoaineella. Laskennallisesti tämä merkitsisi nykyisin myytävän dieselin D17 ja 100 % uusiutuvan dieselin sekoittamista suhteessa 71/29 %. Jos nykyisen dieselin (D17) hinnaksi oletetaan 1,3 euroa/litra ja uusiutuva diesel on hinnaltaan VTT:n laskeman mukaisesti 0,14–0,33 euroa/litra kalliimpaa, saadaan 39 % uusiutuvaa dieseliä sisältävän polttoaineen hinnaksi 1,34 – 1,396 euroa/litra. Myytävän dieselin hinta nousisi jakeluasemilla siten 0,04–0,097 euroa/litra (3–7 %).

## 6.10 Maatalous

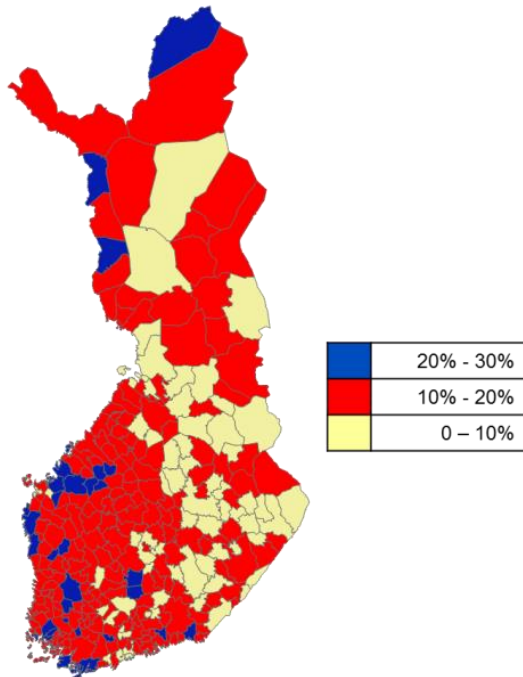
Maataloudessa kasvihuonekaasupäästöt ovat peräisin hajallaan olevista biologisista päästölähteistä, jolloin niiden hillitseminen on haasteellisempaa kuin monella muulla sektorilla. Maataloussektorin kustannustehokkaat päästövähennysmahdollisuudet taakanjakosektorilla ovat varsin rajalliset. Puhtaasti vain maataloussektoriin liittyviä toimia on hankala löytää. Erityisesti maaperään liittyvien päästövähennystoimien vaikutus kohdentuu myös ns. LULUCF-sektorin puolelle (ks. luku 6.16 Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsät (Nielut)). Tehokkaimmat toimet maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi Suomessa koskevat eloperäisiä maita. Maatalouden energian käyttöön liittyvät päästöt lasketaan muiden sektoreiden päästöissä kuten myös työkoneiden ja erillislämmityksen päästöt. Lisätoimista linjataan yksityiskohtaisesti keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmassa.

## 6.11 Rakennusten lämmitys

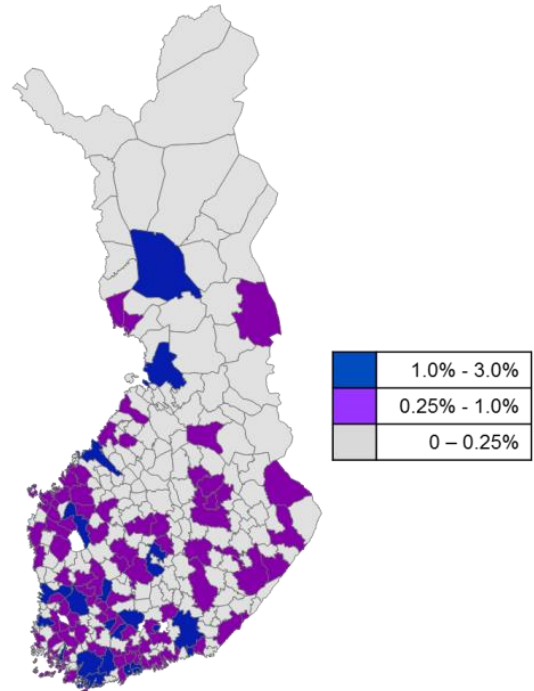
Öljylämmityksen osuus ei ole koko Suomen rakennuskannasta merkittävä, vaan muut lämmitystavat ovat yleisempiä. Alle olevat kuvat esittävä öljylämmityksen osuuksia kunnan

rakennusten kokonaisenergiankulutuksesta, sekä öljyn osuutta kunnan lämmitysmarkkinoiden osuudesta.

Kiinteistökohtaisen öljylämmityksen markkinaosuus kunnittain vuonna 2015  
Asuin- ja palvelurakennukset (% GWh)  
Kokomaa ~ 10%



Asuin- ja palvelurakennusten kiinteistökohtaisen öljylämmityksen sijoittuminen kuntiin vuonna 2015 (% GWh), kokomaa 100%



Kuva 21. Vasemmalla öljylämmityksen osuuden jakautuminen Suomessa osuutena kunnan energiankulutuksesta (% total GWh) Oikealla öljylämmityksen osuuden jakautuminen Suomessa markkinaosuutena kunnittain. Kiinteistökohtaisen öljylämmityksen osuus on täsmätty vuode. Oikealla öljylämmityksen osuuden jakautuminen Suomessa markkinaosuutena kunnittain. Kiinteistökohtaisen öljylämmityksen osuus on täsmätty vuode 2015 tasolle siten, kuin sen on arvioitu olevan kokomaan tasolla "Rakennusten energiankulutuksen perusskenaario Suomessa 2015-2050 raportissa" (Syke 35/2016).

Suomen ympäristökeskuksen rakennuskannan energiankulutuksen perusskenaarion mukaan omakotitaloissa öljylämmityksestä olisi luovuttu 2050 mennessä. Muissa talotyypeissä öljyn osuus olisi edelleen 2–3 % koko hankitusta energiasta.

Mikäli öljylämmitykseen lisätään 10 % biokomponenttia, pienenee päästöt noin 0,165 Mt CO<sub>2</sub> (vuonna 2020) ja 0,112 Mt CO<sub>2</sub> (vuonna 2030). Mikäli biokomponenttia lisätään 20 %, pienenee päästöt vuonna 2020 0,33 Mt CO<sub>2</sub> ja vuonna 2030 0,224 Mt CO<sub>2</sub>.

Skenaariossa oletetaan, että siirtyminen jatkuu samassa tahdissa, mitä se on tehnyt viime vuosina. Öljylämmityksestä siirrytään joko lämpöpumpuilla tuotettuun lämmitykseen tai kaukolämpöön. Vuosittaiset investoinnit ovat vuoden 2016 hintatasossa n. 150 miljoonaa euroa. Täydellinen luopuminen öljylämmityksestä vaatii 5,5 miljardin euron investoinnit. Mikäli öljystä halutaan

luopua 2030 mennessä, olisi investoinnit lisättävä 2,5-kertaiseksi, vuositasolla 375 miljoonaan euroon.

Nykyisin rakennuksissa käytettävän öljyn hinta on noin 0,75 €/l, josta öljyn osuus on 0,4 €/l ja veron osuus 0,36 €/l. Verottoman bioöljyn hinnan on arvioitu olevan > 1€/l. Laskelmissa biopolttoaineen veron on arvioitu olevan samansuuruinen kuin öljyn vero. Näin arvioiden öljylämmittämisen hinta ilman biokomponenttia on vuonna 2020 489 M€, ja vuonna 2030 332 M€. Jos biokomponenttia on 10 %, lämmittämisen hinta on 527 M€ vuonna 2020 ja 359 M€ vuonna 2030. Mikäli biokomponenttia on 20 % vuonna 2020, on lämmittämisen hinta on 566 M€ vuonna 2020 ja 375 M€ vuonna 2030.

## 6.12 Työkoneet

Työkoneissa käytettävän kevyen polttoöljyn osalta otetaan myös käyttöön bionesteen 10 % sekoitevelvoite. Sääntelyn ulottaminen energiatehokkuuteen ja CO<sub>2</sub> päästöihin ohjaisi EU:ssa työkonesektorilla toimivien valmistajien kehitystyötä ja takaisi alenevan päästökehityksen työkonekannan uusiutuessa. Näin voitaisiin edistää energian kulutukseen liittyvien innovatiivisten teknisten ratkaisujen käyttöönottoa. Työkoneiden moottorien tyyppihyväksyntä tulee vuodesta 2017 eteenpäin mahdollistamaan biokaasun käytön myös traktorien moottoreissa, mikä osaltaan vaikuttaa päästövähennyksiä.

Lisätoimista linjataan yksityiskohtaisesti keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmassa.

## 6.13 F-kaasut

EU-sääntelyn myötä F-kaasujen päästökehitys on aleneva vuotta 2030 kohti. Lisätoimista linjataan yksityiskohtaisesti keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmassa.

## 6.14 Jätesektori

Jätehuollon aiheuttamia päästöjä taakanjakosektorilla on mahdollista edelleen vähentää siirtämällä jätteenpolto päästökaupan piiriin ja huolehtimalla jätehuollon kehittyvän sääntelyn valvonnasta ja toimeenpanosta

Lisätoimista linjataan yksityiskohtaisesti keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmassa.

## 6.15 Joustot

EU:n nykyinen taakanjakopäätös pitää sisällään ns. joustomekanismeja, joiden avulla jäsenmaat voivat edistää kansallisten päästövähennystavoitteiden saavuttamisen kustannustehokkuutta. Nykyisiin joustokeinoihin kuuluvat ajalliset joustot, jäsenmaiden väliset siirrot sekä kansainvälisten päästövähennysyksiköiden käyttö. Ajalliset joustot tarkoittavat, että Suomi voi hyödyntää alkuvuosien päästövähennyspolun alitusta myöhempinä vuosina jaksolla 2013–2020, mikäli



ylityksiä silloin tapahtuu. Jäsenmaiden välisistä siirroista ei ole toistaiseksi kokemuksia, mutta lähtökohtana on, että jäsenmaat, joilla on päästöyksiköiden ylijäämä, voisivat halutessaan myydä nämä alijäämäisille jäsenmaille. Kansainvälisten päästöyksiköiden käyttö tarkoittaa käytännössä CER- ja ERU-yksiköiden hyödyntämistä. Nämä yksiköt ovat peräisin Kioton pöytäkirjan mukaisista CDM- ja JI-mekanismeista.

Komission kesällä 2016 antaman uuden taakanjakoehdotuksen mukaan Suomen vuoden 2030 päästövähennysvelvoite olisi 39 % verrattuna vuoden 2005 tasoon. Uutena joustomekanismina Suomen olisi ehdotuksen mukaan mahdollista käyttää tavoitteen saavuttamisessa enintään 2 % edestä yksiköitä päästökaupan puolelta. Jäsenmaan on tehtävä sitova ilmoitus halukkuudestaan käyttää tätä mekanismia vuoden 2019 loppuun mennessä. Mekanismin täysimääräinen hyödyntäminen tarkoittaa Suomen päästövähennysvelvoitteen asettumista tasolle 37 %. Taakanjakoehdotus on kuitenkin edelleen käsiteltävänä minkä vuoksi asiaan liittyy epävarmuutta.

Tämän kertaluonteisen jouston<sup>7</sup> lisäksi komissio ehdottaa, että Suomi voisi hyödyntää maankäyttösektorilla (LULUCF) tuotettuja nieluysiköitä 1,3 % edestä vuosittain verrattuna perusvuoden päästötasoon. Tämän mekanismin hyödyntämiselle on kuitenkin esitetty niin tiukat ehdot, että sen käyttömahdollisuus on epävarmaa. Tämän vuoksi ko. mekanismeja ei ole syytä ottaa huomioon päästövähennystarpeen arvioinnissa.

Yllä kuvattujen uusien joustomekanismien lisäksi käytössä ovat jo vuoden 2020 pakettiin sisältyvät ajalliset joustot ja jäsenmaiden väliset siirrot. Molemmat joustot voivat olla Suomen kannalta varsin varteenotettavia. Edellytykset jäsenmaiden väliselle kaupankäynnille ovat hyvät, koska osalle jäsenmaista on arvioiden mukaan syntymässä tuntuja päästöyksiköiden ylijäämiä, ja osalle selviä alijäämiä.

Joustomekanismit tarjoavat Suomelle keinon hallita päästövähennystavoitteen saavuttamiseen liittyvää epävarmuutta. Tässä vaiheessa on vielä vaikea arvioida politiikkatoimien vaikuttavuutta ja kustannustehokkuutta tai määrää, jolla joustokeinoja olisi tarpeen hyödyntää. On kuitenkin perusteltua varautua siihen, että joustokeinoja tultaisiin tarvitsemaan, erityisesti jakson 2021–2030 loppupuolella. Lähtökohtana on, että Suomi hyödyntää komission ehdotuksen tarjoamaa 2 %:n kertaluontoista joustoa.

## 6.16 Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsät (nielut)

### 6.16.1 Nielujen rooli

Suomessa maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous -sektori (Land use, land use change and Forestry, LULUCF) on merkittävä kasvihuonekaasujen nielu. Maankäyttösektori kattaa

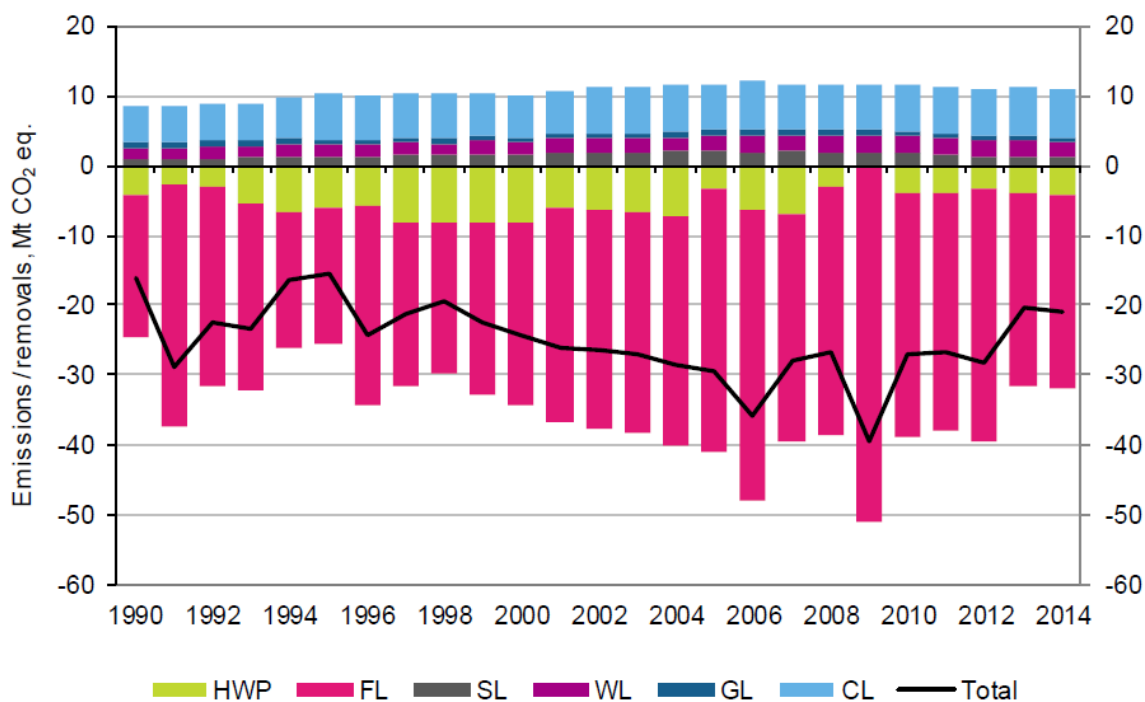
---

<sup>7</sup> one-off-flexibility

maakäyttöluokkien (metsämaa, viljelysmaat, ruohikkoalueet, kosteikot, rakennetut maat sekä muu maankäyttö ja puutuotteet) sekä niiden välisten muutosten kasvihuonekaasujen päästöt ja poistumat. Koko 2000-luvun sektorin nielu on kattanut yli 30 % Suomen kokonaispäästöistä, nielun ollessa suurimmillaan lähes 60 % muiden kasvihuonekaasusektoreiden päästöistä. Metsät ovat Suomessa maankäyttösektorin merkittävin nettonielu.

Maankäyttösektorin päästöjä ja poistumia seurataan sekä YK:n ilmastopöytäkirjan puitteissa. Kioton pöytäkirjan toisella kaudella pakollisena laskettavia toimenpiteitä ovat metsänhoidon, metsäkadon sekä metsittämisen päästöt ja poistumat. Kioton pöytäkirjan mukainen laskenta on veloitteeseen vaikuttavaa laskentaa. Metsänhoidon laskennassa laskentakauden nettopoistumaa eli nielua verrataan vertailutasoon, joka on ennen kauden alkua määritetty arvio metsänhoidon poistumien/päästöjen tulevasta kehityksestä.

Kioton pöytäkirjan toiselle kaudelle määritetyn metsänhoidon vertailutason taustalla oli Kansallisen metsäohjelman 2015 puun käytön tavoitetasot 65–70 miljoonaa kuutiometriä vuodessa ja metsäenergian käytölle asetettu tavoite. Muun muassa kansainvälisen taloustilanteen heikentymisen vuoksi hakkuutavoitetta ei saavutettu. Suomen vertailutaso puutuotteet mukaan lukien Kioton toisella kaudella on -20,466 milj. t CO<sub>2</sub>. Metsänielusta saatavan hyvityksen määrää on rajoitettu kattoluvulla, joka on Suomella 2,5 Mt CO<sub>2</sub> vuodessa (eli 3,5 % perusvuoden 1990 päästöistä).



Kuva 22. LULUCF-sektorin kasviuonekaasupäästöt ja -poistumat maankäyttöluokissa YK:n ilmastopimukselle tehdyn raportoinnin mukaan. (HWP = puutuotteet, FL = metsämaa, SL = rakennettu maa, WL = kosteikot, GL = ruohikkoalueet ja CL = viljelymaa. Lähde: National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol, 15 June 2016).

Osa hakkuiden yhteydessä vapautuvaa hiiltä sitoutuu puusta valmistettuihin tuotteisiin. Puusta valmistetuilla tuotteilla voidaan korvata uusiutumattomia fossiilisia raaka-aineita ja siten pienentää kasviuonekaasupäästöjä. Ilmastonmuutoksen hillitsemisen kannalta erityisen suuri merkitys on elinkaareltaan pitkäaikaisilla puutuotteilla, joita käytetään esimerkiksi rakentamisessa (ks. luku 6.8.5, Rakennukset, puurakentaminen).

### 6.16.2 Strategian toimenpiteet

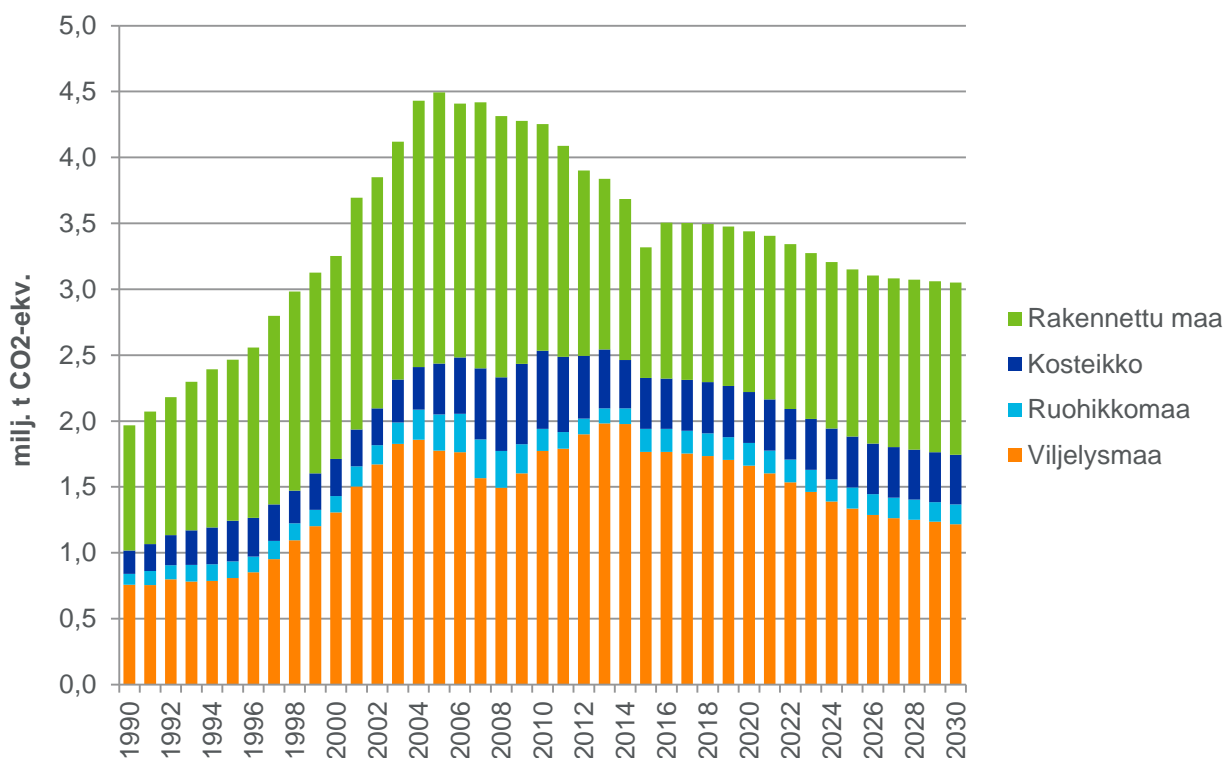
Kansallisessa metsästrategiassa vuodelle 2025 on asetettu 80 milj. m<sup>3</sup>/v tavoitetaso runkopuiden hakkuille, ja hallitusohjelmassa on asetettu tavoite lisätä vuotuista puun käyttöä 15 milj. kuutiometrillä nykytasoon verrattuna. Tämän hakkuutavoitteen mukainen nielu on noin 13–15 milj. tn ekv. CO<sub>2</sub> vuoteen 2030 mennessä. Lähtötaso, noin 26 milj. tn ekv. CO<sub>2</sub>, saavutettaisiin uudelleen kaudella 2035–2044. Hakkuumäärien kehitystä ja niiden vaikutusta nieluihin on kuvattu tarkemmin luvussa 6.2.3.

Strategian toimenpiteitä ovat varmistaa metsien kestävä hoito ja käyttö, ml. suojelu, (i) toteuttamalla kansallisen metsästrategian toimenpiteet, (ii) ylläpitämällä metsien terveyttä ja (iii) vahvistamalla metsien kasvua ja hiilensitomiskykyä pitkällä aikajaksolla.

Maankäytön muutokset ovat puuston kasvun ja hakkuiden ohella merkittävin nieluihin vaikuttava tekijä. Luonnonvarakeskus on laatinut ennusteita maankäytön muutoksen kehityksestä rapor-

tissaan *Menetelmä maankäytön kehityksen ennustamiseen. Pinta-alojen kehitys ja kasvihuonekaasupäästöt vuoteen 2040* (Luke 2015).

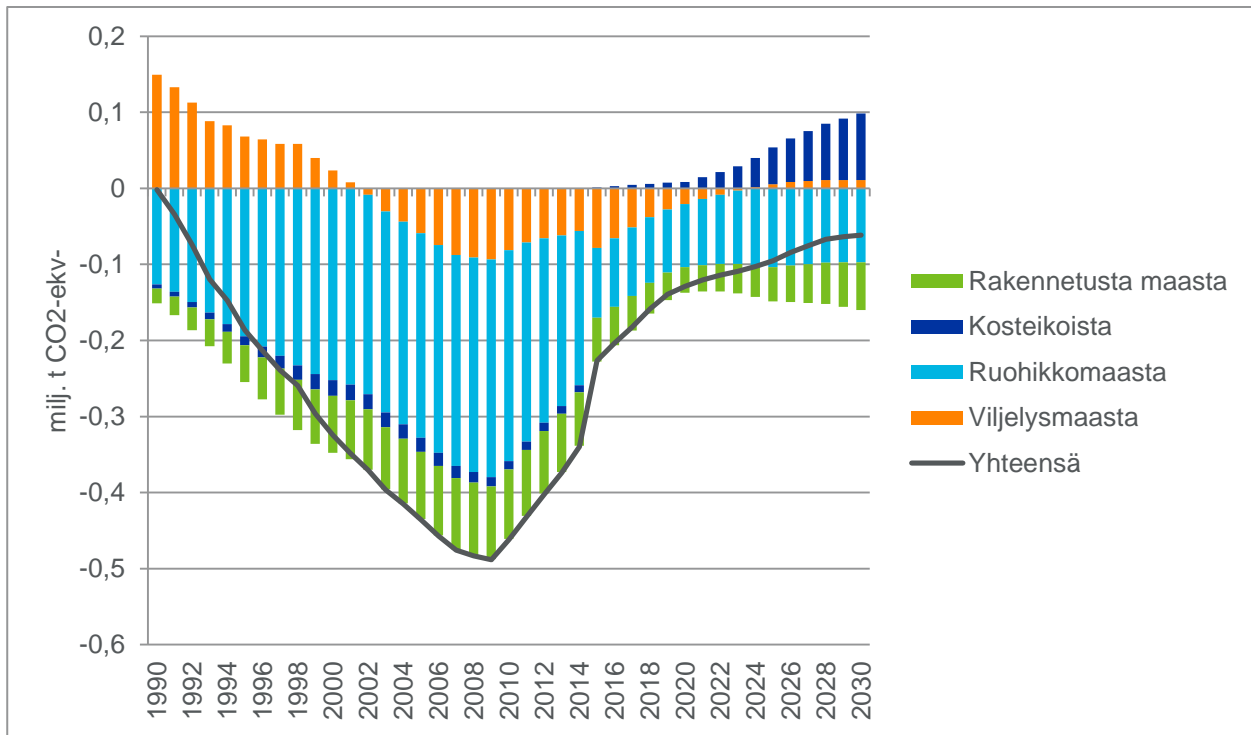
Luonnonvarakeskuksen raportissa ennakoidaan metsämaan pinta-alan vähenevän noin 5 000 hehtaarin vuosivauhdilla vuoteen 2040. Metsäalueita otetaan muuhun käyttöön noin 10 000 ha vuosittain, jonka päästö vaikutus on noin 3,5 Mt CO<sub>2</sub> ekv vuodessa. Kehitykseen vaikuttavat muun muassa yhdyskuntarakenteen ja väestön kehitys sekä yleinen taloustilanne. Metsien häviäminen on vähentynyt puoleen viimeisen kymmenen vuoden aikana. Maankäytön muutoksiin johtavat toimet kohdistuvat pääosin juuri metsämaahan, koska metsät peittävät Suomessa noin 75 % maapinta-alasta. Toisaalta myös maatalousmaita muutetaan rakennetuiksi alueiksi.



Kuva 23. Metsäkadon päästöt 1990–2014 ja niiden kehitysennuste 2015–2030 (Luke 2017 ).

Metsäpinta-alaa syntyy muista maankäyttöluokista jonkin verran lisää aktiivisen metsittämisen ja luontaisen metsittymisen johdosta. Suomessa mahdollisuudet puuttomien alueiden metsittämisiksi ovat kuitenkin varsin rajalliset. Metsityksen ja metsittymisen osalta suurimmat pinta-alat tulevat ruohikoiden muuttumisesta vähitellen metsämaaksi, keskimäärin 2 000 ha/v. Luonnonvarakeskuksen arvion mukaan ilman uusia politiikkatoimia viljelysmaita ja rakennettuja maita metsitetään ennusteen mukaan noin 600 ha/v kumpaakin. Turvetuotantoalojen metsityspinta-alat ovat olleet vähäisiä, mutta kasvavat nykyisestä varsinkin vuoden 2020 jälkeen (Luke 2015). Ennen vuotta 2020 turvetuotantoalojen metsityspinta-alat ovat alle 1 000 ha/v, joka

on hieman enemmän kuin ennen (200 ha/v) (Luke 2015). Arvion mukaan vuoden 2020 jälkeen turvetuotantoalueita voitaisiin kuitenkin metsittää lähes 2 000 ha vuodessa. Ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta metsittämisen myönteiset vaikutukset näkyvät vasta suhteellisen pitkän ajanjakson jälkeen. Metsityksen nieluvaikutus on Suomessa ollut vuositasolla noin -0,5 Mt CO<sub>2</sub> ekv. Ennusteissa ei ole arvioitu mahdollisten politiikkatoimien vaikutuksia.



Kuva 24. Metsityksen päästöt ja nielu 1990–2014 ja niiden kehitysenuste 2015–2030 (Luke 2017).

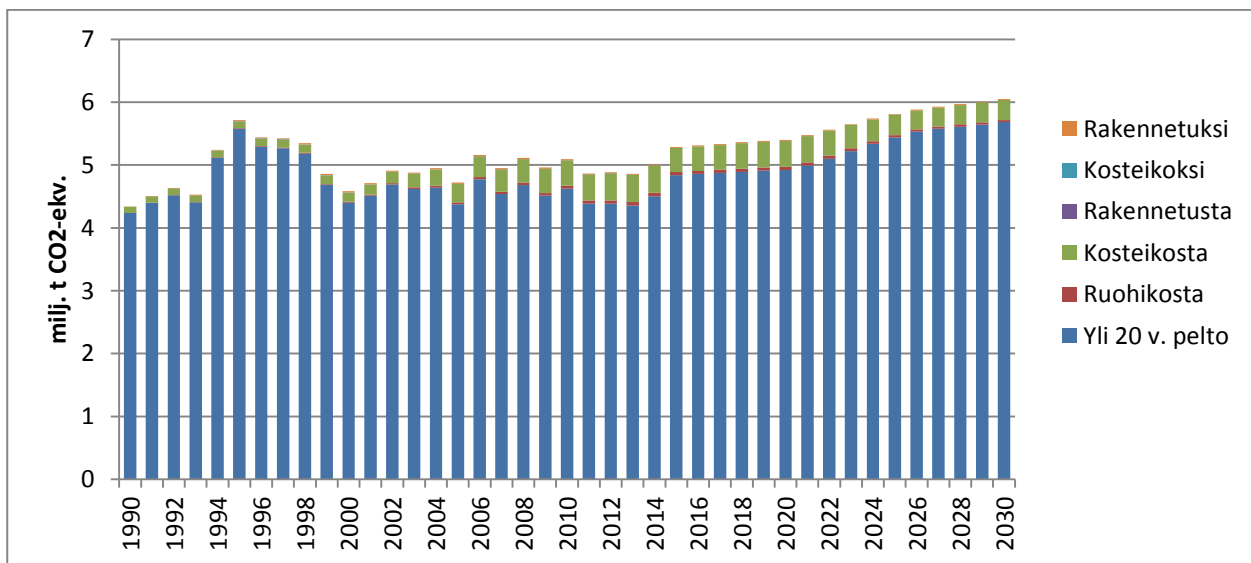
Maankäytön muutoksen osalta strategian linjausten mukaan selvitetään puuttomien alueiden metsittämismahdollisuudet (ml. toteuttamiskeinot, kustannukset ja vaikutukset), sekä määritellään ja toteutetaan toimenpiteet metsien raivauksen vähentämiseksi erityisesti yhdyskunta- ja liikenneraikentamisen yhteydessä (mm. kaavoituksen avulla) sekä pellonraivauksen johdosta.

Maatalousmaan osalta pinta-alan muutoksen nettovaikutus on vähäinen. Toisin sanoen uusia pelloja raivataan lähes yhtä paljon kuin niitä metsitetään. Merkittävä osa uusista pelloista perustetaan kuitenkin eloperäisille maille, mikä osaltaan kasvattaa maatalousmaan päästöjä. Turvemaiden viljelykäytön lisääntymiseen ovat vuosien aikana vaikuttaneet useat syyt, kuten kotieläintilojen laajentaessa toimintaansa tarvittu, ympäristönsuojelulain mukainen lisäpinta-ala lannanlevitykselle sekä rehujen viljelylle. Lisäksi pellon hinnan ja vuokrien nousu on kannustanut oman maan raivaamiseen. Pellonraivausta on pyritty rajoittamaan kansallisin toimin niin, että

vuoden 2004 jälkeen raivatut pellot eivät ole korvauskelpoisia maaseutuohjelman luonnonhaittakorvauksissa, ympäristökorvauksissa ja luonnonmukaisen tuotannon korvauksissa.

Maatalousmaat ja ruohikkoalueet ovat Suomessa vuosittain noin 7,5 Mt CO<sub>2</sub> ekv suuruinen kasvihuonekaasujen nettopäästölähde. Hiilivarasto suomalaisissa peltomaissa on keskimäärin laskenut ja maaperän orgaaninen aines on vähentynyt seurantatutkimuksen<sup>8</sup> mukaan lähes lineaarisesti 1974–2009. Hyvillä viljelykäytännöillä hiilivaraston pienenemistä voidaan hidastaa tai joissakin tapauksissa jopa kasvattaa lisäämällä hiilisyötettä maaperään. Suurin potentiaali päästöjen vähentämiseen on turvemilla ja suurin potentiaali varastojen lisäämiseen kivennäismilla. Tarkemmin tätä kehitystä ja toimia tarkastellaan ilmastolain mukaisessa maatalouden sektorisuunnitelmassa ja keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmassa.

Energia- ja ilmastostrategia linjaa myös, peltojen hiilensidonnan ja -varastojen mittaamismenetelmien kehittämistä sekä hiilinieluja lisäävien viljelymenetelmien kehittämistä. Strategian mukaan käynnistetään pilottihanke koskien maatilojen hiilinielujen lisäämistä.



Kuva 25. Hoidetun viljelymaan päästöt 1990–2014 ja niiden kehitysennuste 2015–2030 (Luke 2017).

Maaperän hiilen hajoamista hidastetaan ja varastojen lisäämistä edistetään tällä hetkellä Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelman toimenpiteiden avulla muun muassa nurmialan lisäämisellä turve- ja multamailla, orgaanisen aineksen lisäämisellä maaperään ja talviaikaisella kasvipeitteisyydellä.

<sup>8</sup> VALSE-seuranta

EU:n kokonaan rahoittamiin EU:n maatalouspolitiikan suoriin tukiin on lisätty ympäristövaatimuksia ja 30 prosenttia suorista tuista sidottiin viherryttämistukeen. Viljelijöiden on noudatettava tukikelpoisilla hehtaareillaan kolmea viherryttämistoimenpidettä. Viherryttämistuessa maaperään vaikuttavia toimia ovat pysyvän nurmen vaatimus, viljelyn monipuolistaminen ja osittain myös ekologisen alan vaatimus. Lisäksi EU:n yhteiseen maatalouspolitiikkaan kuuluvissa täydentävissä ehdoissa maaperään vaikuttavia toimia ovat sängen polttokiello ja kesannon kasvipeitteisyysvaatimus. EU:n yhteisen maatalouspolitiikan viherryttämistuen, täydentävien ehtojen ja ympäristökorvauksen vaikutukset maaperän hiilivarastoihin Suomessa tulee selvittää tarkemmin sekä valmistella ehdotuksia kuinka tulevassa EU:n yhteisen maatalouspolitiikan uudistuksessa kannustetaan viljelijöitä lisäämään maaperän hyvinvointia, ml. maaperän hiilivarastojen lisääminen ja hiilivarastojen vähenemisen hidastaminen.

### 6.16.3 Nielujen laskentasäännöt

LULUCF-sektorin laskennallisiin vaikutuksiin ja osapuolten tavoitteisiin ilmastonmuutoksen torjunnassa vaikuttavat varsinaisten toimenpiteiden ohella myös käytössä olevat laskentasäännöt. Tällä hetkellä laskentasäännöt perustuvat Kioton pöytäkirjan toisen kauden sääntöihin. Vuoden 2020 jälkeisten laskentasääntöjen osalta tilanne on vielä avoin Suomessa ja EU:ssa, mikä aiheuttaa epävarmuutta maankäyttösektorin roolista päästöjen vähentämiseksi ja nielujen lisäämiseksi.

EU:n komissio julkisti heinäkuussa 2016 maankäyttöä, maankäytön muutosta ja metsätaloutta koskevan asetusehdotuksen jonka avulla sektori liitetään osaksi EU:n ilmasto- ja energiakehystä. Maankäyttöä koskeva ehdotus asettaa jäsenvaltioille veloitteet nieluille ja päästöille sekä yksityiskohtaiset laskentasäännöt vuoteen 2030 asti. Toteutuessaan komission ehdotuksen sisältämät metsiä koskevat laskentasäännöt voisivat johtaa siihen, että Suomen maankäyttösektorin nielu muuttuisi laskennalliseksi päästökseksi. Ehdotus liittyy läheisesti samaan aikaan annettuun ns. taakanjakoehdotukseen, jonka mukaisesti LULUCF -sektorin mahdollisia nieluja voidaan rajoitetusti hyödyntää joustona taakanjakosektorilla.

Suomen tavoitteena on vaikuttaa aktiivisesti EU:n maankäyttösektoria koskevaan asetusehdotukseen ja sen laskentasääntöihin siten, että metsien lisääntyvä, kestävä ja monipuolinen käyttö on mahdollista, laskentasäännöt heijastelisivat todellisia nieluja ja päästöjä ja että myös metsistä syntyviä nieluyksiköitä voitaisiin käyttää rajoitetusti taakanjakosektorin veloitteen saavuttamiseen kaudella 2021–2030. Arvioiden mukaan ehdotuksen käsittely saataisiin EU:ssa päätökseen vuoden 2017 loppupuolella.

Sekä kansainvälisissä ilmastoneuvotteluissa että EU:n sisällä käydään keskusteluja mahdollisesta eri toimenpiteiden tai maankäyttöluokkien kattavammasta sisällyttämisestä päästövähennysveloitteiden piiriin. Eri toimenpiteiden tai maankäyttöluokkien päästöarviot ovat kovin eritasoisia. Esimerkiksi maatalousmaiden, ruohikkoalueiden, kosteikkojen tai rakennettujen maiden

lisääminen pakollisten velvoitteiden piiriin lisää arvioiden epävarmuuksia ja edellyttää panostamista epävarmuuksia pienentävään tutkimukseen.

## 6.17 Sopeutuminen ilmastonmuutokseen

Voimistuva ilmaston lämpeneminen ja peruuttamattomien muutosten todennäköisyyksien kasvu lisäävät ilmastonmuutokseen sopeutumisen tarvetta. Myös Pariisin sopimus korostaa sopeutumisen merkitystä ilmastonmuutoksen hillinnän rinnalla. Sopeutumistoimenpiteiden välitön käynnistäminen ilmatoriskeihin varautumiseksi ja kustannusten minimoimiseksi edellyttää toimialojen omaa oppimista ja reagoitua muutoksessa. Sää- ja ilmatoriskien arvioinnin ja hallinnan keinot ovat lisääntyneet viime vuosina, mutta jatkossa sopeutumisen toimeenpano on kytkettävä osaksi eri toimialojen haavoittuvuutta ja kansallista turvallisuutta.

Sopeutumistoimenpiteillä pyritään vähentämään riskejä ja etsimään uusia keinoja toimia muuttuvassa ilmastossa, jotta hyvinvointi voidaan turvata jatkossakin. Sopeutumisella pyritään ehkäisemään tai lieventämään muutoksesta aiheutuvia kielteisiä vaikutuksia ja hyötymään mahdollisista myönteisistä vaikutuksista.

### Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sopeutuminen Suomessa

Suomen vuotuisen keskilämpötilan arvioidaan nousevan lähes kaksi kertaa niin nopeasti kuin maapallon keskilämpötilan. Erityisesti kevät ja talvet tulevat lämpenemään ja sademäärät todennäköisesti lisääntyvät kaikkina vuodenaikoina, talvella eniten. Kasvukausi pitenee, mutta maaperän kuivuus lisääntyy sekä kevättulvat aikaistuvat ja talvitulvat lisääntyvät. Mikäli kasvihuonekaasujen päästöt jatkavat kasvuaan nykyisellä tasolla (ns. RCP8.5-skenaario), lämpötilat nousisivat talvella jopa 4–10 °C ja kesällä 2–7 °C verrattuna 1900-luvun lopun lukemiin. Tämä tarkoittaisi Unkarin ilmastoa ja Englannin sademääriä Keski-Suomessa vuosisadan lopulla.

Vaikka ilmaston lämpenemisestä voi suomalaisesta näkökulmasta olla joitain hyötyjä, niin maailmanlaajuisesti haitalliset vaikutukset ovat suuremmat kuin hyödyt. Ilmaston lämpeneminen voi johtaa laajamittaisiin ja mahdollisesti peruuttamattomiin maailmanlaajuisiin haittavaikutuksiin, kuten tuhoisiin sään ääri-ilmiöihin ja luonnon monimuotoisuuden heikkenemiseen. Ilmastonmuutos voi entisestään kärjistä yhteiskunnallisia ongelmia erityisesti kehitysmaissa, jotka heijastuvat etenkin lähialueilla, mutta myös maailmanlaajuisesti muun muassa muuttoliike sekä globaaliin kauppaan.

Tehokkaiden sopeutumistoimien tekemiseksi tarvitaan arvioita sopeutumisen kustannuksista ja hyödyistä. Suomessa on tehty vasta alustavia arvioita ilmastonmuutoksen taloudellisista vaikutuksista. EU:n tasolla vähimmäisarvioina esitetään, että ilmastonmuutoksen aiheuttamat vuosittaiset kustannukset nousevat 100 mrd. eurosta vuonna 2020 noin 250 mrd. euroon vuonna 2050, ellei ilmastonmuutokseen sopeuduta. Säiden ääri-ilmiöistä voi koitua paikallisesti hyvin merkittäviä kustannuksia: esimerkiksi Eino-myrskyssä (17.11.2013) kaatuneiden puiden arvo oli 60 miljoonaa euroa ja Valio-myrskyssä (2.-3.10.2015) vastaavasti 20–50 miljoonaa euroa.



Yhteiskunnan ja talouden yleinen vakaus, kestävä ja hyvin ylläpidetty rakennettu ja luontoympäristö sekä muu infrastruktuuri, toimiva hallinto, korkea koulutustaso sekä teknologiaan ja innovaatioihin panostaminen vahvistavat kykyä sopeutua muutoksiin. Ilmastonmuutoksen vaikutukset muihin maihin voivat myös olla Suomen talouden kannalta olennaisia, koska ulkomaankauppa tuottaa suuren osan Suomen bruttokansantuotteesta.

Sopeutumisen mahdollisuudet liittyvät suomalaisen osaamisen viemiseen sellaisille alueille, jotka kärsivät enemmän ilmaston lämpenemisestä. Suomella on paljon sopeutumiseen liittyvää osaamista. Esimerkiksi vedenpuhdistuksen ja raakaveden laatuvaihteluiden sekä ääritilanteiden hallintamenetelmien vieminen kehittyviin maihin tai rakennusten jäähdytysjärjestelmien kehittäminen tulee jatkossa korostumaan.

Sopeutumisessa tarvitaan samanaikaisesti riskienhallintaa sekä muita sopeutumistoimenpiteitä, esimerkiksi maataloudessa tuholaisriskien torjunnan lisäksi kuten nykyistä tuottavampien ja kestävämpien lajikkeiden jalostamista ja käyttöönottoa. Jatkossa korostuvat myös rahoitusmallien ja riskienhallinnan parantaminen sekä kohdennettujen varoitusmenetelmien kehittäminen.

#### Kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelma 2022

Valtioneuvoston periaatepäätös kansallisesta ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelmasta 2022 hyväksyttiin 20.11.2014. Sopeutumissuunnitelman lähtökohtana on, että ilmaston muuttuessa sekä luonto että yhteiskunnan toiminnot altistuvat poikkeuksen nopeille muutoksille. Sään ääri-ilmiöt, kuten sateisuus ja tulvat, helteet ja myrskyt, ovat lisänneet häiriöitä yhteiskunnassamme. Eri elinkeinot, asuminen, liikenne ja muu moderni kriittinen infrastruktuuri, kuten sähköriippuvuus on entistä haavoittuvampi erilaisille häiriöille. Sopeutumista tarvitaan, jotta yhteiskunnan toimintakyky säilyy muuttuvassa ilmastossa. Suomi on ollut edelläkävijä ilmastonmuutokseen sopeutumisen osalta; ensimmäinen kansallisen sopeutumisstrategia laadittiin jo vuonna 2005.

Ilmastonmuutoksen kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelman 2022 päämääränä on, että suomalaisella yhteiskunnalla on kyky sopeutua ilmastossa tapahtuviin muutoksiin ja hallita niihin liittyvät riskit. Suunnitelman tavoitteina on, että sopeutuminen on sisällytetty osaksi toimialojen sekä toimijoiden suunnittelua ja toimintaa. Toimijoilla on käytössään tarvittavat ilmatoriskien arviointi- ja hallintamenetelmät sekä tutkimus- ja kehitystyöllä, viestinnällä ja koulutuksella on lisätty yhteiskunnan sopeutumiskykyä, kehitetty innovatiivisia ratkaisuja ja kansalaisten tietoisuutta ilmastonmuutokseen sopeutumisesta. Sopeutumissuunnitelman toimeenpanolla voidaan vähentää haitallisia seurauksia, joita ilmastonmuutoksesta aiheutuu muun muassa ihmisten turvallisuudelle ja terveydelle sekä luonnolle ja muulle ympäristölle, elinkeinoille, infrastruktuurille ja yhteiskunnan tärkeille toiminnoille. Tavoitteena on myös hyödyntää niitä mahdollisuuksia, joita sopeutumisella voidaan saada elinkeinoille ja liiketoiminnalle.

Ilmastolaki (609/2015) hyväksyttiin toukokuussa 2015. Lakiehdotuksen 8 §:n mukaisesti valtioneuvosto hyväksyy ilmastonmuutoksen kansallisen sopeutumissuunnitelman vähintään

kerran kymmenessä vuodessa osana ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmää. Kansallinen ilmastonmuutoksen sopeutumissuunnitelma 2022 vastaa ilmastolain mukaista sopeutumissuunnitelmaa. Sopeutumissuunnitelman välitarkastelu toteutetaan vuonna 2018. Sopeutumissuunnitelmalla toimeenpannaan EU:n sopeutumisstrategian linjaukset.

Maa- ja metsätalousministeriö asetti kesäkuussa 2015 seurantaryhmän koordinoimaan kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelman toimeenpanoa. Laajapohjaisen seurantaryhmän tehtävänä on erityisesti edistää valtion viranomaisten ja toimialojen yhteistyötä sopeutumisessa, tunnistaa tutkimustarpeita ja tehdä ehdotuksia sopeutumiseen liittyvän tutkimuksen kehittämiseksi, edistää tutkimustiedon käytäntöön soveltamista sekä ohjata sopeutumista palvelevia hankkeita. Lisäksi seurantaryhmän tehtäviin kuuluu edistää viestintää sekä tietämystä sopeutumisesta, tukea EU:n sopeutumisstrategian toimeenpanoa Suomessa ja kansallisten linjausten valmistelua sopeutumisasioita EU:ssa käsiteltäessä sekä seurata ja raportoida sopeutumissuunnitelman toteutumisesta ja edistää sopeutumistoimien vaikuttavuuden arviointia.

#### Kansallisen sopeutumissuunnitelman toimeenpano

Sopeutumissuunnitelman mukaisesti ministeriöt vastaavat hallinnonalojensa osalta suunnitelman toimeenpanosta, seurannasta ja arvioinnista. Maa- ja metsätalousministeriö vastaa suunnitelman toimeenpanon koordinoinnista ja asettaa seurantaryhmän seuraamaan ja arvioimaan sen toimeenpanoa.

Eri hallinnonaloilla ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelmaa toimeenpannaan mm. sopeutumisen toiminta- tai vastaavilla ohjelmilla. Ympäristöhallinnon ilmastonmuutokseen sopeutumisen toimintaohjelma 2022 hyväksyttiin vuonna 2016, liikenne ja viestintäministeriön sopeutumistyö pohjautuu hallinnonalan ilmastopoliittiseen ohjelmaan (Ilpo-ohjelma), puolustusministeriön energia- ja ilmasto-strategia hyväksyttiin vuonna 2014. Maa- ja metsätalousministeriön sopeutumisen toimintaohjelma päivitetään vuoden 2017 aikana.

Vuoden 2016 aikana valtioneuvoston TEAS -rahoituksella toteutetussa ELASTINEN -hankkeessa (Ennakoiva lyhyen aikavälin sää-, talous- ja ilmastoriskien hallitseminen) kehitettiin työvälineitä, joilla pyritään vahvistamaan eri toimialojen kykyä arvioida ja hallita sää-, talous- ja ilmastoriskejä. Hankkeen tuloksia hyödynnetään jatkossa sopeutumissuunnitelman toimeenpanossa.

Kansallinen ilmastonmuutoksen haavoittuvuus- ja riskiarviointi toteutetaan vuosina 2017–2018. Hanke muodostaa kokonaiskuvan Suomen ilmastonmuutokseen sopeutumistarpeesta ja yhdistää katastrofien riskienhallintasuunnitteluun. Hanke jatkaa ilmastonmuutokseen sopeutumisen taloudellisten perustelujen tarkastelua sekä yhtenäistää paikkatietoaineistoihin perustuvaa riskiarviointia.

#### EU:n sopeutumisstrategia

EU:n sopeutumisstrategia julkaistiin vuoden 2013 huhtikuussa. EU:n sopeutumisstrategian lähtökohtana on, että sopeutumistoimia tarvitaan väistämättömän ilmastonmuutoksen

vaikutusten ja niiden aiheuttamien kustannusten vuoksi. Strategia korostaa kansallisen ja alueellisen tason sopeutumistoimien tärkeyttä ja kansallisten sopeutumisstrategioiden merkitystä jäsenmaiden sopeutumistoimien kokonaisvaltaisen käsittelyn kannalta. EU -tasolla tulee kehittää ja toimeenpanna toimenpiteitä kansallisten ja paikallisten sopeutumistoimenpiteiden tukemiseksi.

Koska ilmastonmuutoksella on vaikutuksia kaikkiin toimialoihin, strategiassa korostetaan sopeutumisen viemistä osaksi asiaankuuluvia politiikkoja kaikilla hallinnon tasoilla. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää infrastruktuurin ja muiden pitkäaikaisten investointien ilmastokeskävyyden ylläpitämiseen ja parantamiseen. EU:n sopeutumisstrategian toimeenpano arvioidaan vuonna 2017 ja päivitetään sen jälkeen.

### **6.18 Kestävä kulutus ja tuotanto**

Asuminen, liikkuminen ja ruoka ovat säilyttäneet asemansa kulutuksen keskeisimpinä kasvihuonekaasujen lähteinä. Niistä aiheutuu noin 75 % kotimaassa syntyvistä kulutusperäisistä päästöistä. Suomessa on pyritty tuomaan kulutusnäkökulmaa energiapolitiikkaan energia- ja ilmastostrategiassa sekä kestävänsä kulutuksen ja tuotannon strategioissa. Suurin osa viimeisimmän *Kestävän kulutuksen ja tuotannon* -ohjelman pohjalta tehdyn valtioneuvoston periaatepäätöksen (2013) taloudelliseen ohjaukseen liittyvistä toimenpiteistä on kuitenkin toteuttamatta.

Kulutukseen vaikuttavia ohjauskeinoja on tällä hetkellä runsaasti myös käytössä: mm. rakentamisen ja korjausrakentamisen säännökset, energian ja polttoaineiden sekä liikenteen hinnoittelu, usealla toimialalla sovellettava informaatio-ohjaus, kuten tuotteiden energiamerkinnet sekä vapaaehtoiset ympäristömerkit.

Normiohjauksen ja taloudellisen ohjauksen rinnalle tarvitaan lisäksi entistä vahvempaa kansalaisosallistumista. Esimerkiksi paikallisen tason kokeilut sekä kestävät toimintamallit voivat lisätä ilmastotoimien vaikuttavuutta ja hyväksyttävyyttä. Kansalaisilla on myös entistä vahvempi rooli ratkaisujen kehittäjinä. Pyrittäessä vaikuttamaan kulutukseen, käytössä on koko ohjauskeinoarsenaali: normit, taloudelliset keinot ja informaatio-ohjaus. Näiden edelleen kehittämisen lisäksi on otettava käyttöön aivan uusia keinoja. Ennen muuta sellaisia joista ei tule kuluja valtiolle.

Keskipitkän aikavälin ilmastopoliittisessa suunnitelmassa arvioidaan kulutuksen roolia päästökaiketyksessä ja esitetään keinoja kulutuksen ilmastovaikutuksen vähentämiseksi.

### **6.19 Paikallisen ja alueellisen ilmastotyön vahvistaminen**

Kunnissa tehdään kansalliseen päästökaiketykseen merkittävästi vaikuttavia päätöksiä koskien mm. energiatuotantoa ja käyttöä, liikennesuunnitteluja ja maankäyttöä sekä palveluja, elinkeinopolitiikkaa ja hankintoja. Ilmastoasioiden tuominen osaksi kunnan strategiaa sitouttaa päätöksentekijät ja varmistaa eri toimialojen osallistumisen. Kuntien ilmastoverkostot vahvistavat yhteistyötä ja toisilta oppimista sekä eteenpäin työntävää positiivista naapurikateutta.

Kasvat kaupunkiseudut ovat luonteva paikka uusien keinojen kehittämiseksi, kuten rakentamisen älykkäille ja energiatehokkaille ratkaisuille. Investoinnit tulisi tehdä kestäviin ratkaisuihin. Yhdyskuntien laatu ja rakenne vaikuttaa ihmisten liikkumistarpeisiin ja kulkutapa- valintoihin ja siten myös liikennejärjestelmän energiatehokkuuteen. Arkimatkoista saadaan hyvällä suunnittelulla sujuvia ja lyhyitä ja pääosa matkoista voidaan tehdä kestäväillä liikkumismuodoilla.

Kuntien erilaisuus näkyy mm. energiantuotannossa. Osalla kunnista on omaa energiantuotantoa, osalla teollisuutta, josta saadaan kaukolämpöä. Energiankäytön tehostaminen on kuntien tehtävien laajuudenkin vuoksi keskeinen päästövähennystoimi. Kuntien energiasopimukset ovat laajalti käytössä. Kuntien erilaisuus näkyy taas esim. energiantuotannossa. Osalla kunnista on omaa energiantuotantoa, osalla teollisuutta, josta saadaan kaukolämpöä.

Julkisilla hankinnoilla voidaan kunnissa edistää kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä usealla eri sektorilla; esimerkkeinä julkisen liikenteen ja muut liikenteen palveluhankinnat, julkisten keittiöiden hankinnat ml teknologiaratkaisut sekä kunnan rakennusten energiatehokkuuteen liittyvät hankinnat.

Monissa suomalaisissa edelläkävijäkunnissa ilmastotavoitteita on kytketty talouden ja työllisyyden tavoitteisiin ja tavoitteita rakennetaan myös resurssitehokkuuteen ja kiertotalouteen kytkeytyvinä kokonaisuuksina. Näin saadaan erityyppisiä yrityksiä ja toimijoita mukaan kehittämään kestäviä ratkaisuja.

Keskipitkän aikavälin ilmastopoliittisessa suunnitelmassa arvioidaan kuntien roolia päästökehityksessä ja pohditaan keinoja kuntien ilmastotyön tueksi.

## 7. Energiajärjestelmä ja markkinat

### 7.1 Sähkömarkkinat

Sähkön sisämarkkinat ovat murroksessa, jossa sähköntuotanto kehittyy entistä hajautetummaksi ja vaihtelevan uusiutuvan energian, kuten tuuli- ja aurinkovoiman, merkitys kasvaa. Samalla kun tuulivoiman tuotanto on lisääntynyt merkittävästi alueellisilla sähkömarkkinoilla, sähkön kysyntä on pysynyt ennallaan tai jopa laskenut. Tämä on johtanut ylitarjontaan sähköenergiasta vuositasolla, mikä puolestaan on laskenut sähkön markkinahintaa. Kehityksen seurauksena etenkin lauhdesähkön tuotantokapasiteettia on suljettu kannattamattomana. Energiatilaston mukaan Suomen huippukuormituskauden aikainen lauhdesähkötalokapasiteetti on pudonnut vuodesta 2006 lähtien 3 200 MW:sta viime vuoden 960 MW:iin. Markkinoilta poistunut kapasiteetti on vähentänyt sähkön kysyntähuipun aikana käytettävissä olevaa voimalaitostehoa. Samalla säätökykyisen tuotantokapasiteetin määrä on vähentynyt.

Pohjoismaiset kantaverkkoyhtiöt ovat analysoineet raportissaan<sup>9</sup> merkittävimpiä sähköjärjestelmän haasteita vuoteen 2025 saakka. Näitä ovat sähköjärjestelmän joustavuus, sähkön tuotantokapasiteetin (tehon) riittävyys, taajuuden laatu, inertia ja siirtokapasiteetin riittävyys.

#### Sähköjärjestelmän joustavuus

Sähkön tuotanto ja kulutus on pidettävä tasapainossa kaiken aikaa. Tämä edellyttää, että sähkön tuotantoa ja/tai kulutusta on pystyttävä säätämään ylös ja alas, siten että tasapaino säilyy. Vaihtelevan tuotannon lisääntyminen lisää säätötarvetta samalla kun joustavat tuotantoresurssit vähenevät. Tämän vuoksi kuluttajien aktiivisen roolin ja kysyntäjouston merkitys kasvaa. Myös tuontiyhteyksiä voidaan käyttää säätöön, mutta se edellyttää vapaata siirtokapasiteettia rajayhdysjohdoissa. Strategiassa on korostettu uuden Suomen ja Ruotsin välisen 800 MW:n siirtoyhteyden tärkeyttä. Uusi yhteys vähentää Suomen ja Ruotsin välisiä siirron pullonkauloja, tasaa Suomen ja Ruotsin välisiä sähkön hintaeroja ja mahdollistaa pohjoismaisen säädettävän vesivoiman paremman hyödyntämisen myös säätöön Suomessa.

Strategian keskeisin sähkömarkkinoita koskeva linjaus liittyy joustavuuden lisäämiseen sähköjärjestelmässä:

”Edistetään kulutuksen ja tuotannon joustavuutta ja aktiivista osallistumista sähkömarkkinoille älykkäiden ratkaisuiden avulla sekä säilytetään edelläkävijäasema älyverkkojen kehityksessä. Älyverkkojen kehittämisellä on keskeinen asema kuluttajien roolin vahvistamisessa, uusiutuvan

---

<sup>9</sup> Statnett, Fingrid, Energinet, Svenska Kraftnät: Challenges and Opportunities for the Nordic Power system, 15.8.2016

sähköntuotannon integroinnissa sähköjärjestelmään, toimitusvarmuuden parantamisessa sekä uusien liiketoimintamallien luomisessa. Kysyntäjousto on keskeinen osa energiatehokkuutta.”

Vaihtelevan tuotannon aiheuttaman vuorokauden sisäisen säätötarpeen lisääntyminen edellyttää sähkön kulutuksen ja tuotannon joustavuuden lisäämistä ja kuluttajien aktiivista osallistumista markkinoille älykkäiden ratkaisujen avulla. Myös sähkövarastojen sekä sähköjärjestelmän ja muiden energiajärjestelmien, kuten sähköisen liikenteen, kaukolämpöjärjestelmien ja kaasumarkkinoiden, avulla voidaan lisätä tarvittavaa joustoa. Muun muassa joustavuutta lisäävien investointien mahdollistamiseksi on tärkeätä, että sähkömarkkinoilla, ennen kaikkea päivän sisäisillä ja säätösähkömarkkinoilla, syntyvät hintasignaalit ovat aitoja ja riittävän vahvoja.

Älykkäät sähköverkot toimivat palvelualustana siirryttäessä kohti hajautetumpaa ja hiilineutraalia sähköjärjestelmää. Ne lisäävät asiakkaan mahdollisuuksia osallistua sähkömarkkinoille, parantavat sähkön toimitusvarmuutta ja luovat yrityksille uusia liiketoimintamahdollisuuksia kustannustehokkaasti. Työ- ja elinkeinoministeriö asetti syyskuussa 2016 laajapohjaisen työryhmän valmistelemaan konkreettisia toimia, joilla älyverkot voivat palvella asiakkaiden mahdollisuuksia aktiivisesti osallistua sähkömarkkinoille ja edistää yleistä toimitusvarmuuden ylläpitoa.

Suuret sähkön loppukäyttäjät osallistuvat jo aktiivisesti markkinoille, joten uudet toimenpiteet kohdistuvat erityisesti kasvavien hajautettujen resurssien hyödyntämiseen. Tämä edellyttää esimerkiksi toimijoiden roolien selkeyttämistä kysyntäjouston toteuttamisessa, mittausvaatimusten kehittämistä, tiedon keräämistä hajautetusta tuotannosta sekä kysynnän ohjaisinfrastruktuurin kehittämistä. Sekä sähkön myynnin että verkonhaltijoiden tariffirakenteita on kehitettävä hintasignaalien vahvistamiseksi. Myös sähkön varastointia varten luodaan periaatteet mittaukselle ja tasehallinnalle sekä arvioidaan energiaverotuksen avoimia kysymyksiä.

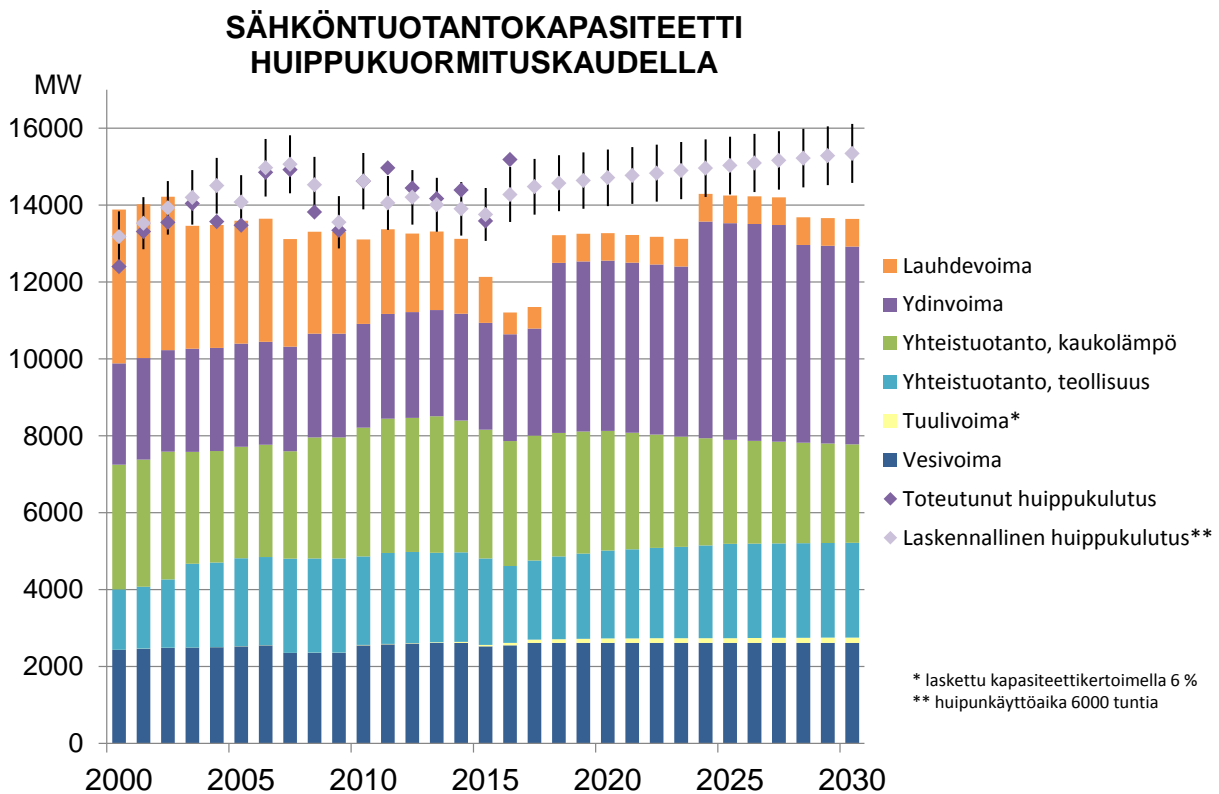
Fingridin valmistelema sähkön vähittäismarkkinoiden keskitetty tiedonvaihtojärjestelmä, datahub mahdollistaa entistä tehokkaamman ja yhdenmukaisemman tiedonsiirron, jollainen on välttämätön tulevaisuuden sähkömarkkinoilla. Datahub nopeuttaa, yksinkertaistaa, parantaa ja tehostaa kaikkien markkinaosapuolten tiedonvaihtoa ja mahdollistaa helpomman tiedon-saannin uusille palveluntuottajille. Datahub tuo myös uusia mahdollisuuksia hallita kysyntäjousto ja tukee pohjoismaisten vähittäismarkkinoiden luomista. Datahubin toteuttaminen edellyttää jo lähi-kuukausina lainsäädäntöuudistuksia, joita täydennetään myöhemmin tietosuojan edellyttämällä säännöstöllä.

### Sähkön tuotantokapasiteetin (tehon) riittävyys

Euroopan kantaverkko-operaattoreiden järjestö, ENTSO-E:n arvion mukaan Pohjoismaat kykenevät kokonaisuutena kattamaan sähkön kysynnän. Tarkastelu on tehty vuoteen 2025. Suomi on sähkötehon riittävyyden suhteen vahvasti riippuvainen tuontiyhteyksistä.

Kuva 26 havainnollistaa huippukuormituskauden sähköntuotantokapasiteetin ja huippukulutuksen kehitystä strategian perusskenaariossa. Huippukuorman aikainen tuotantokapasiteetti poikkeaa asennetusta voimalakapasiteetista, sillä voimalat eivät pysty kaikki samaan aikaan tuottamaan

täydellä teholla sähköä. Menneiden vuosien osalta kuvassa on energiatilastoja vastaavat kapasiteettitiedot tuotantomuodoittain. Skenaariovuosien tuotantokapasiteetit on laskettu tilastoja vastaavilla kapasiteettikertoimilla ja huippunkäyttöajoilla. Huippukuormituskauden laskennallinen tuulivoimakapasiteetti on 6 %:ia asennetusta tehosta. Kaukolämpö-CHP:n osalta oletetaan, että nykyinen huippukuorman aikainen tuotantokapasiteetti muuttuu samassa suhteessa kuin yhteistuotannolla tuotetun kaukolämmön kysyntä. Teollisuuden CHP-laitosten sekä vesivoiman huippukuorman aikainen tuotantokapasiteetti oletetaan seuraavan kyseisten tuotantomuotojen sähkön vuosituotannon kehitystä. Lauhde- ja ydinvoiman tuotantokapasiteetit seuraavat skenaarion oletuksia uusinvestoinneista ja voimalasulkemisista. Kuvassa esitetään lisäksi toteutuneet huippukulutusluvut tummalla värillä sekä vuosikulutusta vastaavat laskennalliset huippukulutukset 6 000 tunnin huippukäyttöajalla. Laskennalliselle huippukulutukselle on viivalla merkitty  $\pm 5\%$ :n vaihteluväli.



Kuva 26. Perusskenaarion mukainen sähköntuotantokapasiteetti huippukuormituskaudella. Toteutunut sekä laskennallinen huippukulutus 6000 tunnin huippukäyttöajalla sekä  $\pm 5\%$ :n vaihteluväli.

Kuvasta nähdään, että riippuvuus sähkön tuontitehosta on erityisen suuri ennen Olkiluoto 3:n käyttöönottoa vuonna 2019. Tämän jälkeen tilanne paranee, mutta tuontiriippuvuus sähkötehosta ei poistu. Valmistuessaan Fennovoiman Hanhikiven laitos parantaa tilannetta edelleen. Päätös Fennovoiman ydinvoimalaitoksen rakentamisluvasta tehdään arviolta vuoden 2018 aikana.

Kysyntäjouaston edistäminen alentaa jatkossa huippukulutusta, mutta lämpöpumppujen määrän kasvun vaikutus on päinvastainen.

Energiaviraston arvion mukaan talvikauden 2016–17 Suomen huippukuormituskauden aikainen sähköntuotantokapasiteetti on 11 600 MW ja kantaverkkoyhtiö Fingiridin arvio pakkaspäivän kulutushuipusta on 15 100 MW. Siten arvio sähkön tuonnin tarpeeksi tälle talvikaudelle on 3 500 MW.

Toistaiseksi kuluvan talvikauden Suomen sähkökulutuksen tuntikeskitehon huippu, 14 300 MW, saavutettiin 5.1.2017 kello 17–18. Suomessa tuotettiin samalla hetkellä noin 10 000 MW teholla sähköä ja 4 300 MW tuotiin naapurimaista. Sähkön riittävyys ei ollut huippukulutustilanteessa vaarassa. Sähkön tuonnissa saavutettiin uusi ennätys 5.1.2017 aamulla klo 6–7, jolloin sähköä tuotiin 4 750 MW:n keskiteholla. Tuontikapasiteettia on yhteensä käytettävissä noin 5 100 megawattia, joten lähes koko kapasiteetti oli käytössä. Voimalaitoskapasiteettia oli huipputunnilla vielä käyttämättä ja 300 megawatin tehoreservikapasiteetti ei vielä tässä tilanteessa ollut tarvetta käynnistää.

Vaihtelevan tuotannon lisääntyminen vaikuttaa myös vuodenaikojen välisiin eroihin sähkön kysynnän ja tuotannon tehotasapainon ylläpidossa. Talven kysyntähuipuissa kovilla pakkasilla tuulivoiman tuotanto on yleensä vähäistä eikä aurinkosähköä tuoteta merkittävässä määrin. Strategiassa on tunnistettu yhdistetyn sähkön ja lämmöntuotannon (CHP, combined heat and power) keskeinen merkitys tämän ongelman näkökulmasta.

Useissa suurissa kaupungeissa harkitaan tulevia kaukolämmön tuotantoratkaisuja, joilla korvataan ikääntyviä CHP-laitoksia. Tämänhetkinen alhainen sähkön markkinahinta voi ohjata investointeja CHP-tuotannon sijasta erilliseen lämmöntuotantoon biolämpökattiloilla ja/tai suurilla lämpöpumppuilla. Esimerkiksi Helsingissä toimiva energiayhtiö Helen on korvaamassa Hanasaari B CHP-laitosta biolämpökattilalla. Lämpökattilainvestointien pitkän käyttöiän vuoksi kaukolämpökuormaa ei voida hyödyntää tältä osin CHP-tuotantoon kymmeniin vuosiin.

CHP-tuotannon kannattavuutta on tarkasteltu Pöyryn selvityksessä<sup>10</sup>. Nettohyötytarkastelun pohjalta kaukolämmön erillistuotannon investointi on kannattavampi kuin investointi yhdistettyyn sähkön ja lämmön tuotantoon vuonna 2015. 2020-luvulla tehtävien investointien osalta asetelma kääntyy oletettujen kohoavien sähkön hintojen myötä ja yhteistuotanto on erillistuotantoa kannattavampi vaihtoehto. Investoijat muodostavat kuitenkin oman näkemyksensä tulevasta sähkön hintakehityksestä ja siihen liittyvistä riskeistä.

---

<sup>10</sup> Pöyry Management Consulting Oy: EU:n 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan linjausten toteutusvaihtoehdot ja Suomen omien energia- ja ilmastotavoitteiden toteutuminen, Valtioneuvoston selvitys ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 28/2016, toukokuu 2016



CHP-tuotannon kannattavuuteen vaikuttaa lämmöntuotannon verotukseen tehtävät ratkaisut. Valtiovarainministeriö ja työ- ja elinkeinoministeriö selvittivät verotuksen vaikutuksia yhdistetyn tuotannon kilpailukykyyn<sup>11</sup>. Hallitus luopui suunnitelmasta poistaa yhdistetyn tuotannon hiilidioksidiveron puolitus ja toteutti verokertymän lisäyksen korottamalla pääosin veron yleistä hiilidioksidikomponenttia. Strategiassa on linjattu, että lämmöntuotannon energiaverotuksen lähtökohtana on nykyinen yhtenäinen verojärjestelmä. Mahdolliset veron korotukset tulee painottaa hiilidioksidisisältöön perustuvaan vero-osuuteen.

Pohjoismaisen ministerineuvoston alainen sähkömarkkinatyöryhmä on selvittänyt alueellisia sähkömarkkinamalleja<sup>12</sup>. Selvityksessä arvioitiin muun muassa kapasiteettimekanismien etuja ja haittoja komission kilpailupääosaston mukaisen jaottelun mukaisesti. Komissio jakaa kapasiteettimekanismit kahteen pääluokkaan: kohdennetut mekanismit (Targeted mechanisms) ja markkinoiden laajuiset mekanismit (Market-wide mechanisms).

Muun muassa Suomessa ja Ruotsissa käytössä olevat järjestelmät ovat strategisia reservejä (Suomessa käytetään nimeä tehoreservijärjestelmä), joissa tukea maksetaan kilpailutukseen perustuen markkinoiden ulkopuolella olevalle kapasiteetille varalla olosta. Strategisten reservien järjestelmä luetaan kohdennettuihin järjestelmiin. Markkinoiden laajuisissa mekanismeissa tukea maksetaan kaikelle osallistuvalla kapasiteetille ja niissä luodaan sähkökapasiteetille erillinen markkina sähköenergiamarkkinan rinnalle. Tällainen järjestelmä on käytössä esimerkiksi UK:ssa ja Ranskassa.

---

<sup>11</sup> VTT: Yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon hiilidioksidiveron puolituksen poiston vaikutukset, tutkimusraportti VTT-R-01173-16, 15.3.2016

<sup>12</sup> Hans Henrik Lindboe, Björn Hagman and Jesper Færch Christensen: Regional Electricity Market Design, TemaNord 2016:540

Alueellisia markkinamalleja koskevan selvityksen mukaan järjestelmien etuja ja haittoja ovat:

Strateginen reservi/tehoreservi	Markkinoiden laajuinen kapasiteettimekanismi
<u>Edut (+):</u>	<u>Edut (+):</u>
- Ratkaisee kapasiteettiongelmaa ilman, että hintasignaaleja häiritään	- Ratkaisee kapasiteettiongelmaa
- Luo stabiilisuutta toimijoille, koska muuttaa olemassa olevaa (energy-only) markkinamallia vain vähän	- Joidenkin toimijoiden näkökulmasta hintasignaalin heikentyminen on hyvä asia
- Indikaattori tarpeellisuudesta rakennettu järjestelmään: jos järjestelmää ei käytetä useiden kysyntähuippujen aikana, järjestelmälle ei ole tarvetta	
- Voidaan lakkauttaa ilman, että markkinasääntöjä tarvitsee muuttaa	
<u>Haitat (-):</u>	<u>Haitat (-):</u>
- Nostaa hiukan kustannuksia, jos mekanismi osoittautuu tarpeettomaksi	- Häiritsee hintasignaalia (energy-only) markkinalla sekä muilla siihen liittyvillä markkinoilla
- Osallistuva kapasiteetti voisi olla markkinoilla kannattavaa ilman tukea	- Lisää regulaation kustannuksia sekä regulaatoriskiä (sääntöjä voidaan muuttaa)
	- Ei ole tehokkain tapa integroida uusiutuvaa sähköntuotantoa markkinoille
	- Kapasiteetin tarve määritellään keskitetysti
	- Ei voi luoda indikaattoria, joka todistaisi järjestelmän tarpeellisuuden käyttöönoton jälkeen

Pohjoismaissa ei ole syytä ainakaan lyhyellä aikavälillä muuttaa olemassa olevaa sähköenergiakauppaan perustuvaa (energy-only) markkinamallia. Sitä vastoin on tarpeen ajan kanssa käydä laajaa keskustelua sekä kansallisesti että alueellisesti tulevaisuuden markkinamallista. Tehon riittävyyden varmistamiseksi on tarpeen säilyttää nykyinen tehoreservijärjestelmä ja kehittää sitä joustavammaksi. Tehoreservinä voidaan käyttää sekä voimalaitoksia että kysyntäjoustoa. Energiaviraston kilpailuttaman tehoreservin kasvattaminen nykyisestä 299 MW:sta noin 600 MW:iin on perusteltua.

### Taajuuden laatu

Sähköjärjestelmän taajuus kuvaa tuotannon ja kulutuksen välistä tasapainoa. Taajuuden laatu on puolestaan indikaattori sähköjärjestelmän käyttövarmuudesta. Taajuuden vaihtelut tavoitealueen ulkopuolella vaarantavat sähköjärjestelmän käyttövarmuuden. Lisääntyvä vaihtelevan tuotannon

aiheuttamat ennustevirheet ja nopeat tehomuutokset tasasähköyhteyksissä (HVDC) ovat haaste järjestelmävastaaville kantaverkkoyhtiöille. Reaaliaikaisen tasapainon säilyttäminen edellyttää riittäviä taajuus- ja säätöreservejä. Sähkömarkkinakehitys johtaa kuitenkin kohti hajautetumpaa tuotantoa, jotka eivät tarjoa vastaavia reservejä siten kuin perinteiset suuret voimalaitokset. Myös siirtoverkon pullonkaulat vaikuttavat mahdollisuuksiin hyödyntää taajuus- ja säätöreservejä.

Taajuuden laatuun liittyvien haasteiden ratkaisu edellyttää tiivistä kantaverkkoyhtiöiden yhteistyötä ja EU:n sähkömarkkinoita koskevien teknisten sääntöjen kehittämistä.

### Inertia

Sähköjärjestelmän inertialla tarkoitetaan voimajärjestelmän kykyä vastustaa taajuusmuutoksia. Inertia riippuu sähköjärjestelmän kineettisestä energiasta, joka on sitoutuneena järjestelmään kytkettyjen pyörivien koneiden massaan. Sähköjärjestelmän inertia on ajankohtainen aihe, koska uusiutuva sähkötuotanto lisääntyy ja korvaa perinteistä lauhdevoimaa. Tuulivoima ja aurinkovoima kytkeytyvät sähköjärjestelmään yleensä taajuusmuuttajien välityksellä, joten ne eivät tuota luontaista kineettistä energiaa kuten perinteiset lauhdevoimalaitokset.

Toisaalta sähköjärjestelmään liitetään myös entistä suurempia voimalaitosyksiköitä ja tasasähköyhteyksiä, jotka puolestaan sähköverkosta irrotessaan aiheuttavat entistä suurempia tehomuutoksia. Tämä yhdistelmä, jossa voimajärjestelmässä on vähemmän kineettistä energiaa eli inertia on pienempi, ja toisaalta suuremmat tehomuutokset voimalaitosten ja tasasähköyhteyksien yksikkökoon kasvaessa, johtaa nykyistä suurempiin taajuusmuutoksiin. Suuret taajuusmuutokset heikentävät voimajärjestelmän käyttövarmuutta.

Pohjoismaisten kantaverkkoyhtiöiden arvion mukaan vuonna 2025 inertian, mitattuna kineettisenä energiana, arvioidaan olevan 1–19 % ajasta alle vaaditun määrän riippuen vuodesta. Alhaisimmillaan inertia on sellaisina kesäöinä, jolloin tuulivoiman tuotanto on suurta. Nykyisessä pohjoismaisessa järjestelmässä inertia on alle 140 GWs rajan enintään 4 % ajasta. Tosin vuonna 2009 inertia alitti rajan noin 12 % ajasta.

### Siirtokapasiteetin riittävyys

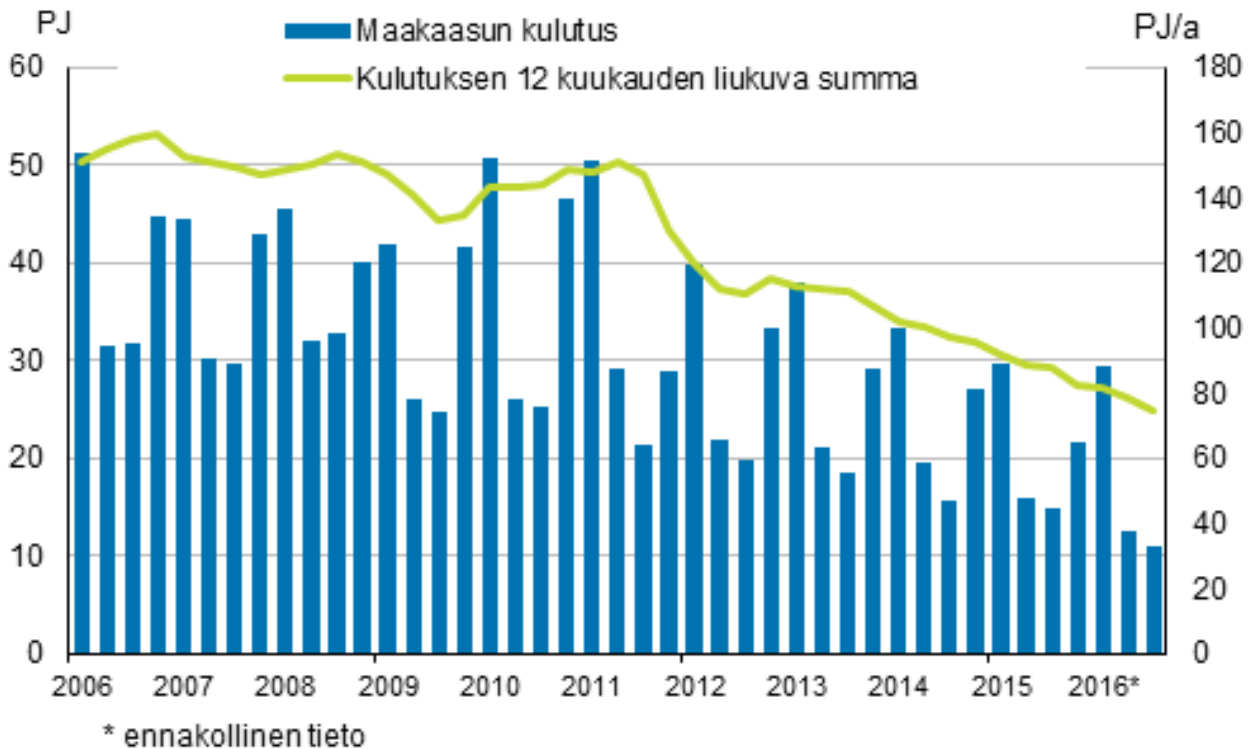
Siirtokapasiteetin riittävyys liittyy edellä kuvattuihin järjestelmän haasteisiin. Riittävä siirtokapasiteetti vaikuttaa sähköntuotantojärjestelmän tehokkaaseen hyödyntämiseen, sähkön tuotannon ja kulutuksen tasapainottamiseen, inertiaresurssien hyödyntämiseen ja auttaa varmistamaan toimitusvarmuutta.

## **7.2 Kaasumarkkinat**

### Kaasun käytön kehitys

Maakaasun käyttö on vähentynyt Suomessa voimakkaasti vuodesta 2010 lähtien (Kuva 27). Maakaasun kulutus oli 45 TWh (energiakäyttö 41 TWh) vuonna 2010 ja 26 TWh (energiakäyttö 23 TWh) vuonna 2015. Maakaasun käyttö energialähteenä muodosti 6 prosenttia Suomen

energiankokonaiskulutuksesta vuonna 2015. Vuosina 2009–2015 maakaasu on menettänyt suhteellista asemaansa kotimaisille polttoaineille, kuten puulle ja jätteelle sekä muille uusiutuville polttoaineille, mutta myös jossain määrin kivihille ja turpeelle. Matala kasvihuonekaasupäästöjen päästöoikeuksien hinta ja matala sähkön hinta ovat osaltaan vähentäneet maakaasun käyttöä yhdistetyssä sähkön ja lämmön tuotannossa. Myös maakaasun kiristynyt verotus ja Suomen talouden heikko kehitys ovat vähentäneet maakaasun kysyntää.



Kuva 27. Maakaasun kulutus, lähde Tilastokeskus.

Maakaasun kulutuksen viimeaikaisesta vähenemisestä huolimatta maakaasu on edelleen tärkeä polttoaine sähkön ja lämmön yhteistuotannossa sekä lämmön tuotannossa maakaasun siirtoverkon vaikutusalueella Etelä-Suomessa. Maakaasun polttoainekäytön suhteellisen merkityksen arvioidaan kasvavan tulevaisuudessa, kun toimenpiteet kivihillen energiakäytön rajoittamiseksi edistyvät. Energiantuotannon lisäksi merkittävä osuus maakaasusta käytetään teollisuuden raaka-aineena esimerkiksi vedyn tuotannossa. Maakaasuinfrastruktuurilla arvioidaan jatkossa olevan merkitystä myös uusiutuvista lähteistä tuotettujen kaasujen siirrossa ja saattamisessa markkinoille.

Nesteytetyn maakaasun (LNG) maailmanmarkkinoilla on viime vuosina tapahtunut voimakas muutos maakaasun tarjonnassa. Muutoksen seurauksena nesteytetystä maakaasusta on tullut Euroopassa vaihtoehto venäläiselle putkikaasulle. Myös biokaasun syöttö maakaasuverkkoon on alkanut ja sen odotetaan lisääntyvän tulevaisuudessa.

Työ- ja elinkeinoministeriö on myöntänyt syksyllä 2014 kolmelle nesteytetyn maakaasun terminaali-hankkeelle investointitukea. Tuen avulla ainakin Manga LNG Oy ja Skangas Oy rakentavat Tornioon ja Poriin terminaalit, joiden kautta saadaan laivaliikenteen ja suomalaisen teollisuuden käyttöön pääosin polttoöljyjä ja nestekaasuja korvaavaa energiaa. Porin terminaali on otettu käyttöön vuonna 2016 ja Tornion terminaali on rakenteilla. Nämä terminaalit eivät ole yhteydessä maakaasuverkkoon.

Näiden lisäksi työ- ja elinkeinoministeriö on myöntänyt joulukuussa 2014 Haminan Energia Oy:lle investointitukea nesteytetyn maakaasun terminaalin rakentamiseen Haminan öljy- ja kaasusatamaan. Haminaan suunniteltu terminaali palvelisi sekä laiva- että maaliikennettä. Terminaali on tarkoitus liittää maakaasun jakeluverkkoon Haminassa. Haminan terminaalista ei ole toistaiseksi tehty lopullista investointipäätöstä.

Maakaasun energiakäyttö on vuonna 2030 strategian perusskenaarion mukaan 22 TWh ja politiikkaskenaarion mukaan 23 TWh.

### Kaasuinfrastruktuurin kehitys

EU:n energiaunionia koskevat keskeiset tavoitteet liittyvät energiamarkkinoiden toiminnan ja energian toimitusvarmuuden parantamiseen. Komissio nimesi syksyllä 2013 sekä Suomen ja Viron välisen Balticconnector -kaasuputken että Liettuan ja Puolan välisen GIPL-kaasuputken niin sanotulle PCI-listalle (Projects of Common Interest). Tämä mahdollisti unionin rahoitustuen myöntämisen näille hankkeille CEF-rahoitusvälineestä (Connecting Europe Facility). Liettuan ja Puolan kaasuyhteydelle myönnettiin CEF-rahoitusta marraskuussa 2014 suunnitteluun sekä rakentamiseen yhteensä noin 306 miljoonaa euroa. Komissio ja hankkeen osapuolet allekirjoittivat lokakuussa 2015 sopimuksen Liettuan ja Puolan välisen putken tuesta. Elokuussa 2016 komissio myönsi Baltic Connector Oy:lle ja Elering AS:lle Suomen ja Viron maakaasuverkot yhdistävään Balticconnector-hankkeeseen 187,5 miljoonan euron investointituen Verkkojen Eurooppa -rahoitusvälineestä. Unionin osarahoitus kattaa 75 prosenttia kaasuputken 250 miljoonan euron rakentamiskustannuksista. Komissio on myöntänyt vuonna 2015 lisäksi 5,4 miljoonan euron Verkkojen Eurooppa -rahoitustuen hankkeen suunnittelukustannuksiin. Baltic Connector Oy ja Elering AS tekivät lokakuussa 2016 lopullisen investointipäätöksen Balticconnector-yhdysputken rakentamisesta.

Siirtoyhteyksien kehittämistä koskevien edellä kuvattujen suunnitelmien toteutuminen merkitsisi eristyneitä markkinoita koskevan poikkeuksen purkautumista Suomen osalta.

### Kaasumarkkinoiden avaaminen

Tällä hetkellä kaikki Suomeen putkiverkon kautta toimitettava maakaasu tuodaan Venäjän putkiyhteyden kautta. Venäjän puolella toimii ainoastaan yksi yritys, joka toimittaa maakaasua Suomeen. Tällainen markkina katsotaan maakaasumarkkinadirektiivissä eristyneeksi markkinaksi. Jäsenvaltio voi tällaisessa tapauksessa soveltaa eräitä poikkeuksia direktiivin säännöksiin. Eristyneitä markkinoita koskevan poikkeuksen piiriin kuuluvat säännökset koskevat

lupamenettelyä, siirtoverkkojen eriyttämistä, markkinoiden avaamista ja vastavuoroisuutta sekä erillisiä linjoja. Suomi voi halutessaan purkaa maakaasumarkkinadirektiivin markkinoiden avaamiseen ja siirtoverkon eriyttämiseen liittyvät poikkeuksensa tai jatkaa niiden soveltamista riittävän suuren vaihtoehtoisen maakaasun hankintalähteen toteutumiseen saakka. Direktiivin mahdollistamat poikkeukset päättyvät kuitenkin, kun Balticconnectoria sekä Puolan ja Liettuan välistä GIPL-putkea koskevat hankkeet toteutuvat. Tämän arvioidaan hankesuunnitelmien mukaan tapahtuvan vuoden 2021 loppuun mennessä. Tämän vuoksi lainsäädännön tasolla tulisi varautua tilanteeseen, jossa edellytykset direktiivin mukaiseen poikkeukseen loppuvat. Suomi voi myös päättää edistää aktiivisesti maakaasumarkkinoidensa avaamista.

Varautuminen poikkeuksesta luopumiseen edellyttää, että maakaasumarkkinalakiin sisällytetään vaihtoehtoisten maakaasun hankintalähteiden edellytyksiä ja siirtoyhteyksien kehittämistä nykyistä paremmin edistävät säännökset. Direktiivin poikkeusedellytysten päättyessä myös Suomessa kaikista asiakkaista tulee vaatimukset täyttäviä asiakkaita, jotka voivat kilpailuttaa maakaasun ostonsa. Suomen on tällöin otettava käyttöön 32 artiklan tarkoittama säänneltyyn verkkoon pääsyyn perustuva järjestelmä, joka ulottuu kaikkiin asiakkaisiin.

Baltian alueellisen maakaasumarkkinan perustamiseen tähtäävä työ tulee todennäköisesti lopulta johtamaan Viron, Latvian ja Liettuan yhteisen maakaasumarkkinan perustamiseen. Suomi joutuu määrittelemään kantansa siihen, miten Suomen maakaasumarkkinat liittyvät tähän markkinaan, kun Balticconnector-yhdysputki otetaan käyttöön.

Strategiassa hallitus linjasi, että:

- Suomen ja Viron välisen Balticconnector-kaasuputken rakentaminen mahdollistaa kaasumarkkinoiden avautumisen ja uudistamisen. Investoinnin valmistuessa luovutaan kaasumarkkinadirektiivin poikkeuksesta ja avataan kaasumarkkinat kokonaan kilpailulle vuoden 2020 alusta lähtien. Uudessa maakaasumarkkinalaissa luovutaan putkikaasun hintasääntelystä ja otetaan käyttöön kaasun markkinapaikat ja sisämarkkinasäännöt. Tavoitteena on luoda Suomen ja Baltian maiden alueelliset kaasumarkkinat.
- Gasumin siirtoverkko eriytetään kaasun myynnistä.

### 7.3 Energiahuoltovarmuus

Huoltovarmuudella tarkoitetaan väestön toimeentulon, maan talouselämän ja maanpuolustuksen kannalta välttämättömän kriittisen tuotannon, palveluiden ja infrastruktuurin turvaamista vakavissa häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa. Huoltovarmuuden lähtökohtina ovat toimivat kansainväliset markkinat, monipuolinen teollinen pohja sekä vakaa talous.

Huoltovarmuuden tavoitteita tarkastellaan määräajoin. Viimeisin annettu Valtioneuvoston päätös huoltovarmuuden tavoitteista on joulukuulta 2013 (5.12.2013/857).

Suomen energiahuoltovarmuuden tila on ollut vakaa. Energiantuotanto perustuu Suomessa monipuolisiin raaka-aineisiin ja suhteellisen hajautettuun tuotantoon, jotka molemmat parantavat energiahuollon huoltovarmuutta.

Energia- ja raaka-aineiden omavaraisuuden suhteen kehitys on myönteistä. Energiaomavaraisuus on nykyisin hieman yli 35 prosenttia. Tämä on johtunut muun muassa puun käytön lisääntymisestä teollisuuden ja energialaitosten polttoaineina sekä jätteiden hyödyntämisestä lämmön ja sähkön yhteistuotannossa. Merkittävä energiaomavaraisuuden lisäpotentiaali on liikennepolttonesteiden jalostuksessa kotimaisista raaka-ainelähteistä. Myös energiatehokkuuden parantaminen vähentää tuontipolttoaineiden käyttöä ja parantaa energiaomavaraisuutta ja energiahuoltovarmuutta.

Valtioneuvoston päätöksen (VNP) mukaan energian saantihäiriön varalta ja kansainvälisten sopimusvelvoitteiden täyttämiseksi Huoltovarmuuskeskus pitää valtion varmuusvarastoissa tuontipolttoaineita siten, että maassa on käytettävissä keskimäärin 5 kuukauden normaalikulutusta vastaavat tuontipolttoainevarastot. Tämän velvoitteen toteutumista seurataan jatkuvasti ja tarvittaessa tuontipolttoaineiden määriä, laatuja ja sijaintia muutetaan kulloinkin vallitsevaa tilannetta vastaavaksi.

Kansainvälinen yhteistyö kehittyy ja syvenee koko ajan. Viime vuosina yhteistyö EU:n, IEA:n, Pohjoismaiden ja Naton kanssa on kehittynyt voimakkaasti. Pohjoismaista Ruotsin ja Norjan kanssa Suomella on huoltovarmuussopimukset. Myös suhteet Viron huoltovarmuusviranomaisten kanssa ovat tiivistyneet. Huoltovarmuuskeskus on yhdessä ulkoministeriön kanssa panostanut kansainvälisen huoltovarmuusyhteistyön henkilöresursseihin.

Merkittävät tuuli- ja aurinkoenergian tukijärjestelmät kaikissa Pohjoismaissa ovat johtaneet säästä riippuvan tuotantokapasiteetin merkittävään kasvuun. Lisäksi teollisuuden rakennemuutoksen ja pitkään jatkuneen talouden taantumien seurauksena sähkön markkinahinta on voimakkaasti laskenut. Huoltovarmuuden näkökulmasta on ongelmallista, että Suomessa energiantuottajilla ei ole riittäviä kannustimia investoida erilliseen sähköntuotantoon tai yhdistettyyn sähkön ja lämmöntuotantoon. Oma sähköntuotantokapasiteetti ei moneen vuoteen ole riittänyt kattamaan huippukulutuskausien kulutusta, jolloin sähköntuonti naapurimaista on lisääntynyt voimakkaasti.

Valtioneuvoston päätöksen mukaisesti maakaasua korvaavien polttoaineiden varastotasojen määrittelyn laskentaperiaatteita muutettiin. Maakaasun pääasiallisena korvaavana polttoaineena on kevyt polttoöljy, jonka alhaisen hintatason vuoksi valtion varmuusvarastojen realisoitaja on hidastettu. Vallitseva öljytuotteiden markkinahintataso ei suosi öljyn myyntiä, minkä johdosta Huoltovarmuuskeskus lähetti työ- ja elinkeinoministeriölle esityksen öljyn varmuusvarastojen realisoinnin takarajan lykkäämisestä. Ministeriön päätöksellä realisoinnin takarajaksi siirrettiin vuoden 2018 loppuun.

Lähes kaikki Suomessa käytetty maakaasu tuodaan Venäjältä. Uudet LNG-terminaalit mahdollistavat nesteytetyn maakaasun hankinnan muualta. Maakaasua käytetään pääasiassa teollisuudessa sekä sähkön ja lämmön yhteistuotannossa. Toimitushäiriöissä maakaasu voidaan korvata muilla polttoaineilla. Maakaasun saatavuudessa ei ole ollut häiriöitä.

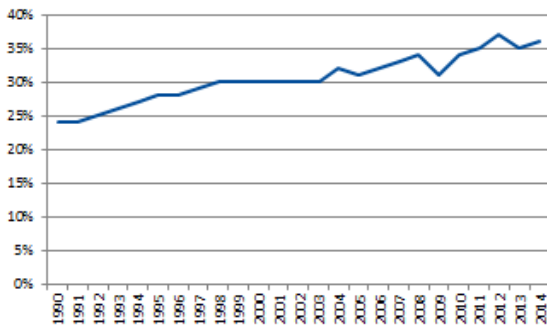
Yksi suomalaisen huoltovarmuustoiminnan kulmakiviä on verkottuneisuus alan toimijoiden kesken. Tällä toiminnalla on jo vuosikymmenten perinteet.

Kuvassa 28 on esitetty kuva energian tuontiriippuvuudesta ja omavaraisuudesta.

## ENERGIAN TUONTIRIIPPUUUS

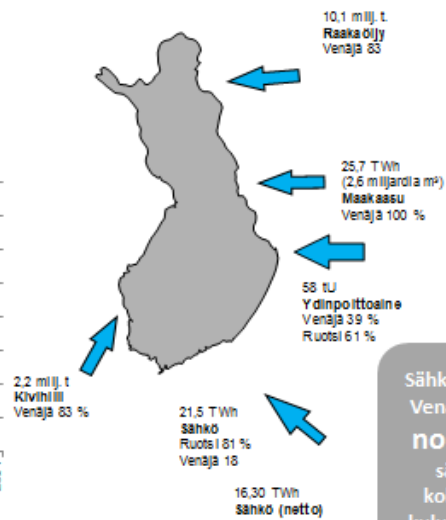
Venäjän tuonnin arvo on  
**noin 60 %**  
koko energiatuonnista

### OMAVARAISUUS 36 %



Lähde: Tilastokeskus

Tuontitiedot vuodelta 2015,  
omavaraisuus vuodelta 2014



Sähköntuonti Venäjältä on  
**noin 5 %**  
sähkön kokonais-  
kulutuksesta

HUOLTOVARMUUSKESKUS  
FÖRSÖRJNINGSBEREDSKAPSCENTRALEN  
NATIONAL EMERGENCY SUPPLY AGENCY



Kuva 28. Energian tuontiriippuvuus ja omavaraisuus.



## 8. Valitut toimet ja politiikkaskenaario

Energia- ja ilmastostrategia sisältää suuren joukon linjauksia ja toimenpiteitä, joilla pyritään saavuttamaan hallitusohjelman sekä yhdessä EU:ssa sovitut energia- ja ilmastotavoitteet, siltä osin kuin tavoitteisiin ei päästä jo nykytoimin. Tässä luvussa tarkastellaan ns. politiikkaskenaarion avulla kuinka hyvin tavoitteet täyttyvät strategiassa linjatuilla toimilla.

### 8.1 Politiikkaskenaarioon sisältyvät lisätoimet

Energia- ja päästöskenaarioihin eniten vaikuttavat linjaukset ja uudet toimet liittyvät uusiutuvan energian käytön lisäämiseen, energiatehokkuuteen sekä energian hankinnan omavaraisuuden kasvattamiseen. Toimet liikennesektorilla ovat keskeisiä taakanjakosektorin kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen osalta, mutta tärkeitä myös uusiutuvan energian ja öljynkäytön tavoitteiden kannalta.

Keskeisimmät erot politiikkaskenaarion ja perusskenaarion lähtöoletuksissa ovat politiikkaskenaarioon sisältyvät seuraavat lisätoimet:

- korkeampi tieliikenteen biopolttoaineisuus, eli sekoitevelvoite, joka nousee 30 %:iin vuoteen 2030 mennessä
- merkittävästi korkeampi sähkö- ja kaasuautojen määrä
- liikennejärjestelmän ja ajoneuvojen parempi energiatehokkuus
- kivihiilen energiakäytön rajoitus
- uusi uusiutuvan sähkön tuotantotukijärjestelmä, jossa kilpailutetaan hankkeita yhteensä 2 TWh tuotannon edestä
- kevyelle polttoöljylle bionesteen sekoitusvelvoite, joka nousee 10 %:iin vuoteen 2030 mennessä
- uusia biojalostamoita, tuotanto yhteensä 600 ktoe/v.

Politiikkaskenaarion energiataseet ja kasvihuonekaasupäästöt vuosille 2020 ja 2030 esitetään liitteessä 3.

Strategiassa linjataan keskeisimmät kasvihuonekaasupäästöjä vähentävät uudet toimet. Keväällä 2017 annettavan keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman valmistelussa on yllä mainittujen toimien lisäksi tunnistettu joukko toimia, joilla taakanjakosektorin päästöjä voidaan tarvittaessa edelleen pienentää. Näitä ovat mm. jätteenpolton siirtäminen päästökaupan piiriin, eloperäisten maiden typpioksiduulipäästöjä rajoittavat toimet sekä F-kaasupäästöjä vähentävät toimet. Näiden ja muiden harkinnassa olevien toimien kustannustehokkuutta, toteutettavuutta ja vaikutuksia arvioidaan ilmastopolitiikan suunnitelman valmistelussa ja valtioneuvosto päättää aikanaan niiden toteuttamisesta. Näitä potentiaalisia lisätoimia ei ole sisällytetty tässä esitettyyn politiikkaskenaarioon.

## 8.2 EU:n 2020-tavoitteet

Uusiutuvan energian osuus loppukulutuksesta nousee selvästi yli 40 %:n ennen vaalikauden loppua jo nykyisillä politiikkatoimilla, eli perusskenaariossa, eikä uusia toimia tarvita EU:n 2020-tavoitteiden eikä niihin liittyvän hallitusohjelman saavuttamiseksi. Strategiassa esitetyt uudet toimet lisäävät uusiutuvan energian osuutta pääosin ensi vuosikymmenellä.

Päästökaupan ulkopuolisten kasvihuonekaasupäästöjen osalta Suomi näyttäisi koko velvoitejakson, eli vuosien 2013–2020, päästöt huomioiden, täyttävän taakanjakopäätöksen velvoitteensa kotimaisin päästöjä vähentämiskeinoin ja päästokiintiöiden vuosittaisilla siirroilla.

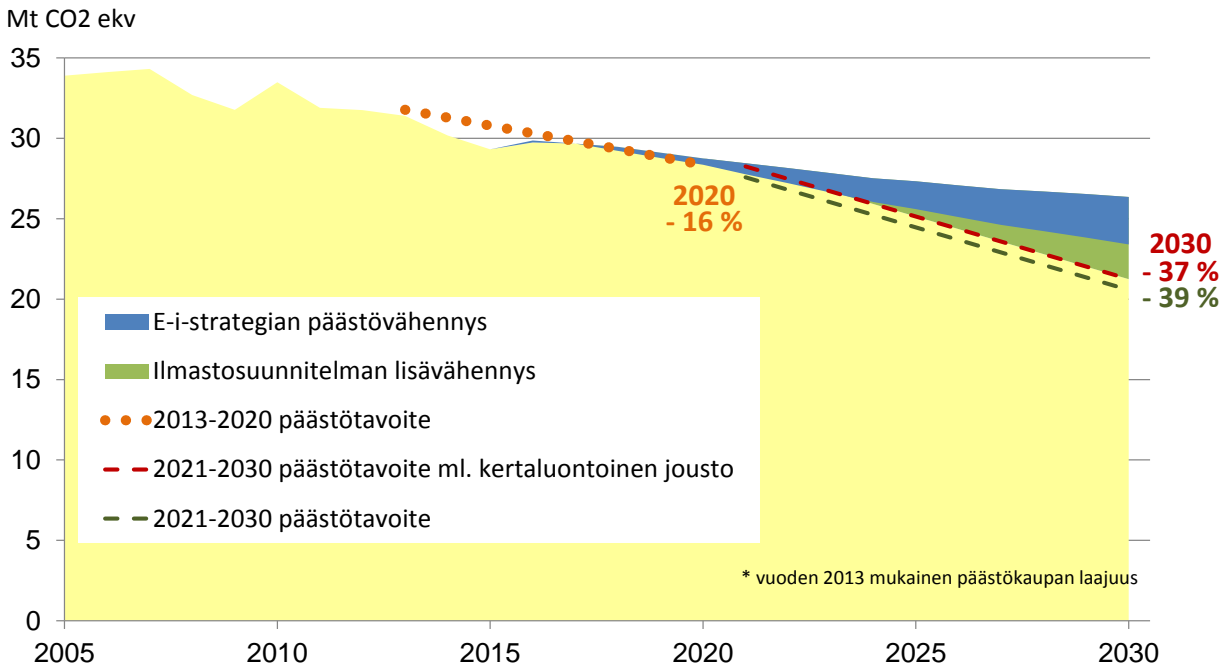
## 8.3 Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen vuoteen 2030

Komission heinäkuussa 2016 antama ehdotus taakanjakosektorin 39 %:n päästövähennyksestä vuonna 2030 vuoteen 2005 verrattuna on haasteellinen ja edellyttää huomattavan määrän lisätoimia. Vuonna 2030 tarvittava päästövähennys on noin 5 Mt CO<sub>2</sub> ekv. perusskenaarioon nähden, jos Suomi hyödyntää kertaluontoista joustoa tarvittavan päästövähennyksen pienentämiseksi.

Kuvassa 29 havainnollistetaan energia- ja ilmastostrategian linjausten mukaisen politiikkaskenaarion aikaansaama päästövähennys perusskenaarioon nähden (sininen alue). Liikennesektorin energiatehokkuustoimet yhdessä biopolttoaineen korotetun jakeluvälvoitteen kanssa vastaavat suurimmasta päästövähennyksestä. Politiikkaskenaariossa päästövähennys liikennesektorilla on noin 2,6 Mt CO<sub>2</sub> ekv. vuonna 2030. Kevyen polttoöljyn 10 %:n bionesteen sekoitusvelvoite vähentää työkoneiden päästöjä 0,2 Mt CO<sub>2</sub> ekv. ja lämmityksen ja muun kevyen polttoöljykäytön päästöjä yhteensä toiset 0,2 Mt CO<sub>2</sub> ekv.

Skenaariolaskelmien mukaan politiikkaskenaarion lisätoimet eivät riitä leikkaamaan taakanjakosektorin päästöjä komission esittämälle tasolle vaikka Suomi hyödyntäisi kertaluontoisen jouston mahdollistaman 2 % -yksikön vuotuisen siirron taakanjakosektorille päästökauppuolen päästöistä (punainen katkoviiva kuvassa). Keskipitkän aikavälin ilmasto-politiikan suunnitelmassa täsmennetään ja täydennetään tavoitteeseen pääsemiseksi tarvittavat toimet (vihreä alue). Ilmastosuunnitelmassa voidaan täsmentää jo päätettyjen toimien ajoitusta ja siinä tehtävät tarkastelut, myös kulutuksen osalta, saattavat identifioida lisää päästövähennyskeinoja.

## KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT, päästökaupan ulkopuoliset \*



Kuva 29. Päästökaupan ulkopuolisten kasvihuonekaasupäästöjen kehitys perus- ja politiikkaskenaariossa sekä ehdotus Suomen päästötavoitteeksi 2030.

### 8.4 Uusiutuvan energian käytön lisääminen ja energian hankinnan omavaraisuuden kasvattaminen

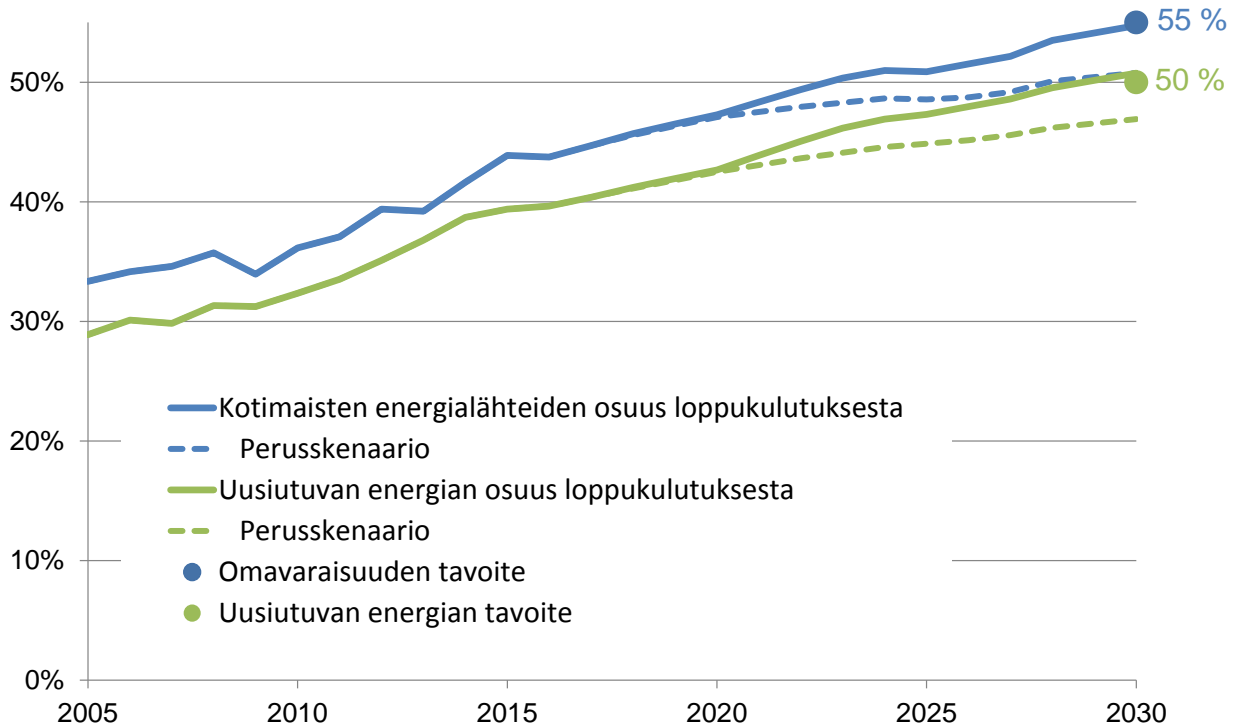
Strategiassa esitetyt politiikkatoimet lisäävät merkittävästi uusiutuvan energian määrää ja kasvattavat energian hankinnan omavaraisuutta ensi vuosikymmenellä. Biopolttoaineiden ja -nesteiden korotetut jakeluvuorot korvaavat fossiilisia öljyjalosteita ja lisäävät uusiutuvan energian käyttöä noin 7 TWh:lla vuonna 2030. Biopolttoaineiden valmistusprosessi lisää energian loppukulutusta, mutta koska biojalostamoiden käyttämä energia on pääosin uusiutuvaa, myös biopolttoainetuotanto itsessään nostaa uusiutuvan energian osuutta Suomen energian loppukulutuksesta. Teollisen mittakaavan sähköntuotannon tuki lisää tuulivoimaa ja muuta uusiutuvaa sähköntuotantoa yhteensä 2 TWh. Kaasukäyttöisten ajoneuvojen edistäminen yhdessä biokaasun käytön ja tuotannon muiden edistämistoimien kanssa lisää jonkin verran biokaasun käyttöä ja tuotantoa. Kuvassa 30 esitetään uusiutuvan energian sekä kotimaisten energialähteiden osuuden kehitys energian loppukulutukseen nähden politiikkaskenaariossa. Vertailun vuoksi perusskenaarion mukainen kehitys esitetään kuvassa katkoviivalla.

Uusiutuvan energian osuus loppukulutuksesta ylittää arviolta noin 50 %:n tasolle vuonna 2030. Esitetyillä toimilla hallituksen 2020-luvun lopun tavoite saavutetaan.

Energian hankinnan omavaraisuus vuonna 2030 nousisi uusien politiikkatoimien myötä noin 55 %:iin loppukulutuksesta. Täsmällinen osuus riippuu siitä, kuinka suuri osuus metsähakkeesta ja

biopolttoaineista lopulta tuodaan ulkomailta. Strategian linjaukset toteuttavat toisin sanoen omavaraisuuden osalta hallituksen tavoitteen.

### OMAVARAISUUS JA UUSIUTUVA ENERGIA



Kuva 30. Uusiutuvan energian sekä kotimaisten energialähteiden osuus energian loppukulutuksesta perus- ja politiikkaskenaariossa.

## 8.5 Liikenteen uusiutuvan energian lisääminen

Liikennesektorin energiatehokkuustoimet, biopolttoaineiden korotettu jakeluvuote, sähköautojen lisääminen 250 000 kappaleeseen ja kaasautojen 50 000 kappaleeseen vuoteen 2030 mennessä nostavat uusiutuvan energian käytön osuuden liikenteessä yli 50 %:iin, mikä on selvästi yli hallitusohjelman 40 %:n tavoitteen.

Biopolttoaineen fyysinen energiasisällön osuus nousee politiikkaskenaariossa lineaarisesti 13,5 %:sta vuonna 2020 30 %:iin vuonna 2030. Tästä ensimmäisen sukupolven biopolttoainetta oletetaan olevan koko aikajakson ajan 7 % -yksikköä. Kasvu tulee kehittyneistä biopolttoaineista. Kaasautojen käyttämästä kaasusta puolet oletetaan olevan biokaasua ja puolet maakaasua. 2015 annetun ILUC-direktiivin mukaan liikenteen uusiutuvan energian laskennassa kehittyneet biopolttoaineet lasketaan kasinkertaisina tunnusluvun osoittajassa. Raideliikenteen käyttämän sähkön uusiutuva osuus lasketaan sekä osoittajassa että nimittäjässä 2,5-kertaisena ja tieliikenteen sähkön uusiutuva osuus 5-kertaisena.

Liikenteen perus- ja politiikkaskenaarion polttoainemäärät esitetään liitteessä 3.

## 8.6 Tuontiöljyn energiakäytön puolittaminen

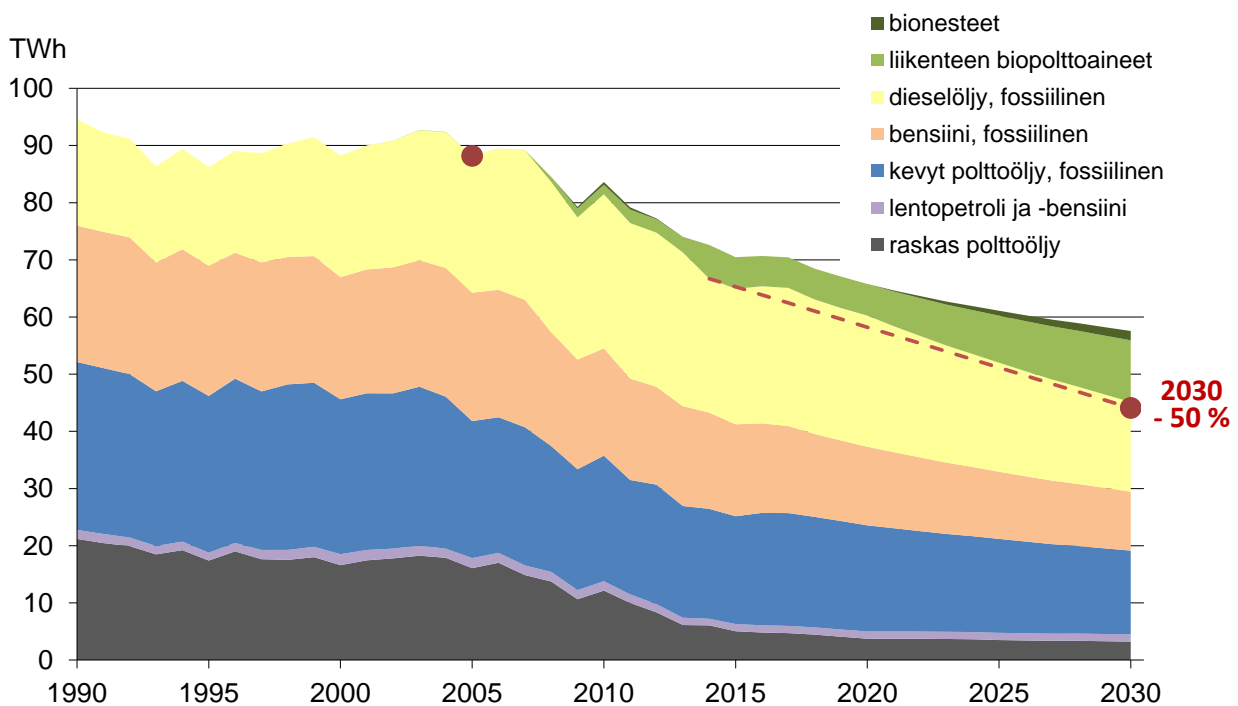
Fossiilisen tuontiöljyn määrä on perusskenaariossa vuonna 2030 57 TWh, mikä on runsaat 12 TWh enemmän kuin tuontiöljyn puolittamisen tavoitemäärä 44 TWh. Liikenteen energiatehokkuus- toimet yhdessä biopolttoaineen korotetun jakeluvaihtoehdon kanssa vähentävät fossiilisen öljyn käyttöä arviolta 10 TWh vuonna 2030. Kevyeen polttoöljyyn sekoitettava bioneste korvaa noin 1,5 TWh öljyä vuonna 2030.

Öljynkäytön kehitys politiikkaskenaariossa esitetään kuvassa 31. Öljyn kokonaiskäyttö vähenee merkittävästi samalla kuin bionesteiden ja nestemäisten biopolttoaineiden käyttö tuplaantuu. Vuonna 2030 biopohjaisen polttoaineen määrä on 12 TWh, kun se 2015 oli vajaa 6 TWh.

Esitetyt politiikkatoimet vievät skenaariolaskelmien perusteella kutakuinkin tuontiöljyn puolittamisen tavoitemäärään.

Ilmastopolitiikan suunnitelmassa tullaan esittämään kasvihuonekaasupäästöjä vähentäviä lisätoimia. Riippuen siitä, mihin toimet kohdistuvat, ne saattavat päästöjen vähentämisen lisäksi myös vähentää fossiilisen öljyn käyttöä politiikkaskenaarion mukaisesta kehityksestä edelleen. Suunnitelman valmistelussa arvioidaan myöhemmin täsmentyvien päästöjä vähentämistoimien vaikutusta myös öljynvähentämistavoitteen suhteen.

### ÖLJYNKÄYTTÖ



Kuva 31. Toteutunut öljynkäyttö 1990 – 2014 sekä kehitys politiikkaskenaariossa.

## 8.7 Kivihiilen energiakäytöstä luopuminen

Kivihiilen energiakäytön väheneminen jatkuu perusskenaarion laskelmien mukaan. Strategian linjaukset nopeuttavat kehityskulkua ja varmistavat kivihiilen energiakäytöstä luopumisen vuoteen 2030 mennessä ottaen huomioon energian toimitusvarmuuteen, huoltovarmuuteen ja poikkeuksellisiin tilanteisiin liittyvät näkökohdat.

Kivihiilen energiakäytöstä luopumisen osalta hallitus linjasi strategiassa seuraavaa:

- Suomi luopuu kivihiilen energiakäytöstä vuoteen 2030 mennessä. Energiantuotannon hiilidioksidipäästöjä vähentäviä ohjauseinoja pyritään vahvistamaan Euroopan unionissa. EU:n päästökauppajärjestelmän lisäksi kivihiilen käyttöä ohjataan vero- ja tukijärjestelmillä siten, että kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky säilyy sähkön ja kaukolämmön yhteistuotannossa kivihiileen verrattuna.
- Lämmöntuotannon energiaverotuksen lähtökohtana on nykyinen yhtenäinen verojärjestelmä. Mahdolliset veron korotukset tulee painottaa hiilidioksidisisältöön perustuvaan vero-osuuteen.
- Uusia voimalaitoksia tai korvausinvestointeja ei pidä tehdä kivi- tai ruskohiilen polttoon perustuvaksi. Olemassa olevien pölypoltoon perustuvien laitosten poistuessa kivihiili jää ainoastaan varapolttoaineeksi poikkeuksellisia tilanteita varten.
- Valmistellaan nykyisen hallituskauden aikana hallituksen esitys laiksi, jossa säädetään siirtymäaika kivihiilen energiakäytöstä luopumiselle vuoteen 2030 mennessä ottaen huomioon energian toimitusvarmuuteen, huoltovarmuuteen ja poikkeuksellisiin tilanteisiin liittyvät näkökohdat.

Työ- ja elinkeinoministeri pyysi OTT Alice Guimaraes-Purokoskelta asiantuntijalausunnon kivihiilen energiankäytön kieltämiseen liittyvistä oikeudellisista näkökohdista<sup>13</sup>. Lausunnon keskeinen johtopäätös on, että kiello voidaan toteuttaa lainsäädännöllä. Rajoituksen tarkkarajaisuuden ja täsmällisyyden kannalta on tärkeää, että säännöksistä ilmenee muun muassa millaisia energialähteitä käyttäviä laitoksia kiello koskee sekä milloin kiello tulee voimaan, sisältyykö kiellon voimaantulon siirtymäaikoja ja toteutetaanko kiello asteittain. Kun kiellon tavoitteena on kivihiilen energiakäytöstä johtuvien hiilidioksidipäästöjen vähentäminen, voidaan kielloa pitää ympäristöperusoikeuden tavoitteiden mukaisena. Jos kiello koskee jo toiminnassa olevia laitoksia, joissa kivihiiltä ei ole mahdollista teknis-taloudellisesti järkevällä tavalla korvata muulla polttoaineella, on kysymys niin voimakkaasta puuttumisesta laitoksen omistajan omaisuuden suojaan, että toimenpiteen voisi tosiasiallisilta vaikutuksiltaan katsoa rinnastuvan omaisuuden pakkolunastukseen. Mikäli laitoksen omistajan on mahdollista teknis-taloudellisesti korvata kivihiili muulla polttoaineella, ei kysymys olisi pakkolunastukseen rinnastettavissa olevasta

---

<sup>13</sup> Alice Guimaraes-Purokoski: Lausunto kivihiilen energiakäytön kieltämiseen liittyvistä oikeudellisista näkökohdista, 10.10.2016)

käyttöoikeuden rajoituksesta. Tällöin toiminnanharjoittajalle maksettavaksi tuleva korvaus ei välttämättä olisi täyden korvauksen määräinen. Suunnitteilla olevan laitoksen osalta omaisuuden suojasta johtuvat oikeudet korvauksen saamiselle riippuisivat muun muassa investoinnin kypsyysasteesta.

Kivihiilen kieltoa koskevan lain valmistelun yhteydessä selvitetään tarkemmin kiellon vaikutukset muun muassa sähkön ja kaukolämmön tuotantoon, energian toimitus- ja huoltovarmuuteen, kansantalouteen sekä valtiontalouteen. Yleisellä tasolla voidaan arvioida, että kivihiilen energiakäytön kiello edellyttää olemassa olevan kivihiileen perustuvan kaukolämmön tuotannon korvaamista uusilla laitoksilla. Sähkön alhaisen hinnan ja yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon kustannusten vuoksi, korvausinvestoinnit kohdistuisivat todennäköisesti pääosin erilliseen lämmöntuotantoon. Tällöin Suomen sähköntuotantokapasiteetti pienenesi ja sähkötehon riittävyteen liittyvä ongelma voisi pahentua.

## 9. Energia- ja ilmastostrategian kokonaisvaikutusarvioinnit

Tässä luvussa esitetyt tiivistelmät perustuvat Kestävä energia- ja ilmastopolitiikka ja uusiutuvien rooli Suomessa (KEIJU) – hankkeessa tuotettuun raporttiin Energia- ja ilmastostrategian vaikutusarviot: Yhteenvetoraportti<sup>14</sup>. Hanketta koordinoi VTT ja konsortioon kuului Suomen ympäristökeskus, Luonnonvarakeskus, Terveysten- ja hyvinvoinninlaitos ja Helsingin yliopisto.

Keiju-hankkeessa on tuotettu kokonaisvaltainen selvitys Suomen mahdollisuuksista saavuttaa kustannustehokkaasti ja johdonmukaisesti hallitusohjelman, ilmastolain ja Euroopan Unionin (EU) asettamat energia- ja ilmastotavoitteet.

Energia- ja ilmastostrategiassa on linjattu keskeisimmät toimet taakanjakosektorin päästötavoitteiden saavuttamiseksi. Loput tarvittavista lisätoimista tullaan linjaamaan kevään 2017 aikana keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman yhteydessä. VTT:n hankkeessa on optimoitu tarvittavat lisätoimenpiteet kustannustehokkuuden perusteella. Strategiassa linjatut toimet on huomioitu mallinnuksessa annettuina lähtötietoina. Kokonaisvaikutusarvioinnit sisältävät kaikkien tarvittavien toimien vaikutukset.

Keiju-hankkeen raportissa on käsitelty energia- ja ilmastostrategiassa kuvattujen toimien vaikutuksia Suomen energijärjestelmään ja päästökaupan ulkopuolisiin kasvihuonekaasupäästöihin, toimien kansantaloudellisia kokonaisvaikutuksia sekä ympäristövaikutusten arviointia. Energijärjestelmän mallinnuksen keskeinen työkalu on ollut VTT:llä kehitetty laaja järjestelmämalli TIMES-VTT. Kansantaloudellisia kokonaisvaikutuksia on arvioitu kansantaloutta kuvaan laskennallisen tasapainomallin avulla.

### 9.1 Vaikutukset Suomen energijärjestelmään ja päästökaupan ulkopuolisiin kasvihuonekaasupäästöihin

Keiju-hankkeen raportissa on esitetty energijärjestelmätarkastelussa käytetyt lähtötiedot sekä se, miten strategiassa esitettyjä lisätoimia on käsitelty.

Raportissa on esitetty sekä WEM- että WAMskenaarioihin perustuvien mallinnuksien tuloksia primäärienergian hankinnan, uusiutuvan primäärienergian hankinnan, sähköenergian hankinnan, uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön, energian loppukulutuksen, bioenergian loppukulutuksen, öljypolttoaineiden kotimaisen loppukulutuksen, biopolttonesteiden kotimaisen tuotannon ja loppukulutuksen sekä kasvihuonekaasupäästöjen kehityksestä vuoteen 2030. Lisäksi on esitetty WEM- ja WAM skenaarioiden mukainen kehitys kasvihuonekaasupäästöjen jakautumisesta päästökauppa- ja taakanjakosektoreille.

---

<sup>14</sup> Energia- ja ilmastostrategian vaikutusarviot: Yhteenvetoraportti, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 21/2017. <http://vnk.fi/julkaisut>



Keiju-hankkeen raportin mukaan:

- **Primaarienergian kokonaiskulutus** on WEM-skenaariossa korkeimmillaan noin 1550 PJ (431 TWh) vuonna 2025, jonka jälkeen kulutus alkaa vähentyä. Strategian lisätoimilla (WAM-skenaario) on varsin pieni vaikutus kulutuksen kokonaismäärään: ne laskevat kulutusta vain noin yhden prosentin verran vuosina 2025–2030.
- **Uusiutuvan energian** kokonaismäärä nousee vuoteen 2030 mennessä 52–62 % vuoden 2010 tasosta. Puun energiakäyttö kasvaa merkittävästi sekä WEM- että WAM-skenaariossa, mikä johtuu toisaalta sivutuotteiden määrän kasvusta ja toisaalta metsähakkeen käytön lisäyksestä.
- **Sähkön kulutus** nousee Suomessa yli 90 TWh:n tasolle vasta vuonna 2025. Sähkön tuotanto on vuonna 2025 jopa hieman kulutusta suurempi, eli Suomi olisi kummassakin skenaariossa omavarainen sähkön hankinnan suhteen vuonna 2025. Tarkasteltaessa sähkön hankintaa energialähteittäin nähdään samansuuntaisia muutoksia kuin primäärienergian osalta, eli fossiilisten polttoaineiden osuus vähenee huomattavasti ja uusiutuvien energialähteiden osuus vastaavasti kasvaa merkittävästi.
- **Energian loppukulutus** oli Suomessa vuonna 2010 yhteensä noin 300 TWh, josta sähköä oli 28 %, lämpöä noin 13 % ja suoraa polttoainekäyttöä 59 %. Tulosten mukaan loppukäytön kokonaismäärä pysyy vuoteen 2030 saakka lähellä vuoden 2015 tasoa. Tarkastellut lisätoimet johtavat kuitenkin loppuenergian käytön vähenemiseen WAM-skenaariossa noin 2 %:lla WEM-skenaarioon verrattuna, mikä johtuu lähinnä liikennejärjestelmän tehostumisesta ja sähköistymisestä.
- Strategian lisätoimet (WAM-skenaario) johtavat huomattavaan **bioenergian käytön** lisäykseen liikenteen ja työkoneiden polttoaineena ja vastaavasti pieneen vähennykseen bioenergian käytössä sähkön ja lämmön tuotannossa verrattuna perusskenaarioon (WEM). Rakennusten lämmityksen ja maatalouden käyttötasoon toimilla ei ole merkittävää vaikutusta, sillä lämmitysöljyn 10 % sekoitevelvoite johtaa vain runsaan 2 %:n lisäykseen bioenergian lämmityskäytössä.
- Tulosten mukaan **päästöjen kokonaismäärä** on vuonna 2020 kummassakin skenaariossa noin 54 Mt, eli jo 24 % vähemmän kuin vertailuvuonna 1990. Päästöurat kuitenkin erkaantuvat toisistaan selvästi 2020-luvulla, siten että WAM-skenaariossa kokonaispäästöjen vähennys on vuonna 2025 jo 34 % vuoden 1990 tasosta ja vuonna 2030 noin 40 %. Lisätoimet (WAM-skenaario) vaikuttavat voimakkaimmin taakanjakosektorin CO<sub>2</sub>-päästöihin, jotka pienenevät niiden ansiosta noin 23 % WEM-skenaarion tasosta vuoteen 2030 mennessä.

## 9.2 Kansantaloudelliset vaikutukset

Energia- ja ilmastostrategian kansantaloudellisia vaikutuksia arvioitiin Keiju-hankkeessa<sup>14</sup>. Tutkimuksessa esitetään sekä laskennallisia että laadullisia arvioita energiatalouden ja energijärjestelmän kehityksestä, energia- ja päästösektorien kehitykset toimialoittain: teollisuus, energiantuotanto, liikenne, asuminen, palvelut, jätesektori, maa- ja metsätalous sekä työkoneet.

Kansantaloudellisia vaikutuksia tarkasteltiin sekä ns. perusuran WEM eli 'with existing measures' skenaariossa, joka ottaa huomioon keskeiset talouden kasvupotentiaalin ja energiajärjestelmään vaikuttavat politiikkapäätökset. Sen lisäksi kansantaloudellisia vaikutuksia arvioidaan ns. WAM eli 'with additional measures' -politiikkaskenaarion mukaan. WAM-skenaariion lähtökohtina ovat - WEM-oletusten ohella - energiajärjestelmää sekä energian ja polttoaineiden kulutusta koskevat lisätoimet, kuten uusiutuvan osuuden lisääntyminen sähkön ja lämmöntuotannossa ja etenkin liikennepolttoaineissa. Talouskasvun muut reunaehdot ovat samat molemmissa skenaariossa.

Päästökauppasektorin suhteen WEM- ja WAM-skenaariot eivät paljoakaan eroa (koska EU:n päästökauppa sisältyy jo WEM:in). Sen sijaan päästökaupan ulkopuolella, ns. taakanjakosektorilla (liikenne, maatalous, rakennusten erillislämmitys, jätteiden käsittely), päästöjen vähennystarve on merkittävästi isompi WAM-skenaariossa. Suurimmat muutokset koskevat liikennettä, jossa WAM-skenaariion toteuttaminen vaatii ennen kaikkea biopolttoaineiden käytön tuntuvaa lisäämistä, mutta myös henkilöautokannan sähköistämistä WEM-skenaariota vauhdikkaammin.

Energiankulutuksen hidastuminen ja painottuminen uusiutuvaan energiaan vaikuttaa kansantaloudellisessa tarkastelussa valtiontalouteen ennen kaikkea polttoaineverokertymän kautta, sillä biopolttoaineiden verotus on fossiilisia kevyempää. Oletettavaa on myös se, että biojalostamot edellyttävät ainakin ajoittain investointitukia.

WAM-skenaariossa vuonna 2030 kansantuote jää noin 0,6 prosenttia alemmaksi verrattuna perusuraan (eli WEM-skenaarioon), mikä on seurausta yksityisen kulutuksen ja investointien laskusta ja ulkomaankaupan hidastumisesta. Yksityinen kulutus laskee noin 0,4 % WEM-skenaarioon verrattuna, pääasiassa ostovoimaa heikentävän liikennepolttoaineiden ja autojen keskihinnan nousun vuoksi.

**Taulukko 11. Vaikutukset kansantalouteen vuonna 2030: WAM-skenaariion ero WEM-skenaarioon.**

	Muutos WEM-skenaarioon verrattuna (%)	Vaikutus kansantuotteeseen WEM-skenaarioon verrattuna (%)
Kansantuote	-0,59	
Yksityinen kulutus	-0,40	-0,23
Investoinnit	-0,85	-0,10
Julkinen kulutus	0,00	0,00
Vienti	-1,75	-0,76
Tuonti	-1,33	0,49

Työllisten määrä WAM-skenaariossa olisi vuonna 2030 noin 0,15 prosenttia alempi WEM-perusuraan verrattuna, mutta kasvaisi vuoteen 2030 mennessä kuitenkin yli kolme prosenttia verrattuna vuoteen 2015.

### 9.3 Ympäristövaikutusten arviointi (SOVA)

Energia- ja ilmastostrategian poliittiset linjaukset kohdistuvat toteutuessaan pääsääntöisesti energian tuotantoon ja käyttöön. Välittöminä vaikutuksina fossiilisten polttoaineiden käyttö vähentyy energian käytön tehostumisen ja polttoaineiden korvautumisen myötä, kun biopolttoaineiden ja muun uusiutuvan energian käyttö lisääntyy. Tällä on sekä hyödyllisiä että kielteisiä vaikutuksia ympäristöön ja yhteiskuntaan, kun käytetään SOVA-lain mukaista ympäristövaikutusten määritelmää. Hyödyllisillä vaikutuksilla tarkoitetaan seurauksia, jotka edistävät asetettuja yhteiskunnallisia tavoitteita ja kielteisillä vaikutuksilla sellaisia seurauksia, jotka vaikeuttavat muiden kuin ilmastovelvoitteiden saavuttamista. Kasvihuonekaasupäästöjen ohella linjaukset vaikuttavat ilmansaasteisiin, terveyteen, luonnonvarojen käyttöön, luonnon monimuotoisuuteen, metsien hiilinieluihin ja vesistöihin sekä ihmisten elinoloihin.

Suomen kasvihuonekaasujen nettopäästöt koostuvat Suomen päästökaupasektorin (ns. ETS = 'emission trade sector'), taakanjakosektorin ja maankäyttösektorin yhteenlasketuista päästöistä ja nieluista. Taakanjakosektori kattaa liikenteen, maatalouden, rakennusten erillislämmityksen, jätteiden käsittelyn ja tietyt teollisuuskaasut. Maankäyttösektori tarkoittaa maankäytön, maankäytön muutoksen ja metsien vaikutusta, ns. LULUCF-sektoria (LULUCF = land use, land use change ja forestry).

Taulukko 12. Suomen kasvihuonekaasujen nettopäästöt vuonna 2014 ja arvioitu kehitys WEM ('with existing measures') ja WAM ('with additional measures') -skenaarioissa.

Sektori	2014	2030 WEM	2030 WAM
Päästökaupasektori (ETS)	29	22	22
Taakanjakosektori (non-ETS)	30	25	21
Maankäyttösektori (LULUCF)	-21	-6	-4...-7
<i>Metsämaa</i>	-28	-13	-10...-13
<i>Puutuotteet (HWP)</i>	-4	-5	-5
<i>Muu maankäyttö</i>	11	12	11
<b>Yhteensä</b>	<b>38</b>	<b>41</b>	<b>36...39</b>

Vuoteen 2030 mennessä Suomen kasvihuonekaasujen nettopäästöjen arvioidaan pysyvän vuoden 2014 tasolla tai jonkin verran kasvavan. Päästöt eivät vähenisi, vaikka sekä päästökaupasektorin että taakanjakosektorin päästöt vähenevät, koska metsämaan hiilinielu pienenee strategiassa tavoitellulla kotimaisen puunkäytön tasolla (55 % WEM- skenaariossa ja jopa 65 % WAM-skenaariossa).

## 10. Tiedotus, koulutus ja viestintä

Tieto ja osaaminen vaikuttavat monin tavoin energia- ja ilmastotoimien kokonaisuudessa. Tietopohjaisesti toteutettavien ratkaisujen rinnalla tarvitaan pitkäjänteistä osaamisen kehittämistä eli on varmistettava osaamistarpeiden täyttäminen yhteiskunnan toiminnan ja kilpailukyvyn kannalta. Toisaalta tieto ja asenteet ovat normien ohella tärkeitä tekijöitä siinä, miten energiankäyttö ja viime kädessä hiilidioksidipäästöt huomioidaan käytännön teoissa ja toimissa. Laajemmassa kehityksessä osaamisesta huolehtiminen ilmasto- ja ympäristöasioissa tulee huomioida kaikilla relevanteilla politiikkaloikoilla.

### 10.1 Osaaminen ja koulutusurast

Energia-alalla tarvitaan ammattitaitoista henkilöstöä runsaasti. Suomessa on yli työ- ja elinkeinoministeriön Toimiala Online -tilastojen mukaan 13 527 energia-alan toimipaikkaa, joiden henkilöstömäärä on yhteensä 82 282 (vuonna 2013).<sup>15</sup> Työntekijöiden lukumäärä aikavälillä 2006–2012 on kasvanut 12 %. Toimipaikkojen ja työntekijöiden määrä on energia-alalla kasvussa samoin kuin liikevaihdon ja toimipaikkakohtaisen liikevaihdon kehitys.

Vastaavasti eri koulutustasojen osajille on tarvetta laajasti. Opetushallinnon Vipunentietokannan<sup>16</sup> mukaan energia-alan 76 098 energia-alan työllisen vallitseva koulutusaste on 2. asteen ammatillinen koulutus (39 614 työllistä; 52 %).<sup>17</sup> Seuraavaksi eniten työllisiä on opistoasteen koulutuksen suorittaneissa (7 932; 10 %), ammattikorkeakoulututkinnon suorittaneissa (7 829; 10 %) ja perusasteen suorittaneissa (7 764; 10 %). Energia-alalla on paljon myös ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneita (6 127; 8 %). Tähän liittyvistä koulutusaloista tekniikan ja liikenteen ala on selkeästi suurin, 54 495 työllistä. On kuitenkin huomattava, että tutkintojen määrittely energia-alan tutkinnoiksi on tulkinnanvaraista kuten myös energia-toimialan ja sen ammattien. Monilla eri tutkinnoilla voi työllistyä energia-alalle.

Lisävalaistusta osaamisen koulutustarpeisiin tuo katsaus energiateollisuuden työehtosopimuksen piiriin. Siihen kuuluvat sähkön-, kaukolämmön- ja kaukokylmän tuotanto, sähkön-, kaukolämmön- ja kaukokylmän siirto, jakelu ja myynti sekä sähkö- ja televerkkojen rakentaminen ja kunnossapito. Niissä työskentelevistä noin 16 000 henkilöstä noin kaksi kolmasosaa on toimihenkilöitä tai ylempiä toimihenkilöitä. Ylemmän teknisen tai kaupallisen korkeakoulututkinnon suorittaneita on 20 %, insinöörin tutkinnon suorittaneita 24 %, teknikoita 11 % ja alemman kaupallisen koulutuksen suorittaneita noin 18 %. He työskentelevät erilaisissa suunnittelun, tutkimuksen, asiakaspalvelun ja johtamisen tehtävissä. Noin yksi kolmasosa henkilöstöstä on työntekijöitä, jotka vastaavat asennuksista, kunnossapidosta ja huollosta. Heidän keskeisimmät koulutustaustat ovat sähköalan

---

<sup>15</sup> Työ- ja elinkeinoministeriön tietopalvelu Toimiala Online.

<sup>16</sup> Opetushallinnon tilastopalvelu Vipunen.

<sup>17</sup> Energia-alan taustaselvitys, Opetushallitus 3.6.2016

peruskoulutus tai ammattitutkinto 54 %, auto- ja kuljetusalan peruskoulutus 19 %, kone- ja metallialan peruskoulutus 10 % sekä LVI-alan peruskoulutus tai ammattitutkinto 5 %.<sup>18</sup>

Edellä esitetyn lisäksi on syytä muistaa, että korkeakoulutetut osaajat ja tutkijat ovat keskeisiä suunnittelun ja kehitystyön moottoreita sekä erilaisten uusien teknisten ja sosiaalisten innovaatioiden tuottajia. Osaamisen resurssipooli on ensisijaisen tärkeää, jotta voidaan varmistaa mahdollisuudet toimia kokonaisvaltaisesti energia- ja ilmastotoimissa uusien ratkaisujen tuottajina ja edelläkävijöinä.

Koulutustarpeiden ennakointityö on kaiken kaikkiaan tärkeää. Uuden koulutuksen aloittaminen ja koulutuksen uudelleen suuntaaminen on yleensä hidasta ja vaatii pitkän aikavälin suunnittelua.

## 10.2 Osaamisen päivittäminen

Opetushallituksen teettämän energia-alan taustaselvityksen<sup>19</sup> mukaan seuraavat ammatilliset osaamistarpeet korostuvat tulevaisuudessa: jäähdytystekniikka, vedenkäsittelyprosessien tuntemus, jäähdytys- ja lämmönsiirtotekniikat, niihin liittyvät laitteet ja mittaustavat, suodatustekniikka, käänteisosmoosin osaaminen, väyläratkaisujen tuntemus, KNX, PC-pohjaiset ratkaisut, peltityöt, särmäykset ohjelmoitavilla koneilla, moniosaaminen, polttopuu-/pellettitekniikka, kyvyt kansainvälistymiseen, kaivosprosessien kehittäminen (Green mining, tutkimus- ja kehittämistoiminta) ml. automatisaation/automaation kehittäminen, tietotekniikka ja tiedonsiirto, väylätekniikka, valaistuksen ohjaus – keskeistä on osata yhdistää eri osa-alueita.

Uusien ammattilaisten kouluttamisen ohella tarvitaan työelämässä jo olevien ammattilaisten osaamisen päivittämistä ja lisäkoulutusta sekä perehtymistä uusiin vaatimuksiin. Tunnistettuja lisäkoulutustarpeita on muun muassa hajautetun energian osalta ja kiinteistöjen energiaratkaisuihin liittyvien ammattilaisten koulutuksessa. Uutta osaamista tarvitaan esim. suunnittelijoilta, urakoitsijoilta, ylläpitäjiltä ja kaavoittajilta. Nykyisten ammattilaisten lisäkoulutukseen on syytä harkita koulutusmahdollisuuksien tunnettavuuden kasvattamista sekä koulutuksiin osallistumisen motivointia.

Energia-alalla on lisäksi paljon uuden liiketoiminnan potentiaalia. Suomessa on alalla tarvittavaa erityisosaamista muun muassa energiatehokkuuden ja bioenergian osalta, ja alan yrityksillä on hyvät mahdollisuudet kansainvälistymiseen. Myös yrittäjyyteen liittyvä osaaminen on syytä huomioida.

---

<sup>18</sup> Energiateollisuus ry:n verkkosivun tiedot jäsenkyselyn tuloksista (viitattu 11.11.2016).

<sup>19</sup> Energia-alan taustaselvitys, Opetushallitus 3.6.2016.

### 10.3 Tiedotus ja viestintä

Jo nuorimmat kansalaiset tarvitsevat kasvatusta ympäristön ja ilmaston huolehtimisesta mukaan lukien energian ja materiaalien järkevä käyttö sekä vastuullisuuden merkityksen ymmärtämistä. Kyseessä ovat kansalaistaidot, jotka nykyisissä perusopetuksen ja myös lukion opetussuunnitelmissa kuuluvat moniin eri oppiaineisiin. Ympäristövastuulliseen käyttäytymiseen koko eliniän aikana vaikuttavat lapsina ja nuorina opitut asiat ja arvot.

Kansalaistaitojen osalta kaikki kansalaiset ovat tärkeitä. Ihmisten ilmasto- ja ympäristövastuulliseen käyttäytymiseen vaikuttavat omat ja yhteisön arvot, kokemukset, osaaminen, toiminnan taidot, tarjolla olevat tekniset ratkaisut, taloudelliset kannustimet, lainsäädäntö ja erilaiset muut normit. Kun kuluttajat haluavat ja osaavat toimia järkevästi, sillä on vaikutusta kansallisiin päästöihin. Toisaalta kansalaiset ovat monien toimien ja vaikutusten kohteita. Osallistumis- ja vaikuttamismahdollisuudet niitä muotoiltaessa ovat kansalaisyhteiskunnan toteuttamista ja lisäävät yksilöiden sitoutumista ja hyvinvointia.

Ilmastokasvatus on suurelta osin viestintää. On huomioitava siihen vaikuttavat eri seikat ja viitekehukset. Yhdelle merkittävin motivaatiolähde esimerkiksi energiansäästöratkaisujen kehittämisessä saattaa olla taloudellinen hyöty, kun taas toiselle syy muuttaa käyttäytymistä löytyy eettisistä perusteista ja yhteisön mallista. Viestinnässä tulee huomioida nämä erilaiset polut.

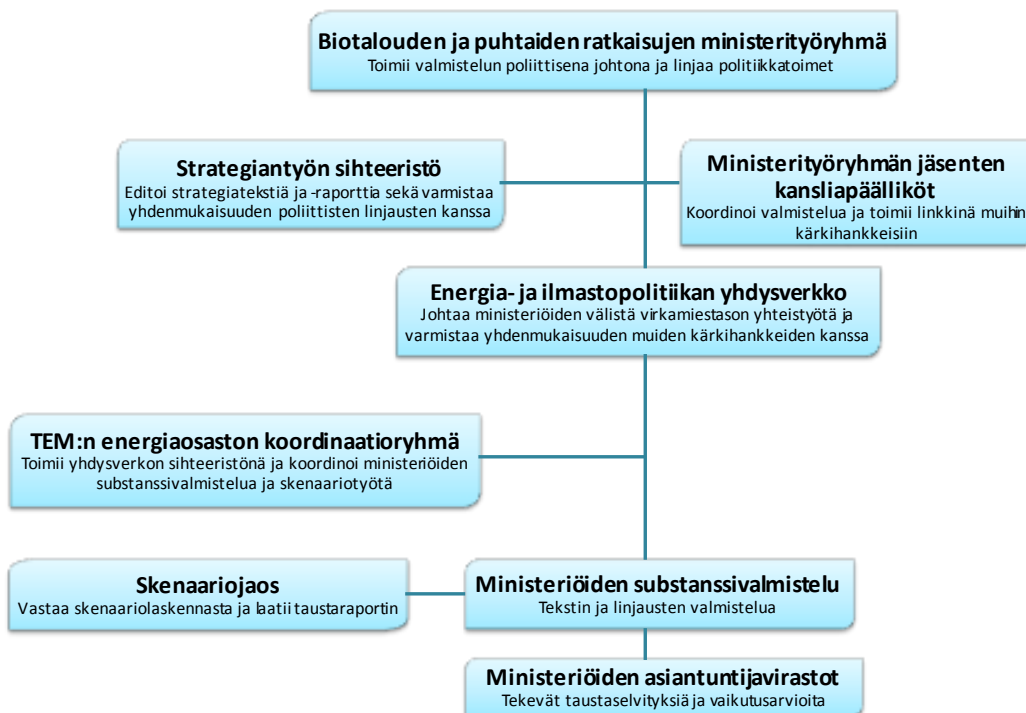
Julkishallinnossa, yrityksissä, kunnissa ja kuluttajien osalta eli yhteiskunnassa laajasti tarvitaan tietoa ja käytännön esimerkkejä siitä, miten toimia arjessa ja millaisia esimerkiksi ruokaan, energiaan, liikkumiseen ja luonnonvarojen käyttöön liittyviä hankintoja ja muita valintoja tehdään työpaikoilla, kotona ja harrastuksissa. Kyseessä on myös YK:n kestävän kehityksen toimintaohjelma Agenda2030:n toteuttaminen.

## 11. Strategian valmistelu

### 11.1 Strategiatyön organisointi

Strategian valmistelua ohjasi hallituksen biotalouden ja puhtaiden ratkaisujen ministerityöryhmä, joka myös linjasi politiikkatoimet. Työryhmän puheenjohtajuuden jakoivat elinkeinoministeri Olli Rehn ja maatalous- ja ympäristöministeri Kimmo Tiilikainen.

Virkamiesvalmistelua koordinoi ministeriöiden välinen yhdysverkko, jossa oli edustajia kaikista keskeisistä energia- ja ilmastoasioihin liittyvistä ministeriöistä. Ministeriöiden virkamiehistä koottu skenaariojaos vastasi skenaariolaskennasta ja taustaraportin laadinnasta. Strategiaan liittyvä substanssivalmistelu tapahtui useassa ministeriössä. Työ- ja elinkeinoministeriön energiaosastolla koordinoitiin tätä työtä. Strategian organisaatiokaavio on esitetty kuvassa 32. Liitteessä 5 on luettelo strategian valmisteluun osallistuneiden eri työryhmien ym. jäsenistä.



Kuva 32. Strategian valmistelun organisaatiokaavio.

## 11.2 Teetetyt taustaselvitykset

Energia- ja ilmastostrategian valmisteluun osallistuneet ministeriöt ovat teettäneet useita sektorikohtaisia ja muita aihepesifisiä taustaselvityksiä ja tarkasteluja. Näiden lisäksi ministeriöt ovat yhdessä osana valtioneuvoston vuoden 2016 tutkimus-, ennakointi-, arviointi- ja selvitystoimintaa (ns. TEAS-toiminta) toteuttaneet energia- ja ilmastostrategian valmistelun tueksi laaja-alaisen tutkimushankkeen *'Millä energia- ja ilmastopolitiikan toimilla saavutamme EU:n 2030 energia- ja ilmastopaketin tavoitteet kohti hiiletöntä, puhdasta ja uusiutuvaa energiaa kustannustehokkaasti?'* Sen puitteissa toteutetut tutkimukset tukivat sekä energia- ja ilmastostrategian että ilmastolain mukaisen keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman valmistelua. Vuoden 2016 laajan TEAS-hankkeen lisäksi on strategian valmistelussa hyödynnetty vuoden 2015 TEAS-selvityksiä.

Vuoden 2016 TEAS-hanke *'Millä energia- ja ilmastopolitiikan toimilla saavutamme EU:n 2030 energia- ja ilmastopaketin tavoitteet kohti hiiletöntä, puhdasta ja uusiutuvaa energiaa kustannustehokkaasti?'* koostuu seuraavista osioista:

**Teknologia tutkimuskeskus VTT OY:n** johtama hanke *'Kestävä energia- ja ilmastopolitiikka sekä uusiutuvien rooli Suomessa (KEIJU)'* on laaja-alaisin, ja se koordinoi tutkimuskokonaisuutta miten Suomi saavuttaa kustannustehokkaasti ja johdonmukaisesti hallitusohjelman, ilmastolain sekä Euroopan Unionin tavoitteet liittyen kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiin, uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden lisäämiseen, energiavarmuuteen sekä yhtenäisiin energiamarkkinoihin. Tutkimuksessa arvioidaan hallitusohjelman energiapoliittisten tavoitteiden saavuttamista, valtion- ja kansantaloudellisia vaikutuksia. Tutkimuksessa esitetään myös SOVA-lain mukainen ympäristövaikutusten arviointi. VTT toteutti hankkeen yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen (Syke), Luonnonvarakeskuksen (Luke), Terveystieteiden ja hyvinvoinninlaitoksen (THL) ja Helsingin yliopiston (HY) kanssa.

**Pöyry Management Consulting Oy:n** tutkimus *'Hajautetun uusiutuvan energiatuotannon potentiaali, kannattavuus ja tulevaisuuden näkymät Suomessa'*, tarkastelee hajautetun energiatuotannon teknistä ja taloudellista potentiaalia vuoteen 2030 saakka. Hajautetulla tarkoitetaan kiinteistöissä tai esimerkiksi maatilalla tapahtuvaa energiantuotantoa, jossa energiaa, sähköä ja lämpöä tuotetaan pääasiassa omaan käyttöön. Toinen tutkimus *'Metsäbiomassan kustannustehokas käyttö'* arvioi kansantaloudellisia vaikutuksia, jos puuta ohjataan poliittisin toimin liikenteen biopolttonesteiden tuotantoon.

**Vaasan yliopiston johtaman tutkimuskonsortion** selvitys *'Hajautetun uusiutuvan energian mahdollisuudet ja rajoitteet (HEMU)'* arvioi hajautetun uusiutuvan energian potentiaalia ja kokonaiskuvaa energiasektorin murroksesta, hajautetun uusiutuvan energian potentiaalista ja aluetaloudellisesta merkityksestä. Tutkimuskonsortioon kuuluivat Vaasan yliopisto, Luonnonvarakeskus LUKE, Suomen ympäristökeskus, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu, Lappeenrannan teknillinen yliopisto ja Helsingin yliopiston Ruralia-instituutti.



Tutkimushankkeiden ohjausryhmänä ovat toimineet työ- ja elinkeinoministeriön johdolla ympäristöministeriön, maa- ja metsätalousministeriön, liikenne- ja viestintäministeriön sekä valtiovarainministeriön asiantuntijat.

Tutkimusraportit on julkaistu valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan sivuilla <http://tietokayttoon.fi/hankkeet/2016>.

Edellä mainittujen tutkimusten ohella strategian laadinnassa hyödynnettyjä taustaraportteja ovat mm:

- [TEKES: Tulevaisuuden energia 2030...2050](#)
- [TEM: Taustamuistio energian tuotannon ja tehokkaan käytön tuista](#)
- [Alice Guimaraes-Purokoski: Asiantuntijalausunto kivihiilen kieltämiseen liittyvistä oikeudellisista näkökohdista](#)
- [Pöyry: Metsäenergian tukijärjestelmän kehittäminen](#)
- [Pöyry: EU:n 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan linjausten toteutusvaihtoehdot ja Suomen omien energia- ja ilmastotavoitteiden toteutuminen](#)
- [Pöyry: Suomen metsäteollisuus 2015-2035 -loppuraportti.](#)
- [Uusiutuvan energian tukijärjestelmien kehittämistyöryhmän loppuraportti](#)
- [Luonnonvarakeskus: Skenaariolaskelmiin perustuva puuston ja metsien kasvihuonekaasutaseen kehitys vuoteen 2045: Selvitys maa- ja metsätalousministeriölle vuoden 2016 energia- ja ilmastostrategian valmistelua varten](#)
- [SYKE: Rakennusten energiankulutuksen perusskenaario Suomessa 2015-2050](#)

### 11.3 Seminaaritulaisuudet

Energia- ja ilmastostrategian valmistelun yhteydessä järjestettiin asiantuntijaseminaareja eri aiheista seuraavasti:

- Strategiatyön aloitusseminaari 25.11.2015
  - Aloitusseminaarissa oli noin 160 osallistujaa ja verkkolähetystä seurasi lähes 100 henkilöä. Tilaisuuden puheenjohtajana toimi työ- ja elinkeinoministeriön energiaosaston osastopäällikkö Riku Huttunen.
- Asiantuntijatilaisuus sähkömarkkinoista 27.1.2016
  - Sähkömarkkinoiden asiantuntijaseminaarissa pohdittiin 31 asiantuntijan voimin sähkömarkkinoiden nykytilaa ja tulevaisuuden haasteita.
- Seminaari EU:n 2030 linjausten toteutusvaihtoehdoista ja niiden vaikutuksista sähkö- ja lämpömarkkinoihin Suomessa sekä hallitusohjelman tavoitteiden toteutumiseen 2.2.2016
  - Työ- ja elinkeinoministeriössä järjestetty seminaari liittyi valtioneuvoston käynnissä olevaan selvityshankkeeseen ”EU:n 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan linjausten toteutusvaihtoehdot ja niiden vaikutukset Suomen kilpailukykyyn”. Hankkeen toteutuksesta vastaa Pöyry Management Consulting Oy. Seminaarissa esiteltiin

Pöyryn selvityksen tuloksia ja keskusteltiin sekä EU-tason tavoitteista ja ohjauskeinoista että hallitusohjelman energia- ja ilmastotavoitteista. Kommenteissa ja puheenvuoroissa otettiin kantaa muun muassa päästökaupan rooliin ja sähkömarkkinoiden tulevaisuuden näkymiin, kansallisten ohjauskeinojen tarpeeseen uusiutuvan energian tukemisessa, sekä erilaisten energia- ja ilmastopoliittisten tavoitteiden merkitykseen Suomen kilpailukyvyn kannalta."

- Seminaari bioenergian tukipolitiikan uudistamisesta 17.2.2016
  - Seminaari oli osa Energia- ja Ilmastostrategian 2030 valmistelua ja osa uusiutuvan energian tukijärjestelmän valmistelevan työryhmän kuulemista. Seminaarissa keskusteltiin ja tuotiin esiin näkemyksiä Suomen bioenergian tukipolitiikan uudistamisesta. EU-projektia varten tehtiin ehdotuksia vuoden 2030 tavoitteiden saavuttamiseksi. Seminaari oli osa Intelligent Energy-ohjelman Biomass Policies-projektia, ja sen järjesti VTT työ- ja elinkeinoministeriön toimeksiannosta."
- Seminaari metsäbiomassan tarjonnasta sekä käytöstä metsäteollisuudessa, kehittyneiden biopolttoaineiden raaka-aineena ja energiantuotannon polttoaineena 23.3.2016
  - Seminaari oli osa Biomass Policies -hanketta. Alustusten jälkeen seminaarissa keskusteltiin kotimaisen puun riittävydestä, puun lisääntyvän kysynnän vaikutuksista puun hintaan ja siitä, mihin käyttöön puuta tulisi ohjata huomioiden EU-tavoitteet, Sipilän hallitusohjelman tavoitteet ja kansatalouden kilpailukyky.
- Energiatehokkuustyöpaja 4.5.2016
  - Työpajassa keskusteltiin energiatehokkuuden parantamisesta. Keskustelut ryhmittivät neljän teeman ympärille: Asuminen ja liikkuminen, Fiksu kuluttaja, Maatalous ja maaseutuyritykset sekä Pienteollisuus ja palvelut. Jokaisesta teemasta oli kommenttipuheenvuorot, jonka jälkeen käytiin avointa keskustelua. Työpajan puheenjohtajana toimi teollisuusneuvos Timo Ritonummi.
- Perusskenaarioiden julkistustilaisuus 15.6.2016
- Seminaari hajautetun energiantuotannon yleistymisestä ja toimintamallien muutoksesta energiamarkkinoilla 9.9.2016
  - TEM ja Pöyry Management Consulting Oy järjestivät osana kansallisen energia- ja ilmastostrategian valmistelua seminaarin hajautetun energiantuotannon yleistymisestä ja toimintamallien muutoksesta energiamarkkinoilla.
- Pohjoismaiset näkökulmat - bioenergian rooli osana EU:n energiaunionia -seminaari 7.10.2016
  - Seminaari järjestettiin osana Suomen pohjoismaiden ministerineuvoston puheenjohtajuuskautta.

Näiden lisäksi on keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman valmistelun yhteydessä järjestetty myös eri aiheisiin liittyviä tilaisuuksia, jotka ovat myös palvelleet energia- ja ilmastostrategian valmistelua.

#### 11.4 Energia- ja ilmastopolitiikkatoimia koskevan nettikyselyn yhteenveto

Energia- ja ilmastostrategian perusskenaario julkistettiin 15.6.2016. Samana päivän avattiin verkkosivut osoitteessa [www.energiajailmasto.fi](http://www.energiajailmasto.fi), jotka osaltaan mahdollistivat kansalaisten osallistumisen strategian valmisteluun.

Verkkosivuilla sai tutustua ja ottaa kantaa virkamiesten listaamiin mahdollisiin uusiin politiikkatoimiin. Siellä sai myös ehdottaa omia toimenpiteitä.

Kansalaiskeskustelu oli auki kaksi kuukautta (15.6.–16.8.2016). Sivuja katseltiin lähes 3 500 kertaa ja kommentteja ja ehdotuksia saatiin yhteensä 466 kappaletta. Keskustelu on ollut erittäin asiallista, vaikka ylivoimainen osa keskustelijoista esiintyi anonyymeinä.

Sivulla vierailleet pystyivät myös antamaan eri ehdotuksille plussia ja miinuksia. Annetuista ehdotuksista kolme suosituinta olivat:

- *Nykyinen sähköveron vapautus omaan käyttöön tuotetulle sähkön pientuotannolle jatkuu. (+179)*
- *Edistetään geotermistä energiaa. Uuden energiateknologian investoinnit voivat kilpailla demotukirahoista. (+165)*
- *Hajautetun energiantuotannon edistäminen (sähkö, lämpö, liikenne, varastointi) kestäväillä ja kustannustehokkailla keinoilla. (+155).*

Eniten vastustusta herättävät ehdotukset ovat alla. Vastustavia ääniä annettiin yleisesti selvästi kannattavia ääniä vähemmän. Ja eniten miinuksia saaneiden ehdotusten osalta on huomionarvoista, että ne saivat toisaalta myös suhteellisen paljon kannatusta.

- *Kielletään kivihiilen käyttö. (-78,+64)*
- *Jatketaan yhteispohjoismaisten vähittäismarkkinoiden edellytysten luomista ja edistetään sähkön myyjien tasapuolista kohtelua vähittäismarkkinoilla siirtymällä kaikkien myyjien osalta yhden laskun malliin. (-76,+81)*
- *Varaudutaan Suomen tuulivoimapotentiaalin laajamittaiseen hyödyntämiseen. (-70, +106)*

Liitteessä 4 on listattu nettikyselyssä mukana olleet politiikkatoimiehdotukset ja niihin annetut kannanotot (+/-).

#### Paneelikeskustelu strategian painotuksista Porin SuomiAreenalla

Kesäkuussa julkistetut perusskenaariot olivat pohjana myös työ- ja elinkeinoministeriön järjestämässä paneelikeskustelussa 14.7.2016 MTV:n ja Porin kaupungin SuomiAreenalla.

Paneelikeskustelussa elinkeinoministeri Olli Rehn väitteli viiden energia-alan asiantuntijan kanssa energian tuotannosta ja kulutuksesta, omavaraisuudesta, hiilettömyydestä, ydinvoimasta ja uusiutuvasta energiasta.

Paikalla ollut runsaslukuinen yleisö sai äänestää jokaisen viiden keskustelun voittajasta. Verkossa MTV:n Katsomossa ja SuomiAreenaTV:ssä keskustelua seuranneet katsojat pääsivät osallistumaan äänestykseen tekstiviestein ja älypuhelinsovelluksessa.

Paneelikeskustelu on katsottavissa tallenteena MTV:n Katsomossa osoitteessa: <http://www.katsomo.fi/#!/jakso/33001006/suomiareena/638461/112-viisi-eraa-energiasta-tyovoitto-vai-taystymays>

## Liitteet

### Liite 1: Skenaarioiden valmistelu

Tässä liitteessä kuvataan energia- ja ilmastostrategian taustaksi laadittavien skenaarioiden valmistelua, ministeriöiden välistä työnjakoa sekä käytettyjä laskelmia ja malleja.

#### Ministeriöiden välinen työnjako

Skenaariolaskennassa vastuu päästö- ja energiankäyttösektoreista jakaantuu ministeriöiden välillä seuraavasti:

Ympäristöministeriö:

- F-kaasujen päästöskenaariot
- Jätesektorin jätteenpolttomäärät, kaatopaikkapäästöt, jäteveden ja kompostoinnin päästöt
- Rakennukset: rakennusvolyymi, lämmitystarve, lämmityslähteet ja näiden muutokset
- Työkoneiden energiankäyttö ja päästöt

Maa- ja metsätalousministeriö:

- Maatalouden ei-energiaperäiset päästöt
- Biomassamäärät
- Maatalouden energiankäyttö

Liikenne- ja viestintäministeriö:

- Tie-, vesi-, lento- ja raideliikenteen energiankäyttö ja päästöt
- Polttoaineiden bio-osuudet

Valtiovarainministeriö:

- Talouskasvu
- Energiaverot

Työ- ja elinkeinoministeriö:

- Teollisuus
- Sähkönkulutus
- Energian kokonaiskäyttö
- Uusiutuva energia
- Sähkön ja kaukolämmön hankinta

## Laskelmat ja mallit

Sektorikohtaiset laskelmat ja skenaariotulokset perustuvat pääsääntöisesti tutkimuslaitosten tai konsulttien laskelmiin ja malleihin. Rakennusten osalta käytetään VTT:n REMA-mallia sekä TTY:n kehittämiä EKOREM- ja POLIREM-malleja. Liikenteen skenaarioiden laadinnassa VTT käyttää LIPASTO-järjestelmän LIISA-, RAILI-, MEERI- ja ILMI-malleja ja työkoneille TYKO-mallia. Maa- ja metsätaloussektorilla käytetään useita eri Luonnonvarakeskuksen malleja, mm. Dremfia, MELA, SF-GTM. Jätesektorille ja F-kaasuille SYKE:llä on omat mallinsa.

Työ- ja elinkeinoministeriön vastuulle kuuluvan skenaariovalmistelun osalta keskeisimmät tietolähteet ovat Tilastokeskuksen julkaisemat kansalliset energiatilastot, Eurostatin energiatilastot sekä kansallinen kasvihuonekaasuinventaario. Lisäksi käytetään laajasti muuta tilastotietoa, joita julkaisevat esim. Energiateollisuus ry, Luonnonvarakeskus, Öljy ja biopolttoaineala ry ja muut yhdistykset ja etujärjestöt.

Arvioidessaan tulevien vuosien kehitystä omalla vastuualueellaan työ- ja elinkeinoministeriö hyödyntää runsaasti muita raportointeja (esimerkiksi kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma ja sen yhteydessä tehdyt selvitykset), tutkimustuloksia, selvityksiä ja arvioita. Osa selvityksistä teetetään skenaariovalmistelua varten, osa on syntynyt ministeriöiden tai toisten tahojen muissa hankkeissa. Selvitysten ja arvioiden tekijöitä ovat mm. VTT, SYKE, Luonnonvarakeskus, VATT, Motiva, Adato, eri konsultit ja korkeakoulut. Keskeisimpiä selvityksiä ovat valtioneuvoston yhteisen selvitys- ja tutkimustoiminnan (VN-TEAS) rahoittaman teeman ”EU:n 2030 energia- ja ilmastopaketin tavoitteiden toteuttaminen” selvitykset, Pöyry Management Consultingin selvitykset metsäteollisuuden näkymistä sekä vuoden 2030 energia- ja ilmastotavoitteista.

Työ- ja elinkeinoministeriö kokoaa omat ja muilta ministeriöiltä saadut tulokset ja tiedot ja laskee niistä kokonaisenergiataseen ja kasvihuonepäästöjen kokonaismäärän. TEM hyödyntää tehtävään Excel-taulukkolaskentaa, jolla tuotetaan energiankulutus sektoreittain, energiatarjonnan rakenteet sekä erinäisiä tunnuslukuja kuten uusiutuvan energian osuuden loppukulutuksessa. Aineisto kattaa vain Suomen.

Malleja kuvataan tarkemmin englanniksi erillisessä muistiossa sekä Suomen YK:lle toimittamassa kuudennessa maaraportissa (luku 5.8.3; s. 170–175). Molemmat löytyvät työ- ja elinkeinoministeriön verkkosivuilta.

Energia- ja ilmastostrategian politiikkaskenaarion taloudelliset vaikutukset ja ympäristövaikutukset arvioidaan erikseen. Nämä tarkastelut teetetään asiantuntijalaitoksilla VTT ja SYKE osana VN-TEAS-hanketta ”Kestävä energia- ja ilmastopolitiikka ja uusiutuvien rooli Suomessa”.

## Kansallinen järjestelmä

Suomen on raportoitava EU:lle kahden vuoden välein tietoa kasvihuonekaasupäästöjä vähentävistä politiikkatoimista sekä skenaarioita päästöjen ja energiataseen tulevasta

kehityksestä. Edellisen kerran raportointi tehtiin 13.3.2015, jolloin skenaariot pohjautuivat energia- ja ilmastostrategian 2013 skenaarioihin.

Vuonna 2015 Suomi toimitti EU:lle ensimmäistä kertaa kuvauksen kansallisesta järjestelmästä raportointityön toteuttamiseksi. Kuvauksessa selostettiin yksityiskohtaisesti silloin voimassa olleet raportoinnin työnjako, skenaarioiden valmistelu, päästövähennystoimien vaikutusarviointi sekä toimintatavat yhtenäisyyden, kattavuuden ja laadun varmistamiseksi.

EU-raportoinnin prosessit ovat monelta osin samankaltaisia kuin ne, joita on käytetty laadittaessa nyt julkaistua perusskenaariota. Siksi kansallisen järjestelmän kuvaus havainnollistaa myös perusskenaarioiden valmistelutyön luonnetta. Kuvaus esimerkiksi osoittaa, että perusskenaario on laadittu laajana yhteistyönä ministeriöiden ja asiantuntijalaitosten kesken. Lisäksi kuvauksesta nähdään, että perusskenaario on valmisteltu yksityiskohtaisesti tilastoihin ja lukuisiin asiantuntijamalleihin perustuen.

Englanninkielinen kuvaus vuoden 2015 kansallisesta järjestelmästä - National System for Policies and Measures and Projections - löytyy työ- ja elinkeinoministeriön verkkosivuilta.

## Liite 2: Skenaariokehikko

Yhteinen skenaariokehikko energia- ja ilmastostrategialle ja keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmalle.

### Perusskenaarion kehikko

Perusskenaariolla arvioidaan jo päätettyjen energia- ja ilmastopoliittisten toimien vaikutusta tulevaisuuden kehitykseen. Laadittava perusskenaario kuvaa kehitystä alla kuvatuilla oletuksilla. Skenaarioon sisältyvät ennen 1.9.2016 toimeenpannut tai päätetyt energiaan ja ilmastonmuutoksen hillintään liittyvät politiikkatoimet. Perusskenaario ei kata hallitusohjelman uusia energia- ja ilmastotavoitteita.

Perusskenaario ei ole ennuste tulevasta, vaan sisäisesti ristiriidaton projektio, jossa energiaan ja ilmastonmuutoksen hillintään liittyvien politiikkatoimenpiteiden voimakkuus on jäädytetty skenaarion tekohetken tasolle. Jos perusskenaarioon sisällytetyillä toimenpiteillä ei saavuteta asetettuja energia- ja ilmastopolitiikan tavoitteita, tarvitaan uusia politiikkatoimia. Uudet politiikkatoimet tulevat sisällymään erilliseen politiikkaskenaarioon.

	2015–2020	2021–2030
<b>MAAILMANTALOUS</b>		
<b>Kasvuvauhti</b> <sup>20</sup>	Kasvaa, 3,7 %/v (2013-2020)	Kasvaa, 3,8 %/v
<b>Rakenne</b>	Painopiste kehittyvissä maissa	Painopiste kehittyvissä maissa
<b>Talouden integraatio</b>	Laajenee ja syvenee, kehittyvät maat osaksi maailmantaloutta	Laajenee ja syvenee, kehittyvät maat osaksi maailmantaloutta
<b>SUOMEN KANSANTALOUS JA VÄESTÖ</b>		
<b>Kasvuvauhti</b> <sup>21</sup>	2,2 %/vuosi	2,8 %/vuosi
<b>Hallitusohjelman toimet</b>	Julkistalouden sopeutustoimet, eläkeuudistus, sosiaali- ja terveyspalveluiden uudistus, kilpailukyky-paketti toteutetaan	Julkistalouden sopeutustoimet, eläkeuudistus, sosiaali- ja terveyspalveluiden uudistus, kilpailukyky-paketti toteutetaan
<b>Rakenne</b>	Palveluvaltaistuu, teollisuuden rakenne kevenee	Palveluvaltaistuu, teollisuuden rakenne kevenee

<sup>20</sup> IEA, World Energy Outlook 2015

<sup>21</sup> Tuotoksen vuosimuutos, VATT 8.10.2015. Suomen talous 2015-2030: Laskelmia politiikkatoimien vaikutuksista ([https://www.vatt.fi/file/vatt\\_publication\\_pdf/t183.pdf](https://www.vatt.fi/file/vatt_publication_pdf/t183.pdf)). Toimialakohtaiset luvut liitteessä 3.



<b>Väestön määrä</b> <sup>22</sup>	Kasvaa hitaasti, 2020: 5,6 milj.	Kasvaa hitaasti, 2030: 5,8 milj.
<b>Väestön rakenne</b> <sup>22</sup>	Ikääntyvä	Ikääntyvä
<b>Yhdyskuntarakenne</b>	Kaupungistuminen jatkuu	Kaupungistuminen jatkuu

	2015–2020	2021–2030
<b>KANSAINVÄLINEN JA EU:N ILMASTOPOLITIIKKA</b>		
<b>Hiilidioksidipäästöjen hinnoittelujärjestelmät</b>	EU-päästökauppa, kv. hyvitysten (CDM) käyttömahdollisuus, muita erillisiä kansallisia/alueellisia järjestelmiä	EU- päästökauppa ja mahdolliset linkitykset muihin järjestelmiin
<b>EU:n päästökauppa</b>	Päästökauppa jatkuu	Päästökauppa jatkuu
<b>Päästöoikeuden hinta</b> <sup>23</sup> <b>jakson alku-loppu</b> <b>(viitevuoden 2014 hinnoin)</b>	8 – 15 €/t	17 – 30 €/t

	2015–2020	2021–2030
<b>ENERGIAN HINTA</b>		
<b>Polttoaineiden hinnat</b> <sup>20</sup> <b>(viitevuoden 2014 hinnoin)</b>		
raakaöljy, \$/bbl	2020: 80	2030: 113
maakaasu, \$/MWh (Eurooppa)	2020: 27	2030: 38
kivihiili, \$/tonni (OECD)	2020: 94	2030: 102
Pörssisähkö, €/MWh (Suomi) <sup>24</sup>	2020: 40-45 €/MWh	2025: 55-60 €/MWh 2030: 60-65 €/MWh
<b>Energiaverot</b>	Nykyinen rakenne ja taso <sup>25</sup>	Nykyinen rakenne ja taso <sup>25</sup>

<sup>22</sup> Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestöennuste [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-5137. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 6.11.2015]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/vaenn/index.html>

<sup>23</sup> 2030 EU Carbon Price Forecast, Point Carbon Reuters, toukokuu 2015

<sup>24</sup> EU:n 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan linjausten toteutusvaihtoehdot ja Suomen omien energia- ja ilmastotavoitteiden toteutuminen. Pöyry 2016. <http://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=12101>

<sup>25</sup> Verotaulukko liitteessä 2

	2015–2020	2021–2030
<b>ENERGIANTUOTANTO</b>		
<b>VESIVOIMA</b>	Kasvaa hieman: vesivoiman tehonkorotukset, pienvesivoiman lisäys  Koskiensuojelulaki ja vesilaki voimassa	Kasvaa hieman: vesivoiman tehonkorotukset, pienvesivoiman lisäys  Koskiensuojelulaki ja vesilaki voimassa
<b>METSÄPOHJAINEN JA MUU BIOENERGIA</b>		
Mustalipeä, kuori sekä sahoilta tuleva hake ja puru	Kehittyy teollisuus- tuotannon mukaisesti	Kehittyy teollisuus- tuotannon mukaisesti
Metsähake	Metsähakkeen käyttö sähkön ja lämmön- tuotannossa kasvaa, tavoitteena 25 TWh metsähakkeen käyttö sähkön ja lämmön tuotannossa vuonna 2020.  Nykyinen metsähak- keen sähköntuotanto- tukijärjestelmä voimassa	Nykyisen tukijärjestelmän piirissä olevia laitoksia tuetaan järjestelmän mukaisesti
Maatalouspohjainen bioenergia	Jätteen ja sivuvirtojen energiakäyttö lisääntyy	Jätteen ja sivuvirtojen energiakäyttö lisääntyy
<b>TUULIVOIMA</b>	Kapasiteetti lisääntyy nykyisen tuotantotuki- järjestelmän ansiosta 2000 - 2500 MVA:iin 2020 mennessä	Pysyy vuoden 2020 tasolla
<b>AURINKOSÄHKÖ JA -LÄMPÖ</b>	Lisääntyy, nykyiset kannusteet <sup>26</sup>	Lisääntyy voimakkaammin, nykyiset kannusteet <sup>26</sup>
<b>LÄMPÖPUMPUT</b>	Lisääntyy, nykyiset kannusteet <sup>26</sup>	Lisääntyy, nykyiset kannusteet <sup>26</sup>
<b>JÄTE- JA KIERRÄTYSPOLTTOAINEET</b>	Lisääntyy jätteen- polttokapasiteetin kasvaessa	Kehittyy jättemäärän mukaisesti

<sup>26</sup> Katso erillinen taulukko nykyisistä edistämiskeinoista ja tuista, liite1

<b>YDINVOIMA</b>	Lisääntyy, Olkiluoto 3: 1600 MW	Lisääntyy vähän, Loviisa 1 & 2 poistuvat vuosina -27 ja -30, Fennovoima: 1200 MW
<b>FOSSIILISET POLTTOAINEET JA TURVE</b>	Markkinaehtoinen käyttö ja kehitys	Markkinaehtoinen käyttö ja kehitys
<b>BIOJALOSTAMOT (biopolttoaineet)</b>	2-3 uutta biojalostamo nykyisten lisäksi  Nykyiset edistämistoimet valtion talousarvion puitteissa	Biojalostamot vuoden 2020 tasolla tai vähäistä kasvua
<b>ENERGIANTUOTANNON RAKENNE</b>	Mikro- ja pientuotanto lisääntyy	Mikro- ja pientuotanto lisääntyy
<b>ENERGIAINFRASTRUKTUURI</b>		
<b>MAAKAASU</b>	Nykyinen verkon laajuus, uusia nesteytetyn maakaasun (LNG) terminaaleja	Balticconnector-putki Suomen ja Viron välillä  Yhteinen kaasumarkkina Baltian kanssa  Yhteydet Baltian kaasuväriin ja LNG-terminaaleihin sekä Keski-Euroopan kaasuverkkoon
<b>SÄHKÖJÄRJESTELMÄ</b>		
Kantaverkko	Kehitetään jatkuvasti niin, että pysyy yhtenä hinta-alueena	Kehitetään jatkuvasti niin, että pysyy yhtenä hinta-alueena
Jakeluverkko	Luotettavuutta kehitetään voimakkaasti  Älymittareiden hyödyntäminen lisääntyy	Keskitetty tiedonvaihto-ratkaisu (datahub)  Säävarmat verkot jakson loppupuolella
Ulkomaanyhteydet	Nykyiset	Pohjoisen kolmas vaihto-sähköyhteys Ruotsiin
<b>KAUKOLÄMPÖ</b>	Kysyntä tasaantuu, tuotannossa uusiutuva energia lisääntyy, sähkön ja lämmön yhteistuotannon (CHP) kilpailukyky heikko	Kysyntä tasaista, tuotannossa uusiutuva energia lisääntyy, sähkön ja lämmön yhteistuotannon (CHP) kilpailukyky heikko
<b>JÄÄHDYTYS</b>	Kysyntä lisääntyy	Kysyntä lisääntyy

	2015–2020	2021–2030
<b>TEOLLISUUS</b>		
<b>Metsäteollisuuden tuotanto</b>	Nykyinen tuotanto-kapasiteetti huomioiden päätetyt kapasiteetti-muutokset. Tuotanto globaalin kysynnän ja kilpailutilanteen mukaan <sup>27</sup>	Nykyinen tuotanto-kapasiteetti huomioiden päätetyt kapasiteetti-muutokset. Tuotanto globaalin kysynnän ja kilpailutilanteen mukaan <sup>27</sup>
<b>Muut teollisuustoimialat</b>	Tuotoksen vuosimuutos liitteen 3 mukaisesti	Tuotoksen vuosimuutos liitteen 3 mukaisesti

	2015–2020	2021–2030
<b>RAKENNUSTEN LÄMMITYS</b>		
<b>Lämmitystarve</b>	Laskee vähän ilmastonmuutoksen johdosta	Laskee vähän ilmastonmuutoksen johdosta
<b>Jäähdytystarve</b>	Nykyinen	Nykyinen
<b>RAKENNUSKANTA</b>		
Uudisrakentamisen kokonaismäärän lisäys	0,9 %/v	0,9 %/v
Poistuman vaikutus	0,3 %/v	0,3 %/v
Yhteisvaikutus rakennuskannan määrään	Lisäys 0,6 %/v	Lisäys 0,6 %/v

	2015–2020	2021–2030
<b>LIIKENNE</b>		
<b>TIELIIKENNE</b>		
Liikennesuorite	Kasvaa 0,7 %/v	Kasvaa 0,6 %/v
Henkilöliikenne	Kasvaa 0,8 %/v	Kasvaa 0,6 %/v
Tavaraliikenne	Kasvaa 0,4 %/v	Kasvaa 0,5 %/v
Uudet myydyt henkilöautot	124 000 kpl/v	146 000 kpl/v
Sähköautojen määrä (hlöautot) jakson alku-loppu	1600 – 18 000 kpl	2030: noin 120 000 kpl
Kaasuautojen määrä (hlöautot) jakson alku-loppu	1 900 – 3 600 kpl	2030: noin 13 000 kpl

<sup>27</sup> Pöyry 2016. Suomen metsäteollisuus 2015-2035.

Biopolttoaineiden osuus jakson alku-loppu	12 % - 13,5 %	13,5 %
<b>RAIDELIIKENNE (RAUTATIET)</b>		
Liikennesuorite (vedetyt brtkm)	Vähenee 1,2 %/v	Ei muutosta
<b>KOTIMAAN VESILIIKENNE</b>		
Liikennesuorite	Kasvaa 0,4 %/v	Kasvaa 0,4 %/v
Vaihtoehtoisten käyttövoimien osuus (mm. LNG)	Kasvaa (rikkidirektiivin vuoksi)	Kasvaa
<b>KOTIMAAN LENTOLIIKENNE</b>		
Liikennesuorite	<i>Täydennetään</i>	<i>Täydennetään</i>

	2015–2020	2021–2030
<b>TYÖKONEET</b>		
<b>Suorite-ennuste (lukumäärä)</b>	Kasvaa 0,3 %/v	Kasvaa 0,5 %/v
<b>Biopolttoaineiden osuus</b>	Bensiinissä sama kuin tieliikenteessä. Moottoripolttoöljyssä 0 %.	Bensiinissä sama kuin tieliikenteessä. Moottoripolttoöljyssä 0 %.

	2015–2020	2021–2030
<b>MAATALOUS</b>		
	Satotasot ennallaan, eli jonkinasteista sopeutumista ilmastonmuutokseen (muuten uhkana laskevat sadot)	Satotasot ennallaan, eli jonkinasteista sopeutumista ilmastonmuutokseen (muuten uhkana laskevat sadot)
	Rakennekehitys ja tilakoon kasvu jatkuvat entisenlaisina	Rakennekehitys ja tilakoon kasvu jatkuvat entisenlaisina
	Peltoala ennallaan	Peltoala ennallaan
	Työn käytön tehostuminen jatkuu	Työn käytön tehostuminen jatkuu
<b>METSÄTALOUS</b>		
<b>Puuston kasvu</b>	Metsien kasvu lisääntyy metsien hoidon ja ilmastonmuutoksen vaikutuksesta	Metsien kasvu lisääntyy metsien hoidon ja ilmastonmuutoksen vaikutuksesta
<b>Hakkuukertymä</b>	Vuotuiset puunkorjuumäärät kasvavat,	Vuotuiset puunkorjuumäärät kasvavat,

	tavoitteena Kansallisen metsästrategian 2025 tasot	tavoitteena Kansallisen metsästrategian 2025 tasot
<b>Metsien nielu</b>	Suomen puuston ja maaperän hiilinielu säilyy kansainvälisen velvoitteen edellyttämällä tasolla	Suomen puuston ja maaperän hiilinielu laskee hieman edellisen kauden referenssitasosta

	2015–2020	2021–2030
<b>JÄTEHUOLTO JA FLUORATUT KASVIHUONEKAASUT (F-KAASUT)</b>		
<b>Yhdyskuntajätteen määrä</b>	Muuttuu väestön mukaan	Muuttuu väestön mukaan
<b>Kompostointi</b>	Nykytasolla, mädätyksen ohella	Nykytasolla, mädätyksen ohella
<b>Kaatopaikat</b>	Biohajoavien jätteiden kaatopaikkasijoitus vähenee kaatopaikka-asetuksen mukaisesti vaiheittain	Biohajoavien jätteiden mukaan lukien rakennus- ja purkujätteen käsittelyjätteiden kaatopaikkasijoitus pysyvästi minimitasolla
<b>Jätevedet</b>	Nykytasolla	Nykytasolla
<b>Jätteiden energiakäyttö</b>	Valtakunnallisen jätesuunnitelman mukaisesti  2016 jälkeen yhdyskuntajätteen kaikki poltto yhteensä 50 % syntyvästä jättemäärästä	Valtakunnallisen jätesuunnitelman mukaisesti  Yhdyskuntajätteen kaikki poltto yhteensä 40 % syntyvästä jättemäärästä
<b>Fluoratut kasvihuonekaasut (F-kaasut)</b>	F-kaasujen markkinoille saattamisen asteittainen vähentäminen ( <i>phase down</i> ), kiellot ja rajoitukset	F-kaasujen markkinoille saattamisen asteittainen vähentäminen ( <i>phase down</i> ), kiellot ja rajoitukset

Matalan GWP:n<sup>28</sup>  
kaasujen käyttö  
lisääntyy

Matalan GWP:n **Virhe.**  
**irjanmerkkiä ei ole**  
**määritetty.** kaasujen  
käyttö lisääntyy

	2015–2020	2021–2030
<b>ENERGIATEHOKKUUS</b>		
<b>Energiatehokkuustoimet</b>	<p>Energiatehokkuus-sopimuksia jatketaan, niillä saadaan puolet energiatehokkuus-direktiivin (EED) tavoitteista</p> <p>Katselmustoiminta jatkuu (EED:n edellyttämät katselmukset ja pienten ja keskisuurten yritysten vapaaehtoiset katselmukset)</p> <p>Osana Manner-Suomen maaseudunkehittämishjelmaa edistetään maatilojen energiatehokkuutta</p>	<p>Sopimustoiminta jatkuu, uusi energiatehokkuus-direktiivi (nykyisen kaltainen) toimien pohjana</p> <p>Katselmustoiminta jatkuu (EED:n edellyttämät katselmukset ja pienten ja keskisuurten yritysten vapaaehtoiset katselmukset)</p> <p>Osana Manner-Suomen maaseudunkehittämishjelmaa edistetään maatilojen energiatehokkuutta</p>
<b>Energiatehokkuus ja teknologia</b>	<p>Teknologia kehittyy trendinomaisesti, ekosuunnittelu (ecodesign) laajenee, esim. LED-valaistus yleistyy</p>	<p>Teknologia kehittyy trendinomaisesti, ekosuunnittelu laajenee edelleen</p>

---

28 Kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävää vaikutusta kuvataan hiilidioksidiin suhteutetulla GWP-kertoimella (Global Warming Potential). Hiilidioksidin GWP-kerroin on 1.

## Skenaariokehikon liite 1. Perusskenaarion uusiutuvan energian taloudelliset ohjauskeinot

Pääasialliset keinot kohteittain ja energialähteittäin

	Päästökaupan alainen energiantuotanto	Muu teollisen mittakaavan energiantuotanto	Maatalouden energiantuotanto	Asuintalokohtainen energiantuotanto
<b>OHJAUSKEINOT</b>	Päästökauppa	-	-	-
	Polttoaineverotus lämmöntuotannolle	Polttoaineverotus lämmöntuotannolle	-	-
	-	Sähköverotuki pientuotannolle omaan käyttöön	Sähköverotuki pientuotannolle omaan käyttöön	Sähköverotuki pientuotannolle omaan käyttöön
<b>TUET ENERGIALÄHTEITTÄIN</b>				
<b>Puubiomassa</b>	Metsähakkeen muuttuva tuotantotuki	Energiatuki (< 10 MW) Pien-CHP:n syöttöpreemio	Maaseudun kehittämisrahasto	Kotitalousvähennys
<b>Muu biomassa (biopolttoaineet, biokaasu, jätteet jne.)</b>	Biokaasun syöttöpreemio	Energiatuki		
<b>Aurinkovoima</b>	-	Energiatuki		
<b>Tuulivoima</b>	Syöttöpreemio	-		
<b>Vesivoima</b>	-	Energiatuki (< 10 MW)		
<b>Maalämpö</b>	-	Energiatuki		
<b>Ilmalämpö</b>	-	-		
<b>Kaatopaikkakaasu</b>	-	Energiatuki		
<b>Jäte- ja kierrätys-polttoaineet</b>	-	-		

Energiatuki = valtion talousarviosta mom. 32.60.40 maksettava tuki uusiutuvan energian ja energiatehokkuusinvestoinneille



**Skenaariokehikon liite 2. Energiaverotus 2016**

<b>POLTTOAINEIDEN VALMISTEVEROT</b>					
<b>Tuote</b>	<b>Tuote-ryhmä</b>	<b>Energiasisältö-vero</b>	<b>Hiilidioksidi-vero</b>	<b>Huoltovarmuusmaksu</b>	<b>Yhteensä</b>
Moottoribensiini snt/l	10	51,20	16,25	0,68	68,13
Pienmoottoribensiini snt/l	11	31,20	16,25	0,68	48,13
Bioetanoli snt/l	20	33,60	10,67	0,68	44,95
Bioetanoli R snt/l	21	33,60	5,33	0,68	39,61
Bioetanoli T snt/l	22	33,60	0,00	0,68	34,28
MTBE snt/l	23	41,60	13,21	0,68	55,49
MTBE R snt/l	24	41,60	11,75	0,68	54,03
MTBE T snt/l	25	41,60	10,30	0,68	52,58
TAME snt/l	26	44,80	14,22	0,68	59,70
TAME R snt/l	27	44,80	12,94	0,68	58,42
TAME T snt/l	28	44,80	11,66	0,68	57,14
ETBE snt/l	29	43,20	13,72	0,68	57,60
ETBE R snt/l	30	43,20	11,18	0,68	55,06
ETBE T snt/l	31	43,20	8,64	0,68	52,52
TAE snt/l	32	46,40	14,73	0,68	61,81
TAE R snt/l	33	46,40	12,59	0,68	59,67
TAE T snt/l	34	46,40	10,46	0,68	57,54
Biobensiini snt/l	38	51,20	16,25	0,68	68,13
Biobensiini R snt/l	39	51,20	8,13	0,68	60,01
Biobensiini T snt/l	40	51,20	0,00	0,68	51,88
Etanolidiesel snt/l	47	14,53	10,90	0,35	25,78
Etanolidiesel snt/l R	48	14,53	5,99	0,35	20,87
Etanolidiesel snt/l T	49	14,53	1,07	0,35	15,95
Dieselöljy snt/l	50	31,65	18,61	0,35	50,61
Dieselöljy para snt/l	51	24,89	17,58	0,35	42,82
Biodieselöljy snt/l	52	29,01	17,06	0,35	46,42
Biodieselöljy R snt/l	53	29,01	8,53	0,35	37,89
Biodieselöljy T snt/l	54	29,01	0,00	0,35	29,36
Biodieselöljy P snt/l	55	24,89	17,58	0,35	42,82
Biodieselöljy P R snt/l	56	24,89	8,79	0,35	34,03
Biodieselöljy P T snt/l	57	24,89	0,00	0,35	25,24
Kevyt polttoöljy snt/l	60	9,30	14,40	0,35	24,05
Kevyt polttoöljy rikitön snt/l	61	6,65	14,40	0,35	21,40
Biopolttoöljy snt/l	62	6,65	14,40	0,35	21,40
Biopolttoöljy R snt/l	63	6,65	7,20	0,35	14,20
Biopolttoöljy T snt/l	64	6,65	0,00	0,35	7,00
Raskas polttoöljy snt/kg	71	7,59	17,49	0,28	25,36
Lentopetroli snt/l	81	55,68	17,99	0,35	74,02
Lentobensiini snt/l	91	50,72	16,10	0,68	67,50
Metanoli snt/l	100	25,60	8,13	0,68	34,41

Metanoli R snt/l	101	25,60	4,06	0,68	30,34
Metanoli T snt/l	102	25,60	0,00	0,68	26,28
Nestekaasu snt/kg	110	8,50	16,32	0,11	24,93
Bionestekaasu snt/kg	111	8,50	16,32	0,11	24,93
Bionestekaasu R snt/kg	112	8,50	8,16	0,11	16,77
Bionestekaasu T snt/kg	113	8,50	0,00	0,11	8,61
Kivihiili, kivihiilibriketit, kivihiilestä valmistetut kiinteät polttoaineet, euroa/t	1	47,1	130,26	1,18	178,54
Maakaasu, euroa/MWh	2	6,65	10,69	0,084	17,424

R = tuote, joka täyttää uusiutuvien energialähteiden kestävyyskriteerit

T = tuote, joka täyttää uusiutuvien energialähteiden kestävyyskriteerit ja on tuotettu jätteistä tai tähteistä taikka syötäväksi kelpaamattomasta selluloosa-aineksesta tai lignoselluloosasta

P = parafiininen dieselöljy

SÄHKÖN, MÄNTYÖLJYN JA POLTTOTURPEEN VALMISTEVEROT				
Tuote	Tuote-ryhmä	Energiavero	Huolto-varmuusmaksu	Yhteensä
<b>Sähkö snt/kWh</b>				
— veroluokka I	1	2,24	0,013	2,253
— veroluokka II	2	0,69	0,013	0,703
<b>Mäntyöljy snt/kg</b>	3	25,36	0	25,36
<b>Polttoturpe euroa/MWh</b>	4	1,90	0,00	1,90

### Skenaariokehikon liite 3. Perusskenaarion talouskasvuoletukset toimialoittain

Tuotoksen vuosimuutos (%)

TOL2008	TOIMIALA	2016-2020	2021-2025	2026-2030
01	Maatalous ja metsästys	2,1	1,8	1,7
02	Metsätalous	3,4	3,2	2,7
05_09	Kaivostoiminta ja louhinta	0,9	0,7	0,7
10_12	Elintarviketeollisuus ym.	2,8	3,1	2,7
13_15	Tekstiili-, vaatetus- ja nahkateollisuus	4,8	1,8	-0,2
16	Puuteollisuus	5,0	4,3	2,5
17_18	Paperiteollisuus; Painaminen	1,2	3,0	3,1
19_22	Kemianteollisuus	2,3	2,1	1,8
23	Rakennusaineteollisuus	4,7	3,2	2,2
24_25	Metallien jalostus; Metallituotteiden valmistus	3,2	2,8	2,2
26_27	Sähkö- ja elektroniikkateollisuus	4,4	7,3	6,0
28	Muiden koneiden ja laitteiden valmistus	4,6	6,7	4,7
29_30	Kulkuneuvojen valmistus	3,1	6,0	4,8
31_33	Muu valmistus, korjaus, huolto ja asennus	2,0	2,1	1,7
D_E	Energiahuolto; Vesi- ja jätehuolto	1,2	1,5	1,6
F	Rakentaminen	2,4	2,6	2,5
G	Kauppa	2,0	2,9	3,0
H	Kuljetus ja varastointi	2,5	2,9	2,4
I	Majoitus- ja ravitsemistoiminta	1,3	2,2	2,4
J	Informaatio ja viestintä	1,1	-0,6	0,5
K	Rahoitus- ja vakuutustoiminta	4,4	6,2	5,8
L	Kiinteistöalan toiminta	1,6	2,0	2,1
M	Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta	2,5	3,0	2,3
N	Hallinto- ja tukipalvelutoiminta	1,7	2,2	2,2
O	Julkinen hallinto ja sosiaalivakuutus	-0,9	-0,6	-0,3
P	Koulutus	-0,7	0,5	0,4
Q	Terveys- ja sosiaalipalvelut	2,2	2,7	2,7
R_T	Muut palvelut	0,7	1,4	1,5
	<b>Yhteensä</b>	<b>2,2</b>	<b>2,9</b>	<b>2,7</b>

Toimialakohtaiset luvut perustuvat VATT:n syksyllä 2015 valmistuneisiin laskelmiin. Lisätietoja laskelmista ja niiden taustaoletuksista esitetään VATT:n julkaisussa *Suomen talous 2015-2030: Laskelmia politiikkatoimien vaikutuksista* ([https://www.vatt.fi/file/vatt\\_publication\\_pdf/t183.pdf](https://www.vatt.fi/file/vatt_publication_pdf/t183.pdf)).

#### Skenaariokehikon liite 4. Perusskenaarion väestömäärä

Kokonaismäärä (milj.henkilöä) ja osuus ikäryhmittäin (%)

		alle 15 v	15 – 64 v	65 – 74 v	yli 74 v
<b>2014 toteutunut</b>	5,47 milj.	16 %	64 %	11 %	9 %
<b>2015</b>	5,49 milj.	16 %	63 %	12 %	9 %
<b>2020</b>	5,60 milj.	16 %	61 %	13 %	10 %
<b>2025</b>	5,69 milj.	16 %	60 %	12 %	12 %
<b>2030</b>	5,77 milj.	15 %	59 %	12 %	14 %
<b>2035</b>	5,83 milj.	15 %	59 %	11 %	15 %

Tilastokeskuksen laatiman väestöennusteen oletukset

Tilastokeskuksen tuoreimmassa väestöennusteessa oletetaan, että syntyvyys pysyisi vakiona tulevaisuudessa. Laskennallisen naisten elinaikanaan synnyttämän lasten määrän eli kokonaishedelmällisyysluvun oletetaan olevan 1,70.

Ennusteessa oletetaan lisäksi, että vuonna 2015 Suomi saa muuttovoittoa ulkomailta 14 000 henkilöä ja vuosien 2016–2065 aikana 17 000 henkilöä vuosittain. Kuolleisuuden ennustetaan jatkavan alentumistaan samalla tavoin, kuten sen on havaittu alentuneen vertailtaessa periodien 1987–1991 ja 2010–2014 kuolleisuutta. Tarkempaa tietoa oletuksista ja ennustemenetelmästä on löydettävissä tilaston laatuselosteesta.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestöennuste [verkkojulkaisu].  
ISSN=1798-5137. 2015. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.12.2015].

Saantitapa: [http://www.stat.fi/til/vaenn/2015/vaenn\\_2015\\_2015-10-30\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/vaenn/2015/vaenn_2015_2015-10-30_tie_001_fi.html)

**Skenaariokehikon liite 5. Kasvihuonekaasupäästöjen jako skenaarioissa päästökaupan piiriin ja sen ulkopuolelle**

Jaossa on huomioitu päästökaupan laajennus vuosina 2012 - 2013.

CO <sub>2</sub> -päästöt	Päästökaupan piirissä %	Päästökaupan ulkopuolella %
<b>Energiasektori</b>		
Energiantuotanto pl. pienet laitokset	100	0
Pienet energiantuotantolaitokset	0	100
Jätteenpolttolaitokset	0	100
Elintarvikkeiden ja juomien valmistus	69	31
Sahatavaran ja puutuotteiden valmistus	14	86
Paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus	95	5
Jalostettujen öljytuotteiden valmistus	99	1
Kemianteollisuus pl. öljynjalostus	81	19
Mineraalituotteiden valmistus	89	11
Metallien jalostus, rauta ja teräs	100	0
Metallien jalostus, värimetallit	0	100
Muu teollisuus	7	93
Kotimaan lentoliikenne, siviili-ilmailu	100	0
Muu liikenne	0	100
Työkoneet	0	100
Talokohtainen lämmitys	0	100
Maatalous	0	100
Kalastus	0	100
Energiasektorin erittelemättömät päästöt	0	100
Haihtumapäästöt	64	36
<b>Teollisuusprosessien päästöt</b>		
Mineraalituotteiden valmistus, metallimalmien louhinta	90	10
Vedynvalmistus	100	0
Kemianteollisuus, fosforihappo, muut kemikaalit	0	100
Metallien jalostus, rauta ja teräs	100	0
<b>Muut</b>		
CO <sub>2</sub> -siirto	0	100
Kalkitus	0	100
Liuottimien ja muiden tuotteiden käyttö	0	100
Epäsuorat CO <sub>2</sub> -päästöt	0	100
<b>N<sub>2</sub>O-päästöt</b>		
Polttoprosessit ml. liikenne ja työkoneet	0	100
Typpihapon valmistus	100	0
Lannankäsittely	0	100
Maatalousmaat	0	100

Jätteiden käsittely	0	100
Muut päästöt	0	100
<b>CH<sub>4</sub>-päästöt</b>		
Polttoprosessit ml. liikenne ja työkoneet	0	100
Eläinten ruuansulatus	0	100
Lannankäsittely	0	100
Jätteiden käsittely	0	100
<b>F-kaasut</b>		
F-kaasujen käyttö	0	100
	Päästökaupan piirissä %	Päästökaupan ulkopuolella %

### Liite 3: Perus- ja politiikkaskenaarion energiataseet ja kasvihuonekaasupäästöt

Strategiatyön keskeisenä apuvälineenä on skenaariolaskenta, jolla arvioidaan sekä kasvihuonekaasujen että energian tuotannon ja kulutuksen kehitystä tulevaisuuteen. Skenaariot eivät ole ennusteita vaan valittujen lähtöoletusten vallitessa laskettuja tulevaisuuteen ulottuvia projektioita.

Skenaariot laaditaan sekä nykyisille politiikkatoimille (ns. perusskenaario), että strategiassa linjattaville uusille toimille (ns. politiikkaskenaario). Perusskenaariolla arvioidaan pääsemmekö asetettuihin energia- ja ilmastotavoitteisiin jo päätetyillä toimenpiteillä vai tarvitaanko lisää politiikkatoimia. Skenaariotarkastelulla arvioidaan tarvittavien lisätoimien suuruus ja mahdollisten uusien toimien vaikutukset muihin energia- ja ilmastotavoitteisiin. Seuraavissa taulukoissa esitetään energia- ja ilmastostrategian valmistelussa käytettyjen skenaarioiden energiataseet ja kasvihuonekaasupäästöt.

2015e = tilastoennakko

Energian kokonaiskulutus ja loppukulutus						
TWh	Tilasto		Perus-skenaario		Politiikka-skenaario	
	2010	2015e	2020	2030	2020	2030
Öljy, sis. biokomponentin	97	87	81	77	79	73
Kivihiili	40	17	15	7	15	3
Koksi, masuuni- ja koksikaasu	12	12	16	18	16	18
Maakaasu	41	22	27	22	27	23
Ydinenergia	66	68	106	123	106	123
Sähkön nettotuonti	11	16	3	2	3	1
Vesivoima	13	17	14	15	14	15
Tuuli- ja aurinkoenergia	0	2	5	7	5	9
Turve	27	15	20	15	20	15
Puupolttoaineet	90	93	104	118	104	121
Muut	10	14	16	18	16	18
<b>Energian kokonaiskulutus yhteensä</b>	<b>407</b>	<b>361</b>	<b>408</b>	<b>420</b>	<b>406</b>	<b>418</b>
Energian loppukulutus	318	297 (2014)	313	316	311	314

Uusiutuva energia						
TWh	Tilasto		Perus-skenaario		Politiikka-skenaario	
	2010	2015e	2020	2030	2020	2030
Vesivoima	13	17	14	15	14	15
Tuulivoima	0,3	2	5	6	5	8
Aurinkoenergia	0	0	0,2	0,7	0,2	0,7
Puun pienkäyttö ja pelletit	19	16	19	20	19	21
Metsäteollisuuden jätelimet	38	39	44	48	44	48
Metsähake	14	16	22	29	22	31
Teollisuuden tähdepuu	20	22	19	21	19	21
Lämpöpumput	3	4	6	7	6	7
Kierrätyspolttoaine, bio-osuus	3	4	5	5	5	5
Nestemäiset biopolttoaineet ja bionesteet	2	6	6	5	6	12
Biokaasu	0,5	1	1	1	1	2
<b>Uusiutuva energia yhteensä</b>	<b>111</b>	<b>128</b>	<b>142</b>	<b>158</b>	<b>141</b>	<b>171</b>

Sähkön hankinta						
TWh	Tilasto		Perus-skenaario		Politiikka-skenaario	
	2010	2015e	2020	2030	2020	2030
Vesivoima	13	17	14	15	14	15
Tuuli- ja aurinkoenergia	0	2	5	7	5	9
Ydinvoima	22	22	35	40	35	40
Yhteistuotanto, kaukolämpö	18	12	15	12	15	12
Yhteistuotanto, teollisuus	10	9	11	12	11	12
Tavallinen lauhdevoima	14	4	yht. 8	yht. 6	yht. 8	yht. 5
Nettotuonti	11	16				
<b>Sähkön kokonaishankinta</b>	<b>88</b>	<b>82</b>	<b>88</b>	<b>92</b>	<b>88</b>	<b>93</b>

Sähkön kulutus						
TWh	Tilasto		Perus-skenaario		Politiikka-skenaario	
	2010	2014	2020	2030	2020	2030
Asuinrakennusten sähkölämmitys	14	13	14	14	14	14
Asumisen laitesähkö	9	8	7	7	7	7
Liikenne	0,7	0,7	0,8	1,2	0,9	1,5
Teollisuus ja rakentaminen	42	40	41	43	41	44
Maataloustuotanto	1,7	1,4	2	2	2	2
Palvelut	18	17	20	21	20	21
Häviöt	3	3	3	3	3	3
<b>Sähkön kokonaiskulutus</b>	<b>88</b>	<b>83</b>	<b>88</b>	<b>92</b>	<b>88</b>	<b>93</b>



Kaukolämmön ja siihen liittyvän sähkön tuotantoon käytetyt polttoaineet						
TWh	Tilasto		Perus-skenaario		Politiikka-skenaario	
	2010	2014	2020	2030	2020	2030
Kivihiili	14	13	10	2	10	1
Öljy	3	1	1	1	1	1
Maakaasu	23	12	12	7	12	8
Turve	12	8	12	8	12	8
Puupolttoaineet	11	15	20	28	20	29
Muut uusiutuvat	1	2	4	5	4	5
Muut	2	3	3	5	3	6
<b>Yhteensä</b>	<b>66</b>	<b>55</b>	<b>63</b>	<b>57</b>	<b>63</b>	<b>57</b>

Kaukolämmön kulutus						
TWh	Tilasto		Perus-skenaario		Politiikka-skenaario	
	2010	2014	2020	2030	2020	2030
Erilliset pientalot	2,3	2,1	2	2	2	2
Rivi- ja ketjutalot	3,2	2,9	3	3	3	3
Asuinkerrostalot	14,8	13,2	15	14	15	14
Palvelurakennukset	13,1	11,7	12	11	12	11
Teollisuusrakennukset	3,7	3,3	3	3	3	3
Maatalousrakennukset	0,2	0,2	0	0	0	0
Verkkohäviöt	4,1	3,8	4	4	4	4
<b>Yhteensä</b>	<b>41</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>38</b>

Liikenteen energiankäyttö						
TWh	Tilasto		Perus-skenaario		Politiikka-skenaario	
	2010	2014	2020	2030	2020	2030
Moottoribensiini, fossiilinen	18	16	13	12	13	9
Dieselöljy, fossiilinen	27	24	24	23	23	16
Biopolttoaineet	1,7	5,8	6	5	5	11
Maakaasu	0	0	0	0,1	0,1	0,4
Biokaasu	0	0	0	0,1	0,1	0,4
Lentopetroli ja -bensiini	1,6	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3
Raskas polttoöljy	0,5	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2
Kevyt polttoöljy, fossiilinen	1,7	1,5	1,9	1,7	1,9	1,5
<b>Polttoaineet yhteensä</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>46</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>40</b>
Sähkö	0,7	0,7	0,8	1,2	0,9	1,5

Asuin- ja palvelurakennusten lämmitys						
TWh	Tilasto		Perus- skenaario		Politiikka- skenaario	
	2010	2014	2020	2030	2020	2030
Kaukolämpö	33	30	33	31	33	31
Sähkö ml. lämpöpumppusähkö	16	15	16	16	16	16
Puu	18	16	16	15	16	15
Lämpöpumput	3	5	6	7	6	7
Kevyt polttoöljy, fossiilinen	9	7	6	4	6	4
Bionesteet	0,2	0	0	0	0	0,4
Muu (raskas polttoöljy, maakaasu, turve)	2	1	1	1	1	1
<b>Yhteensä</b>	<b>81</b>	<b>74</b>	<b>78</b>	<b>74</b>	<b>78</b>	<b>74</b>

Työkoneiden energiankäyttö						
TWh	Tilasto		Perus- skenaario		Politiikka- skenaario	
	2010	2014	2020	2030	2020	2030
Kevyt polttoöljy, fossiilinen						
Maa- ja metsätalouskoneet	2,9	3,0	2,5	2,2	2,5	1,9
Muut	5,2	5,1	5,5	5,5	5,5	5,0
Bensiini, fossiilinen						
Maa- ja metsätalouskoneet	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Muut	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
Bionesteet	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,8
<b>Yhteensä</b>	<b>9,4</b>	<b>9,2</b>	<b>9,0</b>	<b>8,6</b>	<b>9,0</b>	<b>8,6</b>

Kasvihuonekaasupäästöt						
Mt CO <sub>2</sub> ekv.	Tilasto		Perus- skenaario		Politiikka- skenaario	
	2010	2014	2020	2030	2020	2030
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>63,9</b>	<b>47,7</b>	<b>45,7</b>	<b>39,7</b>	<b>45,3</b>	<b>35,6</b>
1. Energiasektori						
Energiateollisuus	30,4	19,1	18,3	13,4	18,3	12,3
Teollisuus	8,8	7,2	5,7	4,9	5,7	4,9
Liikenne (pl. kalastus)	12,6	11,0	10,5	9,8	10,1	7,3
Talokohtainen lämmitys	2,8	2,0	1,9	1,4	1,9	1,2
Muu (maatalous, työkoneet ym.)	4,3	4,1	4,0	4,2	4,0	3,9
2. Teollisuusprosessit ja tuotteiden käyttö	4,6	4,0	4,9	5,7	4,9	5,7
3. Maatalous: Kalkitus ja urean levitys	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Epäsuorat CO <sub>2</sub> päästöt	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>4,7</b>	<b>4,6</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>
1. Energiasektori	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
2. Teollisuusprosessit ja tuotteiden käyttö	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
3. Maatalous						
Lannankäsittely ja kulotus	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Maatalousmaat	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5
5. Jätteiden käsittely	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>5,5</b>	<b>5,0</b>	<b>4,4</b>	<b>3,7</b>	<b>4,4</b>	<b>3,7</b>
1. Energiasektori	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
3. Maatalous						
Kotieläinten ruuansulatus	2,1	2,1	2,2	2,0	2,2	2,0
Lannankäsittely	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
5. Jätteiden käsittely	2,5	2,1	1,4	0,9	1,4	0,9
<b>F-kaasut</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>1,5</b>	<b>0,8</b>	<b>1,5</b>	<b>0,8</b>
<b>Päästöt yhteensä</b>	<b>75,9</b>	<b>59,2</b>	<b>56,4</b>	<b>49,0</b>	<b>56,0</b>	<b>44,9</b>

## Liite 4: Energia- ja ilmastopolitiikkatoimia koskevan nettikyselyn (15.6.-16.8.2016) tulokset

### Vähintään sata plus-ääntä saaneet ehdotukset

Ehdotus	Plus
Nykyinen sähköveron vapautus omaan käyttöön tuotetulle sähkön pientuotannolle jatkuu.	179
Edistetään geotermistä energiaa. Uuden energiateknologian investoinnit voivat kilpailla demotukirahoista.	165
Edistetään uuden energiateknologian demolaitoksia ja muuta uutta energiateknologiaa. Investointituki, voi olla pääsääntöisesti kilpailutustyyppinen menettely jossa eri teknologiat kilpailevat keskenään demotukirahoista	156
Hajautetun energiantuotannon edistäminen (sähkö, lämpö, liikenne, varastointi) kestäväillä ja kustannustehokkailla keinoilla.	155
Julkisissa hankinnoissa huomioidaan aurinkoenergia ja muu uusiutuva energia.	142
Alueidenkäytön suunnittelussa ja rakentamisessa sekä näiden ohjauksen kehittämisessä varaudutaan aurinkoenergian hyödyntämiseen.	136
Investointitukien painopiste vähitellen uuteen teknologiaan ml. kulutuksen jousto oman tuotannon mukaan tai aurinkoenergian varastointi. Uuden energiateknologian investoinnit voivat kilpailla demotukirahoista.	131
Uuden energiateknologian investoinnit voivat kilpailla demotukirahoista.	130
Verotetaan kivihiilen käyttöä	126
Uuden energiateknologian investoinnit voivat kilpailla demotukirahoista.	124
Edistetään kulutuksen ja tuotannon joustavuutta ja aktiivista osallistumista sähkömarkkinoille älykkäiden ratkaisuiden avulla esimerkiksi mahdollistamalla pienten kulutuskohteiden ja varastojen helpomman osallistumisen markkinoille.	124
Maatilojen ja maaseutuyritysten biokaasulaitosten investointitukien kehittäminen niin, että väliinpuotoajien määrä saadaan minimoitua.	122
Sähköjärjestelmän kyberturvallisuudesta huolehtiminen.	122
Hyvien referenssien ”mainostamista” edistetään kansallisesta ja kansainvälisesti.	118
CHP (yhdistetty lämmön ja sähkön tuotanto) tuotannon edellytysten säilyttäminen.	118
Liikennebiokaasun käytön edistäminen.	114
Edistetään vesivoimaa.	113
Biokaasulaitosten tuomien ympäristö- ja ilmastohyötyjen sekä ravinteiden kierrätyksen huomioiminen eri tukijärjestelmissä.	110
Säilytetään edelläkävijäasema älyverkkojen kehityksessä. Otetaan käyttöön älyverkkoratkaisuja tukeva datahub-tiedonvaihtoratkaisu.	107
Varaudutaan Suomen tuulivoimapotentialin laajamittaiseen hyödyntämiseen.	106
Määritellään sähkön toimitusvarmuustavoite.	104
Tuotantotukea suunnataan säädettävään tuotannon kasvattamiseen.	103
Investointitukia yrityksille niin kauan, kuin se on sähkön hinnan ja/tai investointikustannusten kannalta perusteltua. Tavoitteena on vähitellen luopua tavanomaisen teknologian tuista.	102
Kehittyneiden biopolttoaineiden demolaitokset voivat kilpailla demotukirahoista.	102
Pellettien, halkojen ja pilkkeiden puhtaan polton edistäminen.	101
Uusiutuvien polttoaineiden käytön mahdollistaminen henkilöautokannassa (kaasuautot, FFV-autot eli flexfuel-autot, muut korkeille uusiutuvien polttoaineiden seoksille soveltuvat autot).	101
Sähköisen liikenteen edistäminen	100

## Kaikki ehdotukset (annetut plussat ja miinukset)

Ehdotus	+	-
Alueidenkäytön suunnittelussa ja rakentamisessa sekä näiden ohjauksen kehittämisessä varaudutaan aurinkoenergian hyödyntämiseen.	136	28
Annetaan energiatehokkuuden vaatimustason rinnalla suositustaso ennakoimaan tulevia muutostarpeita.	36	21
Avataan maakaasumarkkinat kilpailulle maakaasumarkkinalakityöryhmän ehdotusten mukaisesti.	42	25
Biokaasulaitosten tuomien ympäristö- ja ilmastohyötyjen sekä ravinteiden kierrätyksen huomioiminen eri tukijärjestelmissä.	110	26
CHP (yhdistetty lämmön ja sähkön tuotanto) tuotannon edellytysten säilyttäminen.	118	23
Edistetään Arktisen yhteistyön kehittämistä rakennusten energiatehokkuudessa.	31	20
Edistetään aurinkosähkön ja -lämmön tuotantoa.	72	21
Edistetään digitalisaatiota rakennusten olosuhteiden, järjestelmien ja rakenteiden. (+/-) toiminnan mallintamisessa, seurannassa ja ohjauksessa.	48	17
Edistetään energiatehokasta puurakentamista.	69	11
Edistetään geotermistä energiaa. Uuden energiateknologian investoinnit voivat kilpailla demotukirahoista.	165	14
Edistetään hyvää sisäilmastoa ja rakennusten energiatehokasta käyttöä sekä materiaalitehokkuutta informaatio-ohjauksella.	64	5
Edistetään kulutuksen ja tuotannon joustavuutta ja aktiivista osallistumista sähkömarkkinoille älykkäiden ratkaisuiden avulla esimerkiksi mahdollistamalla pienten kulutuskohteiden ja varastojen helpomman osallistumisen markkinoille.	124	9
Edistetään rakennusten energiatodistusten täysimittaista hyödyntämistä ja vaikuttavuutta.	25	28
Edistetään rakennusten ja rakennustuotteiden energiatehokkuutta EU-lainsäädännössä.	34	27
Edistetään rakennusten sähkön huipputehon pienentämistä.	71	5
Edistetään Suomen ja Baltian maiden yhteisten maakaasumarkkinoiden syntymistä.	28	36
Edistetään uuden energiateknologian demolaitoksia ja muuta uutta energiateknologiaa. Investointituki, voi olla pääsääntöisesti kilpailutustyyppinen menettely jossa eri teknologiat kilpailevat keskenään demotukirahoista	156	25
Edistetään vesivoimaa.	113	56
Edistetään älykkäiden järjestelmien ja kysyntäjoustop käytönnottoa.	66	13
Ei polttoaineveroa lämmöntuotannossa (nykytila), fossiilisten polttoaineiden ja turpeen verotuksella turvataan metsähakkeen kilpailukyky fossiilisiin ja turpeeseen verrattuna.	99	58
Eloperäisten peltojen pinta-alan kasvua rajoitetaan jatkamalla käytäntöä, jonka mukaan uudet raivatut alat jäävät LFA- ja ympäristötukien ulkopuolelle.	30	18
Energiatuki: Energiatehokkuusinvestointeja ja vapaaehtoisia energiakatselmuksia tuetaan harkinnanvaraisella energiatuella. Energiatukea olisi lisättävä ja tukiprosentteja energiatehokkuudelle tarkistettava mahdollisuuksien mukaan. Samoin vastaavia tukia maatalouden ja korjausrakentamisen puolella olisi lisättävä.	53	19
Energiaverotus: Korkeampi energianhinta parantaa energiatehokkuustoimien kannattavuutta.	36	41
Eritytetään maakaasun siirtoliiketoiminta maakaasun myynnistä ja tuonnista.	32	31
F-kaasujen talteenoton tehostaminen informaatio-ohjauksella.	42	6
Hajautetun energiantuotannon edistäminen (sähkö, lämpö, liikenne, varastointi) kestäväillä ja kustannustehokkailla keinoilla.	155	18
Henkilö- ja pakettiautojen energiatehokkuuden parantaminen (autovalmistajia koskevat sitovat CO2-raja-arvot).	71	22
Henkilö- ja pakettiautojen energiatehokkuuden parantaminen (autovalmistajia koskevat sitovat CO2-raja-arvot).	44	14
Hyvien referenssien ”mainostamista” edistetään kansallisesta ja kansainvälisesti.	118	15
Investointitukia yrityksille niin kauan, kuin se on sähkön hinnan ja/tai investointikustannusten kannalta perusteltua. Tavoitteena on vähitellen luopua tavanomaisen teknologian tuista.	102	47
Investointitukien painopiste vähitellen uuteen teknologiaan ml. kulutuksen jousto oman tuotannon mukaan tai aurinkoenergian varastointi. Uuden energiateknologian investoinnit voivat kilpailla demotukirahoista.	131	14
Jakeluveto nostetaan nykytasolta.	56	52
Jakeluvetoilain jatkaminen ja tavoitetason kiristäminen (nestemäiset biopolttoaineet ja biokaasu).	51	37

Jatketaan nykyisiä investointitukia maatalouden käyttöön tulevan uusiutuvan energian edistämässä. Biokaasun tuotannossa toimet liittyvät myös hallitusohjelman kiertotalouden edistämistä ja lannan prosessointia koskeviin toimiin.	44	9
Jatketaan nykyistä liikennepolttoaineinen verojärjestelmää ja jakeluelvoitetta.	53	60
Jatketaan yhteispohjoismaisten vähittäismarkkinoiden edellytysten luomista ja edistetään sähkön myyjien tasapuolista kohtelua vähittäismarkkinoilla siirtymällä kaikkien myyjien osalta yhden laskun malliin.	81	76
Joukkoliikenteen edistäminen pitkillä matkoilla (henkilöautojen sijaan)	54	19
Joukkoliikenteen edistäminen pitkillä matkoilla (henkilöautojen sijaan).	81	25
Julkisissa hankinnoissa huomioidaan aurinkoenergia ja muu uusiutuva energia.	142	29
Juuri solmittujen, vapaaehtoisten energiatehokkuussopimusten näkyvyyttä ja tiedottamista tulee lisätä, jotta liittyminen ja pysyminen sopimuksissa paranevat entisestään. Samoin tulee kehittää sopimuksen mukainen raportointi edelleen kevyemmäksi, mutta riittäväksi.	52	9
Jätteenpolton päästöjen siirtäminen päästökaupan piiriin.	40	13
Kaatopaikkakaasun keräämisen tehostaminen.	74	2
Kasvavien keskusten ulkopuolella maankäytön ohjausta kehitetään huomioiden alueiden kehittämistarve, luonnonvaratalouden uudet kehityssuunnat ja pyrkimys paikalliseen energiatuotantoon.	49	11
Kasvavilla kaupunkiseuduilla uudisrakentaminen ohjataan ensisijaisesti olemassa olevien palveluiden ja joukkoliikenteen piiriin.	64	11
Kehitetään lannan prosessointia. Lannan prosessoinnin tavoitteena on saada ravinteet kannattavasti kuljetettua alueille, joilla on kasvinviljelyssä tai muussa käytössä tarvetta ravinteille. Tällöin raivaustarve lannanlevitysalaksi vähenee. Biomassojen ravinteiden kierrätystä edistävään tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoimintaan sekä investointeihin kohdistetaan erityistä rahoitusta vuosina 2016–2018.	63	2
Kehittyneiden biopolttoaineiden demolaitokset voivat kilpailla demotukirahoista.	102	32
Kielletään kivihiilen käyttö	64	78
Kilpailutettu teknologianeutraali tuotantotuki (tukityöryhmän raportti 5/2016), jos sähkön markkinahinta pysyy alhaisena 2020-luvulla.	89	57
Kilpailutettu teknologianeutraali tuotantotuki pääosin sähköverkkoon syöttäville aurinkovoimalaitoksille, jos sähkön markkinahinta pysyy alhaisen 2020-luvulla (tukityöryhmän raportti 5/2016).	78	50
Kriteerien laatiminen julkisille vihreille hankinnoille F-kaasuille vaihtoehtoisten luonnollisten kylmäaineiden käytön edistämiseksi.	46	11
Laaditaan tietäkartta rakennusmateriaalien ja -tuotteiden hiilijalanjäljen kytkemiseksi rakentamisen ohjaukseen vuoteen 2025 mennessä.	22	22
Liikennebiokaasun käytön edistäminen.	114	31
Liikenteen ja maankäytön yhteensovittaminen ja kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen edistäminen kaupunkiseuduilla.	95	14
Liikenteen ja maankäytön yhteensovittaminen ja kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen edistäminen kaupunkiseuduilla.	66	7
Liikenteen uudet palvelut ja liikenteen energiatehokkuuden parantaminen digitalisaatiota ja muita ratkaisuja hyödyntämällä.	78	12
Liikenteen uudet palvelut ja liikenteen energiatehokkuuden parantaminen digitalisaatiota ja muita ratkaisuja hyödyntämällä.	47	8
Lisätään cleantech -ratkaisujen määrää mahdollisuuksien mukaan.	47	12
Maankäyttö- ja rakennuslain kehittämisessä painotetaan kaupunkiseutujen kokonaisvaltaista, strategista suunnittelua sekä täydennysrakentamista ja hyvää elinympäristön laatua.	44	8
Maaseutujen keskuksia ja kyliä vahvistetaan palveluiden paikallisen saatavuuden turvaamiseksi.	58	14
Maatilojen ja maaseutuyritysten biokaasulaitosten investointitukien kehittäminen niin, että väliinpuotoajien määrä saadaan minimoitua.	122	21
Mahdolliset taloudelliset kannustimet pitkäjänteisiä ja ennakoitavia kohdistettuna korjausten yhteydessä saavutettuun vaatimustasoa parempaan todennettuun energiatehokkuuden tasoon.	40	10
Määritellään sähkön toimitusvarmuustavoite.	104	21
Nykyinen sähköveron vapautus omaan käyttöön tuotetulle sähkön pientuotannolle jatkuu.	179	13
Orgaanisen jätteen kaatopaikkasijoittamisen lopettaminen.	73	7
Otetaan käyttöön kaikki mahdolliset passiiviset ratkaisut, kuten esimerkiksi aurinkosuojaus, vähentämään jäädytyksen tarvetta.	49	16
Paikallisiin oloihin soveltuvien F-kaasuille vaihtoehtoisten energiatehokkaiden ja turvallisten teknologioiden kehittäminen ja demonstrointi tutkimushankkeessa.	39	6
Pellettien, halkojen ja pilkkeiden puhtaan polton edistäminen.	101	46
Rakennetaan Balticconnector maakaasuputki edellyttäen että siihen saadaan merkittävä investointituki.	20	44

Raskaan kaluston energiatehokkuuden parantaminen (CO <sub>2</sub> -päästöjä koskeva ilmoittamismenettely ja autovalmistajia koskevat sitovat CO <sub>2</sub> -raja-arvot).	69	16
Raskaan kaluston energiatehokkuuden parantaminen (CO <sub>2</sub> -päästöjä koskeva ilmoittamismenettely ja autovalmistajia koskevat sitovat CO <sub>2</sub> -raja-arvot).	34	12
Raskaan liikenteen energiatehokkuustoimet.	66	19
Raskaan liikenteen energiatehokkuustoimet.	47	8
Selvitetään biopolttoöljyn sekoitevelvoitteen käyttöönottoa lämmityksessä käytettävään kevyeen polttoöljyyn.	86	50
Suunnittelun etenemisjärjestys ns. Kioton pyramidin mukaisesti: 1. lämpöhäviöiden ja jäähdytystarpeen pienentäminen. 2. sähkönkäytön tehostaminen. 3. ilmaisenergioiden hyödyntäminen. 4. kulutuksen ohjaus ja näyttö. 5. energiamuodon valinta.	49	14
Sähköisen liikenteen edistäminen	100	11
Sähköjärjestelmän kyberturvallisuudesta huolehtiminen.	122	4
Sähkön tuotantotuen jatkaminen mahdollisesti kilpailutukseen perustuen, jos päästöoikeuden hinta pysyy alhaisena 2020-luvulla (tukityöryhmän raportti 5/2016).	74	57
Säilytetään edelläkävijäasema älyverkkojen kehityksessä. Otetaan käyttöön älyverkkoratkaisuja tukeva datahub-tiedonvaihtoratkaisu.	107	16
Säädöksiin luodaan joustavuutta läpimurtoteknologioiden testausta varten.	55	4
Taloudelliset ohjauskeinojen käyttömahdollisuuksien selvittäminen F-kaasujen käytön ja päästöjen vähentämisessä (tuottajavastuu, tuontimaksu, pantti).	40	9
Tiedotus: Energiatehokkuuden ja energiansäästön tiedottamiseen on lisättävä määrärahoja ja painopistettä voimakkaasti kaikilla sektoreilla.	51	18
Toteutetaan kuntien ja valtion yhteistyönä kokeiluhankkeita koskien alueidenkäytön suunnittelun kehittämistä, ilmastonmuutoksen hillintää ja digitalisaatiota.	48	6
Tuotantotukea suunnataan säädettävään tuotannon kasvattamiseen.	103	55
Tuotteiden energiatehokkuus: EU-tasolla tuotteille säädetään yhteisiä minimivaatimuksia (ekosuunnittelu) ja kuluttajia ohjaavia energiamerkintöjä. EU-neuvotteluissa Suomi ajaa yleensä tiukkoja energiatehokkuusvaatimuksia ja tätä linjaa on syytä jatkaa.	54	22
Täydennysrakentamisella hyödynnetään olemassa olevaa infrastruktuuria, edistetään resurssitehokkuutta sekä tuetaan joukkoliikenteen ja muiden palvelujen järjestämistä.	61	4
Täydennysrakentamisen yhteydessä parannetaan elinympäristön laatua sekä hyödynnetään viherympäristön mahdollisuuksia osana ilmastonmuutoksen hillintää ja siihen sopeutumista.	51	5
Uuden energiateknologian investoinnit voivat kilpailla demotukirahoista.	130	16
Uuden energiateknologian investoinnit voivat kilpailla demotukirahoista.	124	22
Uudistavan peruskorjauksen yhteydessä selvitetään mahdollisuudet parantaa rakennuksen energiatehokkuus merkittävästi minimivaatimuksia parempaan tasoon kustannustehokkaasti.	51	15
Uudistavassa peruskorjauksessa varaudutaan sähköautojen latauspisteiden järjestämiseen sekä rakennuskohtaiseen energiamittaukseen.	57	5
Uusiutuvien polttoaineiden käytön mahdollistaminen henkilöautokannassa (kaasuautot, FFV-autot eli flexfuel-autot, muut korkeille uusiutuvien polttoaineiden seoksille soveltuvat autot).	101	13
Vaihtoehtoisten kylmäaineiden käyttöönoton edistäminen kylmäalan koulutusta kehittämällä.	43	6
Varaudutaan Suomen tuulivoimapotentiaalin laajamittaiseen hyödyntämiseen.	106	70
Varmistetaan jakeluverkkojen toimitusvarmuustavoitteen toteutuminen ja verkkojen toimitusvarmuuden hyvä taso ja korvausinvestoinnit.	87	10
Verotetaan kivihiilen käyttöä	126	23
Voidaan lisätä vapaaehtoisia energiakatselmuksia PK-yrityksissä energiatuen tukiprosentteja kasvattamalla (jakoperusteet).	37	18
Vähennetään rakennusten käytön hiilijalanjälkeä edistämällä energiankulutuksen seurantaa ja laskutusta sekä kehittämällä kulutuksen vähentämistä tukevia laskureita, toimintatapoja ja liiketoimintamalleja.	48	10
Yhdistetty lämmön- ja sähkön tuotanto (CHP) ja kaukolämpö- ja jäähdytys: energiaverotuksella varmistetaan, että CHP sekä kaukolämpö- ja jäähdytys säilyttävät kilpailukykynsä.	62	14
Yhdyskuntajätteelle kierrätystavoite.	68	10

## **Liite 5: Energia- ja ilmastostrategian valmisteluun osallistuneiden eri työryhmien ym. jäsenet**

Ohessa on luettelo strategian valmisteluun osallistuneiden eri työryhmien ym. jäsenistä. Nimilista muuttui jonkin verran strategian valmistelun aikana syksystä 2015 syksyyn 2016.

### Biotalous- ja puhtaat ratkaisut ministerityöryhmän jäsenet

#### **puheenjohtajat**

elinkeinoministeri Olli Rehn ja  
maatalous- ja ympäristöministeri Kimmo Tiilikainen

sosiaali- ja terveysministeri Hanna Mäntylä/Pirkko Mattila  
oikeus- ja työministeri Jari Lindström  
sisäministeri Paula Risikko/ulkomaankauppa- ja kehitysministeri Kai Mykkänen  
Opetus- ja kulttuuriministeri Sanni Grahn-Laasonen

### Ministerityöryhmän jäsenten kansliapäälliköt

kansliapäällikkö Jari Gustafsson, TEM  
kansliapäällikkö Jaana Husu-Kallio, MMM  
kansliapäällikkö Anita Lehikoinen, OKM  
kansliapäällikkö Päivi Nerg, SM  
kansliapäällikkö Hannele Pokka, YM  
kansliapäällikkö Päivi Sillanaukee, STM

### Energia- ja ilmastopolitiikan yhdysverkon jäsenet

#### **puheenjohtaja**

osastopäällikkö Riku Huttunen, TEM

#### **sihteeri**

neuvotteleva virkamies Markku Kinnunen, TEM

opetusneuvos Paavo-Petri Ahonen, OKM  
neuvotteleva virkamies Jaana Avolahti, TEM  
ympäristöneuvos Magnus Cederlöf, YM  
finanssisihteeri Taina Eckstein, VM  
metsäneuvos Heikki Granholm, MMM  
EU-erityisasiantuntija Niina Honkasalo, VNK  
ympäristöneuvos Antti Irjala, YM  
hallitusneuvos Päivi Janka, TEM  
liikenneneuvos Saara Jääskeläinen, LVM  
teollisuusneuvos Petteri Kuuva, TEM  
rakennusneuvos Teppo Lehtinen, YM



erityisasiantuntija Matti Kahra, MMM  
liikenneneuvos Risto Murto, LVM  
johtava Pekka Orpana, UM  
teollisuusneuvos Herkko Plit, TEM  
yksikönpäällikkö Juha Pyykkö, UM  
teollisuusneuvos Timo Ritonummi, TEM  
EU-erityisasiantuntija Jussi Soramäki, VNK  
ylijohtaja Helena Säteri, YM  
ympäristöneuvos Merja Turunen, YM  
ylijohtaja Tuula Varis, YM  
neuvotteleva virkamies Anne Vehviläinen, MMM  
neuvotteleva virkamies Anne Väätäinen, TEM

#### Ministeriöiden substanssivalmistelun yhdyshenkilöt

finanssihiteeri Taina Eckstein, VM  
ympäristöneuvos Antti Irjala, YM  
liikenneneuvos Saara Jääskeläinen, LVM  
neuvotteleva virkamies Markku Kinnunen, TEM  
teollisuusneuvos Petteri Kuuva, TEM  
ylitarkastaja Bettina Lemström, TEM  
erityisasiantuntija Matti Kahra, MMM  
neuvotteleva virkamies Hanne Siikavirta, TEM  
asiantuntija Reetta Sorsa, TEM  
neuvotteleva virkamies Tuija Talsi, YM

#### Skenaariojaoksen jäsenet

finanssihiteeri Taina Eckstein, VM  
ympäristöneuvos Antti Irjala, YM  
liikenneneuvos Saara Jääskeläinen, LVM  
ylitarkastaja Bettina Lemström, TEM  
neuvotteleva virkamies Paula Perälä, YM  
neuvotteleva virkamies Kaisa Pirkola, MMM  
neuvotteleva virkamies Tatu Torniainen, MMM  
neuvotteleva virkamies Birgitta Vainio-Mattila, MMM