



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

Suomen energia- ja ilmastostrategia 2017
The Finnish energy and climate strategy 2017
Jani Juutinen

TIIVISTELMÄ

Jani Juutinen
LUT School of Energy Systems
Sähkötekniikka
Jarmo Partanen

Suomen energia- ja ilmastostrategia 2017

2017

Kandidaatintyö.
29 s.

Tässä kandidaatintyössä pyritään selvittämään Suomen energia- ja ilmastostrategian sisältö energiantuotannon ja liikenteen kannalta. Työssä arvioidaan ja pohditaan strategian riittävyyttä Euroopan unionin ja Pariisin ilmastopimuksen asettamien tavoitteiden pohjalta. Strategian mukaan Suomi tulee korvaamaan fossiiliset polttoaineet uusiutuvilla energialähteillä. Liikenteessä tullaan käyttämään biopolttoaineita ja sähköä. Sähkötuotannossa avainasemassa ovat ydinvoima, tuulivoima, vesivoima ja puupohjaiset polttoaineet. Lämmöntuotanto keskittyy pääasiassa sähkön ja lämmön yhteistuotantoon, jossa polttoaineena käytetään puupohjaisia metsäteollisuudelle kelpaamattomia materiaaleja. Näillä toimilla Suomi tulee saavuttamaan strategiassa ehdotetuilla toimilla EU:n asettamat tavoitteet vuodelle 2030. Pariisin ilmastopimuksen tavoitteiden saavuttaminen nykyisillä ratkaisuilla voi osoittautua hankalaksi, koska Suomen metsävarat ovat rajalliset.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
LUT School of Energy Systems
Electrical Engineering

Jani Juutinen

The Finnish Energy and Climate Strategy 2017

2017

Bachelor's Thesis.

29 p.

Examiner: Professor Jarmo Partanen

This bachelor's thesis focuses on the Finnish energy and climate strategy from perspective of energy production and transportation. This study is trying to evaluate, if strategy is going to achieve goals that are set by European union and Paris agreement. Finland will replace fossil fuels with renewable energy sources. Transportation is going to use biofuels and electricity as its power source. Nuclear power, wind power, hydropower and wood-based fuels will be used in power production. Heat production will mainly focus on wood-based fuels that are going to be used in combined heat and power production. Finland will achieve EU's goals by 2030. Forest is limited resource so the Finnish energy and climate strategy might not achieve goals set by the Paris agreement.

SISÄLLYSLUETTELO

1.	Johdanto.....	6
2.	Pariisin ilmastopimus lyhyesti	7
3.	EU:n energia- ja ilmastostrategiset tavoitteet.....	9
4.	Energia- ja ilmastostrategian päätavoitteet.....	11
5.	Liikenne.....	12
5.1	Liikenteeseen kohdistuvat päästövähennystoimet.....	12
6.	Sähköntuotanto	15
6.1.1	Ydinvoiman rooli.....	17
6.1.2	Tuulivoima	18
6.1.3	Älykkäät sähköverkot, sähkönvarastointi ja aurinkosähkö	19
7.	Lämmöntuotanto.....	20
7.1	CHP-laitokset	21
7.2	Puu, Biomassa ja Biokaasu.....	22
8.	Yhteenveto.....	24
	Lähteet	26

KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET

CHP	Combined Heat and Power, sähkön ja lämmön yhteistuotanto
EU	Euroopan unioni
EU ETS	European Union Emission Trading System, EU:n päästökauppajärjestelmä
ICAO	International Civil Aviation Organization, Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö
IMO	International Maritime Organization, Kansainvälinen merenkulkujärjestö
INDC	Intended nationally determined contribution
KEMERA	Kestävän metsätalouden tukijärjestelmä
LULUCF	land use, land-use change and forestry
RES	uusiutuvien energiavarojen direktiivi

1. JOHDANTO

Ilmastonmuutos on ajankohtainen ongelma. Ilmakehän kasvanut hiilidioksidipitoisuus tehostaa kasvihuoneilmiötä, jonka vuoksi Maapallon keskilämpötila kohoaa. Lämpötilan kohoaminen aiheuttaa useita erilaisia ilmiöitä, kuten esimerkiksi arktisten jäätiköiden sulamista. Sulaessaan jäätiköiden sitoma vesi vapautuu mereen, jolloin sen pinnan korkeus kasvaa. Tämän seurauksena useat merenrannalla sijaitsevat kaupungit uhkaavat jäädä kokonaan veden alle. Muita ilmastonmuutoksesta johtuvia haittoja ovat muun muassa useiden sääilmöiden voimistuminen, sekä eläimien sopeutumisongelmista johtuvat sukupuutot. (Dincer 2010 s.7)

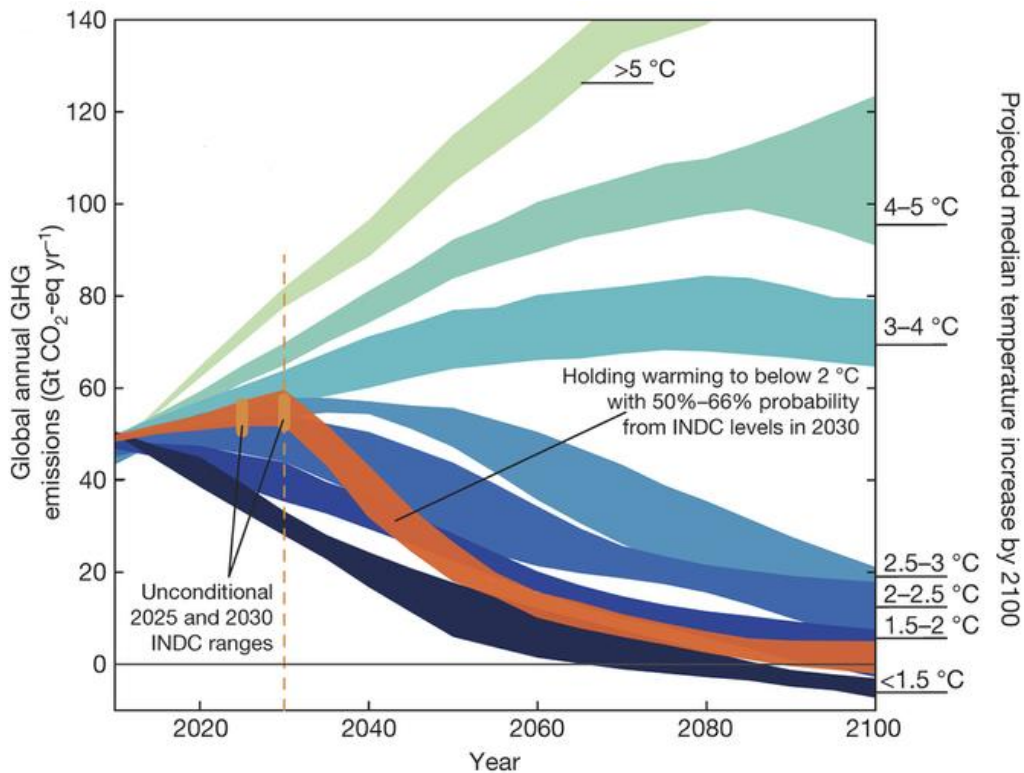
Ilmastonmuutosta pyritään hillitsemään erilaisilla kasvihuonepäästöjä rajoittavilla säädöksillä. Euroopan unioni ohjaa jäsenvaltioidensa ilmasto- ja energiapolitiikkaa säädöksiä ja ohjeellisten tavoitteiden avulla eli toisin sanoen säädökset antavat raamit joiden puitteissa valtiot suunnittelevat ilmasto- ja energiastrategiansa. Säädöksiä taustalla on myös usein sopimuksia. Ilmastonmuutoksen kannalta keskeisiä sopimuksia ovat muun muassa Pariisin ja Kioton ilmastosopimukset. Sopimuksien ja säädöksiä perimmäinen tavoite on vähentää riippuvuutta fossiilisista polttoaineista uusiutuvien energiantuotantotapojen avulla. Uusiutuvan ja päästöttömän energiantuotannolla pyritään tilanteeseen, jossa kasvihuonekaasujen määrä ei enää kasva eli ns. hiilidioksiditase olisi nolla.

Työn tavoitteena on selvittää Suomen energia- ja ilmastostrategian sisältö lämmöntuotannon, sähköntuotannon ja liikenteen kannalta. Lisäksi työssä arvioidaan energia- ja ilmastostrategioiden vaikutuksia energiantuotannossa ja liikenteessä, sekä pohditaan päästötavoitteiden riittävyyttä esimerkiksi Pariisin ilmastosopimuksen kannalta.

2. PARIISIN ILMASTOSOPIMUS LYHYESTI

Pariisin ilmastopimuksessa on kansainvälinen sopimus, jonka päämääränä on hillitä maapallon lämpenemistä. Pariisin ilmastopimuksen voimaantulokynnysehtona oli vähintään 55 osapuolta, joiden päästöt kattaisivat vähintään 55% maailmanlaajuisista päästöistä. Sopimus astui voimaan 4.11.2016, kun edellä mainittu kynnysehto täyttyi. Tällä hetkellä Pariisin ilmastopimuksen on ratifioinut 115 osapuolta ja ne kattavat noin 79 prosenttia maailman laajuisista päästöistä (Climate Analytics 2016). Päästöjen määrän kannalta näistä osapuolista merkittäviä ovat esimerkiksi Yhdysvallat, Kiina ja Intia ja EU. Sopimuksella on merkittävä rooli päästöjen hallinnan kannalta, koska se tulee vaikuttamaan voimakkaasti liikenteeseen, energiantuotantoon ja teollisuuteen. (YK 2016)

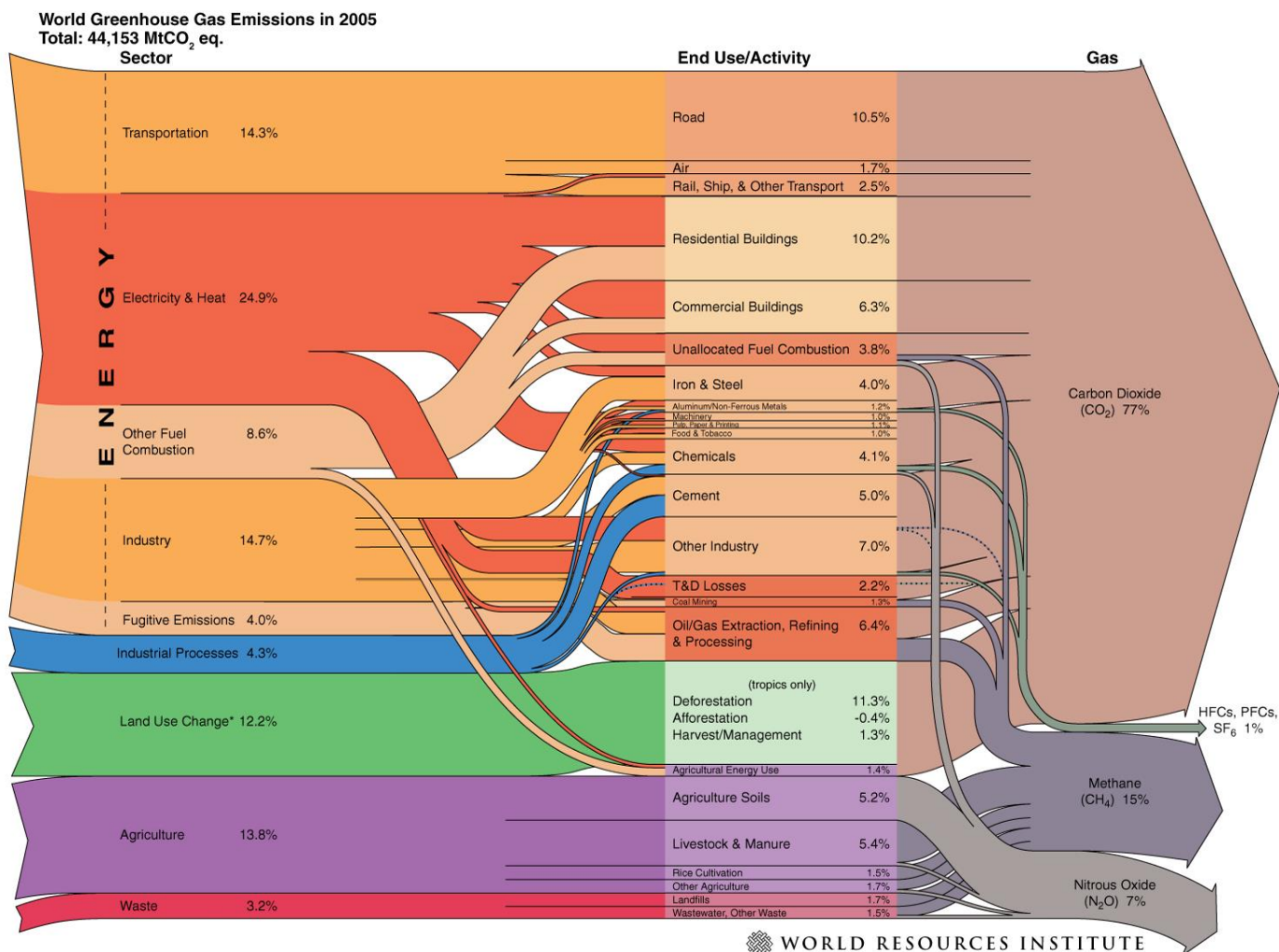
Pariisin sopimuksessa on sovittu tavoitteeksi, että maapallon keskilämpötilan nousu jäisi ainakin alle kahteen asteeseen esiteolliseen aikaan verrattuna ja pyrkiä ratkaisuihin, joilla päästäisiin yhteen ja puoleen asteeseen (Ympäristöministeriö 2016). Tämä tarkoittaa merkittäviä päästövähennyksiä kaikille sopimukseen sitoutuneille osapuolille. Vuoteen 2100 mennessä hiilidioksidi päästöistä täytyy päästä kokonaan eroon. Kuvasta 2.1 nähdään, että yhden ja puolen asteen saavuttaminen vaatii negatiivisia hiilidioksidipäästöjä.



Kuva 2.1 Päästöjen kehitys erilaisissa skenaarioissa vuoteen 2100 (Rogelj, J. et al. 2016).

Negatiivisiin hiilidioksidipäästöihin pääseminen tarkoittaa esimerkiksi päästöjen talteen ottamista ja metsien kasvun edistämistä. Kuvassa esitetty INDC eli Intended nationally determined contribution kuvaa osapuolien tämän hetkisiä suunnitelmia ja toimia Pariisin sopimuksen saavuttamiseksi. Jokaisella osapuolella on oma kansallinen INDC, josta selviää, mitä toimia kukakin osapuoli aikoo tehdä Pariisin ilmastopimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi. Euroopan unioni vastaa lähes koko Euroopan tavoitteista ja niiden saavuttamisesta. Seuraavassa luvussa käydään tarkemmin läpi, mitä tavoitteita Euroopan unioni on asettanut itselleen ja sen jäsenvaltioille. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2015)

Päästöt voidaan jakaa sektoreihin päästölähteiden avulla. Kuvassa 2.2 on esitettyä vuoden 2005 maailman päästöt sektoreittain.



Kuva 2.2 Maailman kasvihuonepäästöt sektoreittain vuonna 2005 (World Resources Institute 2009).

Pariisin ilmastopöytäkirja tarkoittaa päästöjen kannalta sitä, että vuonna 2050 niistä tulisi päästä lähes kokonaan eroon. Energiasektori kattaa noin puolet kaikista maailman päästöistä. Tämän kandidaatin työn kannalta oleelliset päästöt eli liikenne ja energiatuotanto kattavat noin puolet energiasektorin päästöistä ja 30 prosenttia kaikista maailman päästöistä.

3. EU:N ENERGIA- JA ILMASTOSTRATEGISET TAVOITTEET

Euroopan unioni on poliittinen ja taloudellinen liitto, johon kuuluu tällä hetkellä 28 jäsenvaltioita, kuten esimerkiksi Suomi, Saksa ja Ruotsi. Euroopan unioni pyrkii ohjaamaan jäsentensä taloutta ja hallintoa säädöksiensä avulla, joita sovelletaan eritavoin. Liitosta huolimatta jokainen jäsen on riippumaton ja itsenäinen, vaikka jäsenvaltio ovat luovuttaneet osan päätöksentekovallastaan Euroopan unionille. Tämä mahdollistaa jäsenien yhteisten asioiden ratkaisemisen demokraattisesti ja tehokkaasti. (EU 2014 s. 3)

Euroopan unioni on asettanut ilmastoa ja energiantuotantoa koskevia tavoitteita vuosille 2020, 2030 ja 2050 Pariisin ilmastopimuksen pohjalta. Yleisenä päämääränä on asteittain vähentää kasvihuonepäästöjä irtautumalla fossiilisista polttoaineista, lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä ja parantaa energiatehokkuutta samalla turvaten kohtuuhintaisen ja turvallisen energian tuotannon. Vuodelle 2020 EU on asettanut itselleen tavoitteeksi, että uusiutuvaa energiaa tulisi olla 20 % kulutuksesta, energiatehokkuus paranisi 20 prosenttia vuoteen 2007 verrattuna ja kasvihuonepäästöt vähenisivät ainakin 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta. Lisäksi liikenteen tulee käyttää vähintään 10 prosenttia uusiutuvaa energiaa ja uusien henkilöautojen päästöt saavat olla vain 95 grammaa hiilidioksidia per kilometri. Vuoteen 2030 siirryttäessä tavoitteet ovat huomattavasti kunnianhimoisemmat, koska silloin kasvihuonepäästöjen tulisi olla 40 prosenttia pienemmät vuoteen 1990 verrattuna, sekä uusiutuvien energialähteiden osuuden ja energiatehokkuuden tulisi olla 27 prosenttia. On kuitenkin arvioitu, että energiatehokkuuden tavoite nostettaisiin 30 prosenttiin vuonna 2020 pidettävässä katsauksessa (Euroopan komissio 2016a). Vuoden 2050 tavoite heijastaa suoraan Pariisin ilmastopimuksen tavoitteita. Tämän mukaan kasvihuonepäästöjen tulisi laskea 80-95 prosenttia verrattuna vuoden 1990 tasoon. Teho-sektorin odotetaan pääsevän nollapäästöihin tai ainakin lähelle vuoteen 2050 mennessä. EU:n lopullisena tavoitteena on saavuttaa vähähiilinen talous, joka on samalla kustannustehokas ja stabiili. (Euroopan Komissio 2011a&b).

EU:n Päästökauppadirektiivin 2003/87/EY ja RES-direktiivi 2009/28/EY eli uusiutuvien energiavarojen direktiivi ovat tällä hetkellä EU:n yksiä tärkeimpiä päästöjä ohjailevia työkaluja. Päästökauppajärjestelmän piiriin kuuluvat suuret teollisuuslaitokset ja nimelliseltä lämpöteholtaan yli 20 MW:n laitokset. Päästökauppajärjestelmän tarkoituksena on kontrolloida teollisuuden hiilidioksidipäästöjä päästöoikeuksien avulla. Päästöoikeuksia ovat yleensä maksullisia ja ne jaetaan huutokaupalla. Suomessa päästökauppaa säännöstelee ja valvoo Energiavirasto (Energiavirasto 2016a). Päästökauppajärjestelmä tekee päästöjä aiheuttavasta teollisuudesta vähemmän kannattavaa ja ohjaa vähemmän päästöjä aiheuttaviin tuotantotapoihin (Euroopan komissio 2016c). Päästökaupan ulkopuolelle jäävät päästöt, jaetaan jäsenvaltioille kunkin bruttokansantuotteen perusteella. Tämän taakanjakosektorin piiriin kuuluvat esimerkiksi liikenne, maatalous ja kotitalouksien lämmitys. Taakanjaossa Suomen päästövähennysvelvoite on 16 prosenttia vuodesta 2005 vuoteen 2020 mennessä. Lisäksi Euroopan komissio esitti heinäkuussa taakanjakoehdotuksen, jonka mukaan Suomen tulisi päästä 39 prosentin päästövähennykseen vuodesta 2005 vuoteen 2030 mennessä (Euroopan komissio 2016b). Taulukossa 2.1 on esitettyä Suomen, Ruotsin, Saksan ja Tanskan taakanjakoehdotukset ja joustovarot kullekin maalle.

Taulukko 2.1 Euroopan komission ehdottamat päästövähennys velvoitteet ja joustomahdollisuudet eri maille. (Euroopan komissio 2016b)

	Päästövähennys välille 2005-2030	Päästökaupan kertasiirto	LULUCF-sektorin jousto
Suomi	- 39 %	2 %	1,3 %
Ruotsi	- 40 %	2 %	1,1 %
Saksa	- 38 %	2 %	0,5 %
Tanska	- 39 %	2 %	4,0 %

Taulukon arvoista nähdään, että kyseisien maiden päästövähennys velvoitteet ovat lähes saman suuruiset. Taulukon ulkopuolelle jäävien maiden päästövähennykset ovat matalammat (20-30 %). Pohjoismaiden vastuu velvoitteessa on korkeampi kuin Etelä-Euroopan maiden. Päästökaupan kertasiirto mahdollistaa päästökaupan päästöoikeuksien siirron taakanjakosektorin ulkopuolelle. LULUCF-sektoria eli (land use, land-use change and forestry) maan ja metsien käyttöä koskeva jousto mahdollistaa päästöjen kompensoinnin päästöyksiköillä, joita voidaan hankkia muilta jäsen mailta. Nieluja saa vastaavasti siirtää muille maille tai siirtää myöhempää ajankohtaa varten. (Euroopan komissio 2016b)

RES-direktiivi 2009/28/EY sisältää vuoden 2020 tavoitteiden lisäksi jokaiselle jäsenvaltiolle kansalliset tavoitteet uusiutuvien energia lähteiden käytöstä. Suomen kohdalla tämä tarkoittaa sitä, että 38 prosenttia loppukulutuksesta tulisi olla uusiutuvaa. Lisäksi RES-direktiivissä on esitetty biopolttoaineiden tuotannon kestävyteen liittyviä reunaehtoja, joiden mukaan biopolttoaineiden täytyy vähentää päästöjä 1.1.2017 alkaen 50 prosenttia verrattuna korvaavaan fossiiliseen polttoaineeseen. Lisäksi 1.1.2017 jälkeen perustetun biopolttoaineen tuotantolaitoksen päästövähennyksen täytyy olla ainakin 60 prosenttia 1.1.2018 alkaen. RES-direktiivillä pyritään turvaamaan luonnon monimuotoisuus, joten direktiivissä on kielletty raaka-aineen hankinta aarniometsästä ja puustoisesta maasta, erityisen monimuotoiselta ruohoalueelta ja luonnonsuojelualueelta. Toisen sukupolven biopolttoaineiden eli ruuaksi kelpaamattomien raaka-aineiden kuten esimerkiksi ruuantähteet ja jätteet ja selluloosa otetaan huomioon kaksikertaisena päästövähennyksiä laskettaessa. (Energiavirasto 2016b)

Talvipaketinakin tunnettu Euroopan komission RES II-direktiiviä koskeva ehdotus sisältää biopolttoaineiden kannalta tärkeitä linjauksia. Sen on määrä astua voimaan vuoden 2021 alusta alkaen. Uudella parannetulla direktiivillä Euroopan komissio pyrkii varmistamaan kestävä biopolttoaineiden käytön ja valmistuksen jäsenmaissaan. Vuoden 2021 alussa ja sen jälkeen perustettujen biopolttoaineilla toimivien energiantuotantolaitoksien tulee vähentää päästöjä 80 prosenttia fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna. Vuodelle 2026 on asetettu vastaavanlainen kriteeri, mutta päästövähennyksen täytyy olla ainakin 85 prosenttia. Suomen kannalta tärkein maininta koskee metsien kestävä käyttöä hakkuuta ja käyttöä energian tuotannossa ja liikenteessä. EU tukee metsien kestävä puun käyttöä laajentamalla kestävyyskriteerejä kattamaan kaikenlaisen bioenergian. Kriteerit täyttävät biopolttoaineet ovat laskennallisesti päästöttömiä ja ne voidaan lukea mukaan uusiutuvan energian kiintiöön. Suomi täyttää Euroopan komission ehdottamat kriteerit kuten riittävän lainsäädännön, valvonnan ja LULUCF-vaatimukset. Näihin LULUCF-vaatimuksiin kuuluu esimerkiksi se, että maa on Pariisin sopimuksen osapuoli, joka ratifioinut sopimuksen. kansallisen. LULUCF-sektori on Suomen ilmasto- ja energiastrategian kannalta merkittävä, koska puupohjaiset polttoaineet ovat merkittävässä roolissa Suomen strategiassa. (Euroopan komissio 2016d)

4. ENERGIA- JA ILMASTOSTRATEGIAN PÄÄTAVOITTEET

EU:n asettamien tavoitteiden pohjalta ja Suomi on asettanut hallitusohjelmaan energiantuotantoon ja liikenteeseen liittyviä tavoitteita. Suomi pyrkii kehittämään energiantuotantoaan siten, että vuonna 2030 yli 50 prosenttia olisi uusiutuvaa energiaa. Uusiutuvia energiamuotoja ovat esimerkiksi puu ja tuuli. Suomi pyrkii myös kasvattamaan omavaraisuuttaan yli 55 prosentin. Omavaraisuuslaskelmassa ei ole huomioitu ydinvoimaa, koska käytettävä uraani ostetaan muualta. Ydinvoima mukaan lukien omavaraisuus kohoasi yli 80 prosenttiin. Lisäksi Suomi aikoo vähentää fossiilista tuontiöljyä 50 prosentilla. Hallitusohjelman tavoitteissa liikenteen odotetaan käyttävän vähintään 40 prosenttia uusiutuvia vuonna 2030. Vuonna 2050 päästövähennyksen odotetaan olevan noin 80-85 prosenttia riippuen siitä, kuinka hyvin kehitys jatkuu ja paranee. Puupohjaiset polttoaineet ovat keskeisessä roolissa kaikilla näillä edellä mainituilla sektoreilla. Esimerkiksi metsäteollisuudesta syntyvää ylijäämä puuaineista tullaan käyttämään polttoaineena lämmön- ja sähköntuotannossa. Lisäksi puuaineksesta tullaan jalostamaan liikenteen käyttöön sopivaa biopolttoaineita. Verotusta muutetaan siten, että uusiutuvat vaihtoehdot ovat kaikissa tilanteissa fossiilisia kannattavampia. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016)

Muualla Euroopassa on asetettusamankaltaisia tavoitteita tuleville vuosille, joka johtuu siitä, että kaikki EU:n jäsenmaat ovat sitoutuneet vähentämään päästöjä Pariisin ilmastosopimuksen mukaisesti. Tanskassa pyritään vähentämään hiilen käyttöä 65 prosenttia nykyisestä vuoteen 2020 mennessä, sekä lopettamaan sen käytön kokonaan vuonna 2030. Tanskan lopullinen päämäärä on olla kokonaan uusiutuvalla energialla toimiva vuonna 2050 (Danish Government. 2011). Ruotsi on jo saavuttanut vuodelle 2020 asettamansa 50 prosentin uusiutuvan energian osuuden. Vuoteen 2045 mennessä se pyrkii pääsemään nettopäästöistä kokonaan eroon. Se pyrkii käyttämään jätettä, biomassaa, vesivoimaa ja ydinvoimaa sen energiantuotannossa (Regeringskansliet. 2016). Saksa pyrkii kasvattamaan uusiutuvien energiamuotojen käyttöä sähköntuotannossa siten, että se saavuttaisi vuonna 2035 55-60 prosentin osuuden ja vuonna 2050 vähintään 80 prosentin osuuden. Se tulee lisäämään huomattavasti tuulia ja aurinkokapasiteettiaan saavuttaakseen nämä tavoitteen sähköntuotannon osalta. Saksan lämmöntuotannossa lämpöpumput nähdään biokaasun ja bioöljyn rinnalla tärkeäksi lämmityskäytökseen (Agora Energiewende 2017).

Seuraavissa luvuissa tarkastellaan tarkemmin energia- ja ilmastostrategian tavoitteita ja päästövähennystoimia energiantuotannon ja liikenteen kannalta. Energiantuotanto on jaettu sähköntuotantoon ja lämmöntuotantoon.

5. LIIKENNE

Suomessa liikenne tuottaa noin viidenneksen kaikista Suomessa syntyvistä kasvihuonepäästöistä. Päästökaupparektorin ulkopuolelle jäävästä osuudesta eli taakanjakosektorista se vastaa 40 prosenttia. Vuonna 2015 liikenne tuotti noin 11 miljoonaa tonnia kasvihuonepäästöjä. Näistä päästöistä tieliikennesektori tuottaa 90 prosenttia kaikista liikenteen päästöistä, josta noin 60 prosenttia koostuu henkilöautoliikenteestä ja 37 prosenttia paketti- ja kuorma-autoista. Liikenne- ja viestintäministeriön kotimaan liikenteen khk-päästöjen perusennusteen mukaan henkilöautokanta uusiutuu viiden prosentin vuosivauhdilla, joka tarkoittaa aikavälillä 2021-2030 146 tuhatta uutta autoa. Tällä hetkellä Suomen henkilöautojen keski-ikä on noin 11 vuotta (Trafi 2016). Vuonna 2013 henkilöautot tuottivat keskimäärin 132,4 g/CO₂/km. (Trafi 2014) Uusien henkilöautojen päästöjen katsotaan pääsevän ominaispäästöjen osalta lähelle EU:n asettamaa 95 grammaa hiilidioksidia per kilometri.

Uusien henkilöautojen päästöjen katsotaan pääsevän ominaispäästöjen osalta lähelle EU:n asettamaa 95 grammaa hiilidioksidia per kilometri. Toisaalta sähköautojen määrän oletetaan yltävän 120 tuhanteen kappaleeseen vuonna 2030. Ennusteen mukaan Biopolttoaineiden todellisen osuuden oletetaan saavuttavan vuodesta 2020 eteenpäin 13,5 prosentin osuuden.

5.1 Liikenteeseen kohdistuvat päästövähennystoimet

Kansallinen energia- ja ilmastostrategia koskee ainoastaan kotimaan liikennettä. Se tarkastelee liikenteen osalta tieliikennettä, vesiliikennettä, sekä raideliikennettä pois lukien sähköinen raideliikenne, koska se kuuluu osaksi päästökaupparektoria. Kotimaan lentoliikenteelle on oma päästökaupansa, joten se ei kuulu kansallisen energia- ja ilmastostrategian tarkastelun piiriin. Kansainvälisen meri- ja lentoliikenteen päästöjä koskevat asiat käsittelee Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö ICAO ja Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO. (Liikenne ja viestintäministeriö 2016)

Euroopan komission vuodelle 2030 suunnittelema taakanjakoehdotus tarkoittaisi toteutuaan sitä, että tarvittava päästövähennystarve olisi 1,9 miljoonaa tonnia vuonna 2030. Suomi on linjannut energia- ja ilmastostrategiassaan, että se aikoo vähentää päästöjä kasvattamalla liikennejärjestelmän ja ajoneuvojen energiatehokkuutta, sekä korvaamalla fossiiliset polttoaineet vähäpäästöisillä ja uusiutuvilla biopolttoaineilla ja käyttövoimalla. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016)

Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantamisen piiriin liittyy kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen edistäminen, sekä uusien liikennettä koskevien palveluiden kehittäminen. Esimerkiksi pyöräilyn ja kävelyn lisääntyminen tullaan ottamaan huomioon entistä paremmin infran kaavoituksessa. Digitalisaatio on avain liikenteen palveluiden kehittämiseen. Se mahdollistaa älykkään liikenteen rakentamisen, joka vastaa paremmin käyttäjänsä tarpeita vähentäen samalla henkilöautoilua. Tämä on osa Liikennekaari nimistä Suomen hallituksen kärkihanketta, joka pyrkii vähentämään liikennemarkkinoita koskevaa säännöstelyä ja edistämään uusien konseptien käyttöönottoa (Liikenne- ja viestintäministeriö 2016b). Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden kasvattamisen arvioidaan vähentävän päästöjä noin 1 Mt vuodessa. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016)

Ajoneuvojen energiatehokkuutta parannetaan nopeuttamalla Suomen autokannanuusiutumista ja uusien teknologioiden käyttöönotolla. Autokannan uusiutumista helpotetaan keventämällä vähäpäästöisten autojen verotusta ja mahdollisesti määräaikaisella riskituella, jonka suuruus olisi noin 25 miljoonaa euroa vuodessa. Uusien henkilöautojen päästöjen katsotaan pääsevän ominaispäästöjen osalta lähelle EU:n asettamaan 95 g/CO₂/km. Näillä toimilla päästövähennykseksi arvioidaan 0,6 Mt vuodessa. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016)

Suomi aikoo tieliikenteen osalta nojata vahvasti biopolttoaineisiin samalla lisäten sähkö- ja kaasuautojen käyttöä. Fossiilisten polttoaineiden korvaamiseksi Suomi aikoo nostaa biopolttoaineiden osuuden 30 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä. Biopolttoaineet, jotka ovat tuotettu kestäväällä tavalla eli esimerkiksi jätteet lasketaan kaksinkertaisena energiasisältöä laskettaessa. Biopolttoaineen kysyntä pyritään hoitamaan kotimaisella kehittyneellä biopolttoaineella. Tarvittaessa osa biopolttoaineiden tuotannosta perustuu tuontiraaka-aineisiin. Strategian mukaan liikenteen bionesteiden kokonaisuus olisi 12,8 TWh/a ja lisätuotantokapasiteetin tarve olisi 7 TWh /a vuoteen 2030 mennessä. Biopolttoaineiden kysynnän ja tarjonnan kasvu hoidetaan jakeluvetoisella, joka on yhdistetty nykyiseen polttoaineverotukseen. Koko energiantarvetta ei voida kuitenkaan korvata yksittäisellä voimavaralla, joten tämän vuoksi biopolttoaineiden ohella Suomi tulee käyttämään sähköä, vetyä ja kaasua liikenteen voimavarana. On tärkeä huomioida eri polttoaineiden soveltuvuus eri kulkuneuvojen tarpeisiin. Esimerkiksi tieliikenteeseen soveltuvat kaikki äsken mainitut voimavarat, kun taas vastaavasti lentoliikenteeseen soveltuu ainoastaan nestemäiset biopolttoaineet. Sähkökäyttöisten autojen vuoksi Suomi joutuu myös uudistamaan ja laajentamaan jakeluasemaverkostoaan. Kehitysvaiheessa oleville teknologioille myönnetään riskitukea mahdollisesti EU:n avustuksella. Tuen suuruudeksi on arvioitu noin 40-50 miljoonaa euroa vuodessa. Sähköautojen latausasemien rakentaminen tulee tapahtumaan pääasiassa markkinaehtoisesti samalla ottaen huomioon jakeluinfratyöryhmän suositukset. Vuonna 2030 sähköllä toimivia autoja odotetaan olevan vähintään 250 tuhatta kappaletta. Vastaava luku biokaasulla toimiville autoille on noin 50 tuhatta kappaletta. Biokaasun jakeluverkostoa kehitetään ja täydennetään kevyillä jakeluasemilla, joita perustetaan biokaasulaitoksien ja valtaväylien lähetyville. Vuoden 2017 alusta alkaen astuva moottorien tyyppihyväksyntä sallii biokaasun käytön traktorien moottoreissa. Vesiliikenteessä maakaasu eli metaani tullaan korvaamaan biokaasulla. Tämän kaltainen kehitys tarkoittaisi sitä, että liikenteestä yli 50 prosenttia toimisi uusiutuvalla energialla vuonna 2030. Sipilän hallituksen asettama 40 prosentin tavoite ylittyy huomattavasti. Saavutetun päästövähennyksen suuruudeksi on arvioitu 1-2 Mt, jolloin liikenteen arvioitu kokopäästövähennyspotentiaali on 2,6-3,6 Mt. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016)

Ruotsissa pyritään fossiilivapaaseen liikenteeseen vuoteen 2030 mennessä. Suomen tavoin Ruotsi tulee käyttämään kasvattamaan sähköisen liikenteen ja biopolttoaineiden käyttöä. Tämän lisäksi Ruotsissa lisätään polkupyörien ja julkisen käyttöä kuten Suomessa. Ruotsilla on kuitenkin Suomea pienempi paino biopolttoaineiden käytössä. Tanskassa ja Saksassa sähköautoilla on paljon suurempi painoarvo kuin Ruotsissa ja Suomessa. Saksassa ja Tanskassa biopolttoaineet nähdään apuvälineenä sähköisen liikenteen saavuttamiseksi. Lisääntyvä sähköinen liikenne tarkoittaa, sitä että älykkäiden sähköverkkojen kehitys on avainasemassa näissä maissa. Sen avulla liikenteen sähköistymisen vaikutuksen sähkökulutuksessa saadaan minimoitua kysynnänjouston avulla. Näiden toimien lisäksi Saksa aikoo kieltää polttomoottorilla toimivien autojen myynnin vuoteen 2030 mennessä. Saksa vaikuttaa olevan sitoutunut lisäämään voimakkaasti sähköautojen määrää liikenteessä. Tämä kehitys johtunee siitä, että Suomella ja Ruotsilla on paljon metsää ja biopolttoaineisiin liittyvää osaamista, joten niiden on luontevampaa siirtyä biopolttoaineiden käyttöön.

Sähköautojen suurin ongelma on toistaiseksi niiden kantama. Varsinkin Suomen kylmissä olosuhteissa kantama on automallista riippuen parhaimmillaan 150-350 kilometriä. Tämän ongelman ratkaiseminen vaatii aikaa ja panostusta akkujen kehitykseen. Toinen ongelma latauspisteiden puute. Nämä kaksi asiaa yhdessä vaikeuttavat pitkien matkojen tekemistä. Tämä voi ongelma voi karkottaa potentiaalisia sähköauton ostajia takaisin perinteisten polttomoottorilla toimivien autojen pariin. Sähköauto on kuitenkin korkean hyötysuhteensa vuoksi kestävämpi valinta tulevaisuuden kannalta. Sen avulla voidaan vähentää arvokkaiden ja rajallisten luonnonvarojen käyttöä. Sähköautojen yleistyessä sähköntuotanto kapasiteettiakaan ei tarvitse kasvattaa merkittävästi, koska sähköautoja voidaan ladata älykkäiden sähköverkkojen ja kysynnänjouston avulla sellaisina ajankohtana, kun verkon kokonaiskulutus on pienimmillään. Tämä ratkaisu ei kuitenkaan korvaa latausasemien puutetta.

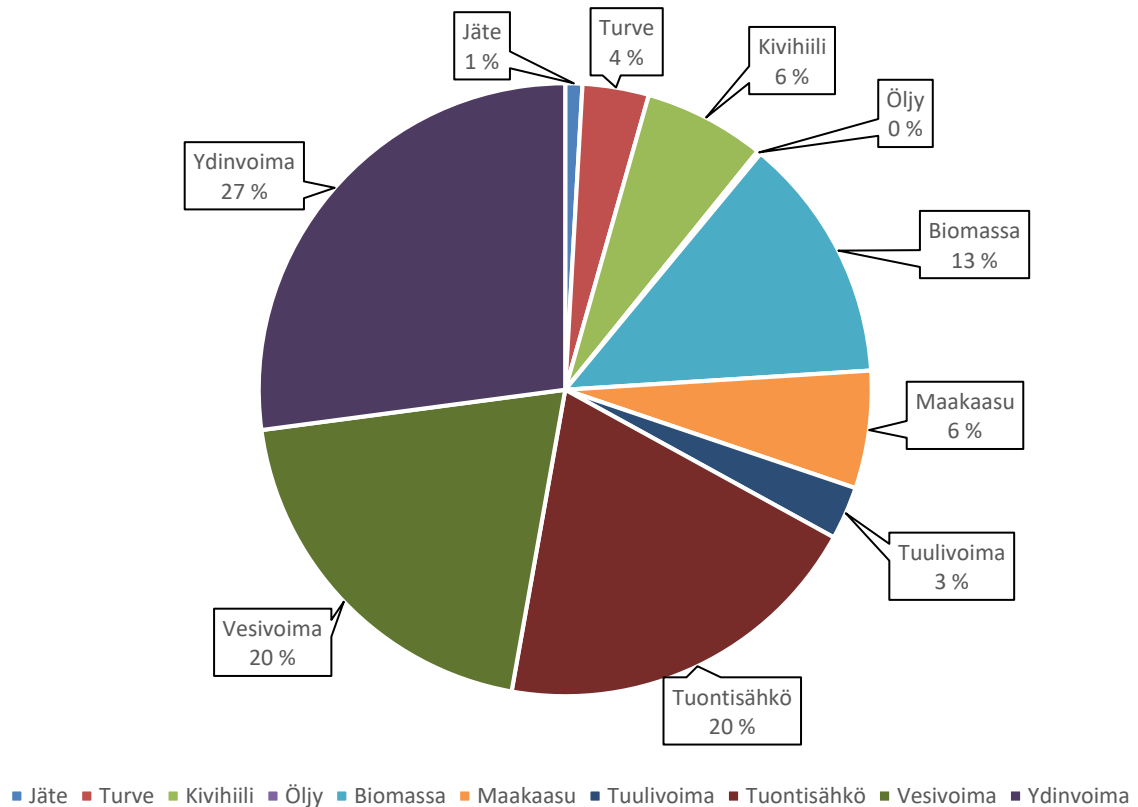
Polttomoottorilla toimivista autoista tullaan todennäköisesti luopumaan siinä vaiheessa, kun sähköautojen kantama ja latausasemaverkosto on riittävän kehittynyt. Hallitus on päättänyt kiihdyttää latausinfraan laajentumista myöntämällä yrityksille investointitukea latauspisteiden rakentamista varten. Vuosina 2017-2019 latauspisteiden rakentamiseen tullaan myöntämään 4,8 miljoonan edestä investointitukea. Puolet tästä tuesta eli 2,4 miljoonaa on varattu pelkästään pikalatauspisteiden rakentamiseen. Pikalatauspisteeksi on määritelty tasavirtalatauspiste, jonka teho on yli 22 kW. Pikalatauspisteiden tukiprosentiksi on valittu 35 prosenttia. Tuki tullaan myöntämään ainoastaan EU:n direktiivin 94/2014/EU mukaisille ja älykkäille latausjärjestelmille, jotka sisältävät esimerkiksi tietoliikenneyhteyksien hyödyntämistä ja latausprosessin ohjaamisen ja säätämisen. Normaaleille latauspisteille, eli vaihtovirtalatauspisteille, joiden teho on vähintään 11kW, tukiprosentin suuruus on 30 prosenttia. Normaaleja latauspisteitä koskee samat kriteerit eli tuki myönnetään ainoastaan älykkäille ja direktiivin ehdot täyttävälle järjestelmille. Latauspisteen velvoitetaan toimivan ainakin viisi vuotta. Hyväksyttäväksi kustannuksiksi luetaan uusien laitteiden hankinta ja asentaminen ja niihin liittyvät kustannukset, henkilöstön koulutus ja maa-alueen hankintaa ja muokkaukseen liittyvät kustannukset. (Lataustuki 2017)

6. SÄHKÖNTUOTANTO

Sähköstä on tullut välttämätön osa meidän normaalia arkeamme. Sitä hyödynnetään useissa eri arkipäiväisissä käyttökohteissa, kuten esimerkiksi liesissä ja jääkaapeissa. Teknologian kehitys tuo mukanaan uusia sähköllä toimivia sovelluksia. Sovelluksien määrän lisääntyessä kasvaa myös sähkönkulutus. Sähköverkon stabiiliuden kannalta on tärkeää, että tuotanto ja kulutus ovat yhtä suuret. Kulutuspiikkejä kompensoidaan tuotannon lisäämisellä tai vaihtoehtoisesti sähköntuonnilla. Uusiutuvat energialähteet tuottavat pääsääntöisesti vaihtelevasti sähköä. Sähköntuotannossa tullaankin tulevaisuudessa tarvitsemaan uudenlaisia ratkaisuja.

Vuona 2015 Suomessa kulutettiin sähköä 82,5 TWh verran. Kokonaiskulutuksesta n. 80 prosenttia eli 66,2 TWh tuotettiin itse ja loput 20 prosenttia eli 16,3 TWh tuotiin ulkomailta esimerkiksi Ruotsista, Norjasta ja Venäjältä. Suomessa vallitsee tällä hetkellä tasainen tuontisähkön riippuvuus. Kuvasta 5.1 nähdään, että huomattava osa tuotetusta sähköstä on vähäpäästöistä ja uusiutuvaa.

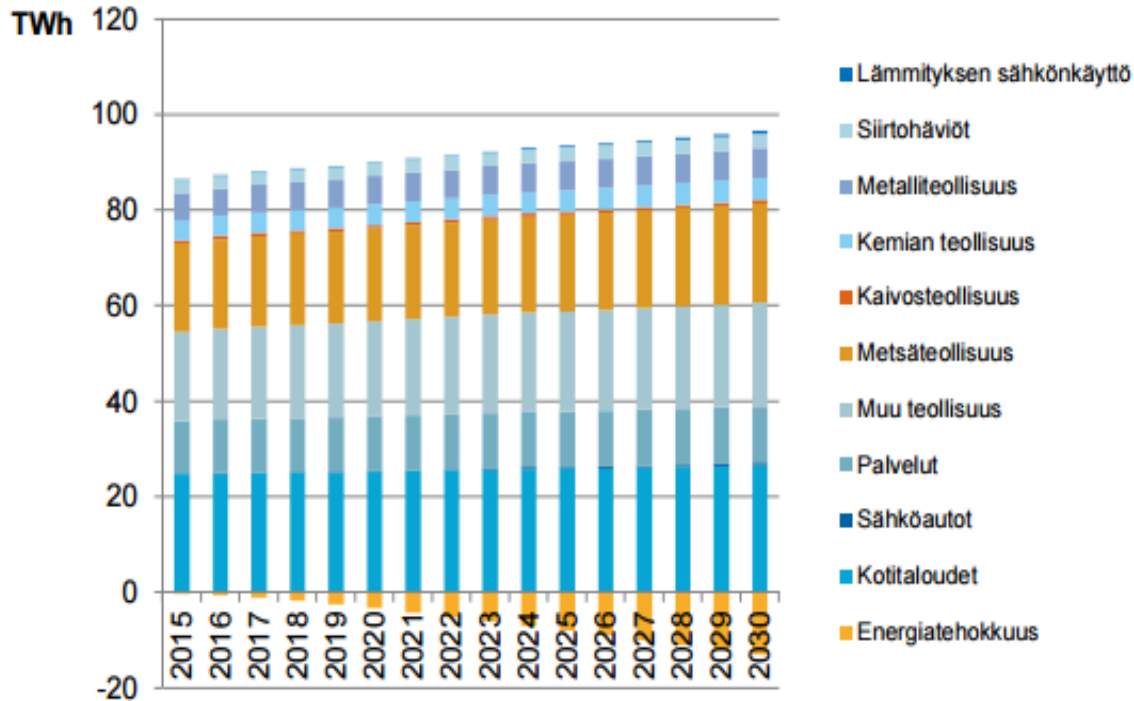
Suomen sähkönhankinta energialähteittäin vuonna 2015



Kuva 6.1 Suomessa käytettyjen energialähteiden ja tuontisähkön osuudet sähkönhankinnasta vuonna 2015 (Energiateollisuus 2016a)

Uusiutuvilla energialähteillä tuotettiin 29,5 TWh eli noin 45 prosenttia sähkönhankinnasta. Vastaavasti fossiilisten polttoaineiden osuus oli vain 17 prosenttia tuotannosta eli noin 12,3 TWh. Ydinvoiman ja vesivoima kattaa yhteensä lähes puolet sähkönhankinnasta. Ydinvoimalla tuotettiin 22,3 TWh ja vesivoimalla 16,6 TWh. Suomen oma sähköntuotantokapasiteetti ei kykene tuottamaan riittävän kustannustehokkaasti kaikkea sen tarvitsemaa sähköä. Tästä syystä Suomi vuonna 2015 20 prosenttia sähkönhankinnasta oli tuontisähköä esimerkiksi Ruotsista. (Suomen virallinen tilasto 2016)

Strategian suunnittelun kannalta on oleellista tietää, kuinka sähkönkulutus kehittyy tulevaisuudessa. Sähköllä toimivien laitteiden lisääntyessä sähkön kulutus tulee kasvamaan energiatehokkuuden paranemisesta huolimatta. Valtioneuvoston teettämän selvityksen mukaan sähkönkulutus tulee kasvamaan tasaisesti vuoteen 2030 mentäessä. Kuvasta 5.2 nähdään, että ennusteen mukaan vuonna 2030 Suomessa kulutettaisiin noin 95 TWh sähköä.



Kuva 6.2 Suomen sähkönkulutuksen kehitys sektoreittain vuoteen 2030 (Valtioneuvoston kanslia 2016)

Tämä kehitys tarkoittaisi sitä, että vuoteen 2030 mentäessä sähkönkulutus kasvaisi noin 15 prosenttia nykyisestä. Energiatehokkuuden kasvu pienentää kapasiteetin lisäystarvetta. Suomi voi taistella kasvavaa sähkönkulutusta vastaan lisäämällä sähköntuotantokapasiteettiaan ja ostamalla sähköä esimerkiksi Ruotsista ja Venäjältä. (Valtioneuvoston kanslia 2016)

Energia- ja ilmastostrategian mukaan Suomi tulee lisäämään merkittävästi uusiutuvan energian tuotantoa. Vesivoimaan ei ole tulossa suuria muutoksia, sillä lähes kaikki mahdollinen kapasiteetti on jo asennettu. Tästä syystä vesivoiman tuotannon lisääminen tapahtuu modernisoinneilla ja tehonkorotushankkeilla. Fossiiliset polttoaineet kuten hiili tullaan korvaamaan puupohjaisella biomassalla ja hakkeella sähköntuotannossa. Uusiutuvaa energiatuotantoa kuten esimerkiksi puupohjaista bioenergiaa ja tuulivoimaa tullaan lisäämään siten, että se ylittää 2020-luvulla 50 prosenttia loppukulutuksesta. Samalla uusiutuva energia tulee kasvattamaan Suomen omavaraisuutta sähköntuotannossa. Lopullisena tulevaisuuden visiona on hiilineutraali energijärjestelmä vuoteen 2050 mentäessä, joka kattaa Suomen kaikki tarpeet pelkästään uusiutuvalla energialla. Sähköjärjestelmää tullaan kehittämään siten, että se tyydyttää kasvavan sähköenergian tarpeen luotettavasti eli toimitusvarmuudesta tinkimättä ja korkealla hyötysuhteella. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016)

Ruotsissa sähköntuotanto tullaan hoitamaan pääasiassa vesivoimalla ja tuulisähköllä, jotka tulevat kattamaan noin 70 prosenttia sähköntuotannosta. Ruotsilla on merkittävä etulyönti

asema verrattuna Suomeen, koska sillä on suuremmat vesivoimavarat (Regeringskansliet 2016). Saksa tukeutuu sähköntuotannossa Tuuli- ja aurinkosähköön. Biomassaa Saksa tulee käyttämään Suomea ja Ruotsia huomattavasti vähemmän sen sähköntuotannossa (Agora Energiewende 2016a). Lisäksi Saksalla ei ole merkittäviä vesivoima varoja kuten Suomella ja Ruotsilla. Tanskaa voidaan pitää Euroopan tuulivoima-asiantuntijana. Sen sähköntuotannosta yli 40 prosenttia koostuu tuulivoimasta. Tanska pyrkii kasvattamaan tuulivoiman ja muiden uusiutuvien energialähteiden osuuden lähes sataan prosenttiin. Arvioiden mukaan vuonna 2030 Tanskalla olisi 65 prosenttia tuulivoimaa. Tuulivoima lisäksi noin 25 tullaan tuottamaan muilla uusiutuvilla energialähteillä kuten aurinkosähköllä. Loput sähköstä bio-kaasulla ja uusiutumattomalla jätteellä (Danish Government 2011).

6.1.1 Ydinvoiman rooli

Ydinvoimalan toimintaperiaate on samanlainen kuin perinteisellä hiilivoimalaitoksella. Suurin ero syntyy käytettävästä polttoaineesta ja sen käyttäytymisestä. Fissioreaktiossa syntyy lämmön ohella paljon radioaktiivista säteilyä, jonka vuoksi se vaatii normaalia voimalaitosta paljon enemmän turvajärjestelyjä. Sähköntuotannon kannalta ydinvoimalaitos on kuitenkin yksinkertainen. Lämpöä tuotetaan fissioreaktiolla, jossa raskas ydin (yleensä Uraani-235) halkeaa kahdeksi pienemmäksi atomiksi vapauttaen samalla paljon lämpöä. Reaktiosta syntyvällä lämmöllä höyrystetään vettä, jolla pyöritetään turbiinia. Akselin avulla turbiinin pyörimisenergia saadaan siirrettyä generaattorille, joka pyöriessään tuottaa lopulta sähköä.

Ydinvoiman rooli hiilineutraalissa sähköntuotannossa tulee olemaan merkittävä (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016). Vaihtelevan tuotannon kuten esimerkiksi tuulivoiman lisääntyessä tasaisen sähköntuotannon merkitys kasvaa, koska sähkön tuotannon ja kulutuksen tulee olla tasapainossa. Suomessa on tällä hetkellä neljä voimalaa, jotka tuottavat yhteensä 2,8 GW. Rakenteilla oleva Olkiluoto 3 tulee lisäämään suomen sähköntuotanto kapasiteettia 1,6 GW:n verran (TVO 2006). Tarkkaa päivämäärää ydinlaitoksen valmistumiselle ei vielä ole. Olkiluoto 3:n lisäksi Suomeen tullaan rakentamaan Fennovoiman Hankikivi 1, jos se saa rakennuslupa. Sen rakennuslupa tullaan käsittelemään todennäköisesti vuoden 2018 aikana (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016). Sähkötehon osalta se tulisi tuottamaan 1,2 GW (Fennovoima 2016). Tämä tarkoittaisi sitä, että vuoteen 2030 mennessä ydinvoiman osuus Suomen sähköntuotannosta olisi noin 45 prosenttia. On kuitenkin tärkeä muistaa, että osasta tuotantokapasiteetista joudutaan tekemään kunnossapitotoimenpiteitä niiden eliniän jatkamiseksi vuoteen 2030 mennessä. (Energiateollisuus 2016b)

Yleisin huoli ydinvoimaan liittyen on sen turvallisuus ja sen käytöstä syntyvät ydinjätteet. Fukushima ydinvoimalaonnettomuuden jälkeen useat valtiot alkoivat pohtia ydinvoimasta luopumista. Onnettomuus horjutti esimerkiksi Saksan uskoa ydinvoimaan niin paljon, että se aikoo luopua ydinvoimasta viimeistään vuonna 2022 (IAEA 2016). Toisaalta Ruotsi aikoo mahdollisesti lisätä ydinvoimaa, sillä se tulee poistamaan ydinvoimaa koskevaa verotusta. Ruotsissa ydinvoima nähdään tällä hetkellä yhtä isossa roolissa kuin Suomessa eli se tulee olemaan tärkeä osa siirtymistä päästöttömään ja uusiutuvaan sähköntuotantoon. Ydinvoima ei ole kuitenkaan välttämätöntä siirryttäessä hiilivapaaseen energiantuotantoon. Hyvänä esimerkkinä toimii Tanska, jolla ei ole ollenkaan ydinvoimaloita. Vaikka Tanskalla itsellään ei ole ydinvoimaloita, se käyttää ydinvoimalla tuotettua tuontisähköä.

Fissiolla toimivaa ydinvoimaa ei tulla todennäköisesti käyttämään ikuisesti. Se on väliaikainen apuväline, jonka avulla päästään EU:n tavoitteisiin ja Pariisin sopimuksen edellyttämään

päästöttömään sähköntuotantoon. Stabiilin sähköntuotannon vuoksi se soveltuu erinomaisesti esimerkiksi Suomen tarpeisiin ja olosuhteisiin. Ydinvoimassa on kuitenkin olemassa riskejä ja haittoja, jotka täytyy huomioida sitä käytettäessä. Tuotannosta syntyvä ydinjäte ja mahdolliset suuret onnettomuudet luovat painetta kehittää korvaavia turvallisia tuotantotapoja ja teknologioita. Erilaisten tuotantotapojen ja teknologioiden kehittyessä sen rooli tulee väistämättä heikkenemään.

6.1.2 Tuulivoima

Tuulivoimalan toiminta periaate on yksinkertainen. Tuulen liike-energia muuttuu rotaatio-energiaksi osuessaan voimalan siipiin. Siivet on yhdistetty akseliin, jonka avulla rotaatio-energialla voidaan pyörittää generaattoria, joka tuottaa sähköverkkoon sähköä. Tällä hetkellä kaupalliset ovat keskimäärin 2-5 MW:n kokoisia. Tornin korkeus voilla olla 50-140 metriä ja roottorin halkaisija 40-140 metriä riippuen sijainnista. Tuulivoimalan toiminta-alue on 3-25 m/s. Tuulivoimalan sähköntuotanto on riippuvainen tuulenopeudesta, joka onkin sen suurin heikkous. Tuulen nopeus vaihtelee sijainnin ja ajan mukaan. Avonaisilla alueilla kuten meren rannalla ja tuntureilla tuulee kovempaa kuin sisämaassa, koska näillä alueilla ei ole esteitä hidastamassa tuulen kulkua. Tuulenopeus ei ole vakio vaan se vaihtelee koko ajan ja se voi olla jopa puuskittaista. (Motiva 2016a)

Vuonna 2015 Suomessa oli 387 tuulivoimalaa, joiden kokonaisteho oli noin gigawatin suuruinen. Tuulivoiman sähköntuotanto kapasiteetti on kasvanut nopeasti viimevuosien aikana ja kasvun odotetaan jatkuvan vielä tulevina vuosinakin. Sitä rakennetaan erityisesti rannikkoseudulle, koska siellä tuulenopeus on huomattavasti suurempi sisämaahan verrattuna. Merkittävin syy kapasiteetin nopeaan kasvuun on hintojen aleneminen. Vuonna 2015 uusia voimaloita asennettiin 124 kappaletta. Niiden yhteinen sähkönkapasiteetti oli suuruudeltaan noin 379 MW (Tuulivoimayhdistys 2016a).

Tällä hetkellä uuden tuulivoiman rakentamista tuetaan syöttötariffilla, jota maksetaan 12 vuoden ajan. Tuulivoimalan sähköntuotannosta maksetaan takuuhintaa, jonka suuruus on 83,5€/MWh (Tuulivoimayhdistys 2016b). Luvitettuja tuulivoimahankkeita on noin 6 TWh:n edestä. Tulevaisuudessa Suomi tulee luopumaan nykyisestä tuulivoiman syöttötariffijärjestelmästä ja siirtymään markkinaehtoiseen toteutukseen. Ylimenokauden aikana käytetään teknologianeutraalia tarjouskilpailua, jossa tuotantotukea maksetaan kustannustehokkaimmille ja kilpailukykyisille investoinneille. Tämä on osa tuulivoimahankkeisiin liittyvää kehitystyön ja osaamisen tehostamista. Energia- ja ilmastostrategian mukaan vuosina 2018-2020 uusiutuvaa energiaa tullaan kilpailuttamaan 2 TWh edestä, josta ainakin osa tulee menemään johonkin muuhun kuin tuulivoimaan. Vuosien 2021-2024 osalta tarkoituksena on saada jo pelkästään 2 TWh uutta tuulivoimaa. Arvioiden mukaan vuonna 2025 tuulisähköä olisi 9-12 TWh ja vuonna 2030 yli 15 TWh (Lähienergia 2016). (Työ ja elinkeinoministeriö 2016a)

6.1.3 Älykkäät sähköverkot, sähkövarastointi ja aurinkosähkö

Älykäsverkko mahdollistaa useita eri asioita. Perinteisestä sähköverkosta se poikkeaa siten, että se kuluttajan on itse mahdollistaa tuottaa, varastoida ja myydä sähköä. Älykkäät sähköverkot mahdollistavat entistä joustavamman ja luetettavamman sähköjakeluverkoston, joka kykenee vastaamaan ja sopeutumaan vikatilanteisiin ja kulutuspiikkeihin automaation avulla. Tällä tilapäisellä sähköverkon sopeuttamisella tarkoitetaan kysynnänjoustoa. Yksinkertaisuudessaan se tarkoittaa sitä, että älykäsverkko säätelee erilaisten toimintaa sähkökysynnän perusteella. Esimerkiksi sähköautojen lataaminen tapahtuisi älykkäässä sähköverkossa alhaisen kulutuksen aikana huippukulutuksen sijaan. Älykkäät sähköverkot toimivat myös toisinpäin eli korkean kulutuksen aikana voidaan hyödyntää esimerkiksi aurinkopaneelien varastoimaan sähköenergiaa.

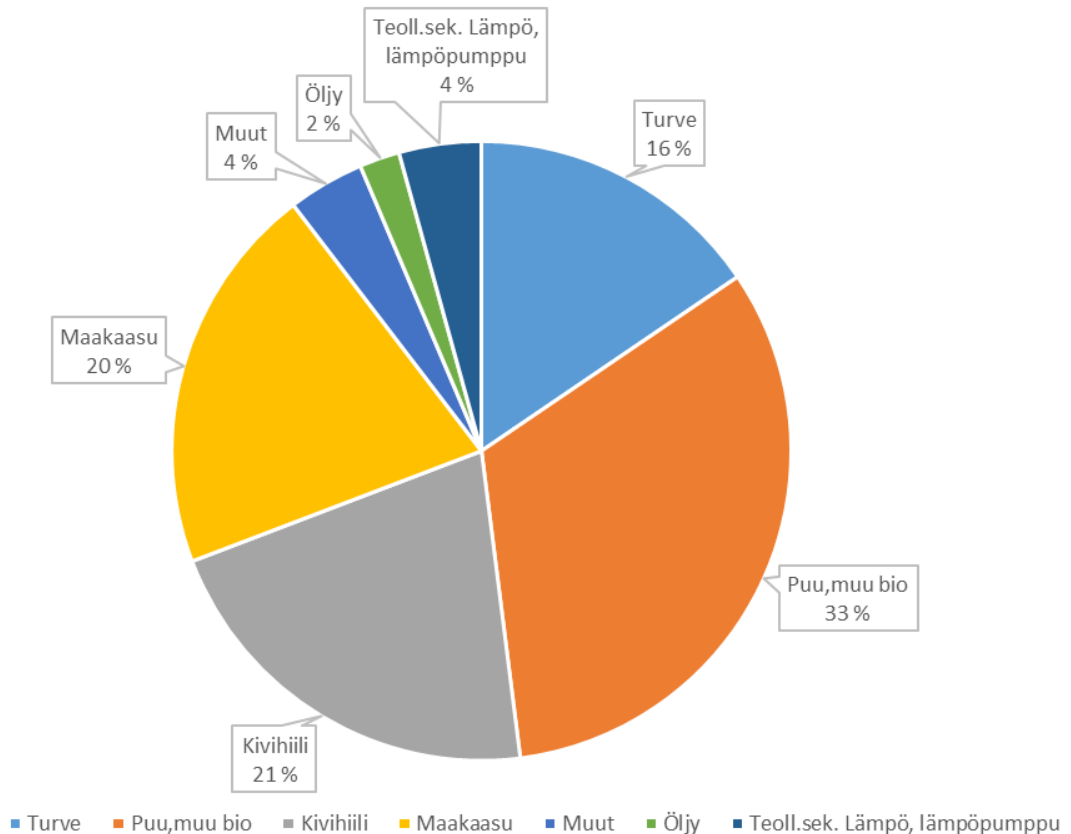
Energia- ja ilmastostrategiassa älykkäät sähköverkot nähdään keskeisenä kehityssuuntana. Älykäs sähköverkko pystyy toimimaan hajautetummin kuin perinteinen sähköverkko. Hajautettu verkko on toimitusvarmempi kuin perinteinen verkko, koska esimerkiksi vikojen vaikutus jää pienemmäksi. Lisäksi älykkäiden sähköverkkojen rinnalle tullaan tarvitsemaan sähkövarastoja. Uusiutuvien epätasaisen tuotannon vuoksi joudutaan varastoimaan sähköä kompensoimaan erilaisia kulutuspiikkejä. Tämä tapahtuu tuuli- ja aurinkovoiman avulla siten, että alhaisen kulutuksen aikana sähköä varastoidaan kysyntäpiikkejä varten. Kysyntäpiikkien aikana hyödynnetään kysynnänjoustoa, jolloin turhaan kuormittavat laitteistot saadaan kytkettyä verkosta pois. Kysynnänjouston avulla voidaan siis parantaa sähköverkkojärjestelmän energiatehokkuutta. Suomen kantaverkosta vastaava Fingrid on valmistellut datahubia, joka selkeyttää ja tehostaa sähkön vähittäismarkkinoiden tiedonsiirtoa. Datahubia varten joudutaan toteuttamaan lainsäädäntöuudistuksia. Datahub tullaan ottamaan käyttöön vuonna 2019. Älykkäiden etäluettavien sähkömittarien avulla saadaan tärkeää informaatiota kysynnänjouston ja älykkäiden sähköverkkojen kannalta. (Työ ja elinkeinoministeriö 2016a)

Älykkäät sähköverkot mahdollistavat uudenlaisen kilpailun ja kehityksen sähkömarkkinoille. Kotitalouksiin ja yrityksiin asennettujen aurinkopaneelien määrän on kasvanut vuosi vuodelta enemmän. Tämä tarkoittaisi älykkäiden sähköverkkoja kanssa sitä, että esimerkiksi kesäisin sähköstä olisi huomattavasti ylitarjontaa, koska sähkönkulutus on kesäisin vähäistä ja aurinkopaneelien tuotanto huippu sattuu kesälle. Tämänkaltaisessa tilanteessa alhainen sähkön myyntihinta vaikuttaa muiden energialähteiden kannattavuuteen negatiivisesti. Polttoaineita ei kannatta käyttää sähköntuotantoon, kun rakennetulla aurinko- ja tuulivoimalla tuotettua sähköä saadaan käytännössä ilmaiseksi. Talven kulutushuippujen aikana aurinkosähköä ei saada kuitenkaan tuotettua. Kulutuspiikkejä varten tarvitaan sähkövarastoja, jotka ladataan kesällä alhaisen kulutuksen aikana ja käytetään korkean kulutuksen aikana. Tällä hetkellä varastointitekniikka ei ole riittävän edistynyt tämän kaltaiseen käyttöön. Niiden rakentaminen on vaikeaa ja kallista, koska akut painavat todella paljon ja niissä käytetyt harvinaiset materiaalit kuten litium ovat kalliita. Akkujen ohella on olemassa muita vaihtoehtoja ylimääräisen aurinko- ja tuulienergian varastoimiseen. Ylimääräinen sähkö voidaan käyttää metaanin ja vedyn tuotantoon, jotka voidaan hyödyntää myöhemmin sähköntuotannossa. Ongelmana tässäkin varastointitekniikassa on se, että tekniikka on vasta kehitysvaiheessa, joten siinä on huono hyötysuhde ja se käyttäminen on tällä hetkellä kallista. (Työ ja elinkeinoministeriö 2016a)

7. LÄMMÖNTUOTANTO

Kiinteistöjä voidaan lämmitellä usealla eri tavalla. Kotitalouksia voidaan lämmitellä paikan päällä esimerkiksi sähköllä, puulla tai öljyllä tuotetulla lämmöllä tai lämpövoimalaitoksella tuotetulla kaukolämmöllä. Energiastrategiassa keskitytään pääasiassa energiantuotantolaitoksissa tuotettuun kaukolämmöntuotantoon. Kaukolämpö on lämmöntuotantolaitoksella tuotettua lämpöä, jota siirretään lämpöverkon kautta käyttöveden ja rakennusten lämmitykseen (Motiva 2016b). Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitysmuoto 46 prosentin markkinaosuudella. Kaukolämmön piiriin kuuluu noin 2,7 miljoonaa asukasta. Vuonna 2015 kaukolämpöä tuotettiin 33,3 TWh, josta kolme neljännestä oli CHP (Combined Heat and Power) tuotantoa ja loput erillistuotantoa eli pelkkää lämmöntuotantoa. Kuvasta 6.1 nähdään, 33 prosenttia tuotannosta koostuu puusta ja biomassasta.

Vuoden 2015 kaukolämmön ja siihen liittyvän
sähkön tuotantoon käytetyt polttoaineet



Kuva 7.1 Kaukolämmön ja siihen liittyvän sähköntuotannon käytettyjen polttoaineiden osuudet vuonna 2015 (Energiateollisuus 2016c)

Lisäksi nähdään, että suurin osa lämmöntuotannosta koostuu fossiilisista polttoaineista, kuten kivihiilestä ja maakaasusta. Suomella on paljon potentiaalia vähentää lämmöntuotannosta koituvia päästöjä. Näiden fossiilisten polttoaineiden käyttöä tullaa vähentämään energia- ja ilmastostrategian mukaan esimerkiksi lisäämällä uusiutuvia energiamuotoja ja verotusta muuttamalla. (Energiateollisuus 2016c)

Kaukolämmityksen merkitys kotitalouksien lämmittäjänä on hieman laskenut. Uudet lämmitysmuodot kuten maalämpö ja lämpöpumput ovat vallanneet alaa omakotitalojen lämmitysmuotona. Maalämpö ja lämpöpumput ovat edullisia lämmöntuotanto tapoja ja ne soveltuvat syrjäisille seuduille erinomaisesti. Syrjäisille seuduille ei ole myöskään yleensä mahdollista saada kaukolämmitystä. Maalämpöä ja lämpöpumppuja on myös mahdollista käyttää kaukolämmöntuottamiseen. Kaukolämmön merkittävä asema tulee säilymään varsinkin kerrostalojen lämmityksessä. Tulevaisuudessa lämmöntuotannon tarve tulee laskemaan, koska rakennustekniikan kehittyessä saadaan käyttöön parempia eristeitä ja muita rakennusmateriaaleja. Energiatehokkuuden kasvaessa rakennuksissa tapahtuvat lämpöhäviöt pienevät, jolloin lämmityksen tarve laskee. Se ei kuitenkaan poista lämmityksen tarvetta kokonaan, joten kaukolämpöä tullaan tarvitsemaan jatkossakin. Strategiassa on huomioitu lämmöntuotannon paikallistumisen lisääntyminen eli esimerkiksi omakotitalon lämmitys lämpöpumpulla tai puulla. (Työ ja elinkeinoministeriö 2016a)

Suomen tavoin Tanskalla ja Ruotsilla merkittävä osa tuotetusta lämmöstä on kaukolämpöä. Tanskassa lämmöntuotanto hoidetaan biomassalla, jätteellä ja aurinkolämmöllä. Jätettä ja biomassaa tullaan käyttämään pääasiassa sähkön ja lämmönyhteistuotannossa. Tanska aikoo käyttää kaukolämpö verkkoa lämpövarastona, jotta se pystyy kontrolloimaan yhteistuotannolla tuotettua sähköä esimerkiksi tuulisina ajankohtina (Danish Energy Agency 2015). Ruotsissa tullaan myös käyttämään biomassaa lämmöntuotannossa. Ruotsi tulee hyödyntämään teollisuusprosesseissa syntyvää hukkalämpöä kaukolämpönä (Regeringskansliet 2016). Saksa aikoo käyttää lämpöpumppuja sen lämmöntuotannossa. Se tulee tarvitsemaan arvioilta 5-6 miljoonaa lämpöpumppua saavuttaakseen 55 prosentin päästövähennyksen vuoteen 2030 ja vähintään 80 prosentin vähennyksen vuoteen 2050 mennessä. Lämpöpumput tulevat kattamaan vuonna 2030 noin 25 prosenttia lämmöntuotannosta. Loput lämmöntuotannosta katetaan biopolttoaineilla eli biokaasulla, biomassalla ja bioöljyllä (Agora Energiewende 2017). Biomassa merkitys lämmöntuotannossa on Suomea ja Ruotsia huomattavasti pienempi, mikä johtuu maiden välisistä metsien koko eroista.

7.1 CHP-laitokset

CHP-laitoksella eli sähkön ja lämmön yhteistuotannolla tarkoitetaan tuotantolaitosta, joka tuottaa sähköä ja lämpöä. Sähköntuotannossa turbiinista jäljelle jäävää kuuma höyryä käytetään lauhduttimessa kaukolämpöveden lämmittämiseen. Tällä hetkellä suurin osa suomen kaukolämmöstä tuotetaan tällä hetkellä yhteistuotannolla. Syynä tähän on se, että sähkön ja lämmön yhteistuotannon avulla päästään korkeaan kokonaishyötysuhteeseen, joka on suuruudeltaan 80-90 prosenttia riippuen polttoaineesta ja laitostyyppistä. Tämän vuoksi yhteistuotantoa voidaan pitää energiatehokkaana ja ympäristöystävällisenä tuotanto tapana. Kivihiilen ja muiden fossiilisten polttoaineiden osuus yhteistuotannosta on kuitenkin merkittävä. Tällä hetkellä kivihiilen suosio, johtuu sen korkeasta lämpöarvosta ja sen kilpailukykyisestä hinnasta. Tulevien muutoksien odotetaan heikentävän kivihiilien kilpailukykyä ja lisäävän esimerkiksi puuhakkeen käyttöä lämmön- ja sähköntuotannossa.

Strategiassa sähkön ja lämmön yhteistuotannon käyttäminen ja sen jatkaminen ovat osa EU:n energiatehokkuus vaatimuksiin pääsemistä. Energiastategiassa CHP nähdään osana energiatehokasta, vähäpäästöistä ja toimistusvarmaa energiajärjestelmää. Tällä hetkellä suurin yhteistuotannon ongelman on energianlähteenä käytetyissä polttoaineissa. Kivihiili on tällä hetkellä suuressa roolissa yhteistuotannossa. Se tullaan korvaamaan uusiutuvilla energiamuodoilla kuten esimerkiksi puulla. Seuraavassa luvussa kuvataan tarkemmin, kuinka hiili korvataan uusiutuvilla luonnonvaroilla. Yhteistuotanto soveltuu Suomen olosuhteisiin

erinomaisesti. Sähkön ja lämmön kulutushuiput kulkevat yleensä käsikädessä. Varsinkin talvisin lämmön ja sähkön kysyntä kasvavat voimakkaasti. Yhteistuotannon avulla voidaan vastata tähän voimakkaaseen kysynnän kasvuun tehokkaasti. Energiastrategiassa on myös huomioitu pien-CHP tuotannon tuomat mahdollisuudet. Hajautettua pien-CHP tuotantoa pyritään edistämään pääasiassa markkinaehtoisesti. Lisäksi pientuotannolle kehitetään pitkällä aikavälillä kannustumia, jotka lisäävät hajautetun pien-CHP:n rakentamista. Metsäenergiaa hyödyntävien pien-CHP:n tuotantotukijärjestelmään mukaan ottaminen tullaan selvittämään siten, että huomioidaan esimerkiksi puu- ja polttoainemarkkinat. Yhteistuotannossa tullaan hyödyntämään maatalouksien, yhdyskuntien, sekä teollisuuden jätteitä. Tällä pyritään vähentämään ympäristönkuormitusta ja lisäämään kiertotaloutta. (Työ ja elinkeinoministeriö 2016a)

Merkittävin ongelma CHP laitoksien kannalta on sähkön matala hinta. Alhainen hinta ei kannusta investoimaan yhteistuotantolaitoksiin. Yhteistuotantolaitoksen rakentaminen on kalliimpaa kuin lämmön erillistuotantolaitoksen, koska esimerkiksi yhteistuotantolaitoksen kattilat ovat kalliimpia kuin erillistuotantolaitoksen. Tämä johtaa siihen, että erillisen lämmöntuotantolaitoksen rakentaminen on kannattavampaa kuin yhteistuotantolaitoksen. Lisäksi sähkön hinta on epävakampi verrattuna lämmön hintaan, joka suuntaa investointeja entisestään lämmön erillistuotantoon. Sähkönhinnan epävakaus ja halpa voivat pahimmassa tapauksessa johtaa siihen, että sähkö- ja yhteistuotantolaitoksia aletaan korvata erillisillä lämmöntuotantolaitoksilla ja entisiä yhteistuotantolaitoksia ei modernisoida taikka huolleta. Näyttäisi siltä, että CHP tuotanto ei kehity markkinaehtoisesti energiastrategian suuntaan, joten on tarpeen harkita erillistä sähköntuotantotukea suuremmille CHP laitoksille.

7.2 Puu, Biomassa ja Biokaasu

Puu tulee olemaan tärkeimpiä tekijöitä päästöjen vähenemistä varten lämmöntuotannossa. Fossiiliset polttoaineet korvataan puupohjaisilla polttoaineilla kuten metsähakkeella ja muilla metsäteollisuuden prosesseille kelvottomilla puupohjaisilla raaka-aineilla. Energiaerotusta tullaan kehittämään siten, että verotus tulee painottumaan hiilidioksidisältöön, jolloin esimerkiksi kivihiielen poltto on vähemmän kannattavaa kuin puupohjaisien polttoaineiden poltto. Tällä hetkellä turve on kilpailukykyisempi polttoaine kuin hake, joten sen verotusta tullaan kiristämään siten, että siitä tulee vähemmän kilpailukykyisempi kuin metsähakkeesta ja muista puupohjaisista sivutuotteista. Lisäksi metsähakkeen käytöstä maksetaan tuotantotukea, joka määräytyy päästöoikeuksien hinnan ja turpeen verotuksen perusteella. Tukea ei makseta, jos sille ei ole tarvetta. Tuotantotuella pyritään lisäämään metsähakkeen hyötykäyttöä energiatuotannossa. Tukijärjestelmän jatkamisesta tullaan tekemään selvitys. Siihen joudutaan tekemään mahdollisesti muutoksia EU:n sääntelyn pohjalta vuoden 2020 jälkeen. (Työ ja elinkeinoministeriö 2016a)

Suurin osa puupolttoaineesta saadaan metsäteollisuuden prosesseista. Sieltä saadaan esimerkiksi mustalipeää, puunkuorta ja puunpurua. Lisäksi puun korjuussa ja metsänhoidossa syntyy paljon metsäteollisuudelle kelpaamatonta puuainesta, joka kuitenkin kelpaa energian tuotantoon. Puusta tuotetun energian tulee olla Euroopan unionin kestävyyskriteerien mukaisesti tuotettua. Metsäteollisuus on tehnyt merkittäviä investointeja, jonka vuoksi puun kulutus tulee kasvamaan merkittävästi. Jalostettavaksi kelpaavaan puun käyttöä energiantuotantoon ei tueta. Vuodesta 2019 eteenpäin jalostettavaksi kelpaavan metsähakkeen energian tuotantotuki on 40 prosenttia pienempi. Tuonti haketta tullaan kohtelemaan verotuksen ja tukien osalta samalla tavalla kuin kotimaista haketta, koska EU:n säädökset ja Maailman kauppajärjestö kieltävät tuonnin syrjimisen. Tuontihakkeen käyttöä tullaan seuraamaan

säännöllisesti, mutta voimalaitoksen omistajat saavat valita käyttävätkö ne kotimaista vai tuontihaketta. Tuontihaketta ei kuitenkaan huomioida kotimaiseksi energiaksi omavaraisuutta laskettaessa. Metsähakkeen saatavuutta pyritään parantamaan kestävä metsätalouden tukijärjestelmällä eli Kemeralla, joka pyrkii edistämään yksityisien metsienomistajien metsien hoitoa, josta saadaan tarvittavaa energiapuuta. Nykyinen tukijärjestelmä on voimassa vuoteen 2020 asti, jonka jälkeen sitä uudistetaan ottamaan huomioon asetetut tavoitteet. Tämä voi tarkoittaa mahdollisesti esimerkiksi nuorten metsien hoitotukea. (Työ ja elinkeinoministeriö 2016a)

Metsä toimivat LULUCF-sektorin suurimpana nieluna. Se kattaa vuosittain noin 30-60 prosenttia kaikista Suomen päästöistä. Lisääntyneellä metsien käytöllä pyritään vähentämään fossiilisten polttoaineiden käyttöä energiantuotannossa ja liikenteessä. Metsien lisääntyvä kulutus tulee väistämättä pienentämään metsien hiilinielua. Euroopan komission kesäpaketin LULUCF-asetusehdotuksessa piilee Suomen kannalta suuri epävarmuus hiilinielujen laskennan sääntöjen osalta. LULUCF-asetusehdotuksen mukaan Suomen tulisi kasvattaa sen hiilinieluja vuoden 2009 tasosta, jolloin Suomen hiilinielujen suuruus oli korkea. Pahimmassa tapauksessa tämä tarkoittaa sitä, että Suomen hiilinielut nähtäisiin laskennallisena päästölähteenä. Tämä muodostaisi paljon merkittäviä ongelmia ilmasto- ja energiastrategian kannalta. Siitä aiheutuisi merkittäviä lisäkustannuksia ja metsien laskennalliset päästöt jouduttaisiin korvaamaan mahdollisesti jollakin muulla tavalla. Lisäksi se rajoittaisi metsän hoitoa, joka vuorostaan rajoittaa metsien kasvua (Metsäteollisuus 2016). Suomi pyrkii vaikuttamaan tähän epäkohtaan vaikuttamalla EU:n päätöksen tekoon. Talvipaketissa on huomioitu Suomen huoli kestävästä metsien käytöstä. Talvipaketin perusteella voidaan sanoa, että Suomen metsä- ja ilmasto politiikka on kestävä. Tämä on merkittävää siksi, että Suomi välttyy eräkohtaiselta kestävyysarvioinnilta. Talvipaketti ei kuitenkaan ratkaise Suomen kannalta tärkeää hiilinielujen laskentaa, joten Suomella jää vielä tehtävää tämän korjaamiseksi. (Työ ja elinkeinoministeriö 2016a)

Suomen energia- ja ilmastostrategiassa on huomioitu biokaasun käytön ja tuotannon kasvu. Biokaasua saadaan kaatopaikkojen yhteyteen rakennetuilla kaasulaitoksilla, jäteveden puhdistamoilta ja yhteismädätyslaitoksilta. Lopputuotteeksi prosesseista saadaan biometaania, joka on käytännössä uusiutuva ja hiilineutraali luonnonvara. Sillä on samat ominaisuudet kuin normaalilla maakaasulla eli metaanilla. Sitä käytetään tällä hetkellä pääasiassa lämmön ja sähkön tuotannossa. Biokaasun merkitys tulee kasvamaan liikenteessä tulevien vuosien aikana. Biokaasu soveltuu myös hyvin meriliikenteeseen, koska alittaa kansainväliset typpi- ja rikkirajoitukset. Energiastrategiassa tämä kehityssuunta nähdäänkin mahdollisena vaihtoehtona. Rajoitusten osalta biokaasua koskevia säädöksiä ja lupamenettelyjä tullaan selkiyttämään, jotta biokaasun käyttöön ottamisesta tulisi helpompaa. Lisäksi biokaasulaitosten tukea tullaan jatkamaan vähintään nykyisellä tasolla. Tällä hetkellä biokaasutuotannon kehittymistä tuetaan verovapaudella, sähkön tuotannossa syöttötariffilla, energiatuella ja investointituella. Maatiloilta löytyy paljon biokaasutuotantoon sopivaa biomassaa. Energiastrategian mukaan maataloudesta löytyy 1 TWh:n biokaasun tuotannon lisäyspotentiaali. Suomi pyrkii vaikuttamaan EU:n toimiin siten, että se edistää ja tukee biokaasutuotannon kehitystä. (Työ ja elinkeinoministeriö 2016a)

8. YHTEENVETO

Suomi tulee saavuttamaan EU:n asettamat tavoitteet vuodelle 2030. Uusiutuvien energialähteiden käyttö liikenteessä ja energiantuotannossa auttaa Suomea parantamaan energiatehokkuuttaan ja vähentämään kasvihuonepäästöjä vaaditulle tasolle. Liikenteessä Suomi tulee käyttämään biopolttoaineita ja sähköä. Sähkön tuotannossa merkittävässä roolissa ovat ydinvoima ja uusiutuvat energialähteet kuten tuulivoima ja metsähake. Lämmöntuotannossa tullaan käyttämään sähköntuotannon tavoin puuta. Sähkön ja lämmön yhteistuotantoa pyritään jatkamaan sen korkean kokonaishyötysuhteen ja soveltuvuuden vuoksi. Suomelle voi kuitenkin tulla vaikeuksia saavuttaa Pariisin ilmastopöytäkirjan asettamat tiukat päästötavoitteet. Puun merkittävä rooli tarkoittaa kasvavaa metsien kulutusta, joka näkyy Suomessa hakuiden lisääntymisenä. Tämä tarkoittaa mahdollisesti sitä, että Suomen hiilinieluvarat pienenevät merkittävästi. Merkittävämpänä ongelmana Suomen energia- ja ilmastostrategiassa on siis Suomen metsien rajallisuus Pariisin ilmastopöytäkirjan tavoitteita ajatellen.

Liikenteen osalta Suomen energia- ja ilmastostrategiasta löytyy pari ongelmakohtaa. Biopolttoaineet ovat tällä hetkellä kalliita tuottaa. Vaihtoehtoja on kaksi, biopolttoaineille annetaan merkittävä verohelpotus, jolloin verotulot laskevat tai autoilijat joutuvat maksamaan 2-3 euron litra hintaa. Lisäksi liikenteelle soveltuvien biopolttoaineiden jalostaminen tulee vaatimaan paljon puupohjaista materiaalia. Sähköautojen aiheuttama rasite metsille on pienempi ja sähkön hinta on matala, joten sähköautojen määrän lisääminen suunnitellusta vaikuttaa järkevältä vaihtoehdolta. Lisäksi korkeamman hyötysuhteen vuoksi energiankulutus on vähäisempää kuin polttomoottorilla toimivien autojen. Sähköautoilua voidaan tukea korkeammalla latauspisteiden investointituella ja kiristämällä polttomoottorilla toimivien autojen verotusta. Todennäköisesti Suomi joutuu tukeutumaan suunniteltua enemmän sähköautoihin, kuten esimerkiksi Saksassa ja Tanskassa. Strategiassa suunniteltu julkisen liikenteen ja pyöräilyn edistäminen toimii myös tärkeänä tekijänä.

Suomen energiastrategia keskittyy sähköntuotannossa pääasiassa ydinvoimaan ja uusiutuvaan energiaan. Ydinvoiman rooli yksinkertaisuudessaan on toimia tasaisena sähköntuottajana, joka kattaa vuonna 2030 noin puolet Suomen sähköntuotannosta. Suomi poikkeaa merkittävästi Saksasta ja Tanskasta ydinvoiman osalta, koska ne eivät tule käyttämään ydinvoimaa tulevaisuudessa. Tuulivoiman osalta tullaan luopumaan syöttötariffista ja siirtymään kilpailutusjärjestelmään, jossa mukana on kaikki uusiutuvat energialähteet. Järjestelmän avulla valitaan kustannustehokkain vaihtoehto, jolle tullaan myöntämään tukea. Riskinä on se, että tuulivoiman rakentaminen hidastuu merkittävästi nykyisestä, jolloin Suomen asettamat tavoitteet voivat jäädä toteutumatta. Älykkäiden sähköverkkojen kehitys tulee olemaan välttämätöntä tuulivoiman ja aurinkovoiman lisääntymisen vuoksi. Älykkäiden sähköverkkojen avulla saadaan tehostettua sähköverkkojen toimivuutta ja joustavuutta. Sen avulla voidaan tulevaisuudessa varastoida sähköä, jota voidaan käyttää korkean kulutuksen aikana varasähkölähteenä.

Lämmöntuotannossa siirrytään liikenteen ja sähköntuotannon tavoin biopolttoaineiden käyttöön. Fossiiliset polttoaineet kuten esimerkiksi kivihiili korvataan puupohjaisilla polttoaineilla. Kivihiilen verotusta tullaan kiristämään ja puupohjaisille polttoaineille maksetaan tarpeen mukaan tukia. Sähkön- ja lämmön rooli tulee jatkamaan tulevaisuudessakin sen korkean hyötysuhteen vuoksi. Yhteistuotannolle ei ole kuitenkaan esitetty suuria tukimekanismeja, joten alhaisen sähkön hinnan vuoksi vaarana on sen kannattavuuden heikkeneminen sille tasolle, että investointeja ei enää ole kannattavaa tehdä. Tämä johtaa siihen, että lämmön

erillistuotantoon on kannattavampaa investoida kuin sähkön ja lämmön yhteistuotanto. Kiinteistökohtaisessa lämmityksessä maalämpö on osoittautunut edulliseksi ja tehokkaaksi vaihtoehdoksi. Se vähentää mahdollisesti tulevaisuudessa suurien kaukolämpöä tuottavien laitoksen merkitystä lämpömarkkinoilla. Saksassa lämpöpumput nähdään avain asemassa lämmöntuotannon päästöjen alentamisessa.

Puu tulee olemaan avainasemassa energiantuotannossa ja liikenteessä. Sen käyttöä lisätään tuotantotuella ja sen kanssa kilpailevien turpeen ja kivihiilen verotusta kiristetään. Tarvittavaa puuainesta Suomi saa metsienhoidosta ja korjuusta, sekä metsäteollisuuden prosesseista. Suurin uhka puunkäytössä on Suomen ja Euroopan komission erimielisyydet hiilinielujen laskennassa. Euroopan komission ehdottama hiilinielujen laskentatapa voi käytännössä tarkoittaa Suomen hiilinielujen muuttumista päästöiksi. Tämä olisi tietenkin katastrofi Suomen energia- ja ilmastostrategialle, joten Suomen täytyy pyrkiä vaikuttamaan sille sopivan laskutavan puolesta. Korkea metsien käyttö voi johtaa tilanteeseen, jossa Suomen metsävarannot eivät yksinkertaisesti riitä, jolloin niiden hiilinielut muuttuvatkin oikeasti päästöiksi. Suomi voi korvata osittain puun käyttöä liikenteessä sähköautoilla, lämmöntuotannossa lämpöpumpuilla ja sähköntuotannossa tuuli- ja aurinkovoimaan perustuvilla ratkaisuilla.

Vuoden 2030 jälkeinen aika tulee vaatimaan yhä kovempia ponnisteluja Pariisin ilmastopimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi. Tällä hetkellä Suomen energia- ja ilmastostrategia vaikuttaa väliaikaiselta ratkaisulta, koska se ei huomio riittävästi strategian jälkeistä aikaa. Nykyisien ratkaisujen rinnalle tullaan tarvitsemaan kasvihuonepäästöjen talteenottoa ja varastointia, joka on tällä hetkellä kallista, koska se lisää polttoaineen kulutusta ja sähköntuotannon kustannuksia (VTT 2011). Tulevaisuudessa tullaan tarvitsemaan lisää uusia innovaatioita, joilla saadaan huomattavia päästövähennyksiä liikenteessä ja energiantuotannossa.

LÄHTEET

Agora Energiewende. 2016 Energiewende: What do the new laws mean?. [verkkodokumentti]. [viitattu 2.12.2016]. saatavissa: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2016/EEG-FAQ/Agora_FAQ-EEG_EN_WEB.pdf

Agora Energiewende. 2017 Heat Transition 2030. [verkkodokumentti]. [viitattu 1.3.2017]. saatavissa: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2016/Sektoruebergreifende_EW/Heat-Transition-2030_Summary-WEB.pdf

Climate Analytics. 2016. Paris Agreement Ratification Tracker. [verkkosivu]. [viitattu 4.12.2016] Saatavissa: <http://climateanalytics.org/hot-topics/ratification-tracker.html>

Danish Energy Agency. 2015. Regulation and planning of district heating in Denmark. [verkkodokumentti]. [viitattu 26.2.2017]. Saatavissa: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/regulation_and_planning_of_district_heating_in_denmark.pdf

Danish Government. 2011. Our future energy. [verkkodokumentti]. [viitattu 3.1.2017]. saatavissa: <https://stateofgreen.com/files/download/387>

Dincer, I., Midili, A., Hepbasli, A. & Karakoc, T.H. 2010. Global Warming: Engineering Solutions. Dordrecht: Springer.

Elinkeinoelämän keskusliitto. 2015. Pariisin ilmastoneuvottelut: Tietopaketti kynnyskysymyksistä. [verkkodokumentti]. [viitattu 17.10.2016]. Saatavissa: https://ek.fi/wp-content/uploads/Tietopaketti_Pariisin_ilmastoneuvotteluista.pdf

Energiateollisuus. 2016. Energiavuosi 2015 - Sähkö. [verkkojulkaisu]. [viitattu 1.12.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/files/1165/Energiavuosi_2015_paivitys.ppt

Energiateollisuus. 2016. Ydinvoimalla päästötöntä sähköntuotantoa. [verkkodokumentti]. [viitattu 1.12.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto/ydinvoima

Energiateollisuus 2016. Energiavuosi 2015 – Kaukolämpö. [verkkojulkaisu]. [viitattu 1.12.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/files/1222/KL_kalvopaketti_tilastot_2015.pptx

Energiavirasto. 2016. Päästökauppa. [verkkojulkaisu]. [viitattu 1.12.2016]. Saatavissa: <http://www.energiavirasto.fi/paastokauppa>

Energiavirasto. 2016. RES-direktiivi. [verkkojulkaisu]. [viitattu 1.12.2016]. Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/res-direktiivi>

Euroopan unioni. 2014. Näin Euroopan unioni toimii: Tietoa EU:n toimielimistä. [e-kirja]. [viitattu 27.11.2016]. Saatavissa: http://bookshop.europa.eu/fi/naein-euroopan-unioni-toimii-pbNA0414810/downloads/NA-04-14-810-FI-C/NA0414810FIC_002.pdf?FileName=NA0414810FIC_002.pdf&SKU=NA0414810FIC_PDF&CatalogueNumber=NA-04-14-810-FI-C

Euroopan komissio. 2011. Energia-alan etenemissuunnitelma 2050. [verkkodokumentti]. [viitattu 17.10.2016]. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0885&from=FI>

Euroopan komissio. 2011. Komission tiedonanto: Etenemissuunnitelma - siirtyminen kilpailukykyiseen vähähiiliseen talouteen. [verkkodokumentti]. [viitattu 17.10.2016]. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:FI:PDF>

Euroopan komissio. 2016. 2030 climate & energy framework. [verkkojulkaisu]. [viitattu 15.11.2016]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030/index_en.htm

Euroopan komissio. 2016. Energiaunioni ja ilmastotoimet: Tavoitteena siirtää Eurooppa nopeammin vähähiiliseen talouteen. [verkkojulkaisu]. [viitattu 20.11.2016] Saatavissa: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-16-2545_fi.htm

Euroopan komissio. 2016. The EU Emissions Trading System (EU ETS). [verkkojulkaisu]. [viitattu 29.11.2016]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en

Euroopan komissio. 2016. Puhdasta energiaa kaikille eurooppalaisille. [verkkodokumentti]. [viitattu 17.10.2016]. Saatavissa: http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d2648a37-c626-11e6-a6db-01aa75ed71a1.0003.02/DOC_1&format=PDF

Fennovoima. 2016. Hanhikivi 1. 2016. [verkkojulkaisu]. [viitattu 1.12.2016]. Saatavissa: <http://www.fennovoima.fi/hanhikivi-1>

Government Offices of Sweden. 2016. Summary of the Government's budget initiatives in the areas of environment, climate and energy [verkkojulkaisu]. [viitattu 11.10.2016]. Saatavissa: <http://www.government.se/articles/2016/09/summary-of-the-governments-budget-initiatives-in-the-areas-of-environment-climate-and-energy/>

IAEA. 2016. Decommissioning of Nuclear Facilities: Germany's Experience. [verkkojulkaisu]. [viitattu 25.2.2017]. Saatavissa: <https://www.iaea.org/newscenter/news/decommissioning-of-nuclear-facilities-germanys-experience>

Lataustuki. 2017. Yritysten investointituki sähköautojen julkisille latauspisteille. verkkojulkaisu]. [viitattu 5.2.2017]. Saatavissa: <http://www.lataustuki.fi>

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2016. Liikenteen khk-päästöt – tavoitteet ja toimet vuoteen 2030. [verkkodokumentti]. [viitattu 9.10.2016]. saatavissa: <http://www.ym.fi/download/no-name/%7B19389D0B-CEF2-4718-A4E4-E149624939C8%7D/121404>

Lähienergia. 2016. Tuulivoima. [verkkojulkaisu]. [viitattu 1.12.2016]. Saatavissa: <http://www.lahienenergia.org/lahienenergia/tuulivoima/>

Metsäteollisuus. 2016. Lausunto. [verkkojulkaisu]. [viitattu 24.2.2017]. Saatavissa: <https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaisuMetatieto/Documents/EDK-2016-AK-75309.pdf>

Motiva. 2016. Tuulivoimateknologia. [verkkajulkaisu]. [viitattu 3.2.2017]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoimateknologia

Motiva. 2016. Kaukolämpö. [verkkajulkaisu]. [viitattu 1.12.2016]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiöt/energiaeksperttitoiminta/lahtotilanteeseen_tutustuminen/lammontuotto_kaukolampo

Regeringskansliet. 2016. En klimat- och luftvårdsstrategi för Sverige. [verkkodokumentti]. [viitattu 2.12.2016]. saatavissa: http://www.regeringen.se/contentassets/01cd0e73c9b446a5937a43a347a911b1/_sou-2016_47-del-2-bilaga-med-underlagsrapporter_webb.pdf

Rogelj, J. et al. 2016. Paris Agreement Climate Proposals Need A Boost To Keep Warming Well Below 2 °C. *Nature* 534.7609 (2016): 631-639. [verkkolehti]. [viitattu 2.2.2017]. Saatavissa: <http://www.nature.com/nature/journal/v534/n7609/abs/nature18307.html>

Suomen virallinen tilasto (SVT): Kasvihuonekaasut [verkkajulkaisu]. ISSN=1797-6049. 2015. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 18.10.2016]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/khki/2015/khki_2015_2016-05-25_tie_001_fi.html

Tester, J.W., Drake, E.M., Driscoll, M.J. & Peters, W.A. 2005. Sustainable Energy: Choosing among options. The MIT Press. 846 s. ISBN 0-262-20153-4

Trafi. 2014. Liikenteen päästöt ilmaan. [verkkajulkaisu]. [viitattu 1.12.2016]. Saatavissa: http://www.trafi.fi/tietopalvelut/arviointipalvelut/indikaattorit/ymparistoindikaattorit/liikenteen_paastot_ilmaan

Trafi. 2016. Henkilöautojen keski-ikä yli 11 vuotta – harmaa edelleen yleisin väri. [verkkajulkaisu]. [viitattu 1.12.2016]. Saatavissa: http://www.trafi.fi/tietoa_trafista/ajankohtaista/3820/henkiloautojen_keski-ika_yli_11_vuotta_-_harmaa_edelleen_yleisin_vari

Tuulivoimayhdistys. 2016. Tuulivoima Suomessa. [verkkajulkaisu]. [viitattu 2.12.2016]. Saatavissa: <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoima-suomessa-ja-maailmalla/tuulivoima-suomessa>

Tuulivoimayhdistys. 2016. Takuuhintajärjestelmä Suomessa. [verkkajulkaisu]. [viitattu 2.12.2016]. <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/tietoa-tuulivoimasta/taloudellisuus/tukimuodot/takuuhintajarjestelma>

TVO. 2006. Perustietoa Olkiluoto 3:sta. [verkkodokumentti]. [viitattu 1.12.2016]. Saatavissa: <http://www.tvoy.fi/uploads/File/2008/OL3perustiedot-FIN.pdf>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2016. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. [verkkodokumentti]. [viitattu 27.11.2016]. Saatavissa: <http://tem.fi/documents/1410877/2148188/Kansallinen+energia-+ja+ilmastostrategia+vuoteen+2030+24+11+2016+lopull.pdf/a07ba219-f4ef-47f7-ba39-70c9261d2a63>

Valtioneuvoston kanslia. 2016. EU:n 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan linjausten toteutusvaihtoehdot ja Suomen omien energia- ja ilmastotavoitteiden toteutuminen. [verkkodokumentti]. [viitattu 29.12.2016]. Saatavissa: http://tietokayttoon.fi/documents/10616/2009122/28_EU+2030.pdf/c56de1eb-1790-49a3-ac52-762e2d34bbef?version=1.0

VTT. 2011. Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi. [verkkodokumentti]. [viitattu 26.2.2017]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2011/W161.pdf>

YK. 2016. Paris Agreement – Status of Ratification. [verkkosivu]. [viitattu 4.12.2016]. saatavissa: http://unfccc.int/paris_agreement/items/9444.php

Ympäristöministeriö. 2016. Pariisin sopimus suomennosluonnos. [verkkodokumentti]. [viitattu 2.12.2016]. saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B3AF3015B-6900-4059-B58B-65C28DE6F459%7D/118492>

World Resources Institute. 2009. World Greenhouse Gas Emissions in 2005. [verkkodokumentti]. [viitattu 15.3.2017]. Saatavissa: <http://www.wri.org/publication/world-greenhouse-gas-emissions-2005>