

Pöyry Management Consulting Oy

EU:n 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan linjausten toteutusvaihtoehdot ja Suomen omien energia- ja ilmastotavoitteiden toteutuminen

Toukokuu 2016

Valtioneuvoston selvitys-
ja tutkimustoiminnan
julkaisusarja 28/2016

KUVAILULEHTI

Julkaisija ja julkaisuaika	Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta, 30.05.2016		
Tekijät	Pöyry Management Consulting Oy		
Julkaisun nimi	EU:n 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan linjausten toteutusvaihtoehdot ja Suomen omien energia- ja ilmastotavoitteiden toteutuminen		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 28/2016		
Asiasanat	ilmastopolitiikka, energiapolitiikka, kilpailukyky, EU		
Julkaisun osat/ muut tuotetut versiot			
Julkaisuaika	Toukokuu, 2016	Sivuja 97	Kieli suomi

Tiivistelmä

Tässä selvityksessä on tarkasteltu EU:n 2030 energia- ja ilmastopolitiikan toteutusvaihtoehtoja ja niiden vaikutusta sähkösektoriin Euroopan unionissa sekä tarkemmin sähkö- ja lämpösektoreihin Suomessa ja hallitusohjelman tavoitteiden toteutumista näillä sektoreilla. Mikäli päästökauppa toimisi ainoana ohjauskeinona kohti päästövähennystavoitteiden saavuttamista, nousisi päästöoikeuden ja sähkön hinta merkittävästi korkeammaksi kuin tilanteessa, jossa tavoitteet saavutetaan nykyisten kaltaisten kansallisten tukijärjestelmien avulla. Kansallisten uusiutuvien tavoitteiden ja ohjauskeinojen avulla saavutetaan EU:n alueella korkeampi uusiutuvan energian osuus sähköntuotannossa kuin ilman tukijärjestelmiä päästökaupan toimiessa ainoana ohjauskeinona. Uusiutuvan energian investoinnit koostuvat pääasiassa tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneista, joilla korvataan erityisesti hiilen käyttöä EU:n alueella.

Suomessa ei selvityksen mukaan investoida tuuli- ja aurinkovoimaan nykyisen tukijärjestelmän piirissä olevien investointien lisäksi vaan Juha Sipilän hallitusohjelman tavoitteet uusiutuvasta energiasta (yli 50% 2020-luvulla) ja omavaraisuudesta (yli 55% 2020-luvulla) sähkö- ja lämpösektorilla saavutetaan lisäämällä bioenergian käyttöä, jolla korvataan pääasiassa hiilen ja maakaasun käyttöä. Päästökaupan toimiessa bioenergian käytön lisäys sähkö- ja lämpösektoreilla ei vaadi muita tukia tai ohjauskeinoja nykyisen verotason lisäksi, ja energialaitosten puustamaksukyky nousee teollisuuden kuitupuun tasolle 2020 luvulla. Mikäli talouskasvu on oletettua hitaampaa ja sähkön hintakehitys jää alhaiseksi, epävarmuus sähköntuotannon investoinneissa kasvaa ja yhteistuotannon korvausinvestoinnit toteutuvat todennäköisesti lämmön erillistuotantona. Uusiutuvan energian ja omavaraisuuden tavoitteisiin voidaan kuitenkin päästä myös alhaisen talouskasvun jatkuessa odotettua pidempään, mikäli talouskasvu johtaa myös alhaisempaan energiankulutukseen.

Tämä julkaisu on toteutettu osana valtioneuvoston vuoden 2015 selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa (tietokayttoon.fi).

Julkaisun sisällöstä vastaavat tiedon tuottajat, eikä tekstisisältö välttämättä edusta valtioneuvoston näkemystä.

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare & utgivningsdatum	Statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet, 30.05.2016		
Författare	Pöyry Management Consulting Oy		
Publikationens namn	Realiseringsalternativen för år 2030's energi och klimat politik enligt Europeiska unionen och realiseringen av Finlands egna energi och klimat mål		
Publikationsseriens namn och nummer	Publikationsserie för statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet 28/2016		
Nyckelord	klimat politik, energi politik, konkurrensförmåga, EU		
Publikationens delar /andra producerade versioner			
Utgivningsdatum	Maj, 2016	Sidantal 97	Språk finska

Sammandrag

Den här publikationen behandlar realiseringsalternativen för EU:s energi- och klimatpolitik för år 2030 och deras effekter på elsektorn i Europa. Publikationen behandlar också mera ingående effekterna på el- och värmesektorerna i Finland och hur målen i regeringsprogrammet skall uppnås. Om EU:s handelssystem för utsläppsrätter vore det enda styrorganet för att uppnå utsläppsminskningar, skulle priserna på utsläppsrätter och el stiga mera än i situationen där målet är uppnått med nationella stödssystem. Tack vare de nationella förnybara energimålen och stödssystemen uppnås en högre andel av förnybar energi i elproduktionen i Europa, än med bara handelssystem för utsläppsrätter som enda styrorgan. Investeringarna i förnybar energi består huvudsakligen av investeringar i sol- och vindenergi, vilken ersätter speciellt användningen av kol i EU.

Enligt utredningen kommer det inte att investeras i sol- och vindenergi i Finland efter utgången av det rådande stödssystemet. Målen för förnybar energi och självförsörjningsgraden i Juha Sipiläs regeringsprogram skall uppnås inom el- och värmesektorn med en ökad användning av bioenergi, som ersätter huvudsakligen användningen av kol och naturgas. Om handelssystemet för utsläppsrätter fungerade, skulle användningen av bioenergi inom el- och värmesektorn inte behöva andra stödssystem utöver den rådande skattenivån, och energiverkens betalningskapacitet beträffande trä skall höjas till samma nivå som träfiber på 2020-talet. Om den ekonomiska tillväxten är mindre än man antagit och elpriserna stannar på en låg nivå, kommer osäkerheten beträffande investeringar i elproduktionen att öka, och ersättningsinvesteringarna i CHP kommer att genomföras via separat värmeproduktion. Målen för förnybar energi och självförsörjningsgrad kunde trots allt uppnås, om en mindre ekonomisk tillväxt också resulterade i en mindre energiförbrukning.

Den här publikation är en del i genomförandet av statsrådets utrednings- och forskningsplan för 2015 (tietokayttoon.fi).

De som producerar informationen ansvarar för innehållet i publikationen. Textinnehållet återspeglar inte nödvändigtvis statsrådets ståndpunkt

DESCRIPTION

Publisher and release date	Government's analysis, assessment and research, 30.05.2016		
Authors	Pöyry Management Consulting Oy		
Title of publication	Implementation alternatives of the European Union 2030 climate and energy policy and the realisation of Finland's own climate and energy targets		
Name of series and number of publication	Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 28/2016		
Keywords	climate policy, energy policy, competitiveness, EU		
Other parts of publication/ other produced versions			
Release date	May, 2016	Pages 97	Language Finnish

Abstract

This report evaluates the different implementation alternatives of the European Union 2030 climate and energy policy and their effects on the electricity production sector in the European Union. The report evaluates more specifically the effects on the electricity and heat production sector in Finland, and the realization of targets of the Government programme in these sectors. If the EU Emission Trading System will be the only policy instrument to achieve the emission reduction targets, the prices of emission allowances and electricity will increase significantly higher than in a situation where targets are reached with national renewable energy support systems. A higher share of renewable energy in electricity production is achieved with national renewable energy targets and support systems than without support systems and the EU ETS as the only policy instrument. Renewable energy investments consist mostly of solar and wind energy investments, which will replace especially the use of coal in European Union.

According to the study, in Finland there will be no wind and solar energy investments in addition to the investments in the current support system. Renewable energy (more than 50% in the 2020s) and self-sufficiency (more than 55% in the 2020s) targets in Juha Sipilä's Government programme will be achieved by increasing the use of bioenergy, which replaces mainly coal and natural gas usage. When the EU ETS functions properly, the increase of bioenergy usage does not require support systems in addition to current taxation, and the wood paying capability of heat and power plants increases to the same level as industry pulpwood in the 2020s. If the economic growth is slower than expected and the electricity prices remain low, uncertainty in electricity production investments increases and CHP replacement investments will probably be replaced with heat only investments. However, the renewable energy and self-sufficiency targets can still be reached, if the low economic growth also leads to lower energy consumption.

This publication is part of the implementation of the Government Plan for Analysis, Assessment and Research for 2015 (tietokayttoon.fi).


The content is the responsibility of the producers of the information and does not necessarily represent the view of the Government.



SISÄLLYS

1. Tausta	8
2. EU 2030 energia- ja ilmastolinjausten toteutusvaihtoehdot	10
2.1 EU:n menestyminen 2020 tavoitteiden saavuttamisessa	10
2.2 Euroopan komission lausunnot vuoden 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan tavoitteiksi	11
2.3 Epävarmuudet Euroopan unionin ja eri Euroopan maiden energia- ja ilmastopoliittisten ohjauskeinojen suhteen.....	12
3. EU:n 2030-linjausvaihtoehtojen vaikutukset EU-tasolla	13
3.1 Pöyryn markkinamallinnus ja mallien kuvaus	13
3.1.1 BID3-malli.....	13
3.1.2 Eureno-malli	14
3.1.3 Carbon-malli.....	14
3.2 Mallinnuksen skenaariot ja lähtöarvot	15
3.2.1 Yleiset lähtöarvot.....	15
3.2.2 Polttoaineiden hintaennusteet.....	16
3.2.3 Sähkön kulutuksen kehitys	17
3.2.4 Investointikustannusten kehitys.....	18
3.2.5 Päästövähennystavoite.....	19
3.3 Skenaariot.....	20
3.3.1 Skenaario 1: Vain päästökauppajärjestelmä.....	20
3.3.2 Skenaario 2: Kansalliset uusiutuvan energian tavoitteet	20
3.3.3 Skenaario 3: EU-tasoinen uusiutuvan energian tavoite.....	21
3.4 Skenaariomallinnuksen tulokset.....	21
3.4.1 Sähköntuotantokapasiteetti ja investoinnit eri skenaarioissa.....	22
3.4.2 Sähkön tuotanto eri skenaarioissa	24
3.4.3 Uusiutuvan sähköntuotannon osuus eri skenaarioissa	27
3.4.4 Päästöoikeuden hintakehitys eri skenaarioissa	30
3.4.5 Sähkön hintakehitys eri skenaarioissa.....	31

4.	Suomen Energiankulutuksen kehitys.....	33
4.1	Sähkön kulutus Suomessa perusskenaariossa	33
4.2	Lämmön kulutus Suomessa.....	35
4.3	Teollisuuden energiankulutus	36
4.4	Energian kulutus matalan kasvun skenaariossa	37
5.	EU:n 2030 tavoitteiden vaikutukset Suomen energiasektorin kehitykseen.....	39
5.1	Sähkön ja päästöoikeuden hinnat Suomessa	39
5.2	Polttoaineiden välinen kilpailukyky	41
5.2.1	Polttoaineiden kilpailukyky yhteistuotannossa	44
5.2.2	Polttoaineiden kilpailukyky lämmön erillistuotannossa	47
5.2.3	Lauhdetuotannon kilpailukyky	48
5.2.4	Yhteistuotannon kannattavuus erillistuotantoon nähden	50
5.2.5	Olemassa olevien yhteistuotantolaitosten kilpailukyky erillislämmöntuotantoinvestointiin nähden	51
5.3	Investoinnit uusiutuvaan energiantuotantoon Suomessa vuoteen 2030	53
5.3.1	Investoinnit uusiutuvaan sähköntuotantoon.....	53
5.3.2	Investoinnit uusiutuvaan lämmöntuotantoon.....	55
5.4	Arvio sähkön tuotannosta tuotantomuodoittain ja polttoaineittain vuoteen 2030.....	56
5.5	Asuinrakennusten lämmitysmuodot ja polttoainekäyttö.....	59
5.5.1	Kaukolämpö	60
5.5.2	Muu lämmitys	62
5.6	Teollisuuden lämmöntuotanto	64
5.7	Polttoaineiden kulutus Suomessa	65
5.8	Hiilidioksidipäästöt sähkön ja lämmön (keskitetyssä) tuotannosta.....	67
6.	Hallitusohjelman tavoitteiden toteutuminen sähkö- ja lämpösektorilla.....	68
6.1	Hallitusohjelman tavoitteet	68
6.2	Uusiutuvan energian ja omavaraisuus tavoitteiden toteutuminen.....	68
6.3	Hiilen korvaaminen energiantuotannossa.....	70
6.4	Tuontiöljyn käytön puolittaminen.....	72
7.	Uudet liiketoimintamahdollisuudet energia-alalla	73
7.1	Aurinkoenergia-alan yritykset Suomessa	73
7.2	Tuulivoima-alan yritykset Suomessa	76
7.3	Liiketoimintamahdollisuuksien hyödyntämisen edellytykset	78
7.3.1	Lähestymistapa	78



7.3.2 Suurimmat esteet ja hankaluudet liiketoiminnan kehittämisessä ja markkinoille pääsyssä.....	78
7.3.3 Energiapolitiikan vaikutukset liiketoimintaan.....	80
7.3.4 Sähkön ja päästöoikeuden hintojen vaikutus liiketoimintaan.....	81
7.3.5 Ohjauskeinot ja liiketoiminnan edistäminen.....	83
7.3.6 Kotimarkkinoiden rooli liiketoiminnan kehityksessä ja kansainvälistymisessä.....	84
7.4 Johtopäätökset liiketoimintamahdollisuuksien kehityksen tukemisesta	85
8. Yhteenveto ja johtopäätökset	87
LÄHTEITÄ JA TAUSTA-AINEISTOJA.....	89
Liite. Uusiutuvan ja kotimaisen energian potentiaali Suomessa	91

1. TAUSTA

Euroopan unionilla on pitkä historia energiapolitiikan koordinoinnissa, painottuen erityisesti ilmastopolitiikkaan. Energiapolitiikastaan kukin jäsenmaa on kuitenkin huolehtinut itse. Huhtikuussa 2009 julkaistiin lainsäädäntöpaketti, joilla asetettiin vuoden 2020 hiilidioksidipäästö-, uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden tavoitteet, ns. 20-20-20-tavoitteet. Vuonna 2011 julkaistu Energiatiekartta 2050 asetti päästövähennystavoitteeksi 80-95 % vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoden 1990 tasoon. Vuoden 2014 alussa Euroopan komissio teki ehdotuksen energiapoliittisista tavoitteista vuodelle 2030, jotka asettaisivat energiapolitiikan suuntaviivat vuoden 2020 jälkeiselle ajalle. Eurooppa-neuvosto sopi tavoitteiden suurista linjoista lokakuussa 2014. Tavoitteiksi vuodelle 2030 on ehdotettu:

- kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä 40 %:lla vuoteen 1990 verrattuna, jaettuna päästökauppasektorin (-43 % / 2005) ja ei-päästökauppasektorin (-30 % / 2005) kesken
- uusiutuvan energian EU-tason tavoitteeksi 27 % EU:ssa kulutetusta energiasta
- energiatehokkuuden parantamista 27 %:lla
- päästökauppajärjestelmän uudistamista markkinavakausvarannolla

Näiden tavoitteiden lopullinen muoto ja vaikutus sekä energiasektorille että muille talouden sektoreille on vielä epäselvä. Tavoitteisiin pääsemiseksi keskeiseksi ohjauskeinoksi on valittu päästökauppa. Tällä hetkellä päästökaupan vaikutus on kuitenkin toivottua selvästi pienempi, ja jäsenvaltioilla onkin käytössään vaihtelevia muita ohjauskeinoja, kuten uusiutuvan energian tukia. Päällekkäiset ohjauskeinot ovat osaltaan heikentäneet päästökaupan toimintaa, ja toisaalta taloustilanteen muutokset heijastuvat päästöoikeuden hintaan voimakkaasti nykyisessä päästökauppajärjestelmässä.

Vuoden 2020 energia- ja ilmastotavoitteissa päästöjen vähennystavoitteen lisäksi uusiutuvalle energialle asetettiin maakohtaiset sitovat tavoitteet, joihin on pyritty maakohtaisilla tukimekanismeilla. Näitä tukimekanismeja on kritisoitu markkinoita vääristäviksi sen lisäksi, että ne osaltaan vesittävät päästökaupan toimintaa. Vuoden 2030 tavoitteissa on pyritty pääsemään eroon päällekkäisistä ohjauskeinoista ja päästöjen vähennystavoite on asetettu päällimmäiseksi tavoitteeksi. On kuitenkin vielä epävarmaa, minkälaisilla ohjauskeinoilla tavoitteisiin tullaan pyrkimään, sillä uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden tukemiseksi voi käytössä olla erilaisia ohjauskeinoja myös vuoden 2020 jälkeen.

Maakohtaisista uusiutuvan energian tavoitteista luopuminen voi johtaa siihen, että uusiutuvan energian investoinnit keskittyvät jatkossa tiettyihin jäsenmaihiin ja teknologioihin. Jotta voitaisiin arvioida uusiutuvan energian, erityisesti tuuli- ja aurinkoenergian, investointien kehitystä Suomessa, on arvioitava niiden kannattavuutta sähkön hintakehitystä vasten sekä toisaalta Suomen houkuttelevuutta investointikohteena muihin maihin verrattuna. Uusiutuvan energian investointien kustannukset on arvioitava teknologioittain koko Euroopan tasolla ja tarkasteltava tältä pohjalta miten tavoitteisiin Euroopan tasolla voidaan päästä ja mitä tämä tarkoittaa Suomelle.

Mikäli päällekkäisistä ohjauskeinoista pääosin luovutaan, ja koska päästötavoitteet ovat tiukat, voidaan päästöoikeuden hinnan olettaa nousevan merkittävästi nykytasosta. Tämä nostaa myös sähkön markkinahintaa, tosin tulevaisuudessa entistä vähemmän, sillä päästöjä aiheuttavan tuotannon osuus sähköntuotantokapasiteetista laskee tulevaisuudessa. Erilliset ohjauskeinot uusiutuvalle energialle ja energiatehokkuudelle taas voivat johtaa alhaisempaan

päästöoikeuden hintaan, mutta kasvaviin tukikustannuksiin. EU:n ilmastopolitiikan tavoitteiden toteutuskeinojen lopullinen muoto ja vaikutukset sekä energiasektorille että muille talouden sektoreille ovat vielä hyvin epäselviä, ja muutokset energiamarkkinoiden toimintaan, teollisuuteen ja uuden teknologian käyttöönottoon voivat olla hyvin vaihtelevat.

2. EU 2030 ENERGIA- JA ILMASTOLINJAUSTEN TOTEUTUSVAIHTOEHDOT

EU:n vuodelle 2050 asetettu tavoite on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 80-95 % vuoteen 1990 verrattuna (Euroopan komissio, 2011). Jotta vuoden 2050 tavoitteeseen päästään, EU on laatinut välitavoitteita. Viimeisimmät tavoitteet ovat olleet vuoden 2020 ilmasto- ja energiapolitiikan tavoitteet. Seuraavia tavoitteita eli EU:n 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan linjauksia ollaan asettamassa ja Euroopan komissio on tehnyt tavoitteista esityksen (Euroopan komission, 2014c).

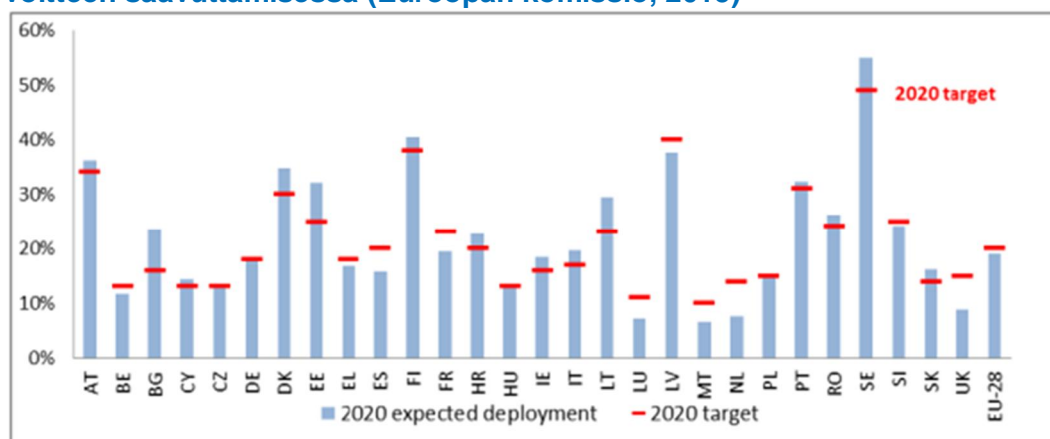
2.1 EU:n menestyminen 2020 tavoitteiden saavuttamisessa

EU:n ilmasto- ja energiapaketti vuodelle 2020 sisälsi kolme tavoitetta; 20 %:n päästövähennys, 20 %:n uusiutuvan energian osuuden lisäys ja 20 %:n energiatehokkuuden lisäys verrattuna vuoden 1990 tasoihin (Euroopan komissio, 2010). Asetettujen tavoitteiden määrävuoteen on tällä hetkellä aikaa alle viisi vuotta, joten nyt on jo nähtävissä kuinka nykyiset linjaukset ovat toimineet ja ollaanko tavoitteisiin pääsemässä.

Päästötavoite on Euroopassa jaettu päästökauppasektorin Euroopan laajuiseen päästökatoon sekä ei-päästökauppasektorin maakohtaisiin tavoitteisiin. Päästökaupan päästökaton avulla varmistetaan, että tavoitteeseen tullaan pääsemään päästökauppasektorilla. Euroopan komission tiedonannossa ”*Edistymisen Kioton pöytäkirjan ja Eurooppa 2020 – strategian tavoitteiden saavuttamisessa*” (Euroopan komissio, 2014a) tarkastellaan EU:n menestymistä päästötavoitteen saavuttamisessa EU-tasolla ja jäsenmaittain. Arvion mukaan jäsenmaatasolla kaikki maat eivät saavuta päästötavoitteitaan, mutta EU-tasolla 20 prosentin päästövähennystavoitteeseen päästäisiin.

Kuvassa 2-1 on esitetty arvio siitä, miten EU:n jäsenmaiden arvioidaan täyttävät uusiutuvan energian tavoitteensa. Komission arvion perusteella osa jäsenmaista ei saavuta tavoitteitaan, mutta toisaalta osa jäsenmaista näyttää ylittävän tavoitteet. Arvion mukaan EU:n 20 % kokonaistavoitteesta jäätäisiin hieman.

Kuva 2-1 – EU:n jäsenmaiden arvioitu menestyminen uusiutuvan energian tavoitteen saavuttamisessa (Euroopan komissio, 2015)



Energiatehokkuuden osalta viimeaikaisten arvioiden mukaan näyttää siltä, että EU ei saavuta 20 % tavoitetta. Komission arvion mukaan EU saavuttaa 18-19 % energiatehokkuuden kasvun, eli tavoitteesta jäädään noin 1-2 %. (Euroopan komissio, 2014b.)

2.2 Euroopan komission lausunnot vuoden 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan tavoitteiksi

Euroopan komissio julkaisi tammikuussa 2014 tiedonannon ”*Ilmasto- ja energiapolitiikan puitteet vuosille 2020-2030*” (Euroopan komissio, 2014c). Tiedonannossa määritellään alustavasti ilmasto- ja energiapolitiikan tavoitteet vuoteen 2030, ja asetetaan ilmasto- ja energiapolitiikan linjauksille kriteerejä.

Tiedonannossa päästövähennystavoitteeksi ehdotetaan 40 %:n vähennystä vuoden 1990 päästötasoista. Tämä tavoite jaettaisiin päästökauppasektorin ja päästökauppasektoriin kuulumattomien alojen välille siten, että päästövähennys päästökauppasektorilla olisi 43 % ja päästökauppasektorin ulkopuolella 30 % vuoden 2005 päästöihin verrattuna. (Euroopan komissio, 2014c.)

Komission mukaan päästökauppasektorin ulkopuolinen päästövähennystavoite tullaan jakamaan jäsenvaltioille. Jäsenvaltioiden päästövähennystavoitteista tehdään sitovia tavoitteita. (Euroopan komissio, 2014c.)

Uusiutuvan energian osalta tavoite olisi tiedonannon mukaan 27 %:n osuus energiankulutuksesta. Komission mukaan uusiutuvan energian 27 %:n tavoitteeseen tulisi päästä jo pelkästään 40 %:n päästövähennystavoitteella. Lisäksi, toisin kuin vuoden 2020 ilmasto- ja energia-paketissa, uusiutuvan energian tavoitetta ei jaettaisi sitoviksi tavoitteiksi jäsenvaltioille, vaan tavoite olisi vain EU-laajuinen tavoite. Jotta 27 %:n tavoitteeseen päästään, on komission tiedonannon mukaan arvioitu että uusiutuvan energian osuus sähkönkulutuksesta tulisi olla vähintään 45 % vuonna 2030. (Euroopan komissio, 2014c.)

Energiatehokkuuden osalta komissio toteaa tiedonannossa, että 40 %:n päästövähennystavoitteeseen pääseminen edellyttää energiatehokkuuden parantumista 25 %:lla verrattuna vuoden 1990 tasoon. Komissio nostaa esille myös sen, että vuodelle 2020 asetettuun tavoitteeseen ei arvioiden mukaan olla pääsemässä. Sen vuoksi komissio peräänkuuluttaa tarvetta tarkastella nykyisiä toimia ennen kuin sitovia päätöksiä tehdään. (Euroopan komissio, 2014c.)

Yhteenvetona voidaan siis todeta, että sekä uusiutuvan energian tavoite että energiatehokkuustavoite on linjattu siten, että ne tukevat 40 %:n päästövähennys-tavoitetta. Huomioiden kuitenkin monien jäsenmaiden nykyiset mittavat uusiutuvan energian tuet ja kansalliset tavoitteet uusiutuvan energian tuotannon lisäämiseksi, liittyy erityisesti uusiutuvan energian investointien toteutumiseen ja mahdollisiin tukijärjestelmiin 2020-2030 ajanjaksolla merkittävää epävarmuutta. Uusiutuvan energian tukemisella voi olla myös muita poliittisia tavoitteita, kuten omavaraisuuden lisääminen, tuontipolttoaineiden tai ydinvoiman korvaaminen ja työllisyyden tukeminen.

2.3 Epävarmuudet Euroopan unionin ja eri Euroopan maiden energia- ja ilmastopoliittisten ohjauskeinojen suhteen

Komission tiedonannossa ”*Ilmasto- ja energiapolitiikan puitteet vuosille 2020-2030*” (Euroopan komissio, 2014c) määritellään, että päästötavoitteen saavuttamiseksi keskeinen ohjauskeino tulisi olla päästökauppa. Vuoden 2020 tavoitteissa ja ohjauskeinoissa päästökaupan rooli on jäänyt pienemmäksi, sillä mm. uusiutuvan energian tukijärjestelmien ja alhaisen talouskasvun seurauksena päästöoikeuksien ylijäämä on ollut merkittävä. Päästökauppajärjestelmää tulisi komission mukaan kuitenkin uudistaa niin, että päästökauppajärjestelmässä ei olisi liikaa rakenteellista ylijäämää. Käytännössä ylijäämää tullaan hillitsemään markkinava-kausvarannolla, jolloin päästökauppajärjestelmä tulee toimimaan tehokkaampana ohjauskeinona. Komission vaikutusarvioinnissa (Euroopan komissio, 2014d) on mallinnuksessa päädytty uusiutuvan energian osalta 27 %:n tasoon loppuenergian kulutuksesta pelkän 40 % päästövähennystavoitteen seurauksena.

Toisaalta tiedonannossa (Euroopan komissio, 2014c) mainitaan, että jäsenmaiden tulisi toimittaa EU:lle suunnitelma toimistaan uusiutuvan energian tavoitteiden saavuttamiseksi. Huomioiden tämä vaatimus ja toisaalta monien maiden omat uusiutuvan energian tavoitteet ja nykyisin käytössä olevat kansalliset ohjauskeinot, ei olekaan itsestään selvää, että uusiutuvan energian tuista oltaisiin kokonaan luopumassa kaikissa EU-maissa.

Komission tavoitteena on päästötavoitteiden lisäksi myös luoda yhtenäisemmät energiamarkkinat, jolloin myös uusiutuvan energian edistämistä voidaan tarkastella maakohtaisen rajauksen sijaan alueellisesti tai koko EU:n tasolla. Jos tarkastellaan EU-tasolla uusiutuvan energian 27 %:n tavoitteen täyttymistä, voidaan tavoite saavuttaa kustannustehokkaimmin investoimalla uusiutuvaan energiaan maantieteellisistä rajoista välittämättä, hyödyntäen edullisimmat potentiaalit ensin. Tavoitteiden asettaminen tiukasti jäsenmaatasolla voi johtaa myös siihen, että joissain jäsenmaissa päädytään vain vaadittuun tavoitteeseen, eikä sitä välttämättä ylitetä, vaikka kustannustehokasta potentiaalia uusiutuvan energian kasvuun olisi enemmän kuin muissa Euroopan maissa. Komissio ei kuitenkaan ole esittänyt yhtenäistä uusiutuvan sähköntuotannon tai yleisemmin energiantuotannon EU-laajuista tukijärjestelmää, sillä tavoitteena on säilyttää päästökauppa ensisijaisena ohjauskeinona.

3. EU:N 2030-LINJAUSVAIHTOEHTOJEN VAIKUTUKSET EU-TASOLLA

Tässä selvityksessä on tarkasteltu EU:n energiamarkkinoita mallintamalla erilaisten ohjauskeinojen vaikutuksia sähkö- ja päästöoikeusmarkkinoihin, energiasektorin investointeihin EU:ssa (sisältäen myös Norjan ja Sveitsin) sekä Suomen omien energia- ja ilmastotavoitteiden toteutumiseen. Vuosien 2020-2030 ohjauskeinojen ollessa vielä epävarmoja päädyttiin työssä tarkastelemaan erilaisia skenaarioita päästökaupan ja uusiutuvan energian tukien roolista eri Euroopan unionin jäsenmaissa. Skenaariot on kuvattu tarkemmin kappaleessa 3.3. Seuraavissa kappaleissa kuvataan mallinnuksessa käytetyt mallit, sekä yleiset lähtöoletukset.

3.1 Pöyryn markkinamallinnus ja mallien kuvaus

Työssä on mallinnettu valittujen skenaarioiden vaikutuksia koko Euroopassa vuoteen 2030 saakka perustuen Pöyryn sähkömarkkinamalliin (BID3), uusiutuvan energian malliin (Eureno) ja päästöoikeusmalliin (Carbon), jotka on kaikki integroitu yhdeksi malliksi. Mallinnuksen tuloksena saadaan sähkön hintaennusteet kaikille Euroopan maille tai sähkön hinta-alueille, investoinnit eri teknologioihin sähkösektorilla (uusiutuva energia, ydinvoima, kaasu, hiili, muut polttoaineet) ja päästöoikeuden hinta Euroopassa. Uusiutuvan energian osalta mallinnuksen perusteella tarkastellaan investointien sijoittumista teknologioittain eri maihin eri skenaarioissa. Investointien toteutumisen mallinnus perustuu uusiutuvan sähköntuotannon kustannuskäyriin ja alueellisiin potentiaaleihin sekä uusiutuvan sähköntuotannon tavoitteisiin niissä skenaarioissa, joissa tavoitteet on asetettu. Mallinnuksen tavoitteena on tarkastella kehitystä vuoteen 2030 saakka, mutta mallinnus on tehty vuoteen 2040 saakka, jotta voidaan huomioida myös vuoden 2030 jälkeiset päästövähennystavoitteet.

3.1.1 BID3-malli

Sähkömarkkinoita on mallinnettu Pöyryn sähkömarkkinamalli BID3:lla, jolla voidaan mallintaa Euroopan sähkömarkkinoita tuntitasolla. Tuntikohtaisten sähkön kulutustietojen, käytettävissä olevan tuotantokapasiteetin ja tuotantokustannusten ja säätilatekijöiden (esim. sateisuus, tuulisuus) pohjalta malli määrittelee sähkön hinnat tunneittain jokaiselle hinta-alueelle. Malli optimoi sähkömarkkinoita tasapainottamalla tuotannon ja kulutuksen tuntitasolla ja minimoi-malla sähköntuotannon muuttuvia kustannuksia. Vesivoiman osalta malli huomioi veden arvon ja vesivoiman tuotanto perustuu vesivoimatuottajien veden arvon maksimointiin.

Mallin lähtöarvoina toimivat laitostietokanta, kulutusennusteet, aurinko- ja tuuliennustukset ja polttoaineiden hintaennusteet. Laitostasoinen mallinnus perustuu Pöyryn laitostietokantaan, jota päivitetään useita kertoja vuodessa. Kulutusennuste tehdään maiden sähkönsiirtoyhtiöiden arvioiden ja Pöyryn oman arvion pohjalta. Kulutusprofiilien määrittelyssä lähtötietoina käytetään aikaisempien vuosien toteutuneita kulutusprofiileja ja eri sektoreiden kulutusprofiileja.

Vaihtelevan uusiutuvan energian tuotantoennusteessa BID3-malli ottaa huomioon toteutuneet tuulen nopeudet ja auringon säteilymäärät aikaisemmilta vuosilta. Datan pohjalta malli ennustaa tulevaisuuden tuuli- ja aurinkoenergian tuotantoa.

3.1.2 Euren-malli

Pöyryn Euren-mallilla mallinnetaan uusiutuvan energian tuotantokapasiteetin muutoksia Euroopassa. Euren-malli kehitettiin mallintamaan EU:n 2020 ilmasto- ja energiatavoitteiden vaikutuksia, ja sitä on jatkettu vuodelle 2030.

Euren-malli sisältää uusiutuvan energian tarjontaan vaikuttavat tekijät, kuten investointikustannukset, käyttökustannukset ja uusiutuvan energian potentiaalin. Näiden avulla malli muodostaa uusiutuvan energian tarjontakäyrät maittain. Lisäksi malli tarkastelee uusiutuvan energian kysyntään vaikuttavia tekijöitä, eli energian kokonaiskysyntää ja uusiutuvan energian tavoitteita EU- ja jäsenmaatasolla. Malliin on myös rakennettu eri uusiutuvan energian tukimuodot ja niiden vaikutus uusiutuvan energian tuotantoon.

Näiden tietojen pohjalta malli antaa vuositasolla eri uusiutuvan energian investoinnit tuotantomuodoittain, investointien sähkön markkinahinnan päälle vaatiman tuen kustannukset mikäli malliin asetetaan kiinteä tavoite uusiutuvalla, sekä tuloksena saavutettavan hiilidioksidipäästöjen vähentymisen. Mallinnus tehdään jäsenmaatasolla, joten sen avulla on mahdollista tarkastella tulevaisuuden uusiutuvan energian tuotantomääriä sekä investointien sijoittumista maittain.

3.1.3 Carbon-malli

Carbon-mallin avulla voidaan mallintaa EU:n päästökaupan vaikutuksia ja päästökaupan hintakehitystä. Malli tarkastelee päästövähennyspotentiaalia ottamalla huomioon polttoainevaihdokset ja päästöttömän tuotannon lisäyksen sähköntuotannossa ja päästökauppaan kuuluvalla lämpösektorilla, sekä päästökaupan alaisen teollisuuden päästövähennyspotentiaalin teollisuusaloittain. Sähköntuotannon polttoainevaihdokset mallinnetaan BID3-mallin polttoainehintaskenaarioita hyödyntäen. Niiden avulla mallinnetaan polttoainevaihdoksiin perustuva päästövähennyspotentiaali. Päästökaupan alaisen teollisuuden päästövähennykset arvioidaan teollisuussektoreittain pohjautuen teknologiamuutoksiin ja parannuksiin, tehokkuuden paranemiseen ja polttoainevaihtoihin. Lisäksi vähennysten määrään otetaan huomioon CDM- ja JI-oikeuksien vaikutus.

Tarve päästövähennyksille määritellään vertailemalla ns. business as usual – skenaariota päästövähennystavoitteeseen. Business as usual -skenaario luodaan BID3-mallilla siten, että päästöoikeuksien hinnaksi määritellään 0 €/t. Näin saadaan malli, jossa päästökaupan päästöjä vähentävää vaikutusta ei ole mukana, mutta huomioidaan kuitenkin mahdollinen uusiutuvan energian tuotannon lisäys (joko tukien vaikutuksesta tai mikäli investoinnit ovat kannattavia ilman tukia) ja muut Euroopan tulevaisuuden tuotantokapasiteettiin ja tuotantorakenteeseen liittyvät oletukset. Tätä tulosta verrataan päästövähennystavoitteisiin ja tuloksena saadaan päästövähennystarve.

Carbon-mallissa pyritään minimoimaan päästövähennysten kustannukset. Päästöoikeuksia voidaan säästää ja siirtää tuleville vuosille, mistä johtuen mallissa optimoidaan samanaikaisesti useita vuosia pitkällä, 20 vuoden ennustusikkunalla. Mallin oletus pitkästä ennakoitavuudesta ei kaikilta osin vastaa todellisuutta, sillä tällä hetkellä nähtävissä on, että toimijat markkinoilla eivät optimoi kysyntää ja tarjontaa näin pitkän aikavälin yli.

Markkinavakausvaranto tarkoittaa, että mikäli ylijäämä markkinoilla kasvaa yli määritellyn rajan, osa ylijäämästä siirretään varantoon. Vastaavasti kun ylijäämä on riittävän pieni, vapautetaan päästöoikeuksien varannosta takaisin markkinoille. Molemmassa toimenpiteissä on kuitenkin kahden vuoden viive, sillä varantoon siirtäminen tai sieltä vapauttaminen tapahtuu

kahden vuoden takaisen tilanteen perusteella. Markkinavakausvaranto vaikuttaa siten, että lähivuosina ylijäämän ollessa hyvin suuri päästöoikeuksia siirretään varantoon ja vuoden 2030 paikkeilla päästöoikeuksia jälleen vapautuisi varannosta.

3.2 Mallinnuksen skenaariot ja lähtöarvot

3.2.1 Yleiset lähtöarvot

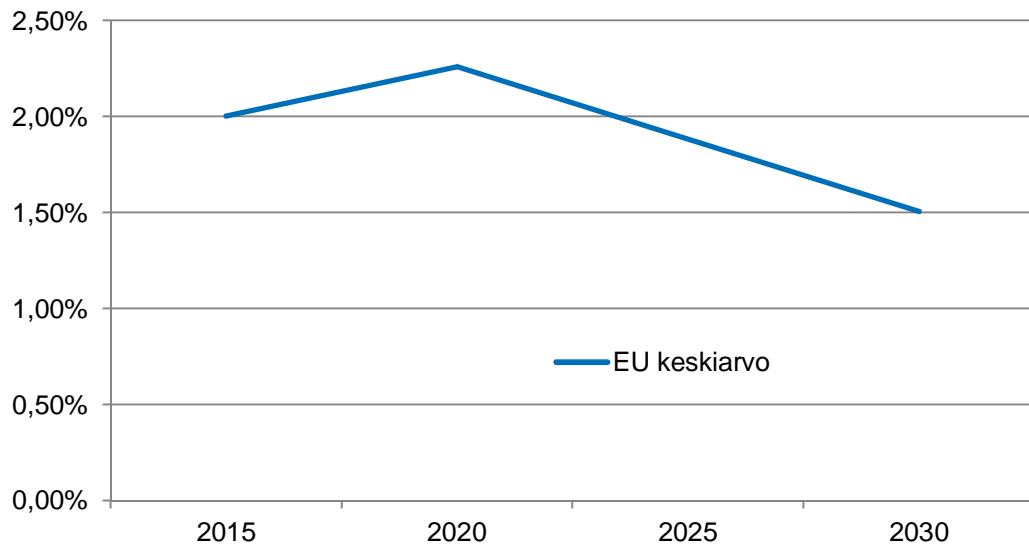
Mallinnuksessa käytetyt inflaatio-odotukset on esitelty taulukossa 3-1. Inflaation odotetaan kasvavat kahteen prosenttiin vuoteen 2018 mennessä, ja pysyvän 2 prosentin tasolla sen jälkeen. Inflaatio-oletus perustuu lähivuosille Reutersin ennusteisiin ja pidemmällä tulevaisuudessa inflaation oletetaan pysyvän vakiona.

Taulukko 3-1 – Mallinnuksessa käytetty inflaatio

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Euroalueen inflaatio	0 %	1 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %

EU-tasoinen keskiarvoinen bruttokansantuotteen kasvuennuste on esitelty kuvassa 3-1. Keskiarvoon on laskettu EU-28 maiden lisäksi Norja ja Sveitsi. Mallinnuksessa arvioidaan, että BKT:n vuotuinen kasvu laskee 1,51 prosentin tasoon vuoteen 2030 mennessä.

Kuva 3-1 – EU:n keskiarvoinen vuosittainen bruttokansantuotteen kasvunuste (IMF 2014 ja Pöyryn analyysi)



Suomen osalta työssä on tarkasteltu tarkempia sektorikohtaisia ja muiden maiden oletuksista eroavia kasvuennusteita. Kasvuennusteet perustuvat VATT:n VATTAGE-mallilla tekemiin ennusteisiin siitä, kuinka hallituksen strateginen ohjelma vaikuttaa talouteen. Taulukossa 3-2 on esitelty VATT:n mallinnuksen perusskenaariion talouskasvuoletukset. Näitä oletuksia on käytetty tämän työn skenaarioissa määrittelemään sähkönkulutuksen kasvua Suomessa vuoteen 2030 lukuun ottamatta matalan kasvun skenaariota (kts. luku 4.4), jossa kasvuennuste on selvästi matalampi.

Taulukko 3-2 – Talouskasvuoletukset VATT:n perusskenaariossa 14.10.2015

	Vuosiskasvu, %		
	2015-2020	2020-2025	2025-2030
Toimiala			2030-2035
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
Total	2,2	2,9	2,7

3.2.2 Polttoaineiden hintaennusteet

Polttoaineiden hintoina on työn kaikissa skenaarioissa käytetty samoja hintatasoja lukuun ottamatta erillistä matalan kasvun skenaariota Suomelle. Polttoaineiden hintakehitys vuoteen 2020 saakka perustuu EU Reference Scenario 2015 –työssä käytettyihin polttoainehintoihin. Vuodesta 2020 eteenpäin fossiilisten polttoaineiden hinnat on em. työstä poiketen pidetty kuitenkin vakiona. Fossiilisten polttoaineiden hintakehitykseen liittyy merkittävää epävarmuutta pitkällä ja lyhyellä aikavälillä. Kohoavat fossiilisten polttoaineiden hinnat helpottavat tavoitteisiin pääsyä tulevaisuudessa ja nostavat mm. sähkön markkinahintaa tehden investoinnit uusiutuvaan energiaan kannattavammaksi. Nykyiseen hyvin matalaan hintatasoon nähden

oletetut fossiilisten polttoaineiden hintatasot ovat korkeita, mutta pidemmällä aikavälillä mahdollisia. Tarkasteluissa päädyttiin pitämään polttoainehinnat vuodesta 2020 eteenpäin vakiona hintojen kohoamisoletuksen sijaan, sillä pidemmällä tulevaisuudessa kysynnän ja tarjonnan tasapaino voi muuttua mm. uusiutuvan energian roolin kasvaessa ja teknologioiden kehittyessä. Mikäli polttoainehinnat nousevat oletusta korkeammiksi, mahdollisia tukia uusiutuville ja kotimaisille energialähteille tarvitaan arvioitua vähemmän. Vastaavasti alhaisemmillä hintatasoilla voi tarve nousta suuremmaksi. Nykyisen alhaisen hintatason jatkumisen vaikutuksia on tarkasteltu erikseen matalan kasvun skenaariossa kappaleessa 5.

Mallinnuksessa käytetyt öljyn, maakaasun ja hiilen hinnat on esitelty taulukossa 3-3. Fossiilisten polttoaineiden hinnat ovat samat kaikissa kolmessa skenaariossa.

Taulukko 3-3 – Mallinnuksessa käytetyt öljyn, maakaasun ja hiilen hinnat

	2015	2020	2030
öljy (\$/barrel)	50	84,7	84,7
kaasu (€/MWh)	21,1	26,5	26,5
hiili (€/MWh)	7,3	7,9	7,9

Edellä esitetyt hinnat ovat keskimääräisiä tuontihintoja Eurooppaan ja kaasun osalta keskimääräinen markkinahinta EU:ssa. Mallinnuksessa on huomioitu maakohtaisia eroja polttoainehinnoissa aiheutuen mm. kuljetuskustannuksista perustuen nykyisiin eroihin hintatasoissa.

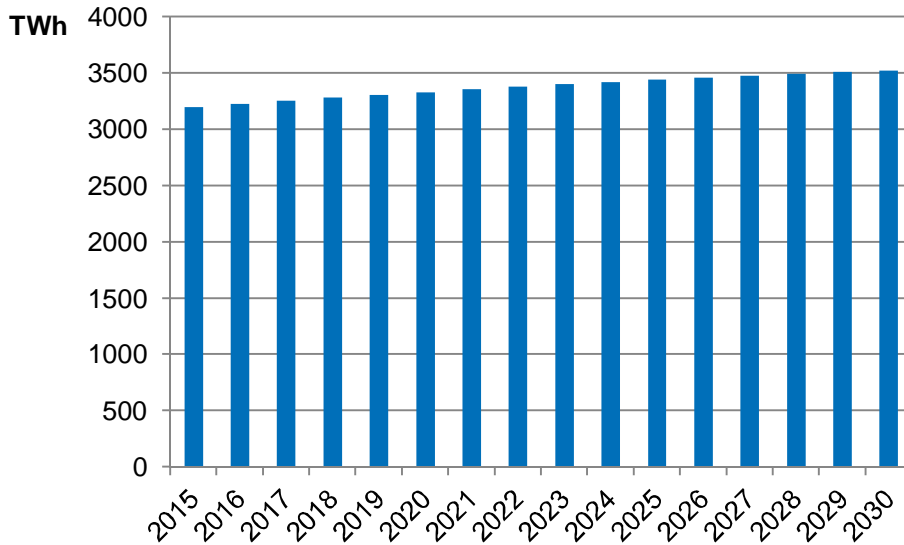
3.2.3 Sähkön kulutuksen kehitys

Sähkön kulutuksen mallintaminen perustuu energian kulutuksen ja bruttokansantuotteen yhteyteen sekä sähköintensiteetin kehitykseen. BKT:n arvioitu kehitys on esitetty kappaleessa 3.2.1 keskiarvona koko Euroopalle sekä erikseen Suomelle eri sektoreilla. Suomen osalta arvio perustuu VATT:n tuoreisiin arvioihin, kun taas Euroopan osalta kasvuennusteet ovat hieman alhaisempia, mutta kuitenkin melko korkeita nykyinen taloustilanne huomioiden.

BKT:n kasvun lisäksi sähkön kulutuksen arvioinnissa otetaan huomioon energiatehokkuuden vaikutus energian kysyntään. Malli huomioi myös liikenne- ja lämpösektorien kasvavan sähkön käytön. Sähköautojen sähkön tarpeen on oletettu kasvavan merkittävästi sähköautojen osuuden kasvaessa. Lämpösektorin sähkön kysynnän kasvussa on käytetty EU 2050 Heat roadmap business-as-usual skenaariota (Euroheat & Power, 2012). Tämän lisäksi malli ottaa huomioon muut, BKT:n kasvuun liittymättömät sähkön kysynnän kasvun lähteet.

Kuvassa 3-2 on esitetty sähkön kokonaiskulutuksen oletettu kasvu EU:ssa. Kokonaiskulutukseen on laskettu EU-28 maiden lisäksi Norjan ja Sveitsin kulutukset. Luvut sisältävät myös häviöt sähköverkossa. Kuva osoittaa että kokonaisuudessaan sähkön kulutuksen oletetaan kasvavan maltillisesti Euroopassa.

Kuva 3-2 – Sähkön kokonaiskulutuksen kasvu EU:ssa



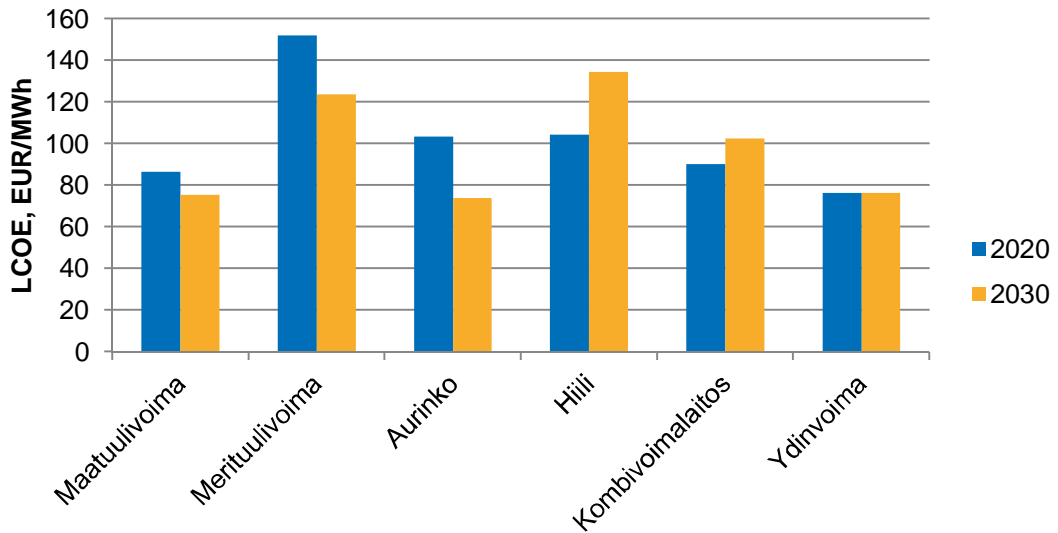
Suomen energiankulutuksen kehitystä on tarkemmin tarkasteltu kappaleessa 4.

3.2.4 Investointikustannusten kehitys

Sähkösektorin investointien mallinnuksessa käytetään Pöyryn arvioimia ominaisinvestointikustannuksia (€/kW) ja niiden arvioitua kehitystä teknologioittain. Investointikustannuksien lasku jo pitkälle kehittyneille teknologioille on arvioitu pieneksi. Esimerkiksi maatuulivoiman tai vesivoiman investointikustannusten ei odoteta laskevat merkittävästi. Kehitysvaiheessa olevien teknologioiden, kuten merituulivoiman ja aurinkoenergian, investointikustannusten arvioidaan laskevat enemmän. Aurinkoenergian investointikustannuksien arvioidaan putoavan 37 % vuosien 2020 ja 2030 välillä, kun taas maatuulivoiman investointikustannusten saman aikavälin laskun arvioidaan olevan 12 %.

Kuvassa 3-3 on esitetty mallinnuksessa käytetyt eri tuotantomuotojen keskimääräiset sähkön tuotantokustannukset (levelized cost of energy, LCOE) koko EU-alueella sisältäen sekä investointikustannukset että muut kiinteät ja muuttuvat kustannukset. Fossiilisten polttoaineiden osalta muuttuvat kustannukset vaihtelevat päästöoikeuden hinnan perusteella, ja LCOE-kustannukset vaihtelevan myös tuotantokapasiteetin keskimääräisen vuotuisen käyttömäärän perusteella. Tästä johtuen vaihtelevat myös tuotannon suhteen määritetyt investointikustannukset ja muut kiinteät kustannukset työssä käytetystä skenaariosta toiseen. Kuvassa on esitetty kustannukset Vain päästökauppa –skenaariossa (skenaariot esitellään kappaleessa 3.3) ja lauhdekapasiteetin huipunkäyttöajalla 3 500 tuntia. Muilta osin (esim. tuulivoima) huipunkäyttöajat perustuvat keskimääräisiin mallinnuksen antamiin huipunkäyttöaikoihin.

Kuva 3-3 – Eri tuotantomuotojen sähkön tuotantokustannukset (sisältää investointikustannukset) vuonna 2020 ja 2030



Uusiutuvien sähköntuotantomuotojen tuotantokustannusten arvioidaan laskevan, kun taas hiili- ja kaasulauhdevoimalaitosten (kombivoimalaitos) tuotantokustannusten arvioidaan nousevan vuodesta 2020 vuoteen 2030. Uusiutuvien sähköntuotantomuotojen tuotantokustannusten lasku johtuu pääosin laskevista investointikustannuksista teknologian kehittyessä, kun taas fossiilista polttoainetta käyttävien voimalaitosten tuotantokustannus kasvaa päästöoikeuden hinnan noustessa. Jo vuonna 2015 tehdyt investoinnit maatuulivoimaan ovat kilpailukykyisiä verrattuna hiilellä tai kaasulla tuotettuun sähkөөn erillistuotannossa. Vuonna 2030 myös aurinkovoima on kilpailukykyistä suhteessa hiilellä ja kaasulla tuotettuun sähkөөn.

Yllä esitetyt kustannukset ovat keskimääräisiä kustannuksia, ja hajonta investointikustannuksissa voi olla suurta erityisesti tuuli- ja aurinkosähkön osalta maakohtaisesti ja myös hankekohtaisesti. Tuotantokustannuksiin vaikuttaa merkittävästi myös oletettu pääoman tuottovaatimustaso etenkin pääomaintensiivisissä teknologioissa, kuten tuulivoimassa. Investointeihin liittyvät vähimmäistuottovaatimukset riippuvat mm. teknologian ja markkinoiden kehitystasosta ja maiden luottoluokitukset. Pääoman tuottovaatimukset eri teknologioiden osalta ovat tyypillisesti välillä 7-10 %. Esimerkkinä tuottovaatimuksen vaikutuksesta voidaan tarkastella tuulivoimaa, jossa tuottovaatimuksen lasku 10 %:n tasosta 5 %:iin laskee sähkön tuotantokustannusta noin 20 €/MWh vuonna 2020. Taloudelliseksi pitoajaksi kaikissa teknologioissa on oletettu 20 vuotta lukuun ottamatta ydinvoimaa, jonka taloudellinen pitoaika on oletettu olevan 30 vuotta.

3.2.5 Päästövähennystavoite

Mallinnuksessa käytetty päästövähennystavoite vuoteen 2030 on 40 % (verrattuna vuoden 1990 tasoon), joka jakautuu siten, että päästökauppasektorin vähennystavoite on 43 % ja päästökaupan ulkopuolisen sektorin vähennystavoite 30 %. Tämä tarkoittaa sitä, että vuoden 2020 jälkeen vuotuinen vähennysprosentti kasvaa 1,74 prosentista 2,2 prosenttiin.

Mallinnus on tehty vuoteen 2040 saakka, sillä päästöoikeuksien hintaan vuonna 2030 vaikuttaa myös vuoden 2030 jälkeinen tilanne. Esimerkiksi hiilivoimalaitos, joka rakennettaisiin vasta 2035, voisi teoriassa päästökauppajärjestelmän luonteen vuoksi ostaa päästöoikeudet

jo 2030, ja tallettamalla käyttöä ne vasta 2035. Myös markkinavakausvarannon vaikutuksen huomioiminen vaatii pidempää markkinamallinnusta.

3.3 Skenaariot

Tässä työssä on tarkasteltu kolmea erilaista politiikkaskenaariota, jotka on valittu kuvaamaan mahdollisia EU:n ilmasto- ja energiapolitiikan linjausten toteutusvaihtoehtoja pyrkien löytämään sähkösektorin osalta toisistaan selvästi eroavia skenaarioita. Skenaariotarkastelun tavoitteena on arvioida sähkön ja päästöoikeuksien hintojen mahdollisia kehityspolkuja sekä uusiutuvan energian investointien toteutumista ja kannattavuutta skenaarioissa, joissa käytettävät ohjausmekanismit eroavat toisistaan. 40 %:n päästövähennystavoite on komission asettamista 2030 tavoitteista selkeä päätavoite, ja sen saavuttamiseksi sähkösektorilla päästökauppa on tärkein ohjauskeino. Kaikissa kolmessa skenaariossa päästövähennystavoite on päästökauppasektorin osalta oletettu 43 %:n tasolle EU:n arvioiden mukaisesti, ja se oletetaan saavutettavan. Päästökauppajärjestelmä toimii kaikissa skenaarioissa ohjauskeinona, mutta skenaariot eroavat toisistaan sen perusteella, mitä muita ohjauskeinoja päästökauppajärjestelmän rinnalle oletetaan.

3.3.1 Skenaario 1: Vain päästökauppajärjestelmä

Vain päästökauppa –skenaariossa oletetaan, että päästökauppajärjestelmä on ainoa ohjauskeino EU:n 2030-tavoitteiden saavuttamiseksi. Skenaariossa uusiutuvalla sähköntuotannolle ei ole asetettu erikseen tavoitteita eikä investointien oleteta vuoden 2020 jälkeen toteutuvan nykyisten tukijärjestelmien perusteella, ellei investointeja ole jo sitä ennen hyväksytty tukijärjestelmään. Jo myönnettyjen tukien oletetaan säilyvän olemassa oleville laitoksille.

Päästötavoite päästökauppasektorille on asetettu EU:n arvioiden mukaisesti 43 %:iin. Investointien sähkösektorille oletetaan toteutuvan sähkön ja päästöoikeuksien hinnan sekä sähkön tarpeen perusteella, ja mallinnuksessa optimoidaan kapasiteetin kehitys nykytilanteesta minimoiden kokonaiskustannukset.

3.3.2 Skenaario 2: Kansalliset uusiutuvan energian tavoitteet

Toisessa skenaariossa oletetaan, että päästökauppajärjestelmän lisäksi asetetaan kansalliset uusiutuvan energian tavoitteet, joihin tarpeen mukaan pyritään maakohtaisilla tukijärjestelmillä. Tavoitteiden seurauksena uusiutuvan energian investoinnit toteutuvat eri maissa hieman eri tavoin jatkaen nykyistä kehityssuuntaa. Mallinnus on toteutettu siten, että jokaiselle maalle on asetettu uusiutuvan sähköntuotannon maakohtainen tavoite, joka maatasolla toteutetaan kustannukset minimoiden. Maakohtaiset tavoitteet on määritelty EU-laajuisesta tavoitteesta (oletettu sähkösektorilla 45 %) samalla taakanjaolla kuin 2020-tavoitteissa. Määrittelyssä jokaiselle maalle on asetettu yhtä suuri osuus EU-laajuisesta uusiutuvasta sähköntuotannosta kuin 2020 tavoitteita määriteltessä, huomioiden kuitenkin maakohtainen sähkön kysynnän kasvu. Investoinnit toteutuvat Pöyryn investointimallin osoittamassa edullisuusjärjestyksessä.

Kansalliset tavoitteet –skenaario vastaisi jossain määrin nykyistä tilannetta, koska pääsääntöisesti uusiutuvan energian tavoitteen jakautuminen jäsenmaille jatkuisi samanlaisena kuin tähän asti. Kansallisten tavoitteiden jako kuvastaa osin eri maiden erilaista valmiutta ottaa omia kansallisia tavoitteita ja sitoutua uusiutuvan energian lisäämiseen, eikä se täysin huomioi kustannustehokkainta tapaa uusiutuvan energian EU-laajuisen tavoitteen täyttämiseksi. Skenaariossa on oletettu, että jäsenmaat pyrkivät vain näihin tavoitteisiin mahdollisimman

kustannustehokkaasti maan sisällä, eivätkä maat ylitä tavoitteita tukijärjestelmien vaikutuksesta. Tavoitteet voivat kuitenkin ylittyä mikäli kustannustehokasta lisäyspotentiaalia olisi ilman tukijärjestelmiä.

Todellisuudessa maakohtaisiin tavoitteisiin pyrittäisiin todennäköisesti erilaisilla tukijärjestelmillä, jotka eivät käytännön toteutustavoista sekä kansallisista tavoitteista johtuen johda kustannustehokkaimpien teknologioiden ja projektien toteutumiseen. Ohjauskeinoilla voidaan myös päätyä lisäämään uusiutuvaa energiaa tavoitteita enemmän. Ohjauskeinoja voidaan kansallisesti suunnitella siten, että niillä tuetaan muita tavoitteita, kuten cleantech-sektorin kehitystä kansallisesti, aluepolitiikkaa tai muita yhteiskunnallisia tavoitteita. Näitä tukijärjestelmien vaikutuksia ja toteutustapoja ei kuitenkaan ole huomioitu tässä tarkastelussa, vaan järjestelmien on oletettu toimivan optimaalisesti uusiutuvan energian määrällisessä lisäämisessä. Mallinnuksessa ei ole esimerkiksi määritelty erikseen teknologiakohtaisia tavoitteita, vaan asetettu ainoastaan yksi uusiutuvan energian tavoite maakohtaisesti, ja mallinnuksen perusteella tavoite saavutetaan kustannustehokkaimmilla teknologioilla. Skenaarion tulokset ovat täten todennäköisesti liian optimistisia kustannustehokkuusnäkökulmasta uusiutuvan energian lisäämisessä ja markkinavaikutuksissa.

3.3.3 Skenaario 3: EU-tasoinen uusiutuvan energian tavoite

Kolmantena työssä tarkastellaan skenaariota, jossa EU:n uusiutuvan energian tavoite saavutetaan kustannusoptimaalisesti koko EU-alueella. Käytännössä tämä voitaisiin toteuttaa EU-tason yhteisellä teknologianeutraalilla uusiutuvan energian tukijärjestelmällä, mikäli tukea päästökaupan lisäksi tarvitaan. Mallinnuksessa EU-tasoisella uusiutuvan energian tavoitteella uusiutuvan energian projektit toteutuvat perustuen kustannustehokkuuteen, ei teknologiaan tai maantieteelliseen sijaintiin.

Mallinnuksessa skenaario toteutetaan siten, että tavoitteeksi asetetaan uusiutuvan energian 45 %:n osuus sähköntuotannosta koko Euroopassa. Investoinnit toteutuvat kustannusjärjestyksessä kunnes tavoite saavutetaan. Kansallisten tukijärjestelmien ollessa laajasti käytössä, ja EU:n toimien rajautuessa vain yhteistyöhön kannustamiseen, ei EU-laajuinen uusiutuvan energian tukijärjestelmä vaikuta tällä hetkellä ainakaan nopeasti toteutuvalta vaihtoehdolta. Se on kuitenkin valittu yhdeksi skenaarioksi tässä työssä, jotta voidaan tarkastella miten uusiutuvan energian tavoitteeseen voitaisiin päästä kustannustehokkaasti koko EU:n tasolla, jos maakohtaisista tukijärjestelmistä siirrytään kohti laajempia järjestelmiä ja päästökauppa itessään ei johda tavoitteen saavuttamiseen.

3.4 Skenaariomallinnuksen tulokset

Kaikki skenaariot on mallinnettu vuoteen 2040 saakka, mutta tulokset esitetään raportissa vain vuoteen 2030 asti. Mallinnus tehdään vuoteen 2040 saakka päästökauppajärjestelmän luonteen vuoksi.

Työssä mallinnetut kolme erilaista skenaariota ohjauskeinoista on yhteenvedona listattu taulukkoon 3-4 alla.

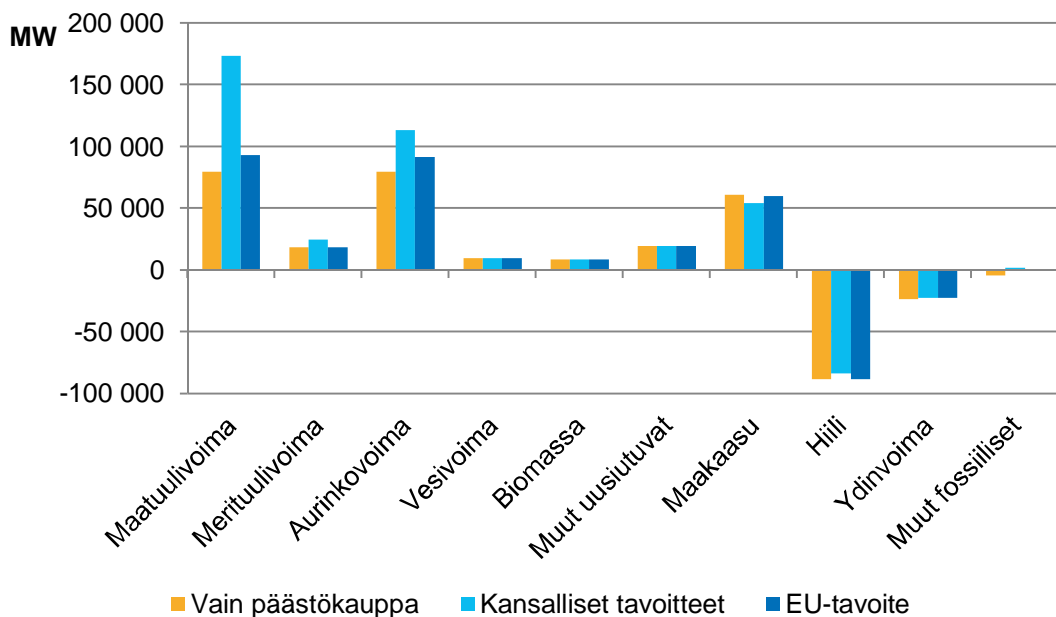
Taulukko 3-4 – Mallinnettavat skenaariot

	Skenaario 1: Vain päästö- kauppa	Skenaario 2: Kansalli- set tavoitteet	Skenaario 3: EU- tavoite
Päästökauppa	Päästökauppa ainoa ohjauskeino	Päästökauppa ohjaus- keinona kansallisten uusiutuvan energian tukijärjestelmien lisäksi	Päästökauppa ohjaus- keinona EU-laajuisen uusiutuvan energian tukijärjestelmän lisäksi
Uusiutuvan energian tavoite	Ei erillistä uusiu- tuvan energian tavoitetta	Kansalliset uusiutuvan energian tavoitteet	EU-laajuinen uusiutuvan energian tavoite

3.4.1 Sähkötuotantokapasiteetti ja investoinnit eri skenaarioissa

Sähkötuotantokapasiteetin kehitys eri skenaarioissa perustuu investointien mallinnukseen kaikissa Euroopan maissa. Mallinnuksen perusteella uusiutuva sähköntuotanto jakautuu teknologioittain hyvin samankaltaisesti eri skenaarioissa. Suurin ero skenaarioiden välillä on tuulivoiman määrässä. Kansalliset tavoitteet –skenaariossa investointeja maatuulivoimaan on selkeästi enemmän kuin muissa skenaarioissa. Kuvassa 3-4 on esitetty EU-tasolla sähköntuotannon investoinnit sekä kapasiteetin nettopoistuma teknologioittain vuodesta 2015 vuoteen 2030 mallinnuksen perusteella. Kuvaajassa on mukana EU-28 maiden lisäksi Norja ja Sveitsi.

Kuva 3-4 – Kapasiteetin nettomuutos sähköntuotannossa EU:ssa eri skenaarioissa nykyhetkestä vuoteen 2030



Merkittävin lisäys tuotantokapasiteetissa Euroopassa tapahtuu mallinnuksen perusteella tuulivoimassa, jonka määrä (maa- ja merituulivoima yhteensä) kasvaa skenaariosta riippuen noin 100-200 GW. Verrattuna nykyiseen noin 120 GW kapasiteettiin koko Euroopassa (EWEA 2015) kyseessä on merkittävä lisäys joka kaksin- tai jopa lähes kolminkertaistaa ka-

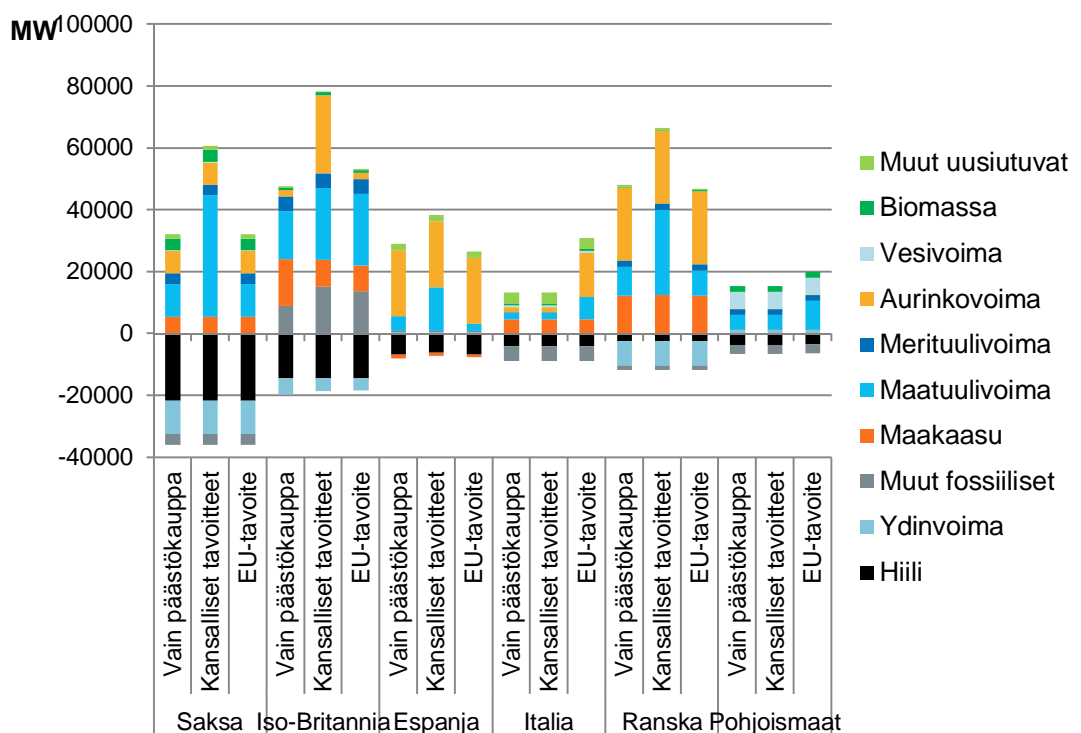
pasiteetin. Aurinkosähkön kapasiteetin oletetaan myös kasvavan voimakkaasti ja kapasiteetin noin kaksinkertaistuvan.

Mallinnuksen perusteella EU-alueen sähköjärjestelmästä poistuu merkittävä määrä hiililauhdekapasiteettia ja jonkin verran ydinvoimaa. Ydinvoiman osalta uudet investoinnit on asetettu lähtöarvoina suunnitteilla ja vireillä oleviin hankkeisiin perustuen. Maakaasun osalta nettomuutos on positiivinen, sillä maakaasun kilpailukyky suhteessa hiileen paranee päästöoikeuden hinnan noustessa. Säädettyä kapasiteettia tarvitaan myös korvaamaan poistuvaa hiilikapasiteettia.

Sähköntuotantokapasiteettia tulee kokonaisuudessaan selvästi eniten Kansalliset tavoitteet – skenaariossa, jossa EU-alueella investoidaan merkittävästi enemmän uusiutuvaan sähköntuotantokapasiteettiin kuin muissa skenaarioissa. Maakaasukapasiteetin lisäys on hieman pienempi tässä skenaariossa, mutta poistuma hiililauhteen osalta on pienempi kuin muissa skenaarioissa. Tämä johtuu skenaarion alhaisemmasta päästöoikeuden hinnasta (kts. kappale 3.4.4), mikä tekee hiililauhteen käytöstä edullisempaa kuin muissa skenaarioissa. Tästä johtuen sähköntuotannon kokonaiskapasiteetin määrä on skenaariossa selvästi korkeampi kuin muissa skenaarioissa, mikä heijastuu myös sähkön mallinnettuun hintaan (kappale 3.4.5).

Kuvassa 3-5 on tarkasteltu kapasiteetin nettomuutoksia erikseen Saksassa, Iso-Britanniassa, Espanjassa, Italiassa, Ranskassa ja Pohjoismaissa eri skenaarioissa. Kapasiteetin nettomuutos on laskettu nykyhetkestä vuoteen 2030. Saksan, Iso-Britannian, Espanjan ja Ranskan osalta uusiutuvan energian kapasiteetti on suurin Kansalliset tavoitteet – skenaariossa. Italiassa ja Pohjoismaissa uusiutuvan energian kapasiteetti on suurin EU-tavoite – skenaariossa. Näillä alueilla uusiutuvan energian potentiaalia voidaan ottaa käyttöön kustannustehokkaammin kuin monissa muissa Euroopan maissa. Italiassa muutos tapahtuu erityisesti aurinkoenergian määrässä, ja Pohjoismaissa tuulivoiman määrässä.

Kuva 3-5 – Kapasiteetin nettomuutokset sähköntuotannossa valituissa maissa eri skenaarioissa nykyhetkestä vuoteen 2030



Pohjoismaissa muutos johtuu hyvin suurelta osin Ruotsin investoinneista, ja Suomen osalta skenaarioiden välillä ei ole käytännössä eroa. Suomen tilannetta on tarkasteltu tarkemmin kappaleessa 5. Ruotsissa EU-tavoite –skenaariossa korkeampi tuulivoiman kapasiteetti johdetaan pääasiassa siitä, että Kansalliset tavoitteet –skenaariossa uusiutuvan sähköntuotannon lisäystavoitteet ovat kohtuulliset. Tavoitteet on asetettu 2020 tavoitteiden mukaisesti, ja nämä tavoitteet ollaan Pohjoismaissa jo ylittämässä tai saavuttamassa, toisin kuin osassa muita EU-maita (kts. kuva 2-1). EU-tavoite –skenaariossa kustannuksiltaan kilpailukykyiseen tuulivoimapotentiaaliaan investoitaisiin Ruotsissa selvästi enemmän, mutta Vain päästökauppa –skenaariossa tämä potentiaali ei toteudu pelkän sähkön hinnan perusteella. Mallinnuksen perusteella näyttäisi että tuulivoimainvestointien merkittävä lisäys edellyttäisi jonkinlaista tukijärjestelmää tai veloitetta ja korkeampia kansallisia tavoitteita.

Esimerkiksi Espanjassa taas investointeja aurinkosähkön tuotantoon tulisi kaikissa skenaarioissa merkittävä määrä, sillä aurinkosähkön tuotanto tulee Espanjassa kannattaviksi jo pelkän sähkön hinnan perusteella päästöoikeuksien hinnan noustessa Vain päästökauppa –skenaariossa mukaisesti (kts. kappale 3.4.3 ja 3.4.4). Espanjassa korkeampien kansallisten tavoitteiden asettaminen nostaa maatuulivoimainvestointien määrää, sillä aurinkovoiman edullisempi potentiaali on jo hyödynnetty. Iso-Britanniassa tilanne on arvion mukaan päinvastainen, sillä siellä tuulivoimapotentiaali kannattaa hyödyntää ensin, ja sen jälkeen lisätä aurinkoenergiaa, mikäli kansallinen tavoite uusiutuvalla energialle niin vaatii.

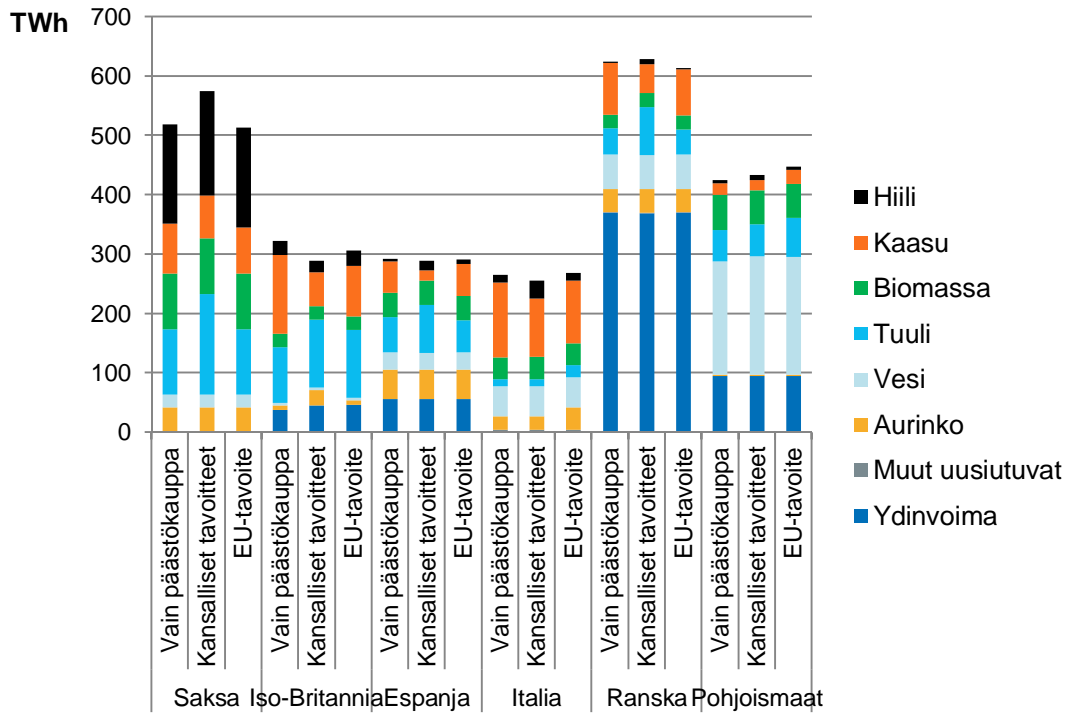
3.4.2 Sähkön tuotanto eri skenaarioissa

Nykyisen sähköntuotantokapasiteetin, arvioitujen ja mallinnettujen kapasiteetti-muutosten, sähkön tarpeen ja tuotantokustannusten perusteella työssä on mallinnettu sähkön tuotanto tuntitasolla kaikissa Euroopan maissa. Mallinnus huomioi myös mm. sähkön siirtoyhteydet eri maiden välillä. Siirtoyhteyksien kehitys perustuu suunnitteilla oleviin hankkeisiin ja niiden arvioituu toteutumiseen. Kokonaisuudessaan siirtoyhteyksien oletetaan lisääntyvän merkittävästi vuoteen 2030.

Kuvassa 3-6 on vertailtu esimerkkinä Saksan, Iso-Britannian, Espanjan, Italian, Ranskan ja Pohjoismaiden sähköntuotantoa vuositasolla eri skenaarioissa vuonna 2030. Pohjoismaiden tuotantoon on laskettu yhteen Suomen, Ruotsin, Norjan ja Tanskan sähköntuotannot.

Skenaarioiden suurimmat erot sähköntuotannon osalta liittyvät tuuli- ja aurinkosähkön tuotantoon sekä fossiilisten polttoaineiden käyttöön. Saksassa tuulivoiman määrä lisääntyy merkittävästi Kansalliset tavoitteet –skenaariossa muihin skenaarioihin verrattuna, kun taas Iso-Britanniassa tuulivoiman määrä on sama sekä Kansalliset tavoitteet, että EU-tavoite –skenaarioissa. Italiassa EU-tavoite –skenaariossa aurinkosähkön ja tuulivoiman osuus on suurempi kuin muissa skenaarioissa. Erot fossiilisten polttoaineiden käytössä eri skenaarioiden välillä selittyvät päästöoikeuden hinnalla eri skenaarioissa (tarkemmin kappaleessa 3.4.4). Kansalliset tavoitteet –skenaariossa päästöoikeuden hinta on tarkastelluista skenaarioista alhaisin, jolloin kaasun osuus jää pienemmäksi hiileen verrattuna.

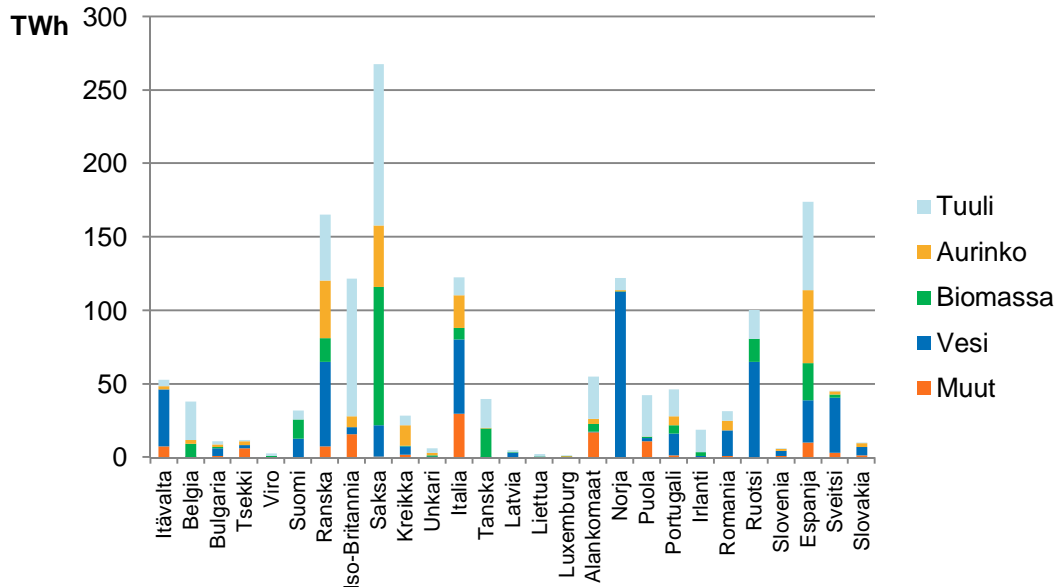
Kuva 3-6 – Sähkön tuotannon vertailu valituissa maissa vuonna 2030



Myös sähkön tuotannon kokonaismäärä maittain vaihtelee eri skenaarioissa. Saksassa sähköä tuotetaan eniten Kansalliset tavoitteet –skenaariossa, jossa uusiutuvaa lisätään eniten mutta myös hiililauhteella kannattaa tuottaa sähköä. Vastaavasti esimerkiksi Italiassa sähköä tuotetaan hieman vähemmän, kun kaasun käyttö ei ole yhtä kannattavaa kuin muissa skenaarioissa. Pohjoismaissa sähköä tuotetaan eniten EU-tavoite-skenaariossa, jossa tuulivoimainvestointien määrä on suurin, mutta myös kaasua käytetään enemmän yhteistuotannossa.

Kuvassa 3-7 on esitetty maittain uusiutuva sähkön tuotanto Vain päästökauppa – skenaariossa vuonna 2030. Taulukossa 3-5 on esitelty uusiutuvan sähkön tuotannon erot Kansalliset tavoitteet ja EU-tavoite –skenaarioissa verrattuna Vain päästökauppa – skenaarioon.

Kuva 3-7 – Uusiutuva sähköntuotanto EU-maittain Vain päästökauppa – skenaariossa vuonna 2030



Kansalliset tavoitteet –skenaariossa etenkin tuulivoimatuotannon määrä on huomattavasti suurempi kuin Vain päästökauppa –skenaariossa. Uusiutuvan energian tuotantoa on myös aurinkosähkön osalta enemmän Kansalliset tavoitteet –skenaariossa. Biomassan osalta kehitys on kuitenkin päinvastainen, vaikkakin ero on pieni. Kansalliset tavoitteet –skenaariossa päästöoikeuden hinta jää alhaiseksi, mikä ei kannusta biomassan käyttöön sähköntuotannossa.

Taulukossa 3-5 on kuvattu Kansalliset tavoitteet ja EU-tavoite –skenaarioiden erot Vain päästökauppa –skenaarioon. Taulukosta voidaan nähdä, että esimerkiksi Suomen osalta Kansalliset tavoitteet –skenaariossa on noin 0,7 TWh vähemmän biomassaan perustuvaa sähköntuotantoa kuin Vain päästökauppa –skenaariossa. Vastaavasti EU-tavoite skenaariossa biomassaan perustuvaa tuotantoa on noin 0,5 TWh vähemmän kuin Vain päästökauppa –skenaariossa. Saksassa tuulivoiman tuotantoa on Kansalliset tavoitteet –skenaariossa lähes 60 TWh enemmän kuin Vain päästökauppa –skenaariossa.

Taulukko 3-5 – Uusiutuvan sähköntuotannon erot Kansalliset tavoitteet- ja EU-tavoite –skenaarioissa Vain päästökauppa –skenaarioon vuonna 2030

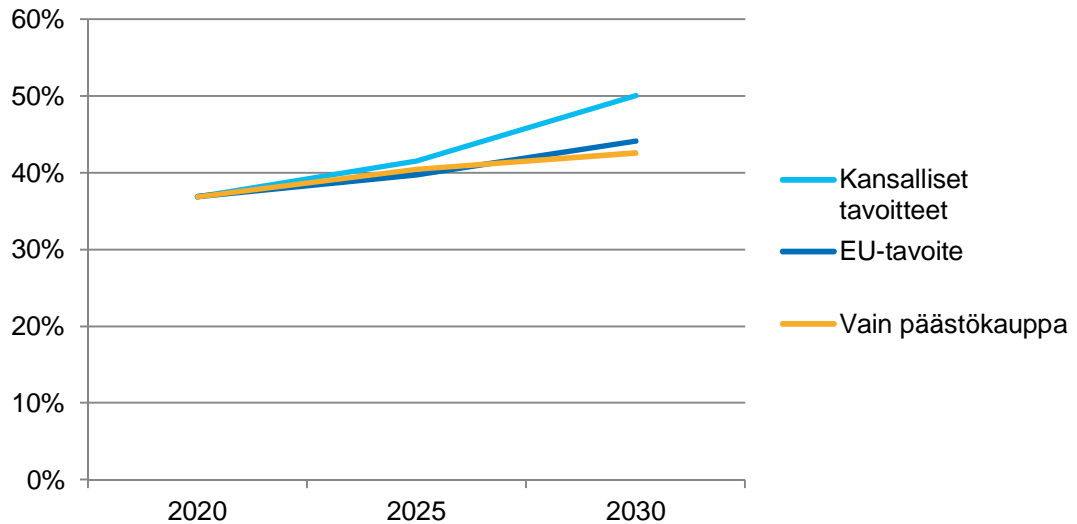
Tuotantomäärän erotus Vain päästökauppa -skenaarioon										
TWh	Kansalliset tavoitteet –skenaario					EU-tavoite -skenaario				
	Tuuli	Aurinko	Biomassa	Muut	Vesi	Tuuli	Aurinko	Biomassa	Muut	Vesi
Itävalta	+12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	+12.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Belgia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bulgaria	0.0	+3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tseki	0.0	+5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Viro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Suomi	0.0	0.0	-0.7	0.0	+0.3	0.0	0.0	-0.5	0.0	+0.2
Ranska	+36.6	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.1	0.0	0.0	0.0	+0.1
Iso-Britannia	+20.6	+18.7	0.0	0.0	-0.7	+20.6	0.0	0.0	0.0	-0.4
Saksa	+59.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kreikka	+24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Unkari	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.9	0.0	0.0	0.0
Italia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+8.0	+15.4	0.0	0.0	-0.2
Tanska	0.0	0.0	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0
Latvia	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Liettua	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Luxemburg	0.0	+0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	+0.2	0.0	0.0	0.0
Alankomaat	+16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Norja	0.0	0.0	0.0	0.0	+6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	+5.9
Puola	+16.0	0.0	-0.5	0.0	0.0	-8.3	0.0	-0.1	0.0	0.0
Portugali	+11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Irlanti	+8.5	0.0	0.0	0.0	-0.1	-4.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Romania	+11.2	+2.4	0.0	0.0	-0.2	0.0	+2.4	0.0	0.0	0.0
Ruotsi	0.0	0.0	0.0	0.0	+2.1	+11.9	0.0	0.0	0.0	+1.8
Slovenia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Espanja	+20.2	0.0	0.0	0.0	-0.2	-5.5	0.0	0.0	0.0	+0.1
Sveitsi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+0.1
Slovakia	+0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.1	0.0	0.0	0.0
Yhteensä	+225.2	+29.9	-1.8	0.0	+7.5	+31.6	+14.9	-0.8	0.0	+7.6

3.4.3 Uusiutuvan sähköntuotannon osuus eri skenaarioissa

Mallinnusten perusteella Kansalliset tavoitteet –skenaariossa päästään korkeimpaan uusiutuvan sähköntuotannon osuuteen sähkönkulutuksesta EU-tasolla. Vuoteen 2025 saakka eri skenaarioiden erot ovat hyvin pieniä, mutta sen jälkeen Kansalliset tavoitteet – skenaariossa uusiutuvan sähköntuotannon osuus kulutuksesta nousee voimakkaammin kuin muissa skenaarioissa saavuttaen 50 prosentin osuuden vuonna 2030. Tavoitteet maatasolla pyrittiin asettamaan siten että EU-tasolla saavutettaisiin 45 %:n osuus, mutta koska maakohtaisiin tavoitteisiin on päästävä kaikissa maissa, ja joissain maissa on taloudellisesti kannattavaa lisätä uusiutuvaa energiaa vielä enemmän, ylitetään asetettu tavoite tässä skenaariossa.

Kuvassa 3-8 on esitetty uusiutuvan sähköntuotannon osuudet sähkönkulutuksesta eri skenaarioissa EU-tasolla. Vain päästökauppa –skenaariossa uusiutuvan sähköntuotannon osuus sähkönkulutuksesta on 43 % ja EU-tavoite –skenaariossa 45 %. Mallinnuksen perusteella siis EU-tason tavoitteesta todennäköisesti jäätäisiin hieman, mikäli ohjauskeinona toimisi vain päästökauppa, jos oletetaan että uusiutuvan energian tavoite vaatisi sähkösektorilta 45 %:n osuutta.

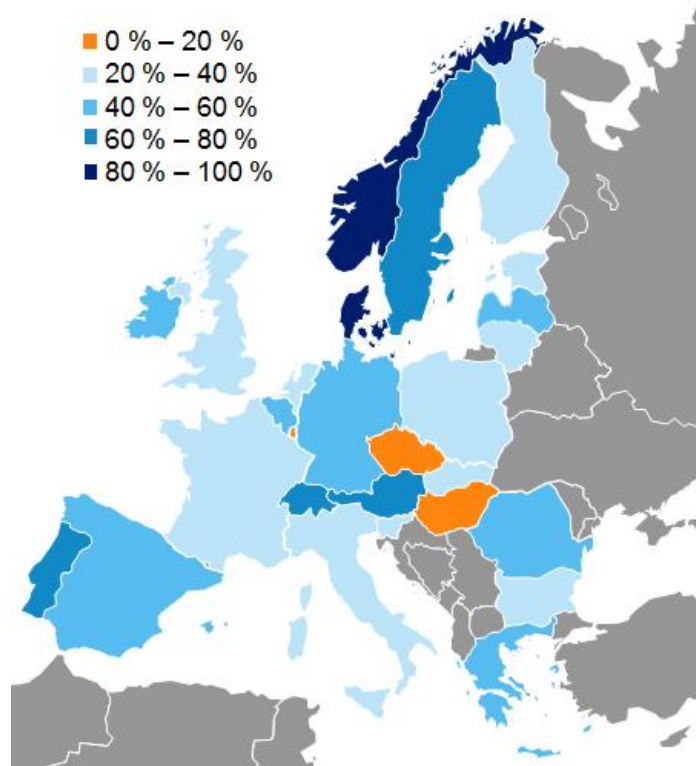
Kuva 3-8 – Uusiutuvan sähköntuotannon osuudet sähkönkulutuksesta eri skenaarioissa EU-tasolla



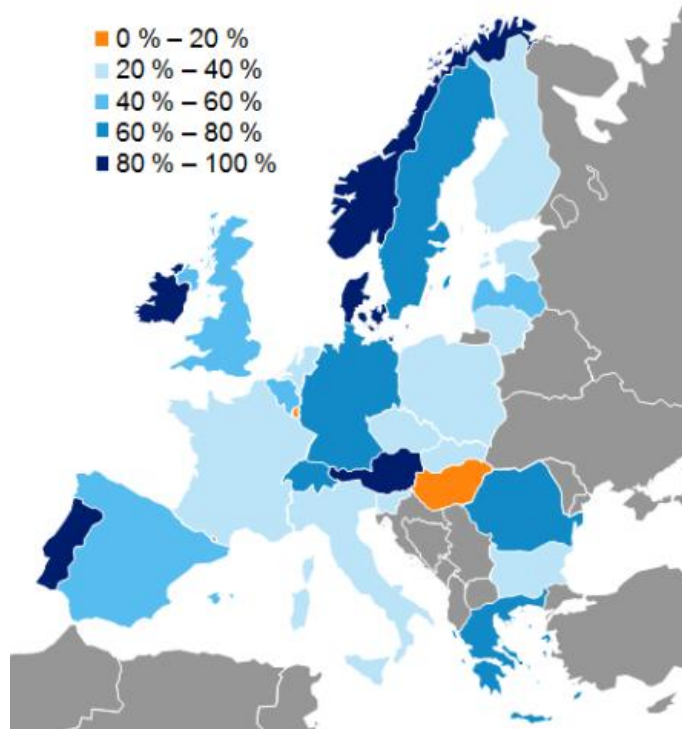
Kuvissa 3-9, 3-10 ja 3-11 on vertailtu uusiutuvan sähköntuotannon osuuksia sähkönkulutuksesta maittain eri skenaarioissa vuonna 2030 kuvaamalla eri osuuksia eri väreillä. Yleisesti ottaen maiden uusiutuvan sähköntuotannon osuuksissa ei ole suuria eroja eri skenaarioissa, mutta joidenkin maiden kohdalla ero skenaarioiden välillä on huomattava. Suurin uusiutuvan sähköntuotannon osuus kulutuksesta saavutetaan yleisesti Kansalliset tavoitteet – skenaariossa. Poikkeuksena tästä ovat Ruotsi ja Italia, joissa suurin uusiutuvan sähköntuotannon osuus sähkönkulutuksesta saavutetaan EU-tavoite –skenaariossa. Huomattavaa on myös, että Kansalliset tavoitteet – skenaariossa Puolan uusiutuvan sähköntuotannon osuus kulutuksesta on 31 % ja EU-tavoitteet –skenaariossa osuus on vain 18 %.

Suomessa uusiutuvan sähköntuotannon osuus sähkönkulutuksesta on mallinnuksen perusteella kaikissa skenaarioissa 36 prosenttia. Tässä ei kuitenkaan ole huomioitu kaikkia mahdollisia polttoainesuhteiden muutoksia olemassa olevassa kapasiteetissa. Suomen tilannetta tarkastellaan tarkemmin kappaleessa 5.

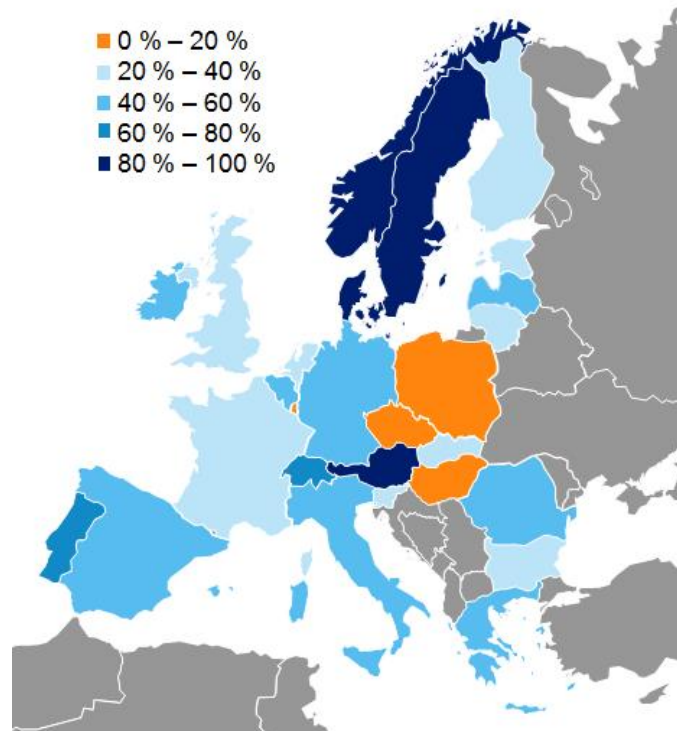
**Kuva 3-9 – Uusiutuvan sähköntuotannon osuudet sähkönkulutuksesta maittain
Vain päästökauppa –skenaariossa vuonna 2030**



**Kuva 3-10 – Uusiutuvan sähköntuotannon osuudet sähkönkulutuksesta maittain
Kansalliset tavoitteet –skenaariossa vuonna 2030**



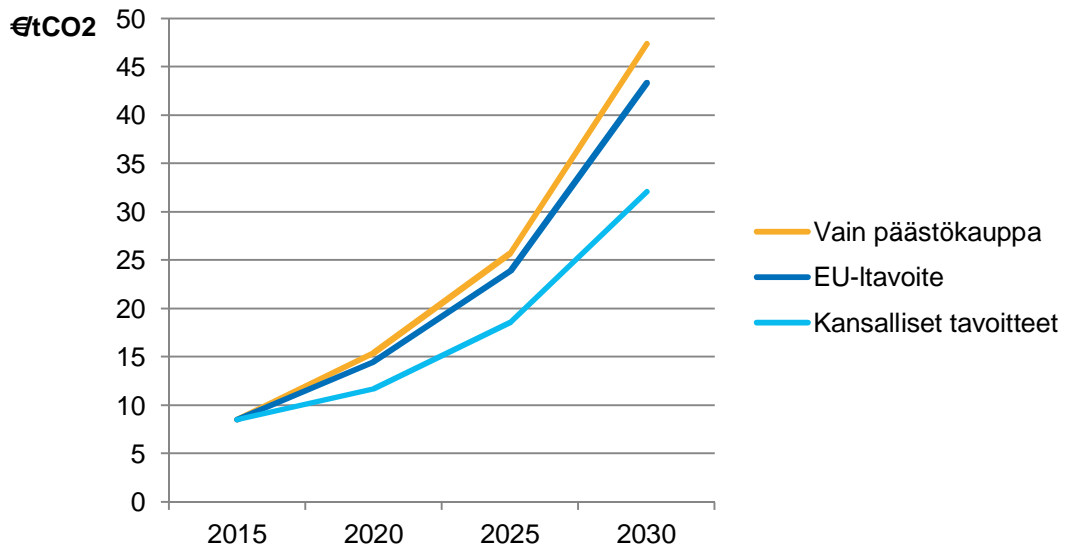
Kuva 3-11 – Uusiutuvan sähköntuotannon osuudet sähkökulutuksesta maittain EU-tavoite –skenaariossa vuonna 2030



3.4.4 Päästöoikeuden hintakehitys eri skenaarioissa

Päästöoikeuksien hintakehitystä tarkasteltiin mallinnuksen perusteella edellä esitellyissä kolmessa skenaariossa. Mallinnettu päästöoikeuksien hintakehitys vuoteen 2030 on esitetty kuvaajassa 3-12. Vain päästökauppa –skenaariossa päästöoikeuksien hinnat nousevat korkeammaksi kuin muissa skenaarioissa. Tässä skenaariossa päästöoikeuden hinta nousee yli 47 €/tCO₂ tasolle vuonna 2030. Kansalliset tavoitteet -skenaariossa, jossa päästökaupan lisäksi jäsenmailla on kansalliset uusiutuvan energian tavoitteet, päästöoikeuksien hinnat ovat matalimmat, ja vuonna 2030 hinta on lähes 15 €/tCO₂ matalampi kuin Vain päästökauppa –skenaariossa, ollen noin 32 €/tCO₂. Kaikissa skenaarioissa päästöoikeuksien hinnat nousevat kuitenkin voimakkaasti vuoteen 2030 hintojen ollessa vielä vuonna 2020 melko alhaiset, suurimmillaan noin 15 €/tCO₂. EU-tavoite –skenaariossa päästöoikeuden hinta on hyvin lähellä Vain päästökauppa -skenaarion hintaa. Tämä johtuu siitä, että myös EU-tavoite -skenaariossa päädytään lähelle Vain päästökauppa -skenaariota investointien osalta. Investointeja on tarkasteltu edellä kappaleessa 3.4.1.

Kuva 3-12 – CO2-päästöoikeuksien mallinnetut hinnat eri skenaarioissa

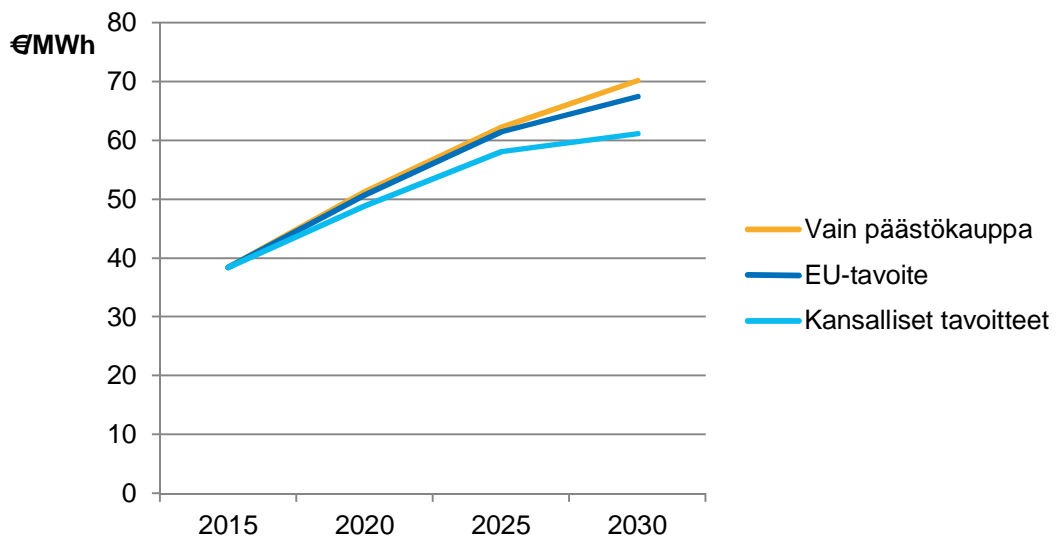


3.4.5 Sähkön hintakehitys eri skenaarioissa

Mallinnuksen perusteella sähkön hinnat eri skenaarioissa eroavat toisistaan jonkin verran vuonna 2030, mutta vuoteen 2025 saakka hinnat ovat hyvin lähellä toisiaan. Mallinnettuun sähkön hintaan vaikuttaa merkittävästi polttoaineiden hintakehitys, päästöoikeuksien hinnat, tuotantokapasiteetin rakenne ja uusiutuvan energian osuus. Erot päästöoikeuksien hinnoissa ja uusiutuvan energian investoinneissa skenaarioiden välillä näkyvät merkittävämmiin vasta vuoden 2030 tilanteessa.

Kuvassa 3-13 on esitetty EU-tasolla keskiarvoiset sähkönhinnat eri skenaarioissa. Vuonna 2030 sähkön vuosikeskihinnat vaihtelevat skenaariosta riippuen noin 60 ja 70 €/MWh välillä. Kansalliset tavoitteet –skenaariossa sähkön markkinahinnat ovat matalimmat. Verrattuna tämän hetkiseen sähkön keskihintaan sähkön hinnan oletetaan merkittävästi nousevan nykytasosta 2020-luvulla. Vuonna 2020 sähkön hinta on noin 50 €/MWh -tasolla.

Kuva 3-13 – Mallinnetut sähkön hinnat eri skenaarioissa Euroopan keskiarvona vuoteen 2030



Sähkön hinnan nousua vuoteen 2020 selittää erityisesti fossiilisten polttoaineiden oletettu hinnan nousu sekä päästöoikeuksien kohoava hinta. Vuodesta 2020 eteenpäin fossiilisten polttoaineiden hintojen ei ole oletettu nousevan, mutta päästöoikeuksien hintojen noustessa sähkön hinta edelleen kohoaa. Vaikka markkinoille tulee yhä enemmän uusiutuvaa ja päästötöntä sähköntuotantoa, on markkinoilla edelleen merkittävä määrä hiili- ja kaasulauhdetta, joka erityisesti Keski-Euroopassa määrittää hintaa.

Sähkön hinnat eri maissa eroavat Euroopan keskiarvosta jonkin verran riippuen siirtoyhteyksien riittävydestä sekä tuotantokapasiteetin rakenteesta. Tämänhetkiseen tilanteeseen verrattuna erot eri maiden välillä pienenevät, sillä siirtoyhteyksien määrän odotetaan lisääntyvät merkittävästi erityisesti niillä markkina-alueilla, joilla hintaerot eri alueiden välillä ovat merkittävät. Esimerkiksi Pohjoismaisiin sähkömarkkinoihin Keski-Euroopan hintatasolla on jo nyt merkittävä vaikutus, ja vaikutus voimistuu entisestään vuotta 2030 kohti mennessä.

Sähkön hinta on yllä esitetty vuoden keskihintana. Tuntitasolla sähkön hintavaihtelu lisääntyy tulevaisuudessa erityisesti tuulivoiman ja aurinkosähkön tuotannon kasvun vaikutuksesta. Mitä enemmän vaihtelevaa tuotantoa sähköjärjestelmässä on, sitä useammin hinnat markkinoilla painuvat ajoittain hyvin mataliksi ja toisaalta vähätuulisina hetkinä hinnat nousevat korkeiksi. Markkinamallinnus huomioi vaihtelevan tuotannon ja sähkön kysynnän, mutta tässä työssä ei ole erikseen mallinnettu kapasiteetin riittävyttä esimerkiksi poikkeuksellisissa sääoloissa tai muissa tilanteissa. Normaaleissa markkinatilanteissa mallissa kuitenkin varmistetaan kapasiteetin riittävyys mallin lisätessä tarvittaessa investointeja joustavaan tuotantokapasiteettiin.

4. SUOMEN ENERGIANKULUTUKSEN KEHITYS

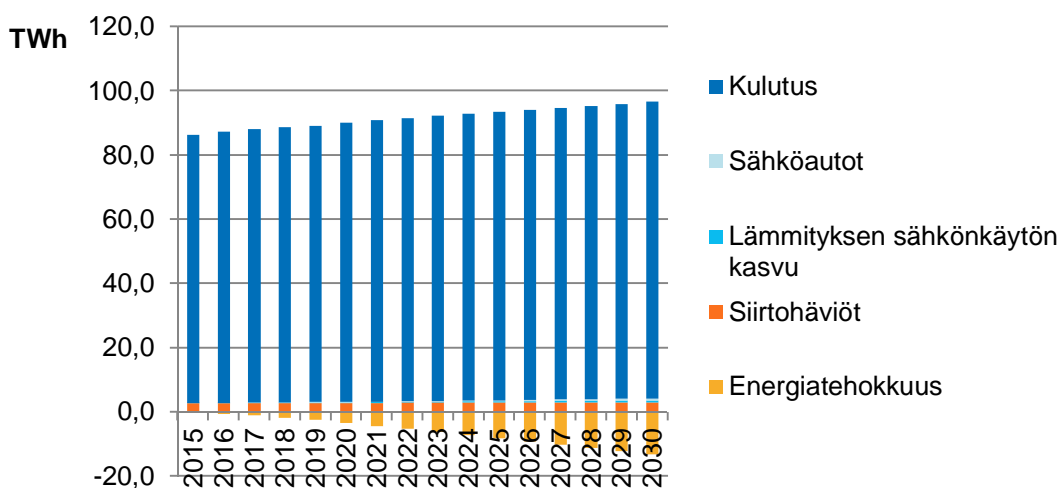
Suomen hallitusohjelman energia- ja ilmastotavoitteiden toteutumista on tarkasteltu edellä esitettyjen skenaarioiden pohjalta kappaleessa 5. Tavoitteet sisältävät mm. uusiutuvan energian ja omavaraisuustavoitteita osuutena energian kulutuksesta. Osuuksina määriteltävien tavoitteiden toteutumisessa merkittävää on esimerkiksi uusiutuvan energian tuotantomäärän lisäksi jakaja, eli energian kulutus. Tästä syystä on tarkasteltava tarkemmin Suomen energian kulutuksen kehitystä ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Energian kulutusta Suomessa on tarkasteltu alla kappaleissa 4.1-4.3.

Edellä esitetyt skenaariot perustuvat nykytilanteeseen nähden korkeisiin oletuksiin talouskasvusta ja mm. fossiilisten polttoaineiden hintakehityksestä, joiden seurauksena myös päästöoikeuksien ja sähkön hinnat nousevat. Tämän hetkisen hyvin matalan talouskasvun valossa on syytä tarkastella Suomen kannalta myös skenaariota, jossa talouskasvu ja siitä johtuen energian kysynnän kasvu on hidasta eivätkä polttoaineiden, päästöoikeuksien ja sähkön hinnat nouse odotetulla tavalla. Tätä tarkastelua varten on luotu erillinen Matalan kasvun skenaario, jossa tarkastellaan miten Suomen energia- ja ilmastotavoitteet voisivat toteutua, mikäli energian hinnat eivät nouse ja kulutuksen kasvu jää selvästi nykyistä alhaisemmaksi. Tämän skenaarion lähtöoletukset energian kulutuksen osalta on esitetty kappaleessa 4.4.

4.1 Sähkön kulutus Suomessa perusskenaariossa

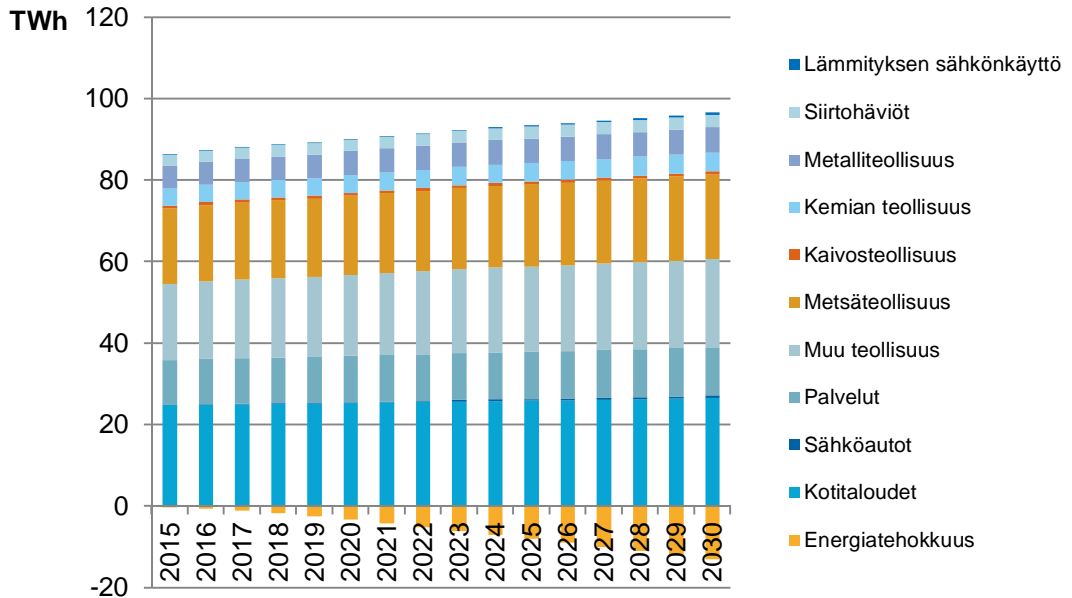
Kuvassa 4-1 on esitetty perustilanteen (korkea talouskasvu) mallinnuksessa käytetty sähkön kulutuksen kehitys Suomessa. Kuva osoittaa uudet sähkön käytön sektorit sekä energiatehokkuuden vaikutuksen sähkönkulutukseen. Nykyisten eri sektoreiden sähkönkulutuksen (tummansininen osuus palkissa) kasvu perustuu VATT:n arvioimaan eri sektoreiden talouskasvuun. Vuonna 2030 sähkön kulutuksen arvioidaan näiden tekijöiden perusteella olevan noin 96 TWh Suomessa. Ilman energiatehokkuuden vaikutusta sähkön kulutus nousisi selvästi yli 100 TWh:n. Energiatehokkuuden oletetaan laskevan kulutusta yhdellä prosentilla vuosittain vuodesta 2020 eteenpäin. Vuoteen 2020 asti energiatehokkuuden vaikutus on alhaisempi.

Kuva 4-1 – Mallinnuksessa käytetty sähkön kulutuksen kehitys Suomessa



Kuvassa 4-2 on esitetty sähkön kulutuksen kehitys sektoreittain Suomessa. Sähkön kulutuksen kasvu eri sektoreilla on käytetty VATT:n VATTAGE-mallin mukaisia kasvuennusteita sektoreittain.

Kuva 4-2 – Sähkön kulutuksen kehitys sektoreittain Suomessa



Kotitalouksien sähkön kulutus kasvaa hieman väestömäärän kasvun, pienten asutuskuntien lisääntymisen ja kotien varustelutason kasvun myötä. Kotitalouksissa ja vapaa-ajan asunnoissa sähkölaitteiden määrä kasvaa, mikä lisää sähkön kulutusta. Lisäksi vapaa-ajan asuntojen määrä kasvaa, mikä lisää osaltaan sähkön kulutusta. Sähkön käyttö lämmityksessä kasvaa myös, mutta toisaalta kasvu on hyvin pientä kiristyvistä energianmääräyksistä johtuen. Lämpöpumppujen määrän oletettava lisääntyminen lisää sähkön kulutusta siltä osin kuin lämpöpumput korvaavat muita lämmitysmuotoja kuin sähköä, sähkölämmityskohteissa lämpöpumppujen käyttö vähentää kulutusta.

Sähköautojen yleistymisen oletetaan kasvattavan hieman sähkön kulutusta. Vuonna 2030 sähköautojen sähkön kulutus on noin 0,6 TWh.

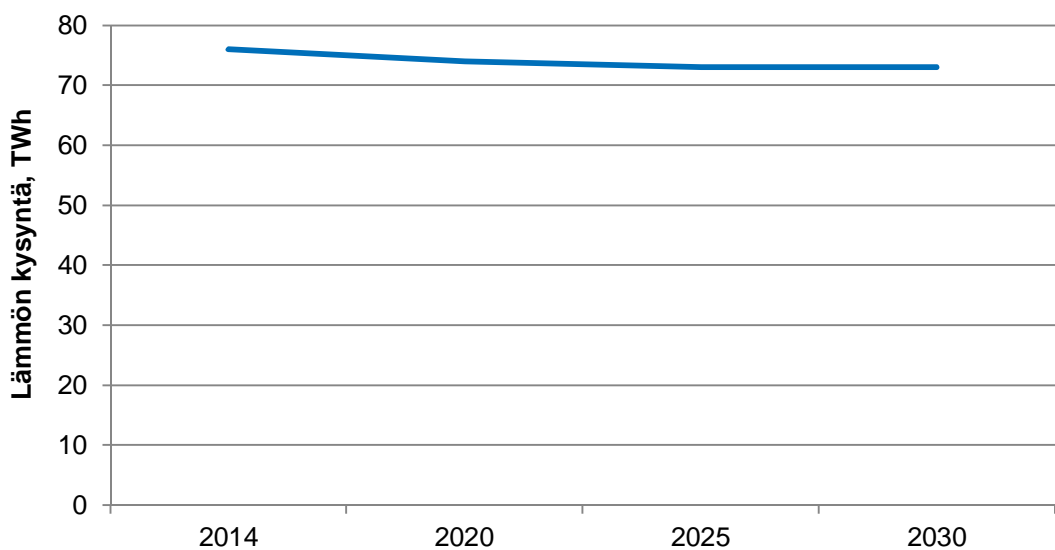
Palvelusektorin sähkön kulutuksen kasvu on maltillista, koska VATT:n kasvuennusteissa palvelusektorin kasvuennusteet ovat hieman maltillisempia kuin muiden sektoreiden kasvuennusteet. Palvelusektoreilla myös energiansäästötoimet hillitsevät sähkön kulutuksen kasvua. Energiansäästötoimia ovat muun muassa valaistuksen, ilmanvaihdon ja sähkölaitteiden tehokkuuden parantaminen.

Metsäteollisuuden osalta VATT:n kasvuennusteet ovat korkeita verrattuna kaivosteollisuuteen, kemian teollisuuteen ja metalliteollisuuteen. Suurin kasvu on muu teollisuus –sektorilla, koska VATT:n kasvuennusteissa erityisesti sähkö- ja elektroniikkateollisuuden sekä muiden koneiden ja laitteiden valmistuksen kasvuennusteet ovat korkeat. Metsäteollisuuden osalta sähkön kulutuksen ennusteissa on huomioitu metsäteollisuuden tulevat investoinnit (oletuksena Äänekosken, Finnpulpin ja Kemijärven hankkeiden toteutuminen).

4.2 Lämmön kulutus Suomessa

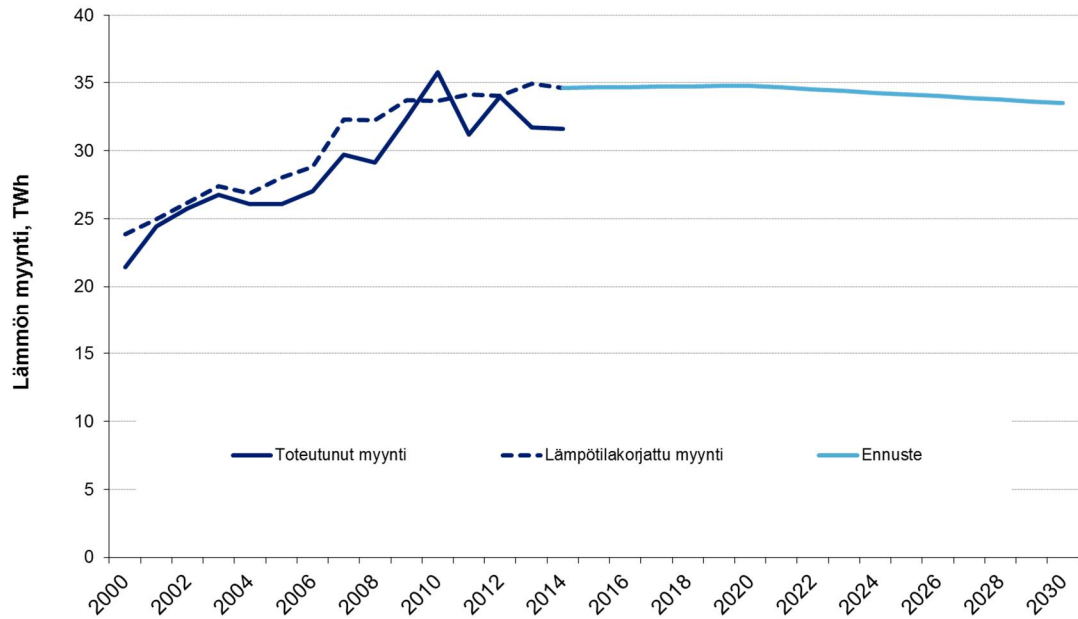
Tässä työssä ei ole erikseen mallinnettu lämmön kysynnän kehitystä, vaan lähteenä on käytetty olemassa olevia arvioita lämmön kysynnän kehityksestä. Kuvassa 4-3 on esitetty asuin- ja palvelurakennusten lämmön kysynnän kehitys Suomessa vuoteen 2030 saakka perustuen Työ- ja elinkeinoministeriön kansallisen energia- ja ilmastostrategian taustaraporttiin (TEM, 2013). Lämmön kysynnän oletetaan laskevan hieman vuoteen 2020 ja pysyvän tämän jälkeen tasaisena. Oletuksena on, että uudet rakennukset käyttävät vähemmän energiaa kuin vanhat rakennukset, ja tämän vuoksi lämmön kysynnän oletetaan laskevan hieman.

Kuva 4-3 – Asuin- ja palvelurakennusten lämmön kysynnän kehitys Suomessa (TEM, 2013)



Kuvassa 4-4 on esitetty kaukolämmön kysynnän kehitys Suomessa. Kaukolämmön kysynnän oletetaan pysyvän suhteellisen tasaisena ja kääntyvän laskuun vuoden 2020 jälkeen. Pöyryn ”Kaukolämmön asema Suomen energiajärjestelmässä tulevaisuudessa” –työssä kaukolämmön kysynnän ennusteessa on huomioitu rakennuskannan kehittyminen, rakennemääräykset, kaukolämmön tulevaisuuden kilpailukyky ja rakennusten ominaislämmönkulutuksen kehitys (Pöyry Management Consulting Oy, 2011). Vuoden 2020 jälkeinen lasku kaukolämmön kulutuksessa johtuu uusien rakennusmääräysten vaikutuksesta uudisrakennusten ja korjausrakennusten energiankulutukseen. Vuonna 2020 kaukolämmön myynti olisi selvityksen mukaan noin 34,8 TWh ja vuonna 2030 noin 33,5 TWh.

Kuva 4-4 – Kaukolämmön kysynnän kehitys Suomessa (Pöyry Management Consulting Oy, 2011)

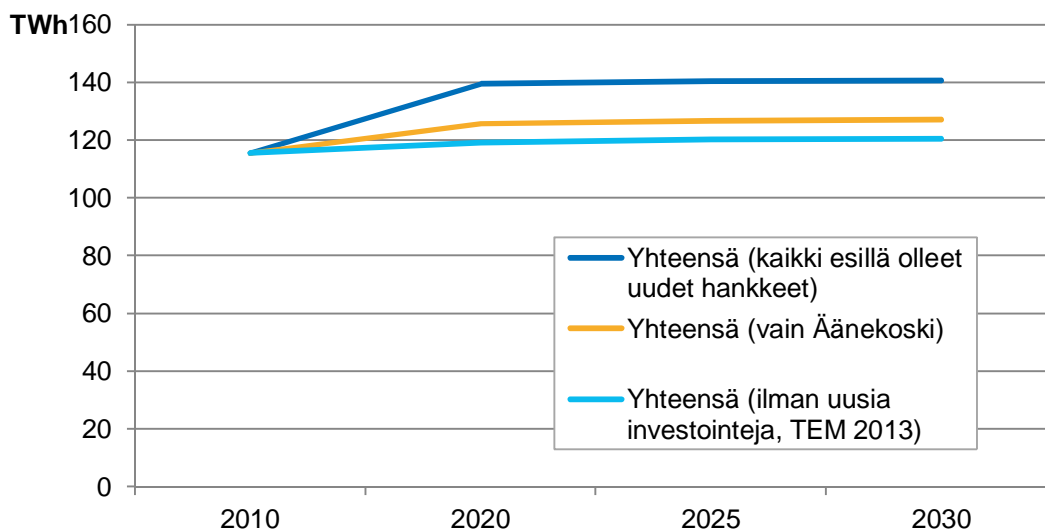


Kuvien 4-3 ja 4-4 perusteella asuin- ja palvelurakennusten lämmönkäytön arvioidaan pysyvän hyvin tasaisena. Lämmityksen kysynnän arvioidaan laskevan hieman, vain noin 3 TWh. Kaukolämmön osuuden asuin- ja palvelurakennusten lämmityksestä arvioidaan pysyvän nykyistä vastaavana. Asuin- ja palvelurakennusten muiden lämmitysmuotojen osuuksien kehittymistä on tarkasteltu tarkemmin kappaleessa 5.5.

4.3 Teollisuuden energiankulutus

Teollisuuden energian kulutusta on arvioitu perustuen vuoden 2013 ilmastostrategian taustaraporttiin huomioiden kuitenkin viime aikoina esillä olleet uudet metsäteollisuuden investoinnit. Kuvassa 4-5 on esitetty ennuste teollisuuden polttoaineiden käytöstä vuoteen 2030. Vuoden 2013 ennusteessa on oletettu, että koko teollisuuden polttoaineiden käytön kasvu on maltillista. Kun huomioidaan metsäteollisuuden kaavailemat uudet investoinnit (Äänekoski, Finnpulpin ja Kemijärven sellutehtaat), nousisi kulutus selvästi nykytasosta. Äänekosken hankkeen lopullinen investointipäätös on jo tehty, mutta Finnpulpin ja Kemijärven hankkeista lopullinen investointipäätös puuttuu. Finnpulpin hanke on mainituista suunnitellussa pidemmällä ja ympäristövaikutusten arviointi on jo tehty. Tämän raportin tarkastelut on tehty oletuksella että kaikki mainitut metsäteollisuuden investoinnit toteutuvat ennen vuotta 2025. Kuvassa 4-5 on esitetty myös polttoaineiden käytön ennuste, jos vain Äänekosken tehdasinvestointi toteutuu.

Kuva 4-5 – Teollisuuden polttoaineiden käytön ennuste (Lähde: TEM 2013, Äänekosken ja muiden uusien hankkeiden kulutus perustuu Pöyryn arvioon)

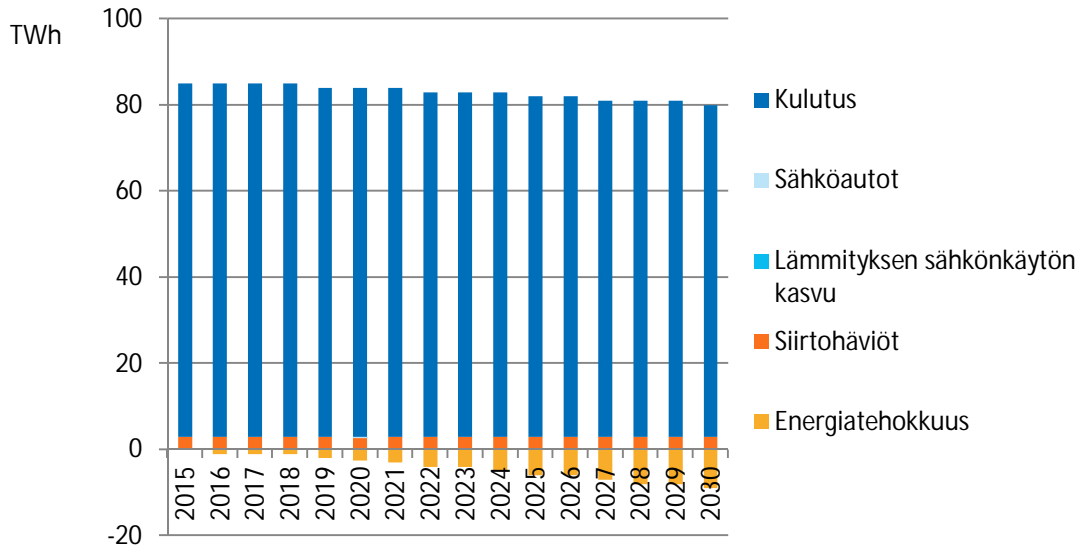


4.4 Energian kulutus matalan kasvun skenaariossa

Tämän raportin aikaisemmissa vaiheissa esitetyissä skenaarioissa Kansalliset tavoitteet, Vain päästökauppa ja EU-tavoite, on käytetty kohtalaisen optimistista sähkön kulutuksen kasvua, joka Suomen osalta perustuu VATT:n vuoden 2015 lopulla tekemiin, hallituksen kasvuohjelman toteutumisen perusteella arvioituihin BKT:n vuotuisiin kasvuoletuksiin, jotka vaihtelevat välillä 2,2 % ja 2,9 % vuosina 2015-2030. Talouskasvuoletukset ovat korkeat tämän hetken ja viime vuosien talouskasvuun verrattuna, minkä vuoksi mallinnuksessa käytetty sähkön kulutusennuste on selkeästi korkeampi kuin viime vuosien toteutunut kulutus.

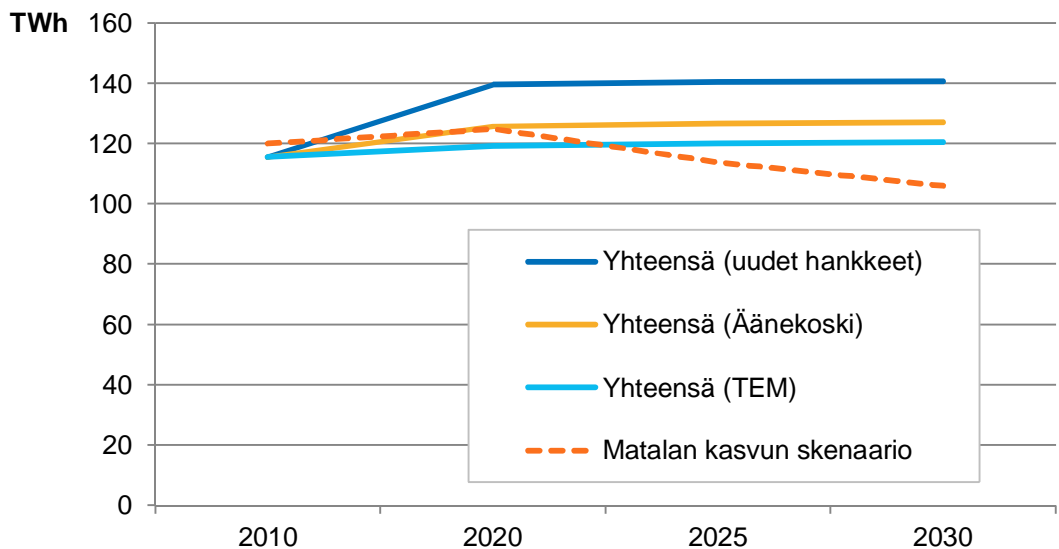
Taloudellisen matalasuhdanteen pitkittynyttä vaikutusta kuvaamaan on tässä työssä herkkyytarkasteluna tarkasteltu Matalan kasvun skenaariota, jossa on käytetty VATT:n kasvuoletuksien sijaan 0,5 %:n vuotuista BKT:n kasvua. Alhaisen talouskasvun vaikutuksesta matalan kasvun skenaariossa sähkön kulutus laskee läpi tarkasteluajanjakson, saavuttaen 80 TWh vuonna 2030. Energiatehokkuus on oletettu Matalan kasvun skenaariossa hieman alhaisemmaksi kuin muissa skenaarioissa, koska alhainen sähkön hinta ei kannusta energiätehokkuuden parantamiseen muiden skenaarioiden tavoin. Arvioitu sähkön kulutuksen kehitys Suomessa on esitetty kuvassa 4-6.

Kuva 4-6 – Matalan kasvun skenaariossa käytetty sähkön kulutuksen kehitys Suomessa



Alhaisesta talouskasvusta johtuen teollisuuden kysynnän arvioidaan laskevan tarkasteluajanjaksona. Energiatehokkuuden sekä yleisen tehokkuuden paraneminen vaikuttaa myös lämmön tarpeen ja polttoaineiden käytön lievään laskuun. Lisäksi sellu- ja paperiteollisuudessa ei odoteta Äänekosken lisäksi muita investointeja. Kuvassa 4-7 on esitetty teollisuuden polttoaineiden käytön ennuste Matalan kasvun skenaariossa.

Kuva 4-7 – Teollisuuden polttoaineiden käytön ennuste (Lähde: TEM 2013, Äänekosken ja muiden uusien hankkeiden kulutus sekä Matalan kasvun skenaario perustuu Pöyryn arvioon)



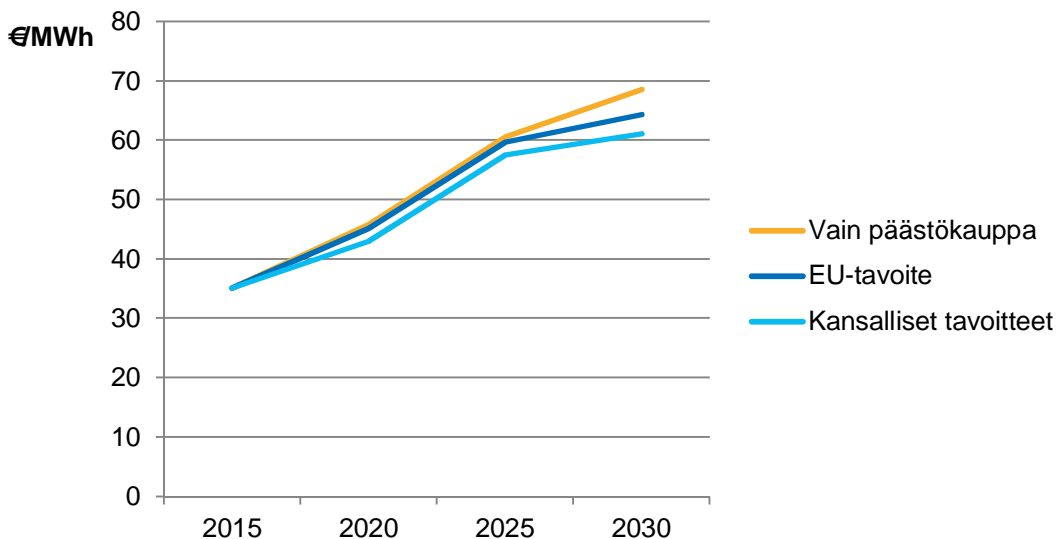
5. EU:N 2030 TAVOITTEIDEN VAIKUTUKSET SUOMEN ENERGIASEKTORIN KEHITYKSEEN

5.1 Sähkön ja päästöoikeuden hinnat Suomessa

Sähkön ja päästöoikeuksien hintakehitystä on mallinnettu edellä kappaleessa 3 kuvatulla tavalla kolmessa eri politiikkaskenaarioissa. Mallinnuksen tulokset on edellä esitetty koko EU-alueen tasolla. Tarkasteltaessa tarkemmin Suomen mallinnettua sähkön markkinahinnan kehitystä voidaan todeta, että kehitys on linjassa muiden Euroopan maiden hintakehityksen kanssa ja vuosikeskiarvona hinnassa on hyvin pieni ero Suomen ja EU-alueen keskihinnan välillä. Mallinnetut sähköhinnat Suomessa on esitetty kuvassa 5-1. Myös Suomen osalta alhaisimmat hinnat saavutetaan Kansalliset tavoitteet –skenaariossa, jossa sähkön markkinahinta vuonna 2030 on 61 €/MWh. Vuonna 2030 korkein sähkön hinta saavutetaan Vain päästökauppa –skenaariossa, jossa sähkön hinta on 69 €/MWh.

Sähkömarkkinaintegraatio tuo Suomen sähköhintoja lähemmäksi Euroopan sähköhintoja. Uudet siirtoyhteydet on huomioitu mallinnuksessa, ja siirtoyhteyksien parantuessa sähköhinnat tasoittuvat EU-alueella. Mallinnuksessa siirtoyhteyksiin on oletettu merkittävää lisäystä vuoden 2020 paikkeilla.

Kuva 5-1 – Mallinnetut sähköhinnat eri skenaarioissa Suomessa



Kuvaajassa esitetty vuoden 2015 hintataso vastaa keskimääräistä vastaavaa vuotta, mikä tarkoittaa kulutusprofiilin sekä sademäärien osalta pitkäaikaisia keskiarvoja. Vesivoimatuotannon ollessa hyvin merkittävässä roolissa Pohjoismaisessa sähköjärjestelmässä, hydrologisella vuodella on suuri vaikutus sähkön hintatasoon. Viime vuodet ovat olleet poikkeuksellisen lämpimiä sekä sateisia. Verrattaessa vuoden 2015 toteutuneita sähkön hintoja mallinnettuihin hintoihin, on mallinnuksen hintataso noin 5 €/MWh korkeampi kuin toteutunut. Poikkeuksellisen lämpimästä vuodesta johtuva alhainen kysyntä etenkin talviaikaan sekä korkea vesivoimatuotanto aiheuttavat mallinnetun ja toteutuneen vuoden sähkön hintaeron.

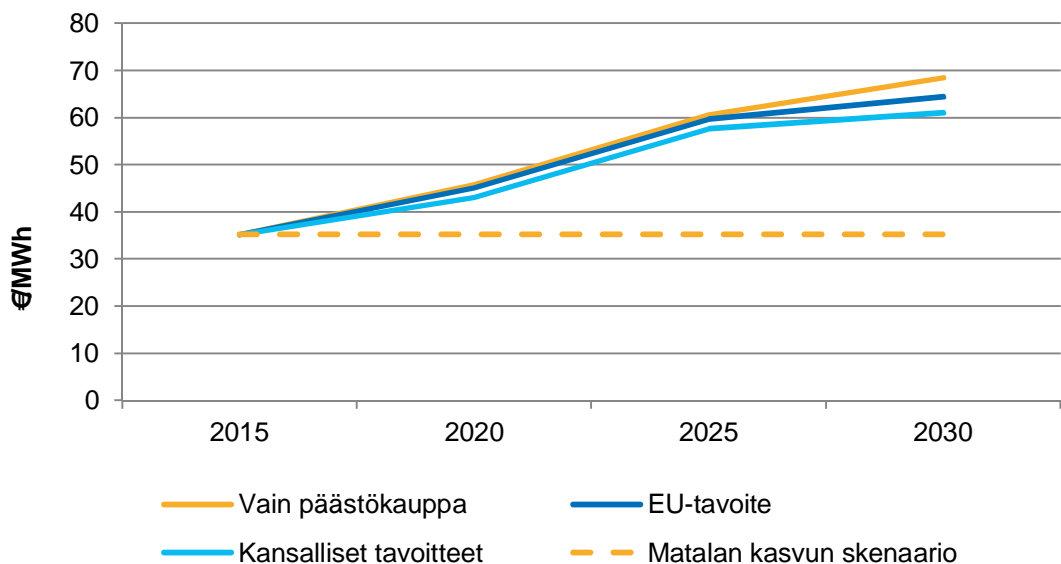
Viime vuosina sähkön hintakehitys on ollut laskeva ja Suomen aluehinnan vuosikeskiarvo on vaihdellut välillä 30 – 40 €/MWh. Tämä on huomattavan paljon alhaisempi sähkön hintataso

kuin mallinnuksen tulokset vuodesta 2020 vuoteen 2030 osoittavat. Etenkin viime vuoden alhaiseen sähkön hintatasoon johtivat poikkeuksellisen sateiset ja lämpimät viime vuodet sekä tuulivoiman merkittävä lisääntyminen etenkin Ruotsissa. Lisäksi fossiilisten polttoaineiden hinnan lasku sekä kysynnän heikko kasvu on vaikuttanut sähkön alhaiseen hintatasoon.

Edellä kuvatut mallinnetut hinnat kuvaavat tilannetta, jossa globaali talouskasvu lisää mm. fossiilisten polttoaineiden kysyntää ja nostaa hintoja, ja markkinoiden tasapainotila muodostuu pitkällä aikavälillä arvioidulle kestäväälle tasolle. Useita vuosia jatkunut alhaisten hintojen tilanne on kuitenkin herättänyt myös epäilyjä siitä, että uusi alhaisten hintojen taso olisi tilapäisen laskusuhdanteen sijaan pysyvämpi tilanne, eikä talouskasvu tulisi enää palauttamaan hintoja korkeammalle tasolle. Kun varmuutta hintojen kohoamisesta tai talouskasvun elpymisestä ei ole, on energia- ja ilmastopolitiikan kannalta tärkeää tarkastella myös tilannetta, jossa uusiutuvan energian edellytykset eivät parane talouskasvun siivittäminä sähkön, päästöoikeuksien ja fossiilisten polttoaineiden hintojen noustessa.

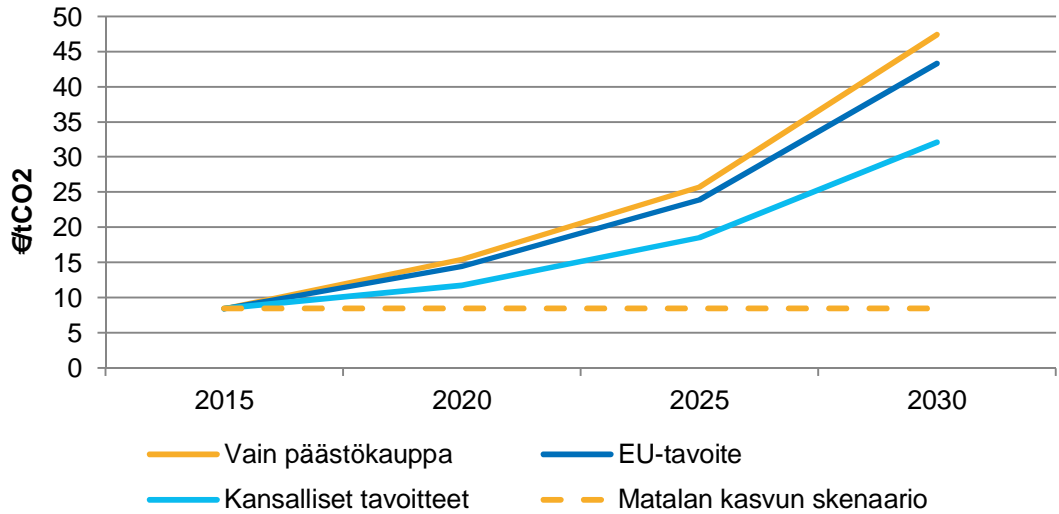
Tämän epävarmuuden huomioimiseksi tässä työssä on tarkasteltu myös matalan kasvun skenaariota, jossa Suomen energiasektorin kehitystä arvioidaan olettamalla, että vuoden 2015 markkinatilanne ja hintatasot säilyisivät vuoteen 2030 saakka. Matalan kasvun skenaarion energiankulutus on esitetty aiemmin kappaleessa 4.4. Verojen oletetaan pysyvän vuoden 2016 tasolla. Päästöoikeuden oletettaessa pysyvän alhaisena, jolloin päästökauppa ei juurikaan ohjaa polttoaineiden käyttöä. Matalan kasvun skenaarion alhaisempi sähkön hinta on esitetty kuvassa 5-2 mallinnettujen skenaarioiden hintojen rinnalla.

Kuva 5-2 – Mallinnetut sähkön hinnat eri skenaarioissa sekä Matalan kasvun skenaariossa käytettävä sähkön hinta



Kuvassa 5-3 on esitetty tarkasteluissa käytetyt päästöoikeuksien hinnat eri skenaarioissa sekä Matalan kasvun skenaarion hintataso. Päästökaupan osalta matala hinta edellyttäisi todennäköisesti hyvin matalaa talouskasvua ja teollisen tuotannon supistumista Euroopassa. Tätä edellytystä ei ole tässä työssä erikseen mallinnettu, vaan tarkastelu on tehty erillisenä herkkyyštarkasteluna vain Suomen vaikutuksien osalta.

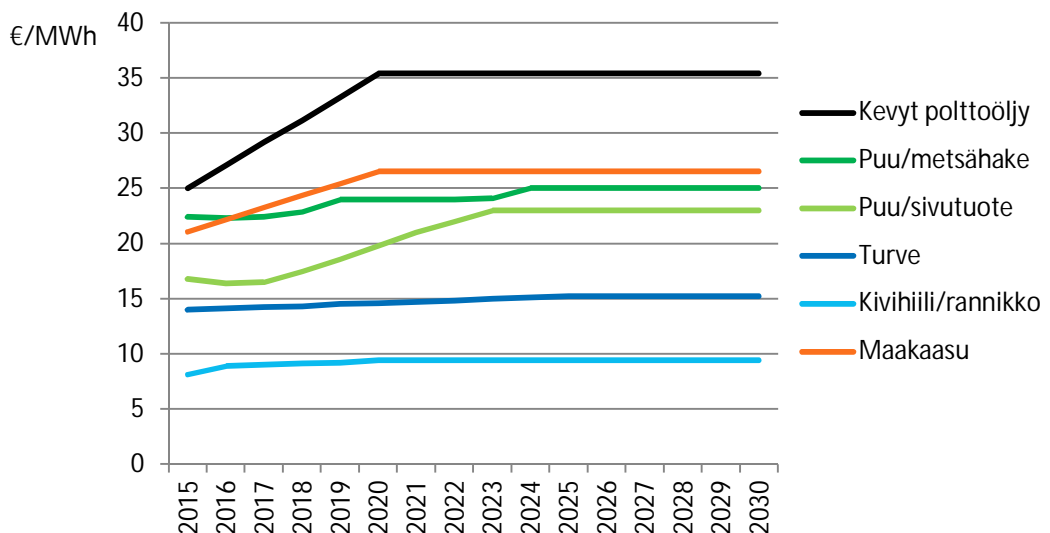
Kuva 5-3 – Mallinnetut päästöoikeuden hinnat eri skenaarioissa sekä Matalan kasvun skenaariossa käytettävä päästöoikeuden hinta



5.2 Polttoaineiden välinen kilpailukyky

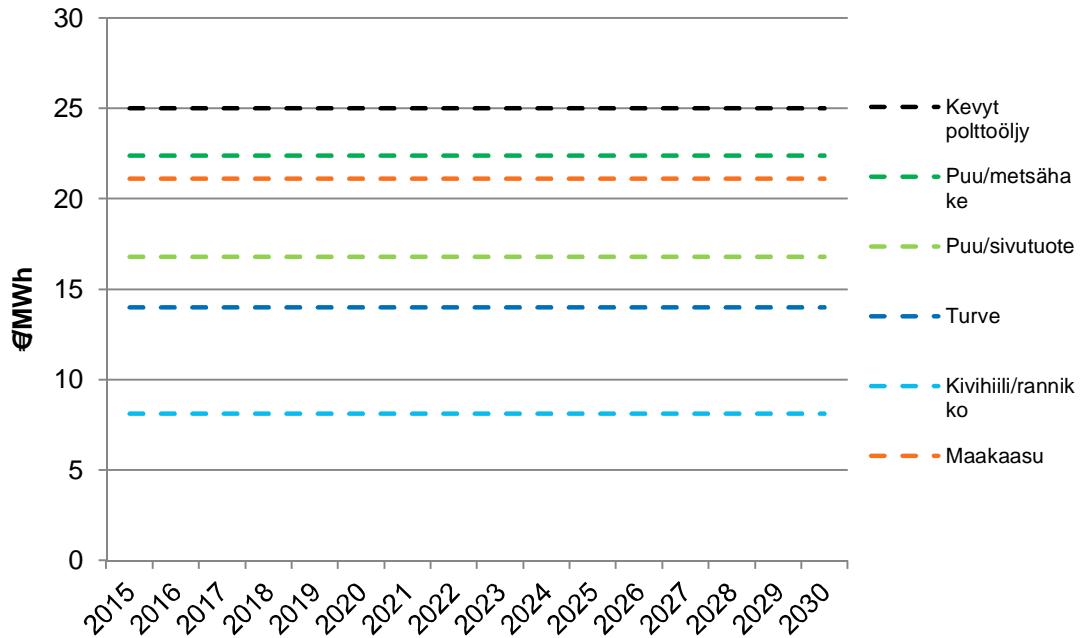
Tässä kappaleessa tarkastellaan eri polttoaineiden välistä kilpailukykyä eri skenaarioissa tyypillisissä voimalaitoksissa tai lämpökeskuksissa Suomessa. Polttoaineiden hinnat ovat kaikissa muissa skenaarioissa kuin matalan kasvun skenaariossa samat, joten kilpailukykyyn vaikuttavat erot päästöoikeuden hinnassa, sekä sähkön markkinahinnassa yhteistuotannon osalta siltä osin kun verrataan maakaasua kiinteisiin polttoaineisiin. Maakaasua käyttävä voimalaitos tuottaa enemmän sähköä samaa lämpömäärää kohden kuin kiinteitä polttoaineita, kuten hiiltä, metsähaketta tai turvetta käyttävä voimalaitos, jolloin korkeampi sähkön hinta parantaa maakaasun kilpailukykyä kiinteisiin polttoaineisiin verrattuna. Käytetyt polttoainehinnat Suomessa on esitetty kuvassa 5-4.

Kuva 5-4 – Verottomien polttoainehintojen oletettu kehitys skenaariotarkasteissa (muut kuin Matalan kasvun skenaario, puupolttoaineiden osalta Kansalliset tavoitteet –skenaario)



Matalan kasvun skenaariossa polttoaineiden hinnat, sähkön hinnat sekä päästöoikeuden hinnat on oletettu pysyvän vuoden 2015 tasolla läpi tarkastelujakson. Tarkastelussa käytettävät hinnat on esitetty kuvassa 5-5.

Kuva 5-5 – Verottomien polttoainehintojen oletettu kehitys Matalan kasvun skenaariossa



Tarkastelussa verojen on oletettu säilyvän nykyisellä tasolla ja tukien nykyjärjestelmän mukaisina periaatteiltaan. Polttoaineita verotetaan Suomessa vain lämmöntuotannon yhteydessä. Turpeen veron on oletettu olevan 1,9 €/MWh vuodesta 2016 eteenpäin. Kivihiilen, maakaasun ja öljyn verotus lämmöntuotannossa koostuu kolmesta verokomponentista; energiasäلتövero, hiilidioksidivero sekä huoltovarmuusmaksu. Verojen on oletettu olevan talouspoliittinen ministerivaliokunnan 10.5.2016 julkaistun linjauksen mukainen. Linjauksen mukaan lämmityspolttoaineiden hiilidioksidiveron laskentaperusteena oleva hiilidioksiditonin hinta nousisi vuoden 2017 alusta 58 euroon hiilidioksiditonilta ja energiasäلتövero nousisi noin 0,4 euroa megawattitunnilta. Esitetty hiilidioksidiveron puolitus yhteistuotannosta on oletettu linjauksen mukaisesti hylättävän, eli puolitus säilyy yhteistuotannossa. Taulukossa 5-1 on esitetty lämmöntuotannossa käytettävien polttoaineiden verot vuodesta 2017 eteenpäin.

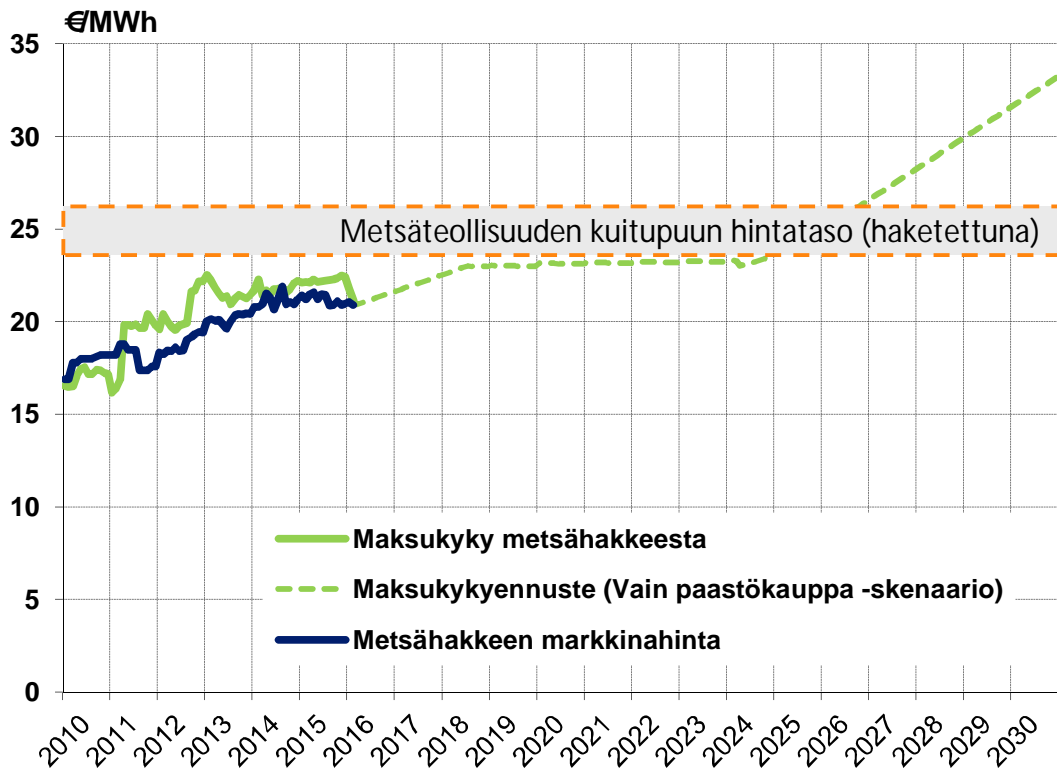
Taulukko 5-1 – Polttoaineiden verot lämmöntuotannossa vuodesta 2017 eteenpäin

Polttoaine	Energiasäلتö- vero	Hiilidioksidi- vero	Huoltovar- muus- maksu	Yhteensä
	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh
Kivihiili	7,1	19,8	0,2	27,0
Maakaasu	7,1	11,5	0,1	18,6
Kevyt poltto- öljy	7,1	15,5	0,4	22,9
Turve				1,9

Nykyiseen polttoaineiden hintatasoon nähden muissa kuin matalan kasvun skenaarioissa oletuksena on erityisesti öljyn hinnan ja maakaasun hinnan nousu. Tämä edellyttäisi kysynnän voimakasta elpymistä markkinoilla nykytilanteeseen nähden. Muissa kuin matalan kasvun skenaariossa fossiilisten polttoaineiden hintakehitys vuoteen 2020 saakka perustuu EU Reference Scenario 2015 –työssä käytettyihin polttoainehintoihin. Vuodesta 2020 eteenpäin fossiilisten polttoaineiden hinnat on em. työstä poiketen pidetty kuitenkin vakiona, sillä kyseisessä skenaariossa oletettu kohoava fossiilisten polttoaineiden hinta vahvistaisi voimakkaasti uusiutuvan ja päästöttömän energian kannattavuutta. Fossiilisten polttoaineiden hintakehitykseen liittyy merkittävää epävarmuutta pitkällä aikavälillä. Esimerkiksi International Energy Agencyn raportissa ”World Energy Outlook 2015” perusskenaarion mukaan öljynhinnat vuonna 2020 ovat 80 \$/barrel tasolla (IEA, 2015). Tässä työssä vuodelle 2020 eteenpäin on käytetty öljyn hinta-arviona 84,7 \$/barrel. World Energy Outlook 2015 matalan skenaarion mukaan öljynhintaa pysyisi 50 \$/barrel tasolla vuodelle 2020 saakka, mutta nousisi kuitenkin 85 \$/barrel tasolle vuodelle 2040 (IEA, 2015). Tämän hetkisten matalien fossiilisten polttoaineiden hintojen tilanteessa öljyn ja kaasun hinnan oletettu melko nopea ja voimakas nousu voidaan kyseenalaistaa, ja mikäli talouskasvuennusteet ja sitä kautta seuraava markkinatilanteen elpyminen eivät toteudu, voivat fossiilisten polttoaineiden hinnat jäädä alhaisiksi pidemmäksi aikaa. Tämä epävarmuus on huomioitu tarkastelemalla erikseen matalan kasvun skenaariota, jossa polttoaineiden hinnat pysyvät matalina.

Puupolttoaineiden hintakehitystä Suomessa ohjaa voimakkaasti päästöoikeuden hintakehitys. Päästöoikeuden hinnan nousu muissa skenaarioissa kuin matalan kasvun skenaariossa kasvattaa fossiilisten polttoaineiden käyttökustannuksia energiantuotannossa ja samalla vaihtoehtokustannuksen kautta määräytyvää laitosten puustamaksukykyä. Puuta käyttävät laitokset ovat pääsääntöisesti niin kutsuttuja monipolttoainevoimalaitoksia, joissa puun lisäksi pysytään polttamaan muitakin polttoaineita teknisten rajoitteiden, saatavuuden ja hinnan määrittämänä. Puupolttoaineiden hintojen nousu yli vaihtoehtokustannusten johtaisi polttoainemuutoksiin pois puusta. Historiassa puupolttoaineiden markkinahinta on seurannut varsin hyvin laskennallisen puustamaksukykyyn kehitystä. Puustamaksukyky koostuu vaihtoehtoisen polttoaineen hinnan lisäksi vaihtoehtoisten polttoaineiden lämmöntuotannon veroista sekä päästöoikeuskustannuksista. Mikäli laitoksella käytetään metsähaketta, puustamaksukyky nousee lisäksi metsähakkeella tuotetun sähkön tuotantotuen verran. Metsähakkeen toteutunut hintakehitys ja maksukykyyn arvioitu kehitys vuoteen 2030 (Vain päästökauppa – skenaariossa) on esitetty seuraavassa kuvassa.

Kuva 5-6 – Metsähakkeen markkinahinnan ja puustamaksukyvyyn kehitys



Esitettyjen päästöoikeuden hintaskenaarioiden perusteella energialaitosten puustamaksukyky saavuttaa metsäteollisuuden kuitupuuhankinnan hintatason ennen 2020-luvun puoltaväliä ja huoli puun energiakäytön vaikutuksesta metsäteollisuuden kuitupuun hintaan 2020-luvun loppupuolella on aiheellinen. Puupolttoaineiden hinnan ei kuitenkaan nähdä nousevan nykyistä kuitupuun hintatasoa korkeammalle maksukyvyyn noususta huolimatta. Puupolttoaineiden tarjontapuolella nykyisen kaltaisen Kemera-tuen on oletettu säilyvän. Puun korjuukustannuksien kehityksellä ei kuitenkaan uskota olevan merkitystä hankittavien puupolttoaineiden hintaan hinnan noustua kuitupuun hinnan tasolle.

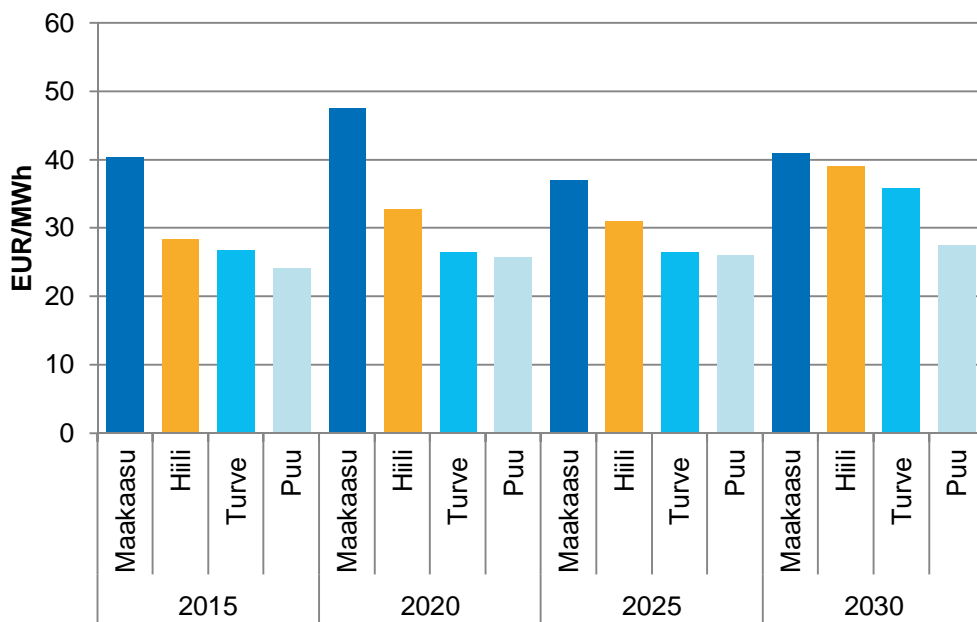
Edellä mainitut polttoaineet ovat tärkeimmät Suomessa sähkön ja lämmön yhteistuotannossa käytettävät polttoaineet, mistä syystä seuraavassa on tarkasteltu juuri näiden polttoaineiden keskinäistä kilpailukykyä eri skenaarioissa. Skenaarioista tulokset on esitetty vain kolmelle skenaariolle, Vain päästökauppa, Kansalliset tavoitteet ja Matalan kasvun skenaariolle, sillä neljännen skenaarion hintataso (EU-tason tavoite) eroaa vain hieman Vain päästökauppa – skenaariosta.

5.2.1 Polttoaineiden kilpailukyky yhteistuotannossa

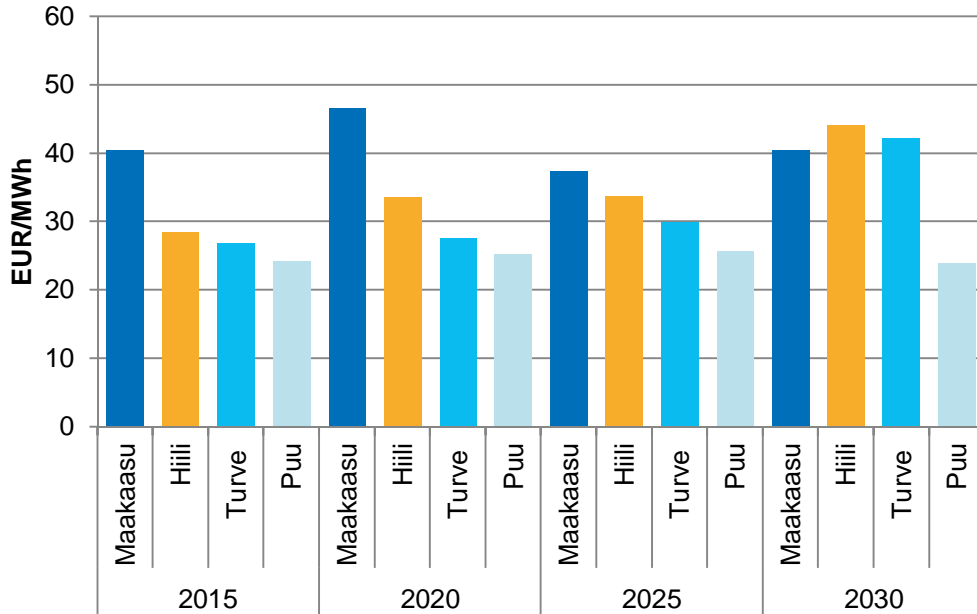
Polttoaineiden kilpailukykyä sähkön ja lämmön yhteistuotannossa on tarkasteltu tyypilaitoksessa, jonka lämpöteho on 120MWth. Sähköteho on kaasuvoimalaitoksessa 120 MWe, ja muissa voimalaitoksissa 60 MWe. Kilpailukykyä kuvataan lämmön tuotantokustannuksena, jossa sähkön tuotanto on huomioitu vähentämällä sähkön myyntitulo muuttuvista kustannuksista käyttäen skenaarion mukaista sähkön hintaa. Polttoaineiden kilpailukyvyyn kehitys Kansalliset tavoitteet –skenaariossa on esitetty kuvassa 5-7, Vain päästökauppa –skenaariossa kuvassa 5-8 ja Matalan kasvun skenaariossa kuvassa 5-9. Kansalliset tavoitteet– ja Vain päästökauppa –skenaarioissa verojen osalta on oletettu, että vuoden 2015 jälkeen verot pysyvät taulukon 5-1 mukaisina. Lämmön tuotantokustannuksissa on otettu huomioon polttoai-

nekustannukset, päästökaupan kustannukset ja muut käytöstä riippuvaiset kustannukset (muun muassa palkkakustannukset). Kuvaajissa esitetyt luvut eivät sisällä pääomakustannuksia. Kuvaajat kuvaavat siten tilannetta olemassa olevissa laitoksissa, ja mm. polttoainemuutosten kannattavuutta siltä osin kuin se teknisesti on mahdollista. Suomessa on myös useita suuria kaupunkeja, joissa voidaan suuren osan vuotta valita vaihtoehtoisten polttoainneiden (esimerkiksi kaasu ja kivihiili) välillä yhteistuotannossa, sillä kaikkea yhteistuotantokapasiteettia ei tarvita lämmöntuotantoon koko vuoden ajan. Näiden osalta kuvaajat osoittavat, minkä kapasiteetin käyttö kannattaa maksimoida taloudellisin perustein.

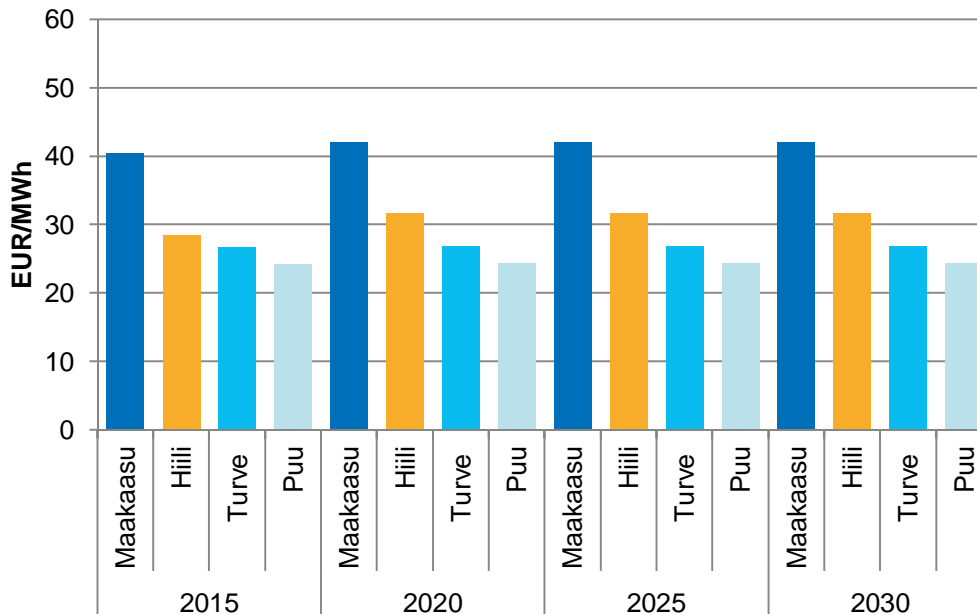
Kuva 5-7 – Lämmön tuotantokustannuksen (sisältää polttoainekustannukset, päästöoikeuden kustannukset sekä muut käyttökustannukset, ei sisällä pääomakustannusta) kehitys eri polttoaineilla sähkön ja lämmön yhteistuotannossa Kansalliset tavoitteet –skenaariossa



Kuva 5-8 – Lämmön tuotantokustannuksen (sisältää polttoainekustannukset, päästöoikeuden kustannukset sekä muut käyttökustannukset, ei sisällä pääomakustannusta) kehitys eri polttoaineilla sähkön ja lämmön yhteistuotannossa Vain päästökauppa –skenaariossa



Kuva 5-9 – Lämmön tuotantokustannuksen (sisältää polttoainekustannukset, päästöoikeuden kustannukset sekä muut käyttökustannukset, ei sisällä pääomakustannusta) kehitys eri polttoaineilla sähkön ja lämmön yhteistuotannossa Matalan kasvun skenaariossa



Kansalliset tavoitteet ja Vain päästökauppa -skenaarioissa edullisimmat polttoaineet ovat puu ja turve vuoteen 2025 asti. Turvetta käyttävän yhteistuotantolaitoksen tuotantokustannus nousee huomattavasti vuonna 2030 Vain päästökauppa –skenaariossa päästöoikeuden hinnan kohotessa. Lämmön tuotantokustannusten perusteella jo olemassa olevissa laitoksissa maksimoidaan puun käyttöä hiilen, kaasun ja vuodesta 2025 myös turpeen kustannuksella. Kaupungeissa, joissa hiili ja kaasu kilpailevat keskenään, hiili on vuositason lämmön tuotan-

tokustannuksia tarkastellessa edullisempi Kansalliset tavoitteet -skenaariossa läpi tarkastelujakson ja siten ajojärjestyksessä ennen kaasua. Vain päästökauppa- skenaariossa maakaasun nousee kilpailukykyiseksi suhteessa turvetta ja hiiltä polttaviin laitoksiin vuonna 2030 korkean päästöoikeuden hinnan myötä.

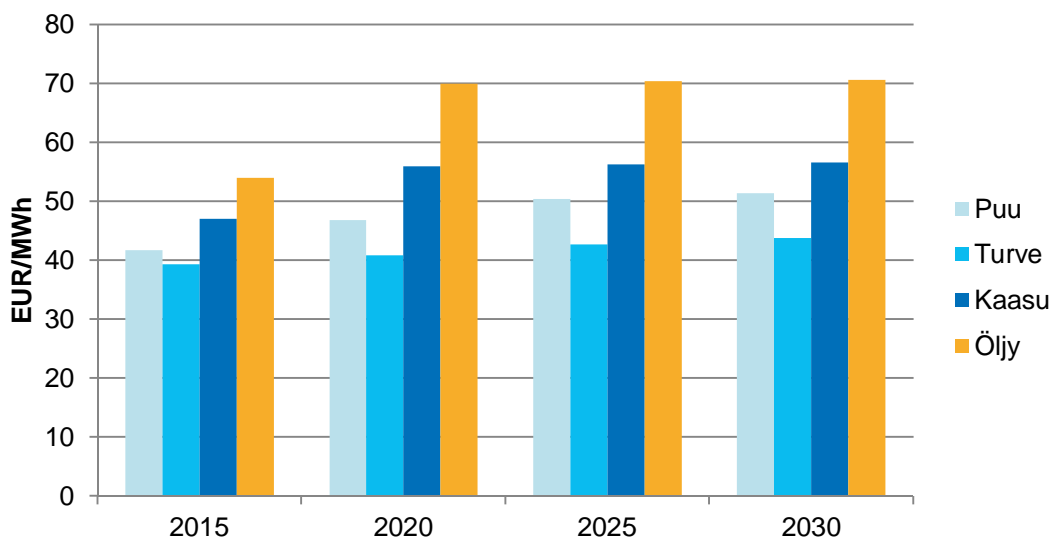
Matalan kasvun skenaariossa polttoaineiden suhteellinen kilpailuasema pysyy nykyisellä tasolla vuoteen 2030. Maakaasu on selvästi kallein polttoaine ja sen käyttö pyritään minimoimaan. Kivihiilen ja maakaasun kilpaillessa keskenään kivihiilen käyttö korvaa osittain maakaasua. Puu on edullisin, mutta turpeen kustannukset ovat hyvin lähellä puun kustannuksia, minkä vuoksi näiden polttoaineiden osuus lämmöntuotannossa pyritään maksimoimaan korvaamalla maakaasua ja kivihiiltä.

Yleisesti fossiilisten polttoaineiden kilpailukyky on heikompi Vain päästökauppa – skenaariossa skenaarion korkeamman päästöoikeuden hinnan takia.

5.2.2 Polttoaineiden kilpailukyky lämmön erillistuotannossa

Erillisessä lämmöntuotannossa polttoaineiden kilpailukykyä on tarkasteltu 15 MW:n kaukolämpökeskuksissa. Laitos on päästökaupan ulkopuolella, joten päästöoikeuden hinnasta johtuvia eroja skenaarioiden välillä ei ole. Kilpailukykyyn kehitystä nykyhetkestä vuoteen 2030 muissa skenaarioissa kuin matalan kasvun skenaariossa on esitetty kuvassa 5-10. Erillisessä lämmöntuotannossa turve on selvästi kilpailukykyisin vaihtoehto ja öljyn kilpailukyky heikenee huomattavasti nykytilanteesta. Puupolttoaineisiin perustuvat investoinnit ovat kaasua kilpailukykyisempiä, mutta erityisesti vuonna 2030 selvästi turvevaihtoehtoa heikompia.

Kuva 5-10 – Lämmön tuotantokustannus (sisältää muuttuvat ja kiinteät kustannukset ja investointikustannukset) eri polttoaineilla lämmön erillistuotannossa 15 MW lämpökattilalla (muut skenaariot kuin Matalan kasvun skenaario)



Edellä esitetyssä kuvaajassa fossiilisten polttoaineiden verojen on oletettu nousevan vuoden 2015 jälkeen taulukon 5-1 mukaiselle tasolle. Turpeen veron ollessa 1,9 €/MWh on turve selvästi edullisin polttoaine, mikäli laitos ei kuulu päästökaupan piiriin. Puupolttoaineiden oletetaan olevan verottomia. Kaasun ja öljyn kustannukset nousevat vuoteen 2020 johtuen oletetusta polttoaineiden hintojen noususta.

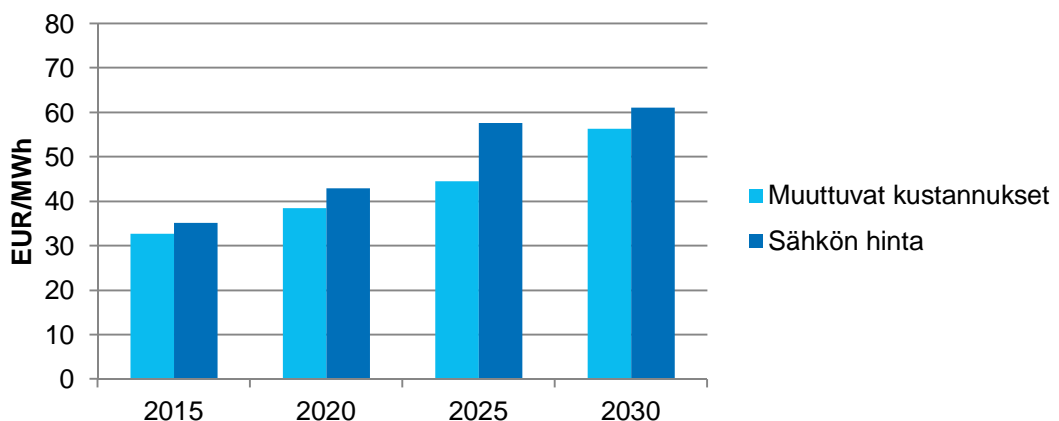
Matalan kasvun skenaariossa lämmön erillistuotannon kustannukset eri polttoaineilla säilyvät vuoden 2015 tasolla vuoteen 2030, huomioiden kuitenkin fossiilisten polttoaineiden verojen nousu. Turve säilyisi edullisimpana polttoaineena mutta puupolttoaineet olisivat hyvin lähellä turpeen kustannuksia. Öljy olisi edelleen kallein polttoaine, mutta ei samassa määrin kuin muissa skenaarioissa, joissa sen hinta nousee merkittävästi ja heikentää kilpailukykyä.

Päästökaupan ulkopuolelle kuuluvaa erillistä lämmöntuotantoa koskevat ei-päästökauppasektorin tavoitteiden taakanjako ja kansalliset tavoitteet. Vuodelle 2030 maa-kohtaisia tavoitteita ei ole vielä asetettu, eikä tavoitteiden toteuttamiseksi mahdollisesti tarvittavia toimenpiteitä ole tässä työssä huomioitu.

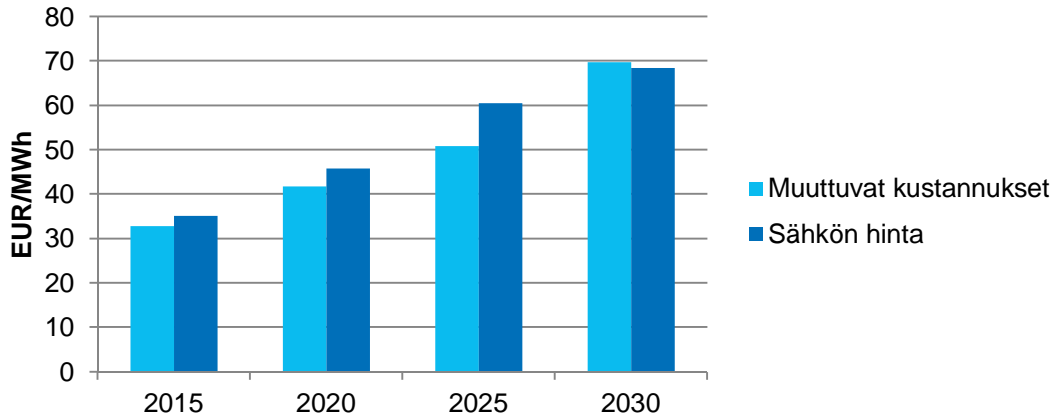
5.2.3 Lauhdetuotannon kilpailukyky

Lauhdetuotannon kilpailukykyyn kehitystä on esitetty vertaamalla sähkön markkinahinnan kehitystä kivihiililauhteen muuttuviin tuotantokustannuksiin. Tarkastelun perusteella kivihiililauhteen marginaalituotantokustannus on alhaisempi kuin sähkön markkinahinta koko tarkasteluajanjakson Kansalliset tavoitteet –skenaariossa. Vain päästökauppa –skenaariossa tuotantokustannukset nousevat sähkön markkinahintaa korkeammaksi vuonna 2030 selvästi kohonneen päästöoikeuden hinnan myötä. Uudet investoinnit lauhdetuotantoon eivät ole tarkastelluilla hintatasoilla kannattavia. Kuvassa 5-11 on esitetty sähkön vuosikeskihinta ja muuttuvat tuotantokustannukset kivihiililauhteelle Kansalliset tavoitteet –skenaariossa ja kuvassa 5-12 vastaavasti Vain päästökauppa -skenaariossa. Lauhdetuotannon kannalta vuosihinnan vaihtelulla on suuri merkitys lauhdetuotannon tarpeelle ja vuosituotannon määrille, joten keskimääräinen vuosikeskihinta ei kuvaa todellista lauhdetuotannon kannattavuutta. Se kuvaa kuitenkin tilanteen muutosta nykytilanteesta, ja kuvasta voidaan nähdä, että erityisesti vuoden 2025 paikkeilla sähkön markkinahinta on selvästi hiililauhteen muuttuvia kustannuksia korkeampi Kansalliset tavoitteet -skenaariossa, jolloin lauhdetuotannon määrä voisi kasvaa. Kuvajissa esitettiin muuttuviin kustannuksiin lukeutuvat päästökaupan kustannukset, polttoainekustannukset ja muut käytöstä riippuvat kustannukset.

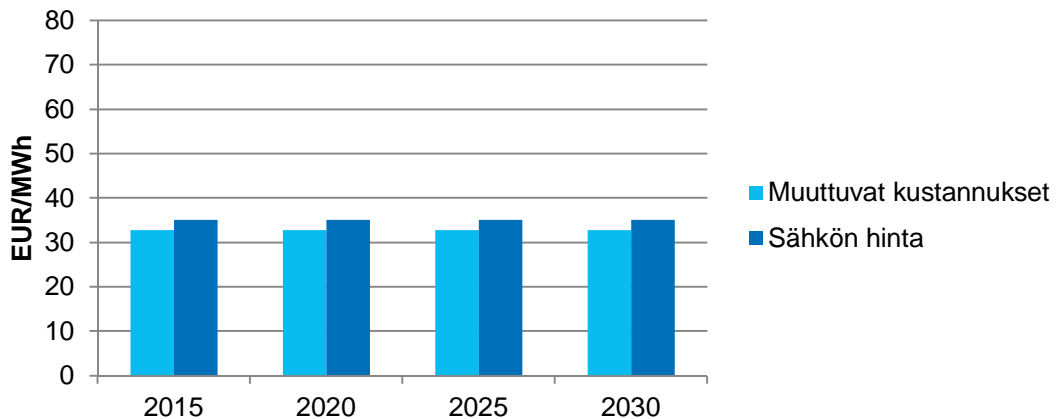
Kuva 5-11 – Lauhdetuotannon muuttuvat kustannukset ja sähkön vuosikeskihinta Kansalliset tavoitteet –skenaariossa



Kuva 5-12 – Lauhdetuotannon muuttuvat kustannukset ja sähkön vuosikeskihinta Vain päästökauppa –skenaariossa



Kuva 5-13 – Lauhdetuotannon muuttuvat kustannukset ja sähkön vuosikeskihinta Matalan kasvun skenaariossa



Vain päästökauppa –skenaariossa korkeampi sähkön hinta ei tee lauhdesähkön tuotannosta kannattavampaa, sillä kohoava päästöoikeuden hinta tekee hiililauhteesta kannattamatonta keskimääräisillä hinnoilla tarkasteltuna vuoteen 2030. Myös Kansalliset tavoitteet –skenaariossa päästöoikeuden korkea hinta vuonna 2030 pienentää sähkön myynnistä saatavan marginaalin hyvin alhaiseksi. Mikäli päästöoikeuden korkean hinnan arvioidaan jatkuvan 2030-luvulla, tulee hiililauhdevoimasta kannattamatonta. Yllä esitetyt kuvaajat on tehty kuvaamaan markkinatilanteen muutosta, mutta mallinnuksessa on käytetty vuosikeskihintojen sijaan tuntitason hintavaihtelua todellisen tuotantomäärän arvioimiseksi.

Matalan kasvun skenaariossa pysytään sähkön hintakehityksen ja hiililauhteen tuotantokustannusten osalta vuoden 2015 tasolla. Sähkön hinta ylittää keskimäärin muuttuvat tuotantokustannukset, mutta ero on hyvin pieni. Keskimääräisenä vuotena lauhdevoimalaitokselle kerääntyy suuri määrä ajotunteja, mutta keskimääräinen marginaali jää hyvin pieneksi alhaisen sähkön hintatason vuoksi. Keskimääräisenä vuotena laitos pystyy juuri kattamaan kiinteät käyttökustannukset, mutta koska Matalan kasvun skenaariossa sähkön hinnan ei arvioida nousevan, hiililauhdevoimalaitoksien oletetaan poistuvan markkinoilta kannattamattomina ennen vuotta 2030.

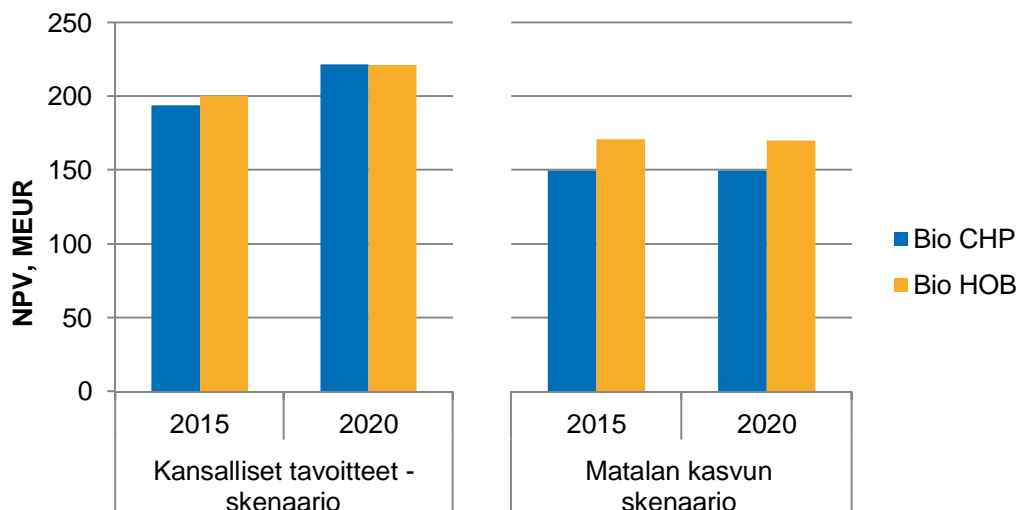
5.2.4 Yhteistuotannon kannattavuus erillistuotantoon nähden

Sähkön hinnan kehityksellä on merkittävä vaikutus sähkön ja lämmön yhteistuotannon kannattavuuteen. Alhaisen sähkön hinnan vuoksi yhteistuotantoinvestointien kannattavuus erilliseen lämmöntuotantoon verrattuna on epävarmaa ja useat energiayhtiöt pohtivatkin yhteistuotannon korvaamista erillisellä lämmöntuotannolla tulevilla investoinneillaan.

Yhteistuotanto- ja erillislämmöntuotantoinvestoinnin kannattavuutta investointivaihtoehtoina voidaan verrata esimerkiksi nettonykyarvotarkastelulla. Kuvassa 5-14 on esitetty yhteistuotannon ja kaukolämmön erillistuotannon nettonykyarvotarkastelu Kansalliset tavoitteet - skenaarioissa. Tarkastelussa on käytetty 8 %:n korkokantaa ja 20 vuoden tarkasteluajaa sekä Kansalliset tavoitteet –skenaariota mukaista sähkön hintaennustetta. Lämmön myyntihinta on oletettu kehittyvän yhteistuotantolaitoksen muuttuvan lämmöntuotantokustannuksen mukaisesti. Nettonykyarvotarkastelu on tehty vuonna 2015 tehdylle investoinnille ja vuonna 2020 tehtävälle investoinnille perustuen tässä työssä aiemmin esitettyihin sähkön hintaskenaarioihin. Nettonykyarvotarkastelun pohjalta kaukolämmön erillistuotannon investointi on kannattavampi kuin investointi yhdistettyyn sähkön ja lämmön tuotantoon vuonna 2015, mutta vuonna 2020 tehdyt investoinnit ovat nettonykyarvolla tarkasteltuna kannattavuudeltaan samansuuruisia. 2020-luvulla tehtävien investointien osalta asetelma kääntyy oletettujen kohoavien sähkön hintojen myötä ja yhteistuotanto on erillistuotantoa kannattavampi vaihtoehto.

Käyttäen samoja laskentaoletuksia, Matalan kasvun skenaariossa erillislämmöntuotantoinvestointi on yhteistuotantoinvestointia kannattavampi vuonna 2015 ja 2020 tehtävällä investoinnilla. Nettonykyarvo pysyy samana vuonna 2020 tehtävällä investoinnilla olettaen, että kilpailukykytilanne pysyy vuoden 2015 tasolla läpi tarkastelujakson. Sähköntuotannosta tulee alhaisen sähkön hinnan myötä hyödyn sijaan enemmänkin rasite, minkä lisäksi yhteistuotantoinvestointi sitoo enemmän pääomaa ja kasvattaa investoinnin riskiä. Matalan kasvun skenaariossa nettonykyarvot jäävät alhaisemmiksi, koska lämmön myyntihinta ei nouse Kansalliset tavoitteet -skenaariota lailla. Metsähakkeella tuotetun sähkön tuotantotuen on oletettu pysyvän ennallaan läpi tarkastelujakson, mikä parantaa yhteistuotannon kannattavuutta verrattuna tilanteeseen, jossa tuotantotukea ei makseta.

Kuva 5-14 – Yhteistuotannon (CHP) ja kaukolämmön erillistuotannon (HOB) nettonykyarvotarkastelu Kansalliset tavoitteet –skenaariossa sekä Matalan kasvun skenaariossa. Sähkön tuotanto on huomioitu vähentämällä myyntitulot yhteistuotannon kustannuksista huomioiden kunkin skenaarion hintakehitys



Vaihtoehtojen välinen kannattavuusero on hyvin pieni ja riippuu voimakkaasti sähkön hinnasta ja hintakehityksestä. Vain päästökauppa -skenaariossa yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon kilpailukyky lämmön erillistuotantoon nähden on kuitenkin hyvin lähellä Kansalliset tavoitteet -skenaarion tuloksia. Korkeamman sähkön hinnan positiivista vaikutusta yhteistuotannon kilpailukykyyn kompensoi kohoava päästöoikeuden hinta, jonka myötä metsähakkeesta tuotetun sähkön tuki laskee. Vaihtoehtojen välinen kannattavuusero on voimakkaasti riippuvainen käytetystä korkotasosta yhteistuotantolaitoksen pääomaintensiivisyyden vuoksi.

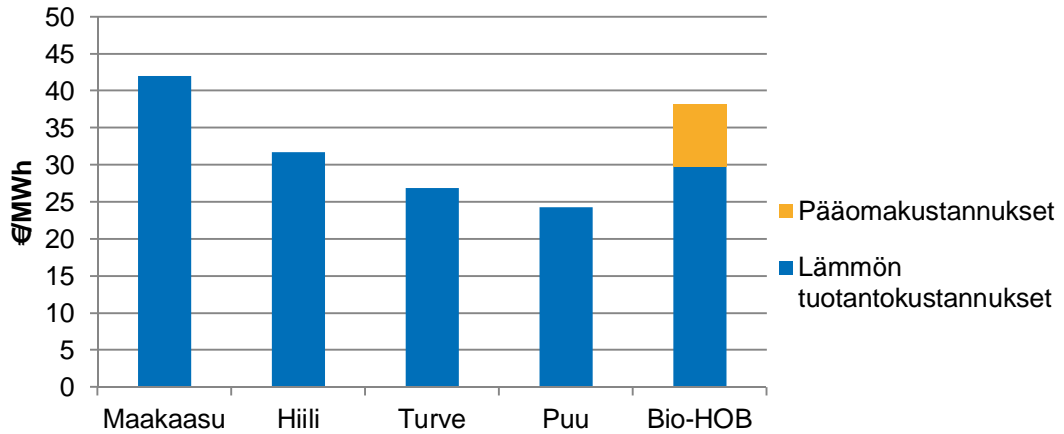
Viime vuosien alhaiset sähkön hinnat ja tämän hetkiset sähkön forward-hinnat vuoteen 2018 saakka eivät ole riittävällä tasolla, jotta yhteistuotantoinvestointi olisi kannattavaa erilliseen lämmöntuotantoon nähden, vaan sähkön hinnan on noustava huomattavasti 2020-luvulla, jotta yhteistuotantoinvestoinnin kannattavuus nousee erillistä lämmöntuotantoa paremmaksi. Yhteistuotantoinvestoinnin arvioitu kannattavuus perustuu mallinnuksen mukaiseen sähkön nousevaan hintakehitykseen. Todellisuudessa investointipäätökset eivät perustu skenaarion mukaisiin hintoihin vaan markkinoiden sen hetkisiin odotuksiin hinnoista.

Epävarmassa markkinatilanteessa erillisen lämmöntuotannon houkuttelevuutta lisää myös sen selvästi alhaisempi investointikustannus. Epävarmuus sähkön hintakehityksestä saa energiayhtiöitä lykkäämään investointipäätöksiään ja minimoimaan riskejä investoimalla mahdollisimman vähän. Skenaarioiden mukaisilla sähkön hintakehityksellä tilanne näyttää yhdistetyn sähköntuotannon kannalta positiiviselta vasta 2020-luvulla.

5.2.5 Olemassa olevien yhteistuotantolaitosten kilpailukyky erillislämmöntuotantoinvestointiin nähden

Tarkasteltaessa Matalan kasvun skenaariota, jossa sähkön hinta ei nouse muiden skenaarioiden lailla, on yhteistuotantolaitosten kannattavuuteen liittyvä epävarmuus entistä suurempi. Matalan kasvun skenaariossa onkin syytä tarkastella olemassa olevien yhteistuotantolaitosten kilpailukykyä suhteessa uuteen erillislämmöntuotanto-investointiin. Kilpailukykytarkastelussa on käytetty tyypilaitoksia, joiden lämpöteho yhteistuotannossa on $120 \text{ MW}_{\text{th}}$ ja sähköteho 60 MW_{e} kiinteän polttoaineen laitoksissa ja $120 \text{ MW}_{\text{e}}$ kaasuvoimalaitoksessa. Erillislämmöntuotannon tyypivoimalaitoksena on käytetty $60 \text{ MW}_{\text{th}}$ puupolttoaineita polttavaa lämpökattilaa. Uuden erillislämmöntuotannon kilpailukykyä olemassa olevaa yhteistuotantolaitosta vastaan on esitetty kuvassa 5-15.

Kuva 5-15 – Lämmön tuotantokustannus yhteistuotannossa eri polttoaineilla (ei sisällä pääomakustannuksia) sekä tuotantokustannus lämmön erillistuotannossa (sisältää pääomakustannuksen) puupolttoaineita polttavassa lämpökeskuksessa Matalan kasvun skenaariossa vuodesta 2017 eteenpäin voimassa olevilla verotasoilla



Edellä esitetystä kuvasta yhteistuotannon lämmön tuotantokustannuksessa on huomioitu sähkön tuotanto vähentämällä sähkön myyntitulo laitoksen kokonaismuutoksista käyttäen mallinnuksen sähkön hinnan vuosikeskiarvoa. Yhteistuotantolaitoksissa on huomioitu muuttuvat kustannukset sekä kiinteät käyttökustannukset, kun taas erillislämmöntuotannon tuotantokustannuksiin on huomioitu myös pääomakustannus. Polttoaineiden hinnat sekä mallinnusten tulokset vastaavat vuoden 2015 arvoja. Kilpailuasematarkastelussa on huomioitu taulukon 5-1 mukaiset verot vuodesta.

Alhainen sähkön hinta nostaa maakaasua polttavien yhteistuotantolaitosten lämmön tuotantokustannuksen selkeästi uuden lämpökeskuksen lämmön tuotantokustannusta korkeammaksi. Alhaisen sähkön hinnan vuoksi etenkin kaasukombivoimalat kärsivät huonosta kilpailukykyä korkean rakennusasteen takia. Hiilivoimalaitosten lämmön tuotantokustannus on hieman alhaisempi kuin erillistuotannon tuotantokustannus.

Matalan kasvun skenaariossa, jossa alhainen sähkön hintataso jatkuu pitkään, on mahdollista, että etenkin maakaasua käyttäviä yhteistuotantolaitoksia korvataan vaihtoehtoisilla lämmön tuotantomuodoilla ennen laitosten teknisen käyttöikänsä päättymistä. Muissa skenaarioissa korkeampi sähkön hinta parantaa maakaasua käyttävien laitosten kilpailukykyä suhteessa esimerkiksi uuteen puupolttoainetta käyttävään lämpökeskukseen. Tämän vuoksi riski, että maakaasua käyttäviä laitoksia korvattaisiin ennenaikaisesti, on huomattavasti alhaisempi muissa skenaarioissa.

5.3 Investoinnit uusiutuvaan energiantuotantoon Suomessa vuoteen 2030

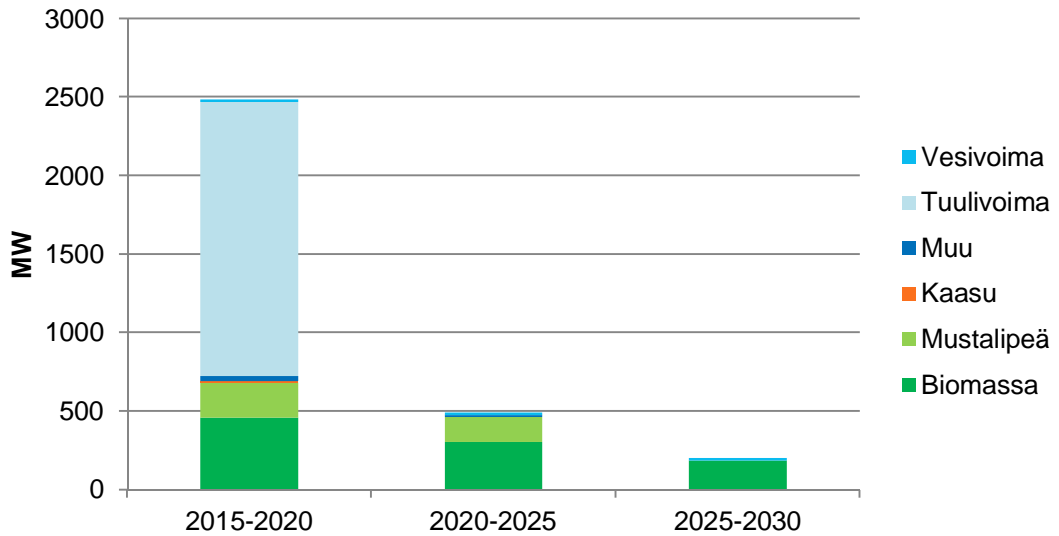
5.3.1 Investoinnit uusiutuvaan sähköntuotantoon

Tehdyn skenaariomallinnuksen perusteella investointien määrä uusiutuvaan sähköntuotantoon Suomessa ei eroa skenaariosta toiseen muuten kuin matalan kasvun skenaarion osalta. Tämä johtuu siitä, että Suomi saavuttaa jo Vain päästökauppa –skenaariossa myös oletetun, EU:sta tulevan kansallisen uusiutuvan sähköntuotannon tavoitteensa. Tavoite on Suomelle nykyiseen uusiutuvan energian käyttöön ja erityisesti bioenergian potentiaaliin nähden maltillinen. Muilta osin investointien määrä mallinnuksessa perustuu niiden kannattavuuteen sähkön hintakehitys huomioiden olettaen, että markkinoilla olisi täydellinen näkymä tulevaisuuden hintakehitykseen. Uusiutuvan energian maakohtainen potentiaali perustuu maakohtaisiin Pöyryn tekemiin arvioihin sisältäen teknologioiden investointikustannuskäyrät tyypillisille uusiutuvan energian muodoille. Suomen tuulivoimakapasiteetin on oletettu kasvavan vain nykyisen tukijärjestelmän perusteella päätettyjen investointien toteutuessa. Biomassan käyttöön perustuva yhteistuotantokapasiteetti kasvaa mallinnuksen perusteella 1100 MW vuosien 2015 ja 2030 välillä. Lisäksi vesivoimakapasiteetin oletetaan nousevan noin 50 MW tehonkorotusten myötä.

Kuvassa 5-16 on esitetty uusiutuvan energian investointien toteutuminen Suomessa Kansalliset tavoitteet –skenaariossa vuosien 2015 ja 2030 välillä. Kuva esittää investoinnit vuosien 2015-2020, 2020-2025 ja 2025-2030 välillä. Tuulivoiman osalta kaikki investoinnit toteutuvat jo vuoteen 2020 mennessä ja perustuvat pääasiassa nykyiseen tukijärjestelmään, jonka mukaisia investointeja ei ole vielä kokonaan toteutettu. Investoinnit kiinteään polttoaineen voimalaitoksiin koostuvat yhteistuotantolaitosten korvausinvestoinneista. Uudet voimalaitokset ovat monipolttoainevoimalaitoksia, joissa poltetaan pääasiassa biomassaa. Myös turvetta ja hiiltä voidaan käyttää tukipolttoaineena. Uudet voimalaitosinvestoinnit korvaavat pääosin hiiltä ja maakaasua polttavia voimalaitoksia. Todellisuudessa epävarmuus sähkön hintakehityksestä on jo johtanut yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon korvautumiseen erillisellä lämmöntuotannolla, ja mikäli hintakehitys ja näkemys markkinoista eivät käänny nousuun nykytasosta, voivat esitetyt investoinnit toteutua yhteistuotannon sijaan erillisenä lämmöntuotantona.

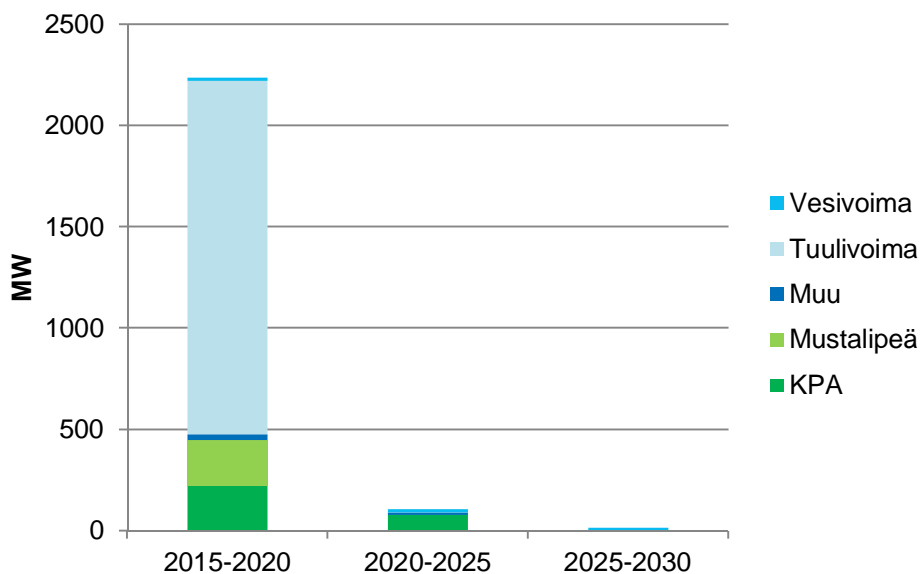
Yhteistuotannon korvausinvestointien lisäksi alla esitetyissä investoinneissa ovat mukana metsäteollisuuden kaavailuista uusista investoinneista Äänekoski ennen vuotta 2020 ja Finnerpulpin ja Kemijärven hankkeet välillä 2020-2025.

Kuva 5-16 – Investoinnit uusiutuvaan energiaan sähköntuotannossa Kansalliset tavoitteet –skenaariossa



Investoinnit uusiutuvaan sähköntuotantoon Matalan kasvun skenaariossa on esitetty kuvassa 5-17. Huolimatta Matalan kasvun skenaarion alhaisesta sähkön hintatasosta, investointien tuulivoimaan oletetaan toteutuvan nykyisen tukijärjestelmän perusteella, sillä tukijärjestelmän kautta tuottajat saavat takuuhinnan. Niiden uusien yhteistuotantolaitosprojektien, joista on jo tehty investointipäätös, oletetaan toteutuvan myös Matalan kasvun skenaariossa, minkä vuoksi vuosina 2015-2020 investoinnit uusiutuvaan sähköntuotantokapasiteettiin ovat vain hieman alhaisemmat kuin alkuperäisessä mallinnuksessa.

Kuva 5-17 – Investoinnit uusiutuvaan energiaan sähköntuotannossa Matalan kasvun skenaariossa



Yhteistuotannon heikon kannattavuuden vuoksi teknisen käyttöiän päähän tulevien yhteistuotantolaitoksien oletetaan Matalan kasvun skenaariossa korvautuvan lämpökattiloilla tai muilla vaihtoehtoisilla teknologioilla yhteistuotantolaitoksen sijaan. Huolimatta kaukolämpöä tuottavien yhteistuotantolaitosten alhaisesta kilpailukyvyistä, teollisuudessa joitain korvausinvestointeja yhteistuotantoon on oletettu toteutuvan. Teollisuustoimijan toimintaympäristö poikkeaa

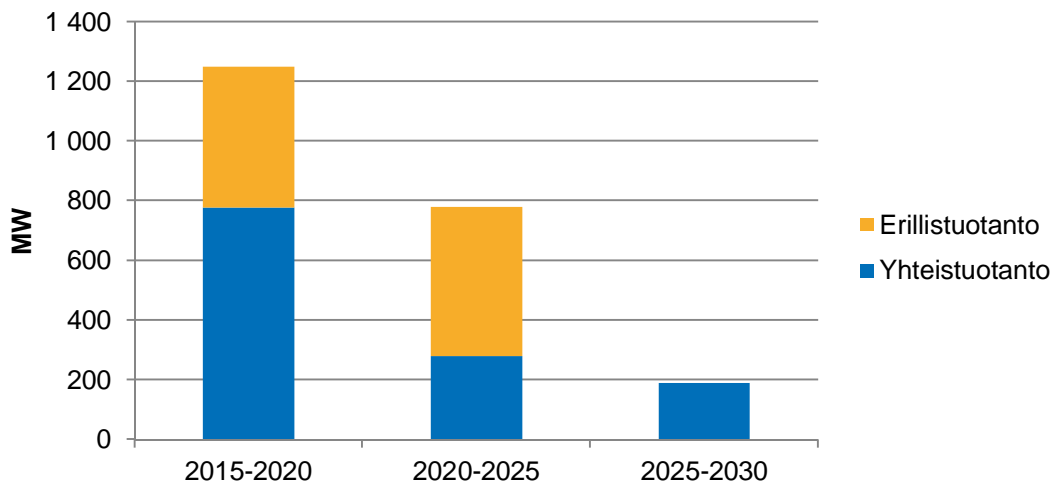
yhdyskuntien kaukolämmön tuotantolaitoksista muun muassa käytetyn polttoaineen suhteen ja sähkön hinnalla ei välttämättä ole yhtä suurta merkitystä laitoksen ja koko teollisuusprosessin kannalta. Äänekosken sellutehdasinvestoinnin lisäksi Matalan kasvun skenaariossa ei ole oletettu uusia sellutehdasinvestointeja.

Alhaisen sähkön hintakehityksen vuoksi on arvioitu, että investoinnit uusiutuvan energian sähköntuotantokapasiteettiin ovat noin 800 MW alhaisemmat Matalan kasvun skenaariossa kuin muissa skenaarioissa. Tästä suurin osa koostuu korvaamatta jätettävistä yhteistuotantolaitoksista, mutta myös alkuperäisessä mallinnuksessa oletettujen uusien sellutehdashankkeiden toteutumatta jääminen 2020-luvulla vähentää investointeja uusiutuvaan energiaan.

5.3.2 Investoinnit uusiutuvaan lämmöntuotantoon

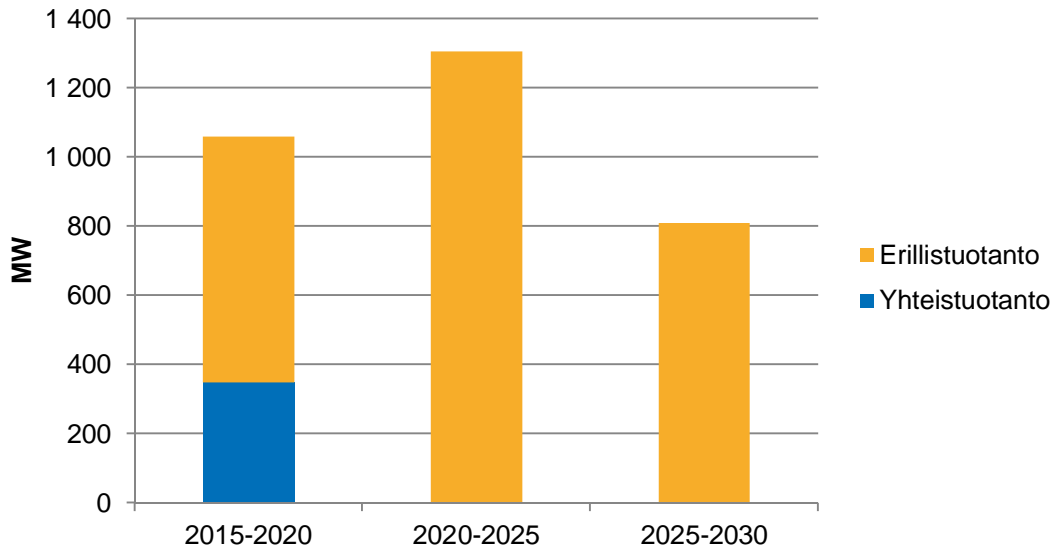
Lämmöntuotannon investoinnit ovat korvausinvestointeja, joilla korvataan vanhentuvaa kaukolämpökapasiteettia. Arvioidut lämmöntuotannon investoinnit Kansalliset tavoitteet – skenaariossa on esitetty alla kuvassa 5-18 ja jaoteltu yhdistetyn tuotannon ja erillistuotannon investointeihin. Erillistuotannon osalta kuvassa on esitetty jo päätetyt investoinnit kuten Helsingin, Lahden ja Nokian investoinnit sekä useampia pienempiä investointeja hakelämpökeskuksiin tai pellettikattiloihin. Vuoden 2025 jälkeen uusien investointien on oletettu perustuvan yhdistettyyn tuotantoon sen paremman kilpailukyvyn ansiosta. Lämmön erillistuotannon ja yhdistetyn tuotannon välistä kilpailukykyä on tarkasteltu aiemmin kappaleessa 5.2.5. Vuoden 2020 jälkeen tapahtuvia öljy- ja kaasulämpökeskusten korvauksia ei ole tarkasteltu tässä yhteydessä, mutta niiden polttoainekäyttö on huomioitu kappaleessa 5.5.1.

Kuva 5-18 – Investoinnit uusiutuvan energiaan kaukolämmöntuotannossa Kansalliset tavoitteet- skenaariossa



Matalan kasvun skenaariossa investoinnit sähkön ja lämmön yhteistuotantoon korvautuvat lämmön erillistuotannolla 2020-luvulla heikon kannattavuuden vuoksi (kuva 5-19). Teknisen käyttöikänsä päähän tulevien laitosten korvausinvestointien lisäksi erillislämmön oletetaan korvaavan etenkin kaasukombivoimaloita, joissa olisi vielä teknistä käyttöikää jäljellä. Tämän vuoksi uudet investoinnit kaukolämmöntuotantoon ovat Matalan kasvun skenaariossa korkeammat kuin Kansalliset tavoitteet -skenaariossa tarkastelujakson aikana.

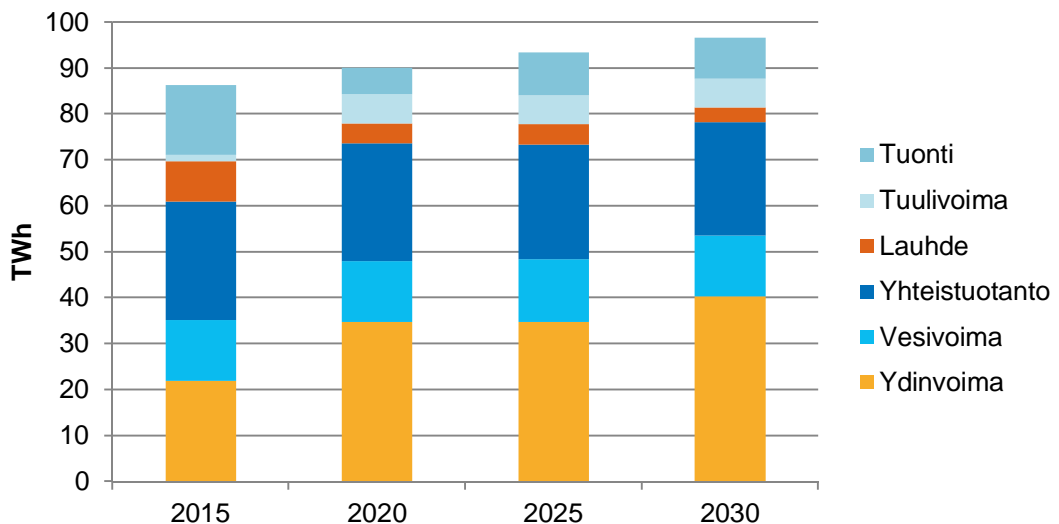
Kuva 5-19 – Investoinnit uusiutuvan energiaan kaukolämmöntuotannossa Matalan kasvun skenaariossa



5.4 Arvio sähkön tuotannosta tuotantomuodoittain ja polttoaineittain vuoteen 2030

Skenaariomallinnuksen perusteella Suomen sähkön tuotannossa ja hankinnassa on melko vähäisiä eroja eri skenaarioiden välillä Matalan kasvun skenaariota lukuun ottamatta. Kansalliset tavoitteet –skenaariossa hiilellä tuotetun sähkön määrä on korkeampi kuin muissa skenaarioissa, sillä päästöoikeuden alhaisempi hinta tekee hiilen käytöstä kannattavampaa. Muissa skenaarioissa vastaavasti tuontisähkön osuus on korkeampi kuin Kansalliset tavoitteet –skenaariossa. Kuvassa 5-20 on esitetty sähkön tuonti ja tuotanto vuosina 2015, 2020, 2025 ja 2030 Kansalliset tavoitteet –skenaariossa.

Kuva 5-20 – Mallinnettu sähköntuotanto Suomessa tuotantomuodoittain vuosina 2015, 2020, 2025, 2030 Kansalliset tavoitteet –skenaariossa (myös vuoden 2015 tuotanto perustuu mallinnettuun normaalin vuoden tuotantoon)



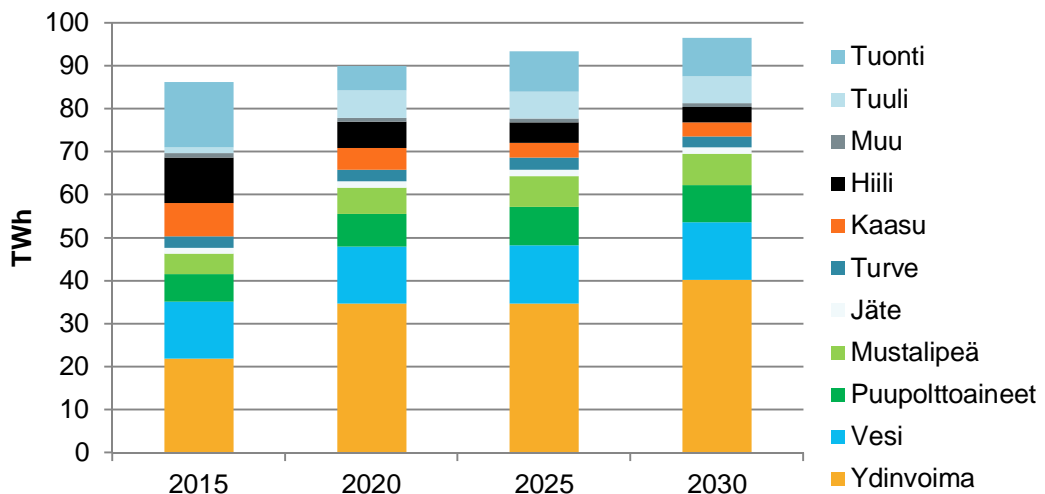
Vuoden 2015 tuotantoon verrattuna tuulivoiman osuus kasvaa huomattavasti vuoteen 2020 mennessä. Ydinvoimat tuotanto kasvaa nykyhetkestä OL3:n valmistuessa, sekä vuoteen 2030 mennessä kun tarkastelussa on oletettu Fennovoiman hankkeen toteutuvan. Kokonaistuotannon lisäys jää pienemmäksi poistuvan nykyisen ydinvoimakapasiteetin vuoksi.

Investointien yhteistuotantoon on oletettu toteutuvan paikkakuntakohtaisesti tarkasteltujen isompien laitosten osalta perustuen olemassa oleviin suunnitelmiin. Näissä on tyypillisesti suunniteltu käytettävien puupolttoaineita ja mahdollisesti turvetta. Mallinnetut investoinnit eivät tältä osin perustu täysin pelkkään eri tuotantomuotojen ja polttoaineiden kilpailukykyyn, vaan lähtötietoina on käytetty tarkempia tietoja suunnitteilla olevista hankkeista. Yleisesti uusilla monipolttoainevoimalaitoksilla korvataan kaasua sekä myös hiiltä.

Kokonaisuudessaan yhteistuotannon sähköntuotanto hieman laskee huolimatta uusien sellutehdasinvestointien tuomasta lisäsähköntuotannosta. Lasku johtuu kaukolämpöä tuottavien yhteistuotantolaitosten pienestä kapasiteetin laskusta sekä kaasukombien alhaisemmasta sähköntuotannosta, joka osittain korvautuu alhaisemman rakennusasteen voimalaitosten, kuten monipolttoainevoimalaitosten tuotannolla. Mallinnuksen perusteella sähkön yhteistuotanto kaukolämmön ja teollisuuden lämmön tuotannon yhteydessä on edelleen vuonna 2030 hyvin merkittävä sähköntuotantomuoto Suomessa. Sähkön tuonti vähenee merkittävästi vuoden 2015 tasosta vuoteen 2030.

Tarkempi jako sähkön tuotannosta polttoaineittain on esitetty kuvassa 5-21 Kansalliset tavoitteet -skenaariossa. Kuvasta nähdään vähenevä hiilen käyttö ja kohoava puupolttoaineiden käyttö vuoteen 2030. Huolimatta hiilen käytön laskusta, hiiltä käytetään lauhdetuotannon lisäksi myös yhteistuotannossa vuonna 2030. Maakaasun heikon kilpailukykytilanteen vuoksi sen käyttö sähköntuotannossa laskee alle puoleen vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2015 tasoon. Myös turpeen käyttö hieman vähenee. Uusiutuvan energian osuus sähköntuotannosta nousee 38 prosenttiin jo vuoteen 2020 mennessä ja pysyy muuttumattomana vuoteen 2030 mennessä. Suurin osa uusiutuvien osuuden kasvusta syntyy puupolttoaineiden sekä tuulivoiman lisäyksestä.

Kuva 5-21 – Sähkön tuotanto polttoaineittain ja tuonti vuosina 2015, 2020, 2025 ja 2030 Suomessa Kansalliset tavoitteet –skenaariossa

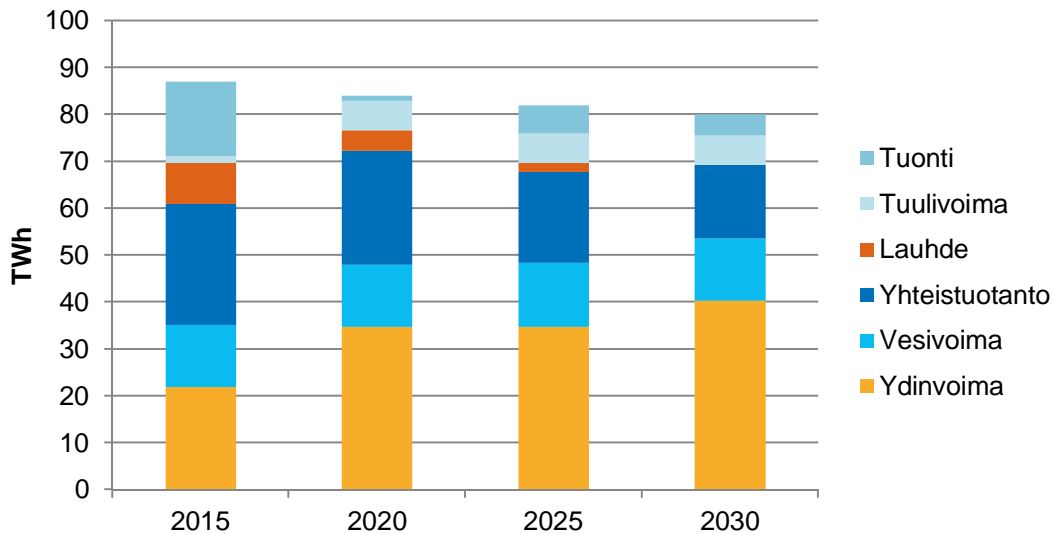


Matalan kasvun skenaariossa ero sähköntuotannossa verrattuna muihin skenaarioihin näkyy erityisesti yhteistuotannossa ja lauhdetuotannossa. Yhteistuotannolla tuotetun sähkön määrä on noin 9 TWh alhaisempi kuin Kansalliset tavoitteet -skenaariossa. Suurin osa, noin 5 TWh,

on seurausta erillislämmöllä korvatusista kaukolämmön yhteistuotannosta. Myös uusien sellutehtaiden toteutumatta jääminen 2020-luvulla laskee yhteistuotantosähkön määrää. Lauhdevoiman heikko kannattavuus sekä oletus sähkön hinnan alhaisesta tasosta tulevaisuudessa johtavat myös perinteisen lauhdevoiman alasajoon, mikä laskee Matalan kasvun skenaarion sähköntuotantoa edelleen noin 3 TWh vuonna 2030 verrattuna Kansalliset tavoitteet -skenaarioon.

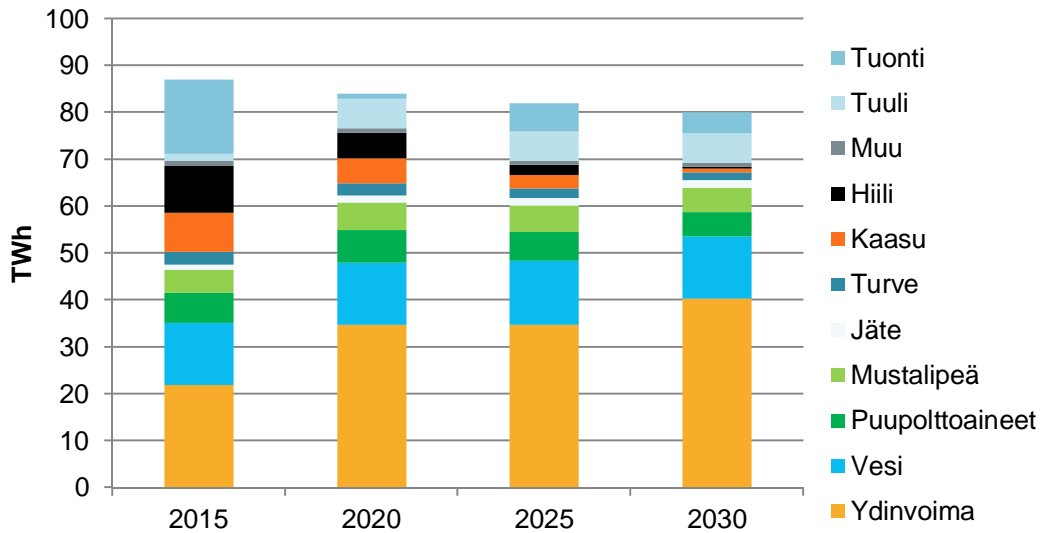
Investoinnit muihin tuotantomuotoihin on oletettu samoiksi kaikissa skenaarioissa, minkä vuoksi ydinvoimalla, vesivoimalla ja tuulivoimalla tuotettu sähkö on sama Matalan kasvun skenaariossa kuin Kansalliset tavoitteet -skenaariossa. Alhainen sähkön hinta voisi johtaa myös ydinvoimainvestoinnin peruuntumiseen 2020-luvulla, mutta ydinvoiman osalta ei työssä ole tarkasteltu investoinnin kannattavuutta eri skenaarioissa. Alhaisempien talouskasvuole- tusten vuoksi sähkön kysyntä on alhaisempi Matalan kasvun skenaariossa. Myös sähkön tuotannon Suomessa arvioidaan laskevan, muttei yhtä paljon kuin kysynnän, minkä vuoksi sähkön tuonti on hieman alhaisempi kuin Kansalliset tavoitteet -skenaariossa. Sähkön tuotannon ja tuonnin kehitys vuoteen 2030 Matalan kasvun skenaariossa on esitetty alla kuvassa 5-22.

Kuva 5-22 – Sähköntuotanto Suomessa tuotantomuodoittain vuosina 2015, 2020, 2025, 2030 Matalan kasvun skenaariossa



Puupohjaisen erillislämmöntuotannon korvatussa yhteistuotantoa Matalan kasvun skenaariossa etenkin kaasun käyttö sähköntuotannossa laskee merkittävästi, mutta myös puupoltto- aineilla tuotetun sähkön määrä laskee (kuva 5-23). Lauhdevoimatuotannon merkittävän las- kun vuoksi hiilen käyttö sähköntuotannossa laskee lähes nollaan.

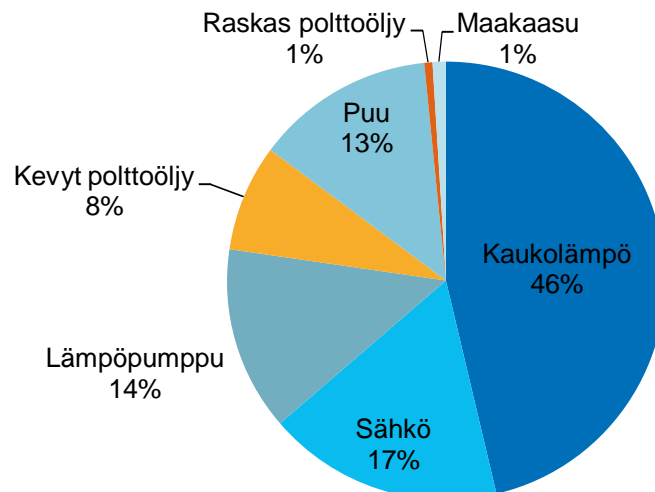
Kuva 5-23 – Sähkön tuotanto polttoaineittain ja tuonti vuosina 2015, 2030, 2025 ja 2030 Matalan kasvun skenaariossa



5.5 Asuinrakennusten lämmitysmuodot ja polttoainekäyttö

Kaukolämpö on ollut pitkään Suomen yleisin rakennusten lämmitysmuoto lähes 50 %:n osuudella. Viime vuosien aikana eri lämpöpumppuratkaisujen osuus on kasvanut huomattavasti lämpöpumppujen korvattessa erityisesti vanhoja öljylämmityskattiloita, mutta myös paikoin kaukolämpöä. Kuvassa 5-24 on esitetty asuin- ja palvelurakennusten eri lämmitysmuotojen osuudet vuonna 2014.

Kuva 5-24 – Eri lämmitysmuotojen osuudet asuin- ja palvelurakennuksissa vuonna 2014 (Energiateollisuus ry)



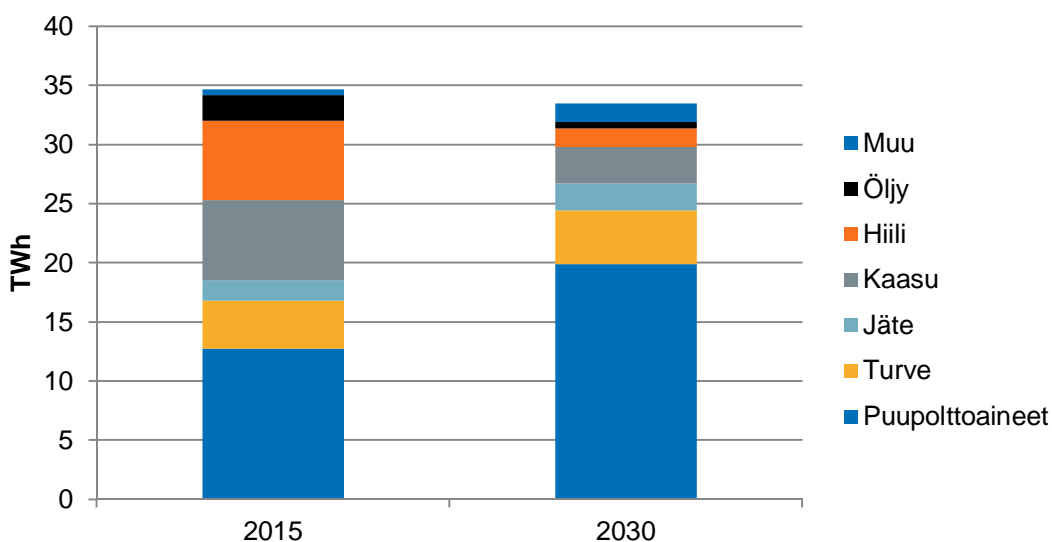
Eri lämmitysmuotojen ja lämmityksen polttoaineiden kehitystä vuoteen 2030 on arvioitu seuraavissa kappaleissa erikseen kaukolämmön sekä muiden lämmitysmuotojen osalta.

5.5.1 Kaukolämpö

Kappaleissa 5.2.1 ja 5.2.2 esitetyn kilpailukykykehityksen mukaan kaukolämmön kustannusten arvioidaan nousevan käytettävästä polttoaineesta riippuen 15-40 % vuoteen 2030 mennessä perustuen kohoaviin polttoainehintoihin ja skenaarioiden mukaisiin päästöoikeuden hintoihin. Edullisimmat polttoaineet lämmöntuotannossa vuonna 2030 ovat puu ja turve. Kivihiilen kilpailukyky on heikkoa verotuksen ja erityisesti korkean päästöoikeuden hinnan vuoksi. Maakaasun heikkoon kilpailukykyyn vaikuttaa lisäksi kilpailevia polttoaineita korkeampi polttoaineen hinta. Kustannusjärjestys näkyy myös arvioidussa kaukolämmön polttoainekäytössä vuodelle 2030.

Puupolttoaineiden käytön on arvioitu kasvavan merkittävästi vuoteen 2030 mennessä sen korvattaessa erityisesti kivihiiltä yhdistetyssä sähkön ja lämmöntuotannossa. Kaasun osuus pienenee alle puoleen vuoteen 2015 verrattaessa, mutta sen rooli kaukolämmön tuotannon polttoaineena säilyy merkittävänä. Jätteen energiakäytön osuus kasvaa myös selvästi vuodesta 2015 vuoteen 2030 mennessä. Uusiutuvien osuus kaukolämmön erillistuotannossa kasvaa merkittävästi puupolttoaineiden korvattaessa fossiilisia polttoaineita, erityisesti öljyä, hiiltä ja kaasua. Mallinnuksen mukaan uusiutuvien osuus kaukolämmöntuotannosta (ei sisällä jätettä) nousee 60 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä tämän hetkisestä 37 prosentista. Puupolttoaineet koostuvat pääosin metsähakkeesta ja teollisuuden sivutuotteista, kuten kuoresta, mutta myös pelleteistä, joiden osuus lämmöntuotannossa kasvaa vuoteen 2030 mennessä. Myös jätteen energiakäytön osuus kasvaa vuodesta 2015 vuoteen 2030 mennessä. Muu-kategoria sisältää muun muassa kaukolämpöyhtiöiden lämpöpumpuilla tuottaman energian. Kaukolämmön käyttöä polttoaineittain muissa skenaarioissa kuin matalan kasvun skenaariossa on kuvattu kuvassa 5-25.

Kuva 5-25 – Kaukolämmön kysyntä polttoaineittain vuosina 2015 ja 2030 muissa kuin Matalan kasvun skenaariossa

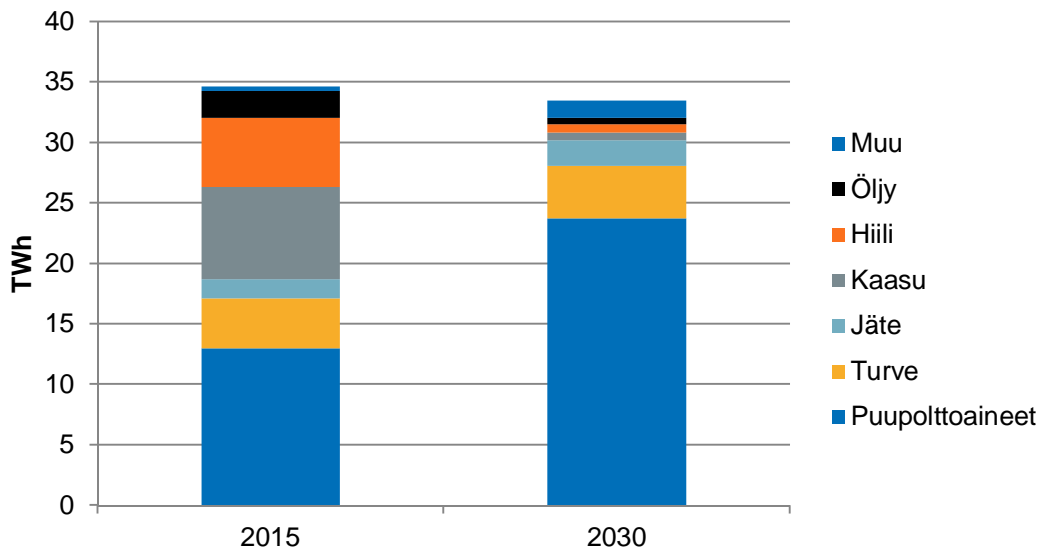


Kaukolämmön kysyntä on oletettu samaksi kaikissa skenaarioissa. Matalan kasvun skenaariossa puupolttoaineiden osuus kaukolämmön tuotannossa kasvaa niiden korvattaessa etenkin kaasua yhteistuotannossa, mutta myös erillistuotannossa muita skenaarioita enemmän. Turve säilyttää merkittävän aseman kaukolämmön tuotannossa alhaisen verotuksen vuoksi. Matalan kasvun skenaariossa uusiutuvien osuus kaukolämmöntuotannossa (ei sisällä jätettä) nousee Kansalliset tavoitteet -skenaariota korkeammaksi, ollen noin 70 % vuonna 2030. Polt-

toaineiden käyttöä kaukolämmön tuotannossa Matalan kasvun skenaariossa on tarkasteltu kuvassa 5-26.

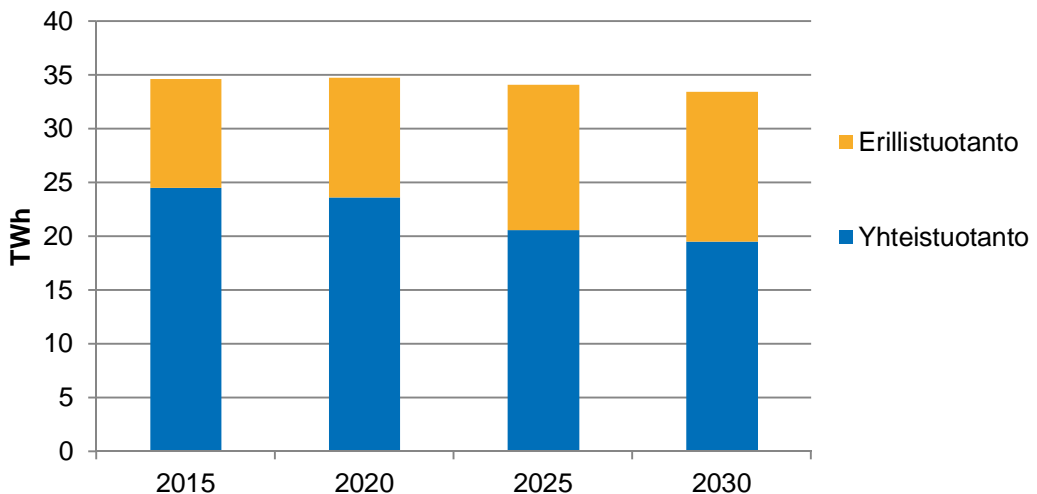
Matalan kasvun skenaariossa lämpöpumpusovellukset voivat yleistyä muita skenaarioita nopeammin ja enemmän alhaisen sähkön hinnan vuoksi. Matala talouskasvu ei kuitenkaan välttämättä kannusta merkittävään investointien lisäämiseen esimerkiksi kotitalouksissa. Merkittävä lämpöpumppujen lisääntyminen laskisi kaukolämmön kysyntää ja nostaisi sähkön kysyntää.

Kuva 5-26 – Kaukolämmön kysyntä polttoaineittain vuosina 2015 ja 2030 Matalan kasvun skenaariossa



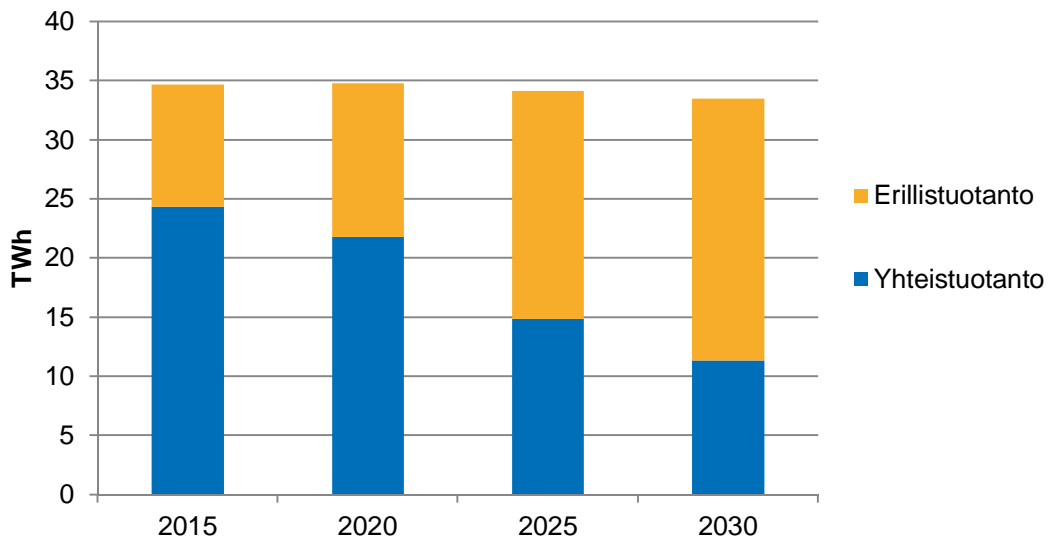
Kilpailukykytarkastelujen perusteella lämmön erillistuotanto on taloudellisesti yhdistettyä tuotantoa kannattavampaa ennen vuotta 2020 tehdyissä investoinneissa. Tämän jälkeen sähkön ja lämmön yhteistuotanto on taloudellisesti houkuttelevampi vaihtoehto muissa kuin Matalan kasvun skenaariossa. Jo päätettyjen erillislämmöntuotannon investointien myötä yhteistuotannon osuus kaukolämmöntuotannosta kuitenkin hieman laskee. Kuvassa 5-27 on esitetty kaukolämmön kysyntä jaettuna erillistuotantoon ja yhteistuotantoon vuoteen 2030 saakka.

Kuva 5-27 – Kaukolämmön kysyntä tuotantomuodoittain vuosina 2015, 2020, 2025 ja 2030 muissa kuin Matalan kasvun skenaariossa



Matalan kasvun skenaariossa alhaisten hintatasonäkymien ja yhteistuotannon heikon kannattavuuden vuoksi yhteistuotantolaitosten tullessa teknisen käyttöikänsä päähän ne oletetaan korvattavan erillislämmöntuotannolla. Biomassaa polttavat lämpökeskukset korvaavat myös kaasua käyttäviä yhteistuotantolaitoksia, joilla olisi teknistä käyttöikää vielä jäljellä. Tämän vuoksi Matalan kasvun skenaariossa erillistuotannon arvioidaan kattavan yli 60 prosenttia kaukolämmöntuotannosta vuonna 2030. Matalan kasvun skenaarion osalta lämmön kysyntä erillistuotantoon ja yhteistuotantoon jaettuna on esitetty kuvassa 5-28.

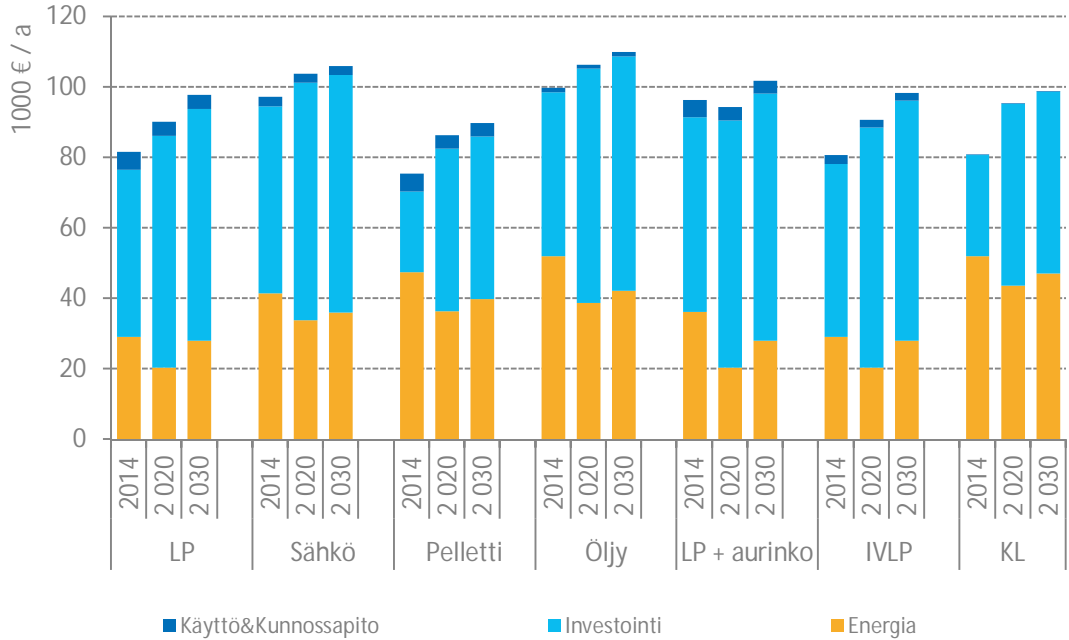
Kuva 5-28 – Kaukolämmön kysyntä tuotantomuodoittain vuosina 2015, 2020, 2025 ja 2030 Matalan kasvun skenaariossa



5.5.2 Muu lämmitys

Kaukolämmön jälkeen asuin- ja palvelurakennusten käytetyin lämmitysmuoto on sähkö, ja sen jälkeen lämpöpumput ja puulämmitys. Vuodelle 2030 asuin- ja palvelurakennusten lämmitysrakenteen arvioidaan muuttuvan. Erityisesti lämpöpumppujen käytön arvioidaan kasvavan ja korvaavan öljy- ja sähkölämmitystä asuin- ja palvelurakennuksissa, sillä tähän myös kannustetaan verotuksella ja rakentamisen sääntelyllä. Lämmitysmuotojen kilpailuasetelmaa verrattaessa onkin huomioitava lämmityksen energia- ja investointikustannusten lisäksi mm. vaadittavan lämmöneristyksen kustannukset. Arvio eri lämmitysmuotojen kilpailukyvyistä on esitetty kuvassa 5-29 Vain päästökauppa –skenaariossa, jossa sähkön hinta on korkein. Kansalliset tavoitteet –skenaarion osalta kilpailukyvyssä ei tapahdu merkittäviä muutoksia, sillä sähkön hinnalla on pieni vaikutus kokonaiskustannuksiin. Kuvaajassa investointikustannukset sisältävät myös eristämisen kustannuksia rakentamismäärien mukaisesti.

Kuva 5-29 – Eri lämmitysmuotojen kustannusten kehittyminen uudessa (sisäl- täen investoinnit) asuinkerrostalossa vuoteen 2030 Vain päästäokauppa – skenaariossa (LP= lämpöpumppu, IVLP=ilma-vesilämpöpumppu, KL=kaukolämpö)



Rakennusten energiatehokkuuden parantumisen ja uusien rakentamismääräysten myötä investoinnin osuus lämmityksen kustannuksista nousee selvästi vuoteen 2030 mennessä. Tarkastelun perusteella kilpailukykyisimmät vaihtoehdot asuinkerrostalossa vuonna 2030 ovat eri lämpöpumppuratkaisut, pellettilämmitys ja kaukolämpö. Pellettilämmitys on vertailun perusteella kaikkein edullisin ratkaisu, mutta pellettien käyttöä rajoittavat mm. tilavaatimukset pellettien varastointiin ja pellettilämmityksen vaatima työmäärä verrattuna esimerkiksi kaukolämpöön.

Lämpöpumppujen kustannustason ja kilpailukykyyn kehityksen arvioinnissa Pöyry haastatteli mm. Suomen lämpöpumppuyhdistyksen (Sulpu) toiminnanjohtajaa Jussi Hirvosta. Haastattelun perusteella kustannustaso pysyy nykyisellä tasolla ja lämpöpumppujen oletetaan korvaavan valtaosan öljylämmityksestä. Lisäksi lämpöpumput tulevat kilpailemaan ja korvaamaan vesikiertoista sähkölämmitystä, sekä myös suoraa sähkölämmitystä. Myös poistoilmalämpöpumppujen rooli kerrostalojen lämmityksessä tulee kasvamaan.

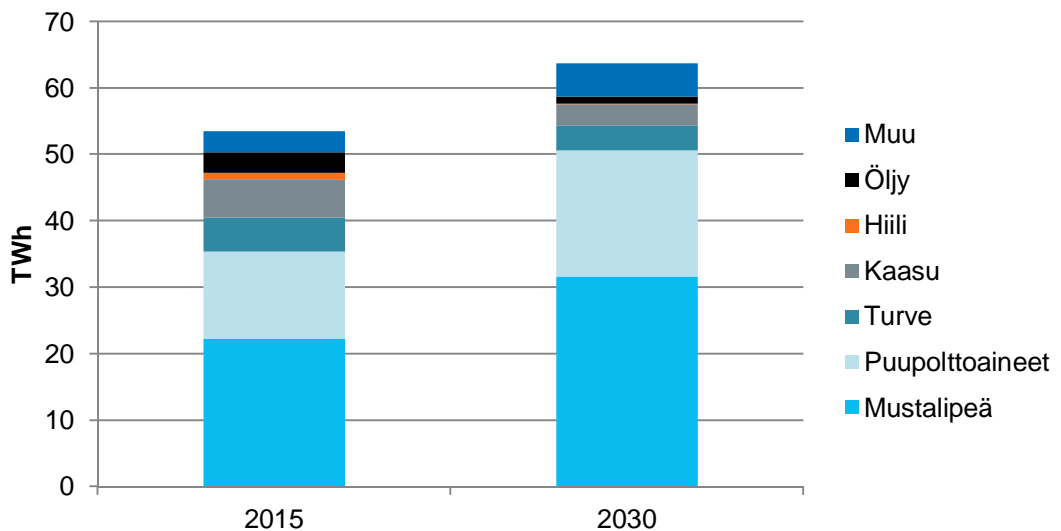
Pellettilämmitys on kustannuksiltaan erittäin kilpailukykyinen vaihtoehto, mutta ainakin toistaiseksi sen yleistymistä on hidastanut muita vaihtoehtoja työläämpi maine. Pelletti nähdään kuitenkin erityisesti pientalokokoluokassa ja kaupunkien keskustojen ulkopuolisilla alueilla erittäin varteenotettavana lämmitysvaihtoehtona. Kaupunkien keskuksissa pellettilämmitys ei ole relevantti vaihtoehto, koska keskusta-alueilla pellettilämmitykseen tarvittavia varastoja ei ole järkevää tai mahdollista rakentaa.

Asuin- ja palvelurakennuksissa raskaan ja kevyen polttoöljyn korvaaminen bioöljyllä on haastavaa. Bioöljyt, esimerkiksi pyrolyysiöljy, vaativat esilämmityksen ennen polttoa, ja niiden säilöminen on haastavaa. Tämän vuoksi bioöljyllä on lämmityksessä enemmän potentiaalia kaukolämmössä, jossa erillisissä, suuremmissa yksiköissä esilämmitys ja säilöminen ovat helpompaa.

5.6 Teollisuuden lämmöntuotanto

Teollisuuden lämmöntuotanto kasvaa vuoteen 2030 mennessä noin 10 TWh, josta suurin osa johtuu uusien sellutehtaiden (Äänekoski, Finnpulp, Kemijärvi) myötä kasvavasta mustalipeän ja puupolttoaineiden käytön kasvusta. Teollisuuden lämmöntuotanto polttoaineittain on esitetty kuvaajassa 5-30. Uusien sellutehtaiden lisäksi mallinnuksessa on huomioitu jo päätetyt investoinnit teollisuuden sähkön ja lämmön tuotantoon sekä korvausinvestoinnit nykyisen energiantuotantokapasiteetin uusimiseksi.

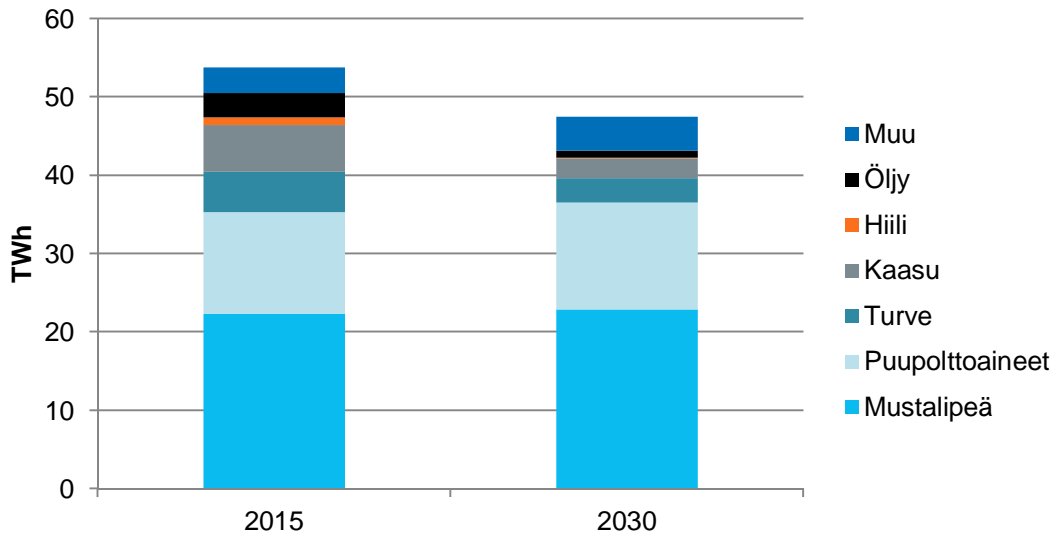
Kuva 5-30 – Teollisuuden lämmöntuotanto polttoaineittain vuodesta 2015 vuoteen 2030 muissa kuin Matalan kasvun skenaariossa



Mustalipeän ja puupolttoaineiden käyttö kasvavat jopa 40 % nykytasosta pääosin uusien investointien vaikutuksesta. Öljyn käyttö teollisuuden lämmöntuotannossa vähenee mallinnuksen perusteella merkittävästi, mutta aivan täysin öljyn käytöstä ei päästä vuoteen 2030 mennessä. Kaasun ja turpeen käyttö vähenee ja hiilen käyttö häviää täysin vuoteen 2030 mennessä erillisestä lämmöntuotannosta.

Matalan kasvun skenaariossa Äänekosken lisäksi ei oleteta muita sellutehdasinvestointeja (Finnpulp ja Kemijärvi), minkä lisäksi teollisuuden tuotannon arvioidaan supistuvan vuoteen 2030 mennessä muun muassa paperiteollisuuden supistumisen vuoksi. Matalan talouskasvun arvioidaan laskevan lämmöntuotantoa noin 6 TWh vuoteen 2030 mennessä. Teollisuuden lämmöntuotanto polttoaineittain Matalan kasvun skenaariossa on esitetty kuvassa 5-31.

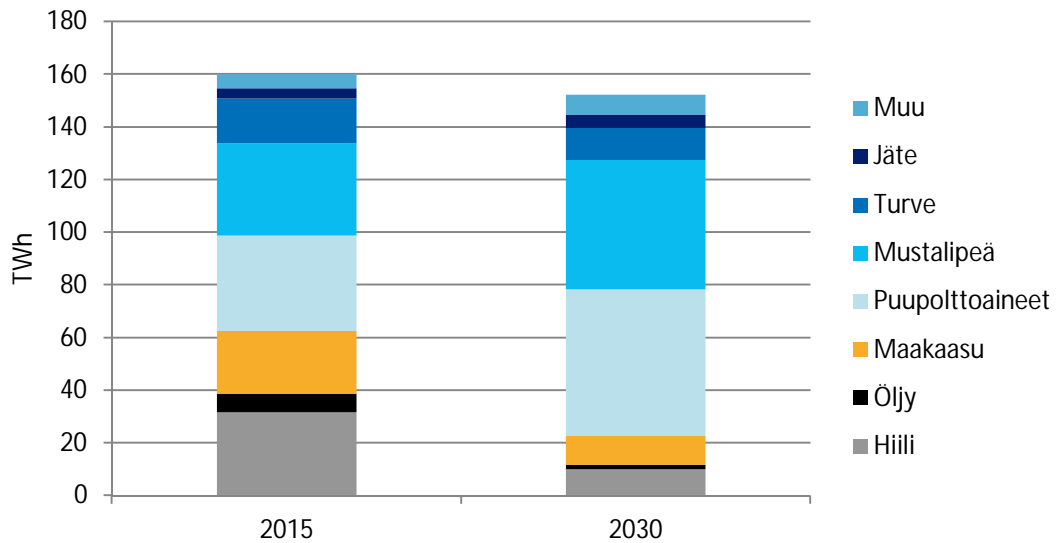
Kuva 5-31 – Teollisuuden lämmöntuotanto polttoaineittain vuodesta 2015 vuoteen 2030 Matalan kasvun skenaariossa



5.7 Polttoaineiden kulutus Suomessa

Mallinnuksen perusteella polttoaineiden käyttö Suomessa sähkö- ja lämpösektoreilla vähenee hieman vuodesta 2015 vuoteen 2030 ja painottuu voimakkaasti biomassan käyttöön. Kansalliset tavoitteet –skenaariossa turpeen käyttö vähenee Suomessa, mutta säilyy kuitenkin merkittävänä myös vuonna 2030. Kivihiilen käyttö vähenisi noin kolmannekseen vuoden 2015 tasosta, mutta kivihiiltä käytettäisiin edelleen noin 10 TWh sähkön ja lämmön tuotannossa. Maakaasun käyttö laskisi alle puoleen, mutta kaasun käyttö säilyisi vuonna 2030 noin 11 TWh:n tasolla sähkön ja lämmön tuotannossa. Tämä on seurausta uusista laitosinvestoinneista, joilla korvataan maakaasun käyttöä, mutta myös kaasun heikosta kilpailukyvystä suhteessa muihin polttoaineisiin, minkä vuoksi kaasu on ajojärjestyksessä viimeisenä. Kansalliset tavoitteet –skenaariossa päästöoikeuden hinta on mallinnetuista skenaarioista matalin, joten runsaspäästöisten turpeen ja kivihiilen käyttö on tässä skenaariossa mallinnetuista skenaarioista korkeimpia. Primäärienergian käyttö Kansalliset tavoitteet –skenaariossa on esitetty alla kuvassa 5-32.

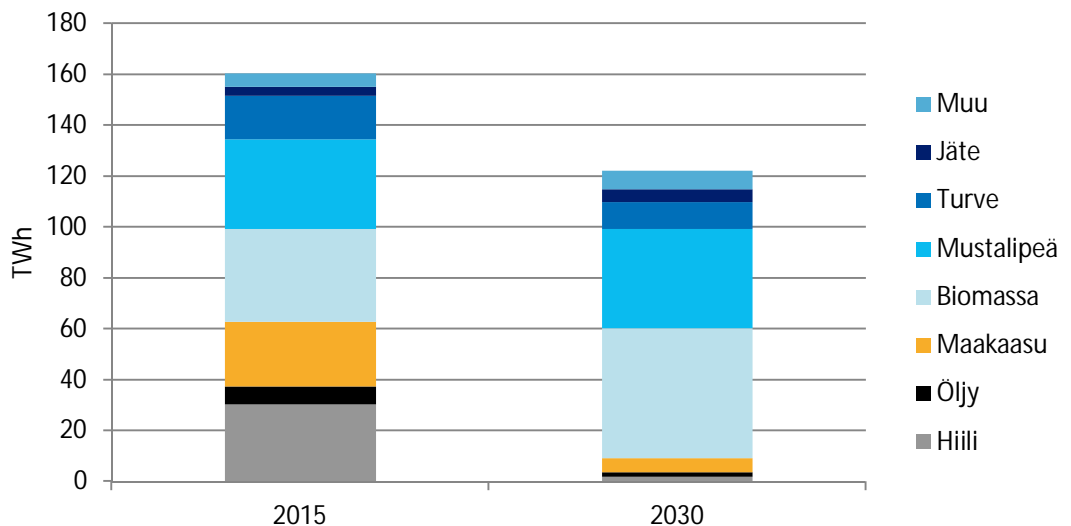
Kuva 5-32 – Primäärienergian käyttö polttoaineittain sähkön- ja lämmöntuotannossa lämpövoimalaitoksissa (pl. ydinvoima) vuosina 2015 ja 2030 Kansalliset tavoitteet –skenaariossa



Biomassan (sisältäen mustalipeän) käyttö kasvaa mallinnuksen perusteella yli 100 TWh:n vuonna 2030 Suomessa, lisäyksen ollessa yli 30 TWh vuoden 2015 arvioidusta (mallinnetusta) tasosta.

Matalan kasvun skenaariossa polttoaineiden käyttö sähkön ja lämmöntuotannossa lämpövoimalaitoksissa (pl. ydinvoima) laskee arviolta lähes 40 TWh. Polttoaineiden käytön lasku johtuu pääosin alhaisemmasta yhteistuotannosta, lauhdetuotannosta sekä teollisuuden tuotannosta. Fossiilisten polttoaineiden heikko kannattavuus yhteistuotannossa ja alhaiset sähkön hintatasonäkymät alentavat niiden käyttöä sähkön ja lämmön yhteistuotannossa, minkä vuoksi maakaasun käyttö laskee viidesosaan ja hiilen käyttö on vain noin 2 TWh vuonna 2030. Primäärienergian käyttö sähkön ja lämmöntuotannossa vuosina 2015 ja 2030 Matalan kasvun skenaariossa on esitetty kuvassa 5-33.

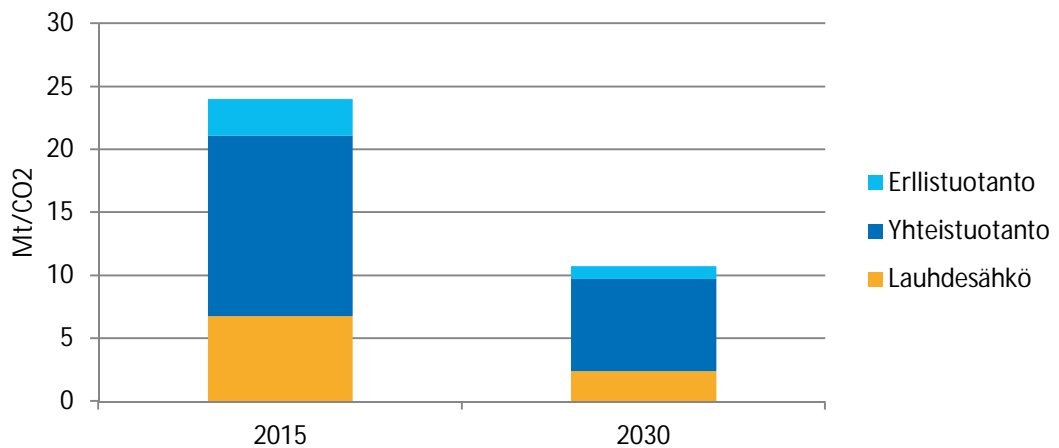
Kuva 5-33 – Primäärienergian käyttö polttoaineittain sähkön- ja lämmöntuotannossa lämpövoimalaitoksissa (pl. ydinvoima) vuosina 2015 ja 2030 Matalan kasvun skenaariossa



5.8 Hiilidioksidipäästöt sähkön ja lämmön (keskitetyssä) tuotannosta

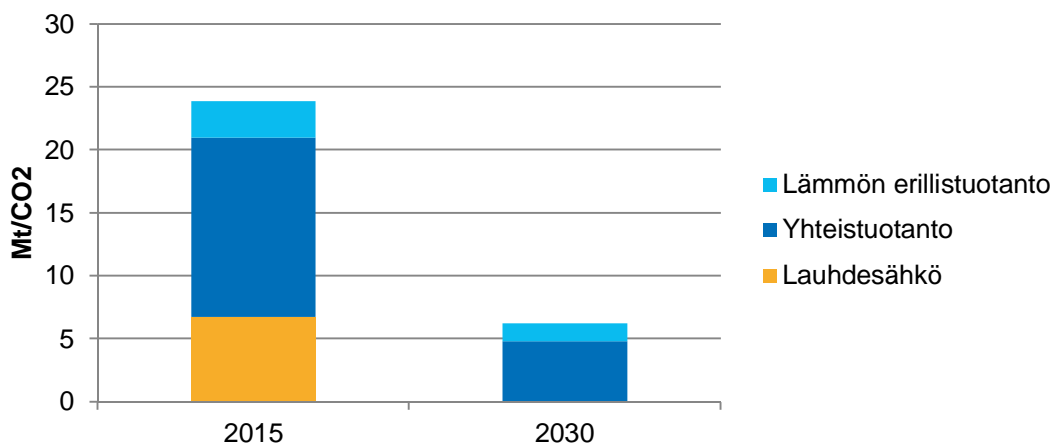
Perustuen sähkön ja lämmön keskitetyn tuotannon mallinnettuun polttoainekäyttöön, vähenevät hiilidioksidipäästöt merkittävästi vuodesta 2015 vuoteen 2030. Vuonna 2030 päästöt ovat alle puolet vuoden 2015 tasosta, noin 10 miljoonaa tonnia Kansalliset tavoitteet – skenaariossa. Tässä skenaariossa myös vuonna 2030 Suomessa tuotettaisiin lauhdesähköä, jonka päästöt olisivat noin 2 miljoonaa tonnia. Lämmöntuotannossa ja yhteistuotannossa päästöt vähenevät merkittävästi kun polttoaineista suuri osa hiilestä ja kaasusta sekä osa turpeen poltosta korvautuvat metsähakkeella. Päästöjen väheneminen vuodesta 2015 (mallinnetut säätilaltaan keskimääräisen vuoden päästöt) vuoteen 2030 Kansalliset tavoitteet – skenaariossa on esitetty kuvassa 5-34 alla.

Kuva 5-34 – Sähkön ja lämmöntuotannon hiilidioksidipäästöt tuotantomuodotain vuosina 2015 ja 2030 Kansalliset tavoitteet –skenaariossa



Matalan kasvun skenaariossa hiilidioksidipäästöt laskevat noin 6 miljoonaa tonniin vuoteen 2030 mennessä. Perinteisen lauhdevoiman arvioitu poistuminen markkinoilta laskee hiilen poltosta aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä merkittävästi. Yli 60 prosenttia sähkö- ja lämpösektorin päästöistä syntyy tässä skenaariossa turpeen poltosta. Mallinnettu päästökehitys on esitetty kuvassa 5-35.

Kuva 5-35 – Sähkön ja lämmöntuotannon hiilidioksidipäästöt tuotantomuodotain vuosina 2015 ja 2030 Matalan kasvun skenaariossa



6. HALLITUSOHJELMAN TAVOITTEIDEN TOTEUTUMINEN SÄHKÖ- JA LÄMPÖSEKTORILLA

6.1 Hallitusohjelman tavoitteet

Pääministeri Juha Sipilän hallituksen hallitusohjelman tavoitteet uusiutuvan energian osalta ovat korkeampia kuin EU:n oletetut tavoitteet vuodelle 2030. Hallitusohjelman mukaan tavoitteena on, että 2020-luvulla päästäisiin yli 50 %:n uusiutuvan energian osuuteen energian kulutuksesta. Lisäksi hallitusohjelman mukaan omavaraisuuden tulisi nousta 55 prosenttiin huomioiden turpeen käytön. Fossiilisten polttoaineiden suhteen hallitusohjelman tavoitteena on luopua kivihiilen käytöstä energiantuotannossa kokonaan. Lisäksi tavoitteena on puolittaa tuontiöljyn käyttö.

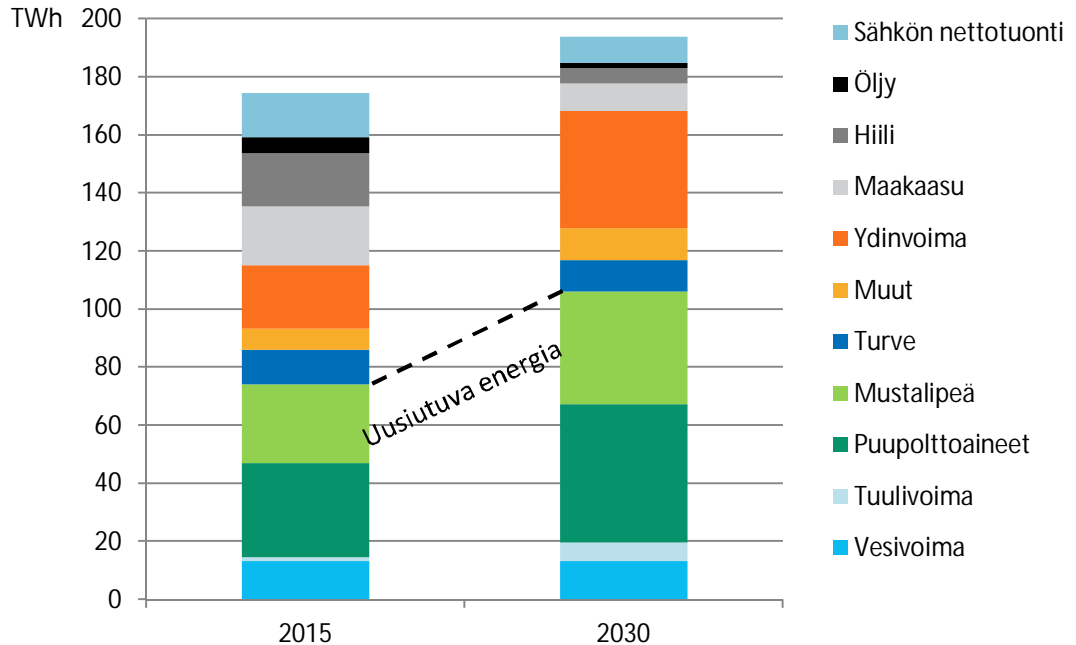
Hallitusohjelman tavoitteita ei ole vielä jaettu erikseen sähkö- ja lämpösektorille ja liikenteelle, jolloin sähkö- ja lämpösektorin tulosten suora vertailu hallitusohjelman tavoitteisiin on vaikeaa. Tässä työssä ei erikseen tarkastella liikenteen uusiutuvan energian osuutta tai kulutuksen kehitystä. Liikennesektorilla tavoitteiden saavuttaminen voi olla vaikeampaa kuin esimerkiksi sähkössä ja lämmössä, mikä voi aiheuttaa korkeammat tavoitteet näille sektoreille. Koska tällaista arviointia eri sektoreiden tavoitteista ei ole tehty, ei lopullista arviota hallitusohjelman tavoitteiden toteutumisesta kokonaisuudessaan voida tässä työssä tehdä.

6.2 Uusiutuvan energian ja omavaraisuus tavoitteiden toteutuminen

Tässä työssä mallinnettiin Suomen sähkö- ja lämpösektorin kehitystä erilaisissa EU-tason politiikkaskenaarioissa (Kansalliset tavoitteet, EU-laajuinen tavoite ja Vain päästökauppa – skenaariot), joiden kaikkien lähtöoletuksina käytettiin mm. esitettyä EU:n 40 %:n päästövähennystavoitteita sekä nykyhintoihin nähden selvästi kohoavia fossiilisten polttoaineiden hintoja sekä nousevaa energian kulutusta EU-alueella. Lisäksi työssä tarkasteltiin Suomen osalta tilannetta, jossa polttoaineiden, päästöoikeuksien ja sähkön hinnat eivät nousisikaan nykytasosta, ja talouskasvu olisi selvästi hitaampaa. Näiden skenaarioiden valossa voidaan tarkastella hallitusohjelman tavoitteiden toteutumista Suomessa sähkö- ja lämpösektoreilla.

Kuvassa 6-1 on esitetty vuoden 2015 sähkö- ja lämpösektorin tuotanto ja sähkön nettotuonti yhteenlaskettuna sekä vuoden 2030 mallinnuksen mukainen tuotanto Kansalliset tavoitteet - skenaariossa. Tässä skenaariossa ei ole oletettu Suomeen uusia tukijärjestelmiä nykyisten päättyessä esimerkiksi tuulivoimalle tai bioenergialle. Kohoava päästöoikeuden hinta tekee puupolttoaineista kilpailukykyisiä turpeeseen nähden vuoteen 2030 mennessä, mutta sähkön hinta ei kannusta investointeihin tuulivoimaan Suomessa. Tarkastelussa oletetut metsäteollisuuden uudet investoinnit (Äänekoski, Finnpulp ja Kemijärvi) myös lisäävät bioenergiaan pohjautuvaa sähkön ja lämmön tuotantoa. Suomi saavuttaakin oletetun EU-tasolta määritellyn uusiutuvan energian tavoitteen lähinnä lisäämällä bioenergian käyttöä.

Kuva 6-1 – Sähkö- ja lämpösektorin mallinnettu tuotanto vuosina 2015 ja 2030 Kansalliset tavoitteet -skenaariossa



Mallinnuksen perusteella sähkön ja lämmön tuotanto kasvaa Suomessa noin 20 TWh vuoteen 2030 mennessä vuoden 2015 arvioidusta tasosta Kansalliset tavoitteet skenaariossa. Sähkön tuonti vähenee lähes puoleen samassa ajassa, ollen noin 9 TWh vuonna 2030. Sähkön ja lämmön kysynnän kasvu muodostuu sähkön kulutuksen kasvusta sekä metsäteollisuuden uusien investointien vaikutuksesta lämmön käyttöön. Tuotanto Suomessa kasvaa ydinvoiman, puupolttoaineiden ja tuulivoiman käytön lisäämisen vaikutuksesta. Vuonna 2015 sähkön ja lämmön tuotannosta 42 prosenttia on tuotettu uusiutuvilla polttoaineilla (ei sisällä jätettä). Mallinnuksen perusteella uusiutuvan tuotannon osuus kasvaa 55 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä sähkön ja lämmön tuotannossa. Sähkösektorilla uusiutuvien osuuden kasvu tapahtuu vuoteen 2020 mennessä kun taas kaukolämpö- ja teollisuuslämpösektoreilla uusiutuvien kasvu tapahtuu vaiheittain vuoteen 2030 mennessä. Uusiutuvien osuuden kasvu johtuu uusien sellutehdasinvestointien lisäksi sähkön ja lämmön tuotannon korvausinvestoinneista, joilla korvataan fossiilisia polttoaineita, kuten hiiltä. Tätä osuutta ei voida suoraan verrata hallitusohjelman tavoitteeseen, joka viittaa uusiutuvan energian osuuteen loppukulutuksesta.

Sähkön ja lämmön tuotannon omavaraisuus nousee 2015 vuoden 53 prosentista 66 prosenttiin pääasiassa puupolttoaineiden käytön kasvun myötä. Omavaraiseksi energiatuotannoksi on laskettu biomassan, turpeen, jätteen sekä vesi- ja tuulivoiman lisäksi teollisuuden prosessituotteiden käyttö energiantuotannossa.

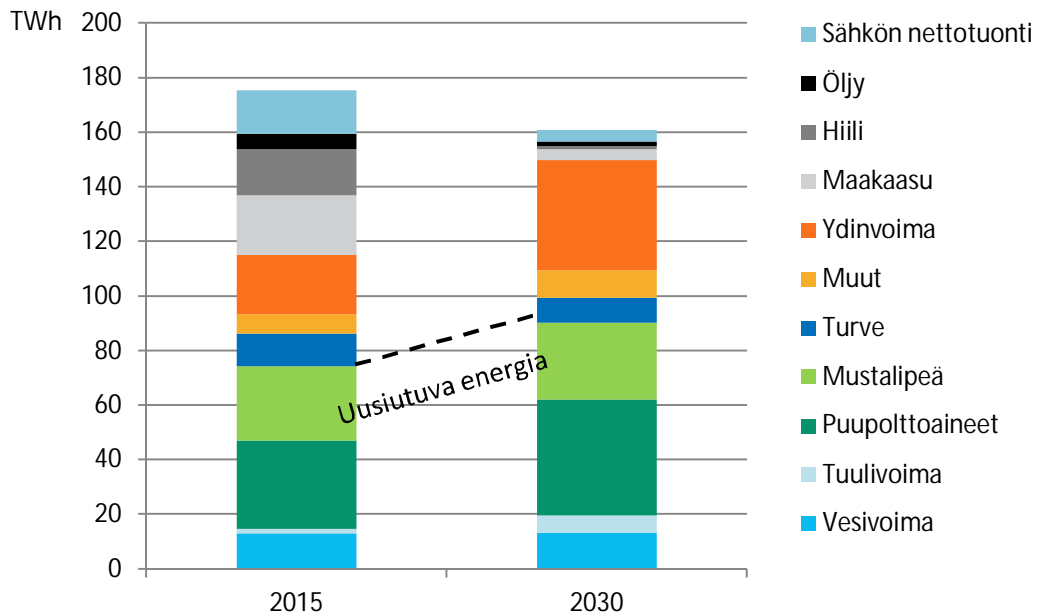
Uusiutuvan energian ja omavaraisuuden osuudet sähkön ja lämmön tuotannosta eivät edellä lasketun mukaisesti oletettavasti vastaa hallitusohjelman tavoitteiden laskutapaa. Tavoitteiden saavuttaminen kokonaisuudessaan edellyttäisi että liikennesektorilla päästään tavoitteeseen 40 %:n uusiutuvan energian osuudesta.

Kuvassa 6-2 on esitetty sähkö- ja lämpösektorin tuotanto ja sähkön nettotuonti yhteenlasketuna Matalan kasvun skenaariossa. Tässä skenaariossa sähkö- ja lämpösektorin tuotanto pysyy vuonna 2030 samalla tasolla kuin mallinnettuna vuonna 2015. Uusiutuvien osuus nou-

see kuitenkin Kansalliset tavoitteet -skenaarion kanssa samalle tasolle, noin 56 %:iin. Oma-varaisuus saavuttaa hieman korkeamman tason, 66 %.

Uusiutuvan osuus pelkästä sähköntuotannosta nousee 38 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä, mikä on sama kuin Kansalliset tavoitteet -skenaariossa. Suurin osa uusiutuvien osuuden kasvusta syntyy puupolttoaineiden sekä tuulivoiman lisäyksestä nykyisen tukiohjelman puitteissa. Yhteistuotannon puupolttoaineiden osalta on oletettu, että nykyisen kaltaisella tukijärjestelmällä pidettäisiin metsähake kilpailukykyisenä turpeeseen nähden, sillä päästöoikeuden hinta ei tässä skenaariossa nouse ja tee metsähakkeesta kilpailukykyistä ilman tukea, kuten muissa skenaarioissa. Sähkön nettotuonti laskee neljäsosaan vuoteen 2030 mennessä ja fossiilisiin polttoaineisiin perustuva sähkön ja lämmön tuotanto laskee merkittävästi ollen yhteensä noin 7 TWh vuonna 2030.

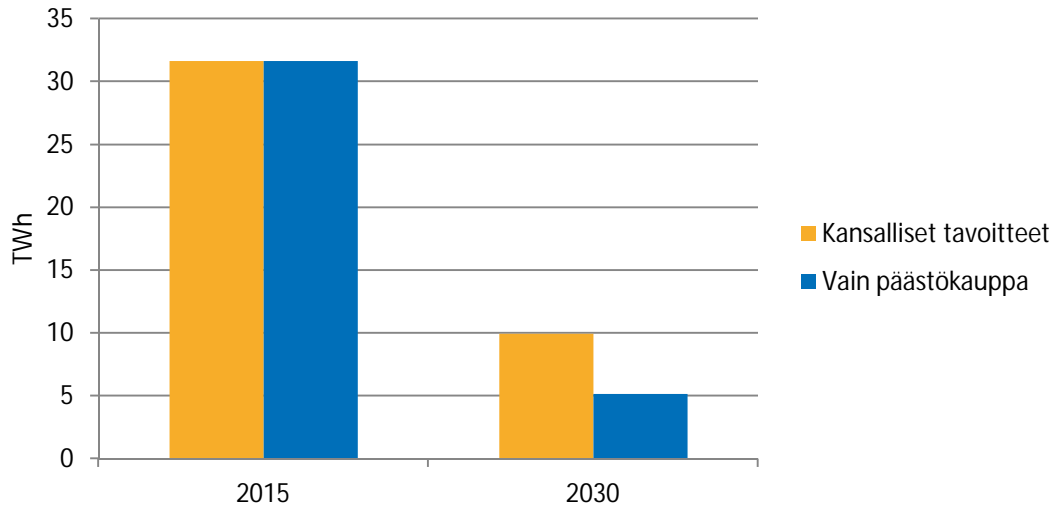
Kuva 6-2 – Sähkö- ja lämpösektorin mallinnettu tuotanto vuosina 2015 ja 2030 Matalan kasvun skenaariossa



6.3 Hiilen korvaaminen energiantuotannossa

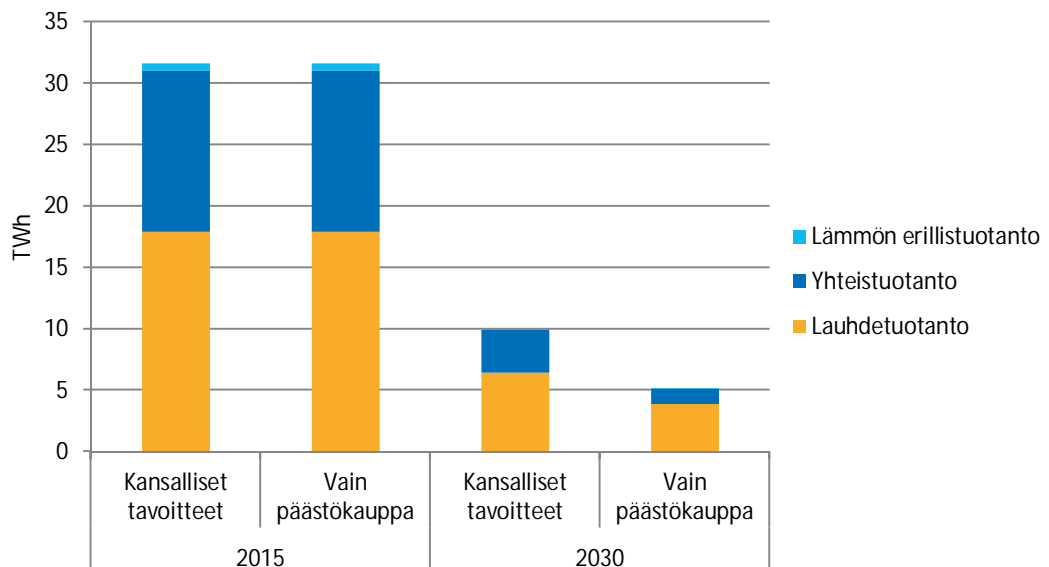
Kivihiilen käyttö vähenee merkittävästi kaikissa skenaarioissa vuoteen 2030, mutta markkinaehtoisesti kivihiilen käyttö ei kuitenkaan loppuisi kokonaan. Kivihiilen käytön kehitys sähkö- ja lämpösektorilla on esitetty kuvassa 6-3. Kansalliset tavoitteet –skenaariossa kivihiilen käyttö on selvästi suurempaa, sillä alhaisempi päästöoikeiden hinta tekee kivihiilen käytöstä kannattavampaa. Vain päästökauppa –skenaariossa kivihiilen käyttö putoaa noin 5 TWh:n tasolle.

Kuva 6-3 – Hiilen käyttö sähkön- ja lämmöntuotannossa Kansalliset tavoitteet ja Vain päästökauppa skenaarioissa vuosina 2015 ja 2030



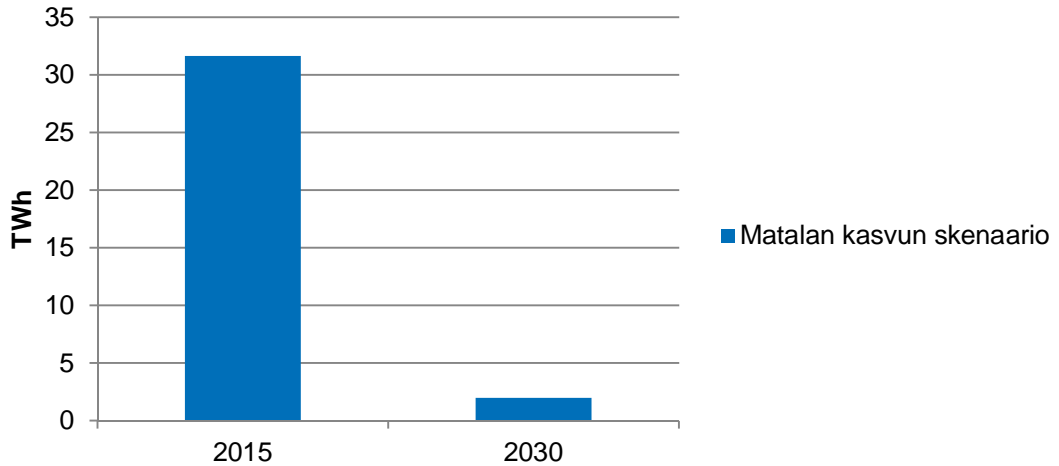
Kivihiilen käyttöä tuotantomuodoittain on tarkasteltu tarkemmin kuvassa 6-4 alla. Suurin osa kivihiilen käytöstä keskittyy lauhdetuotantoon vuonna 2030, ja lauhdetuotannossa lähes kokonaan Meri-Porin lauhdelaitokseen, sillä muita erillisiä lauhdelaitoksia ei oleteta olevan markkinoilla vuonna 2030. Yhteistuotannossa kivihiiltä käytettäisiin edelleen jossain määrin mm. Helsingissä, sillä hiili on Kansalliset tavoitteet –skenaariossa maakaasua kilpailukykyisempi polttoaine. Vain päästökauppa-skenaariossa korkean päästöoikeuden hinnan vuoksi hiilen käyttö yhteistuotannossa sekä lauhdetuotannossa on merkittävästi alhaisempaa. Lämmön erillistuotannossa kivihiilen käyttö on vähäistä ja häviäisi lähes kokonaan vuonna 2030.

Kuva 6-4 – Hiilen käyttö sähkön ja lämmön tuotannossa tuotantomuodoittain Kansalliset tavoitteet ja Vain päästökauppa –skenaarioissa vuosina 2015 ja 2030



Matalan kasvun skenaariossa kivihiilen käyttö laskee noin 2 TWh:iin vuoteen 2030 mennessä. Lauhdevoima poistuu kannattamattomana tässä skenaariossa kokonaan markkinoilta, ja hiilen käyttö koostuu pelkästään yhteistuotantovoimalaitosten käytöstä.

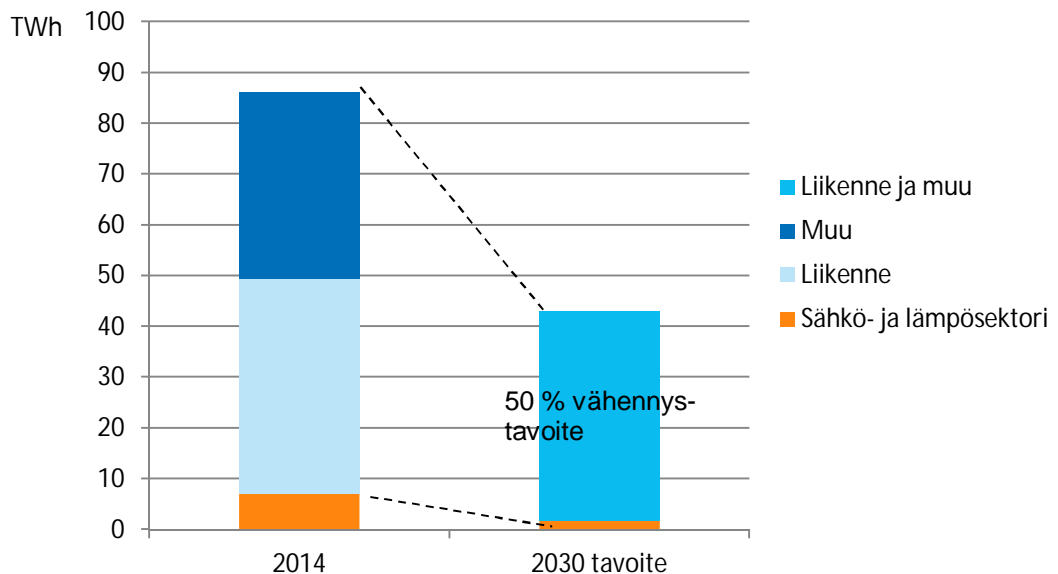
Kuva 6-5 – Hiilen käyttö sähkön ja lämmön tuotannossa tuotantomuodoittain Matalan kasvun skenaariossa vuosina 2015 ja 2030



6.4 Tuontiöljyn käytön puolittaminen

Öljyn käyttö sähkö- ja lämpösektorilla kattaa vain pienen osan nykyisestä öljyn käytöstä. Öljyn käyttöä on kuvattu kuvassa 6-6 alla. Sähkö- ja lämpösektorilla öljyn käyttö vähenee noin 7 TWh:n tasolta alle 2 TWh:iin, eli selvästi alle puoleen. Tämä edistää hieman hallitusohjelman tavoitteeseen pääsyä, mutta liikenteestä ja muusta öljyn käytöstä on lisäksi leikattava öljyn käyttöä lähes 40 TWh tai korvattava tämä määrä esim. biopolttoaineilla, jotta öljyn käytön puolittamisen tavoite toteutuisi, mikäli vertailuvuodeksi otetaan vuosi 2014.

Kuva 6-6 – Öljyn käyttö sähkön ja lämmön tuotannossa ja muilla sektoreilla vuonna 2015, mallinnettu öljyn käyttö sähkö- ja lämpösektorilla vuonna 2030 ja hallitusohjelman tavoite vuodelle 2030



7. UUDET LIIKETOIMINTAMAHDOLLISUUDET ENERGIA-ALALLA

Skenaariomallinnuksen perusteella Suomen osalta sähköntuotantokapasiteetin lisäys on hyvin vähäistä, ja eroja skenaarioiden välillä ei käytännössä ole. Mallinnuksen perusteella kapasiteetin lisäystä tulee lähinnä tuulienergian, bioenergian ja ydinvoiman osalta. Tuulivoiman lisäys perustuu nykyiseen tukijärjestelmään, joka on jo sulkeutumassa, eikä uusien hankkeiden toteuttaminen ole mallinnusten valossa kannattavaa ennen vuotta 2030. Bioenergian lisäys on ainoa selvästi taloudellisesti houkutteleva uusiutuvan energiantuotannon muoto Suomessa mallinnusten perusteella. Vahvasti bioenergian varassa tapahtuva uusiutuvan energian lisääminen voi olla kustannustehokasta, mutta samalla on huomioitava riski puun riittävydestä sekä bioenergian hyväksyttävyydestä ja päästöttömyydestä.

Kappaleessa 3.4 tarkasteltiin sähköntuotantokapasiteetin lisäystä EU-tasolla ja eri maissa teknologioitain vuoteen 2030. Mallinnuksen perusteella Euroopassa erityisesti tuuli- ja aurinkosähkön tuotanto kasvaa merkittävästi, kun taas bioenergian rooli on vähäisempi. Teknologian vientimahdollisuuksien kehittymisen kannalta vaikuttaisivat siis tuulivoima ja aurinkovoima bioenergiaa kiinnostavammilta. Myös suomalaisilla teknologian toimittajilla voisi olla kysyntää kasvavilla markkinoilla Euroopassa. Eri skenaarioissa tuuli- ja aurinkosähkön investoinnit eroavat toisistaan siten, että Kansalliset tavoitteet –skenaariossa etenkin maatuulivoiman ja aurinkovoiman sähköntuotantokapasiteetin lisäykset ovat korkeammat kuin muissa skenaarioissa. Suomalaisen tuuli- ja aurinkoenergiaan liittyvän liiketoiminnan kannalta siis Kansalliset tavoitteet –skenaario vaikuttaisi parhaalta vaihtoehdo EU:n 2030 energia- ja ilmastopolitiikan toteutusvaihtoehdoksi.

Energia- ja ilmastopolitiikan synnyttämien uusien liiketoimintamahdollisuuksien arvioimiseksi tässä työssä tarkasteltiin aurinko- ja tuulivoima-alan liiketoimintaa Suomessa ja yritysten näkymiä sille, miten liiketoiminta voisi parhaiten Suomessa kasvaa ja laajentua kansainvälisille markkinoille. Arviointi tehtiin kartoittamalla alan yrityksiä Suomessa ja haastatteleamalla näitä toimijoita liittyen erityisesti heidän näkemyksiinsä kotimarkkinoiden ja Euroopan markkinoiden kehityksen merkityksestä sekä energiapolitiikan tarjoamista mahdollisuuksista ja uhkista. Tässä kappaleessa on esitetty alan yritysten kartoitus sekä haastatteluiden tulokset. Haastattelut kattavat vain pienen otoksen alasta Suomessa, eikä otos ole kattava, mutta kuvastaa näkemyksiä alalla. Aurinko- ja tuulivoiman lisäksi päästövähennystavoitteet ja uusiutuvan energian lisääminen Euroopassa voi tuoda merkittäviä liiketoimintamahdollisuuksia mm. sähkön varastoinnissa, energiatehokkuudessa ja kysyntäjoustossa sekä muissa päästöttömissä tuotantomuodoissa. Näitä ei kuitenkaan ole tässä työssä tarkasteltu.

7.1 Aurinkoenergia-alan yritykset Suomessa

Aurinkoenergia-alan yritykset eivät välttämättä tarjoa kokonaisia ratkaisuja aurinkoenergian tuotantoon, vaan Suomessa toimii monia yrityksiä jotka valmistavat esimerkiksi aurinkojärjestelmiin soveltuvia erikoismateriaaleja. Aurinkoenergiajärjestelmien arvoketjua tarkastelemalla voidaan tunnistaa erilaisia alalla toimivia yrityksiä ja muita tahoja, joille aurinkoenergian kehitysnäkymillä on suuri merkitys. Kuvassa 7-1 on esitetty aurinkoenergiajärjestelmien arvoketju perustuen Tekesin ”The Finnish solar cluster” raporttiin (Tekes 2012).

**Kuva 7-1 – Aurinkoenergiajärjestelmän arvoketju ja siihen liittyvät liiketoimin-
nat (Tekes 2012, muokattu)**



Viennin ja kilpailukyvyn näkökulmasta on relevanttia tarkastella sellaisia yrityksiä aurinkoenergia-alalla, jotka kehittävät ja valmistavat aurinkosähkö- ja aurinkolämpöjärjestelmiä, tai valmistavat aurinkovoimaloissa käytettyjä osia. Aurinkoenergia-alan yrityksiä on listattu laajasti Tekesin Groove ohjelman aurinkoenergian toimijaluettelossa (Tekes 2014).

Taulukkoon 7-1 on listattu suomalaisia yrityksiä ja niiden määriä liiketoiminnoittain kuvan 7-1 aurinkoenergiajärjestelmän arvoketjun mukaisesti. Lähteenä taulukossa on käytetty Tekesin Groove ohjelman raporttia (Tekes 2012) ja yrityslistausta (Tekes 2014) sekä FinSolarin listausta aurinkoenergia-alan yrityksistä (FinSolar 2015) ja Työ- ja elinkeinoministeriön raporttia ”Näkymiä Suomen mahdollisuuksista uusiutuvaan energiaan liittyvässä globaalissa liiketoiminnassa” (TEM 2012).

Taulukko 7-1 – Suomalaisia yrityksiä liiketoiminnoittain aurinkoenergia-alalla (Tekes 2012, Tekes 2014, Finsolar 2015, TEM 2012)

Liiketoiminta	Yritysten määrä	Esimerkkyrityksiä
Materiaalien valmistus	Useita	Beneq, Okmetic
Aurinkopaneelien valmistus	Muutamia	Salosolar Oy, Valoe Oy, Naps Solar Systems Oy
Aurinkokeräimien valmistus	Vähän	Savo-Solar Oy
Sähköjärjestelmien valmistus	Muutamia	ABB, Vacon, The Switch
Muiden komponenttien valmistus	Muutamia	Luvata, Suntrica Oy, Ecosimply Oy
Asennus	Useita	Finnwind Oy, Helen Oy, Areva Solar Oy, Valoe Oyj
Järjestelmien myynti kotimaassa	Useita	Solartukku Oy, Solarvoima Oy, Playgreen Finland Oy, Sundial Oy
Järjestelmien myynti kansainvälisesti	Muutamia	NAPS Solar Systems Oy, Valoe Oy, Salosolar Oy, Savo-solar Oy
Integroiminen	Useita	Järjestelmiä myyvät yritykset integroivat järjestelmät myös sähköverkkoon. Esimerkkeinä Solareon Oy, Finnwind Oy, Solartukku Oy, Solarvoima Oy
Huolto	Useita	Järjestelmiä myyvät yritykset tarjoavat myös huoltopalveluja, kuten esimerkiksi Solareon Oy, Finnwind Oy, Solartukku Oy, Solarvoima Oy
Sähkön tuotanto ja myynti	Muutamia	Helen Oy, Turku Energia Oy, Lammaisten Energia Oy, Keravan Energia Oy, ENE Solar Systems Oy
Lämmön tuotanto ja myynti	Tällä hetkellä vain yksi	Savon Voima Oy
Konsultointi ja suunnittelupalvelut	Useita	Aurinkoa Oy, Eriksson Arkkitehdit Oy, FCG Suunnittelu ja tekniikka, Granlund Oy
Rahoitus	Useita	Rahoituksesta lisätietoa FinSolarin hankkeesta, listattu yrityksiä rahoituksen mukaan
Tutkimus	Useita	Valoe Oy, VTT, Aalto-yliopisto, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto, Vaasan yliopisto, Metropolia ammattikorkeakoulu, Jyväskylän yliopisto
Tuotekehitys	Useita	Valoe Oy, NAPS Solar Systems Oy, Finnwind Oy, Luvata

Komponenttien, koneiden ja materiaalien valmistajia Suomessa ovat mm. Luvata, Beneq ja Finnwind Oy. Luvata Sunwire virrankeräysnauhaa valmistetaan Malesian, Yhdysvaltojen ja Kiinan lisäksi myös Porissa. Finnwind Oy valmistaa aurinkosähköjärjestelmien asennusjärjestelmien myös pientuulivoimalaitoksia. (Tekes 2014.)

Aurinkoenergiajärjestelmissä käytettävät materiaalit ovat mm. pinnoitusaineita ja nanomateriaaleja. Suomessa on myös paljon muita materiaaleja valmistavia yrityksiä, jotka eivät suoraan valmista ainoastaan materiaaleja aurinkoenergiajärjestelmiin, kuten esimerkiksi aurinkoenergiakomponenteissa tarvittavat metallit. Tarkkaa yritysten määrää on sen vuoksi vaikea määrittää. Korkealaatuisille materiaaleille on kysyntää myös Suomen rajojen ulkopuolella, eikä materiaalien kysyntä riipu täysin kotimaan aurinkoenergian kehityksestä.

Suomessa on muutamia yrityksiä, jotka valmistavat aurinkopaneeleja ja aurinkolämpökeräimiä. Aurinkopaneelien valmistajista esimerkkeinä on Salosolar Oy, NAPS Solar Systems Oy ja Valoe Oyj. Savo-Solar Oy valmistaa aurinkolämpökeräimiä.

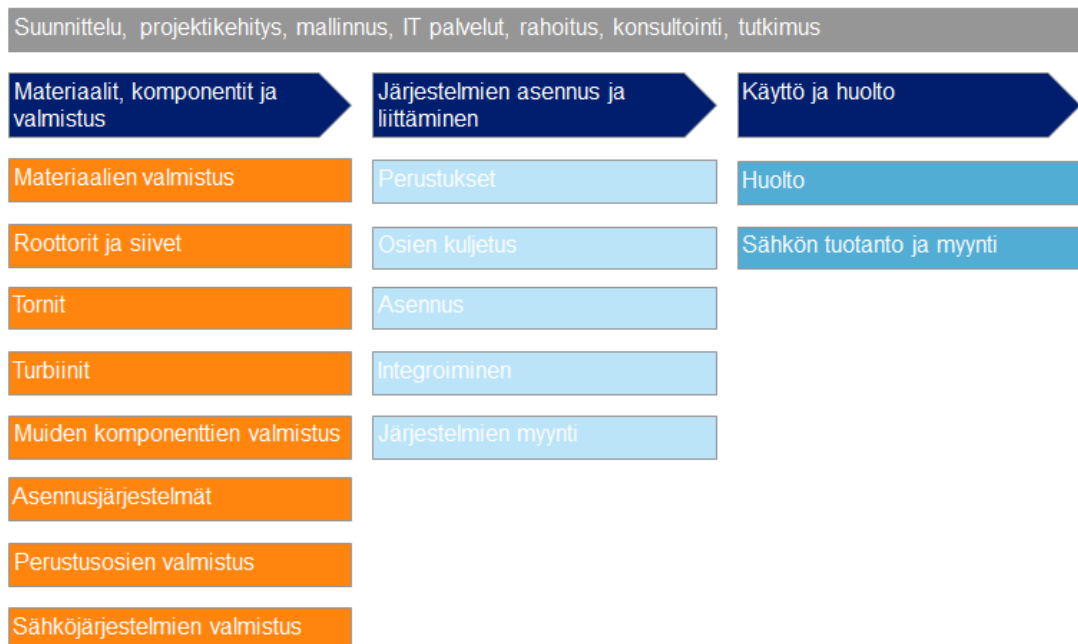
Suomessa on paljon yrityksiä, jotka myyvät aurinkoenergiajärjestelmiä kotimaassa (Tekes 2014, FinSolar 2015, Tekes 2012, TEM 2012). Yrityksiä, jotka myyvät ja toimittavat aurinkoenergiajärjestelmiä kansainvälisesti, on Suomessa vähemmän. Kansainvälisesti aurinkoenergiajärjestelmiä toimittaa mm. NAPS Solar Systems Oy, Savo-Solar Oy, Fortum Oyj ja Valoe Oyj. Valoe Oyj toimittaa lisäksi aurinkopaneelitehtaita kansainvälisesti (Valoe Oyj 2016). Aalto-yliopiston FinSolar hankkeen kyselytutkimuksen perusteella yritykset tarjoavat avaimet käteen –asennuksia, aurinkoenergiaa leasingrahoitus- tai osamaksusopimuksella, sähkön ja lämmön myyntisopimuksella, joukkorahoituksella, aurinkosähköä tai –lämpöä ostopalveluna verkosta tai omistusosuuksia osakkeiden, osuussopimusten tai osuuskunnan jäsenyyksien myynnin muodossa.

Aurinkosähkön ja aurinkolämmön tuotanto ja myynti verkkoon on Suomessa vielä vähäistä. Aurinkosähkön ja –lämmön tuotantoa on paljon kotitalouksissa hajautettuna pientuotantona, mutta laajoja, sähköverkkoon tai kaukolämpöverkkoon kytkettyjä järjestelmiä on vähemmän. Aurinkosähkön osalta Suomessa energiayhtiöillä on Helen Oy:n kaltaisia toimintamalleja, joissa energiayhtiö omistaa suuremman aurinkovoimalaitoksen ja vuokraa osuuksia aurinkosähköstä asiakkaille¹. Lämmön osalta samanlaisia kaukolämpöön liitettyjä ratkaisuja ei laajassa mittakaavassa vielä ole.

7.2 Tuulivoima-alan yritykset Suomessa

Tuulivoima-ala on Suomessa kehittyneempi kuin aurinkoenergia-ala. Kuvassa 7-2 on esitetty tuulivoimajärjestelmän arvoketju ja siihen liittyvät yritykset perustuen Teknologiateollisuus ry:n kartoitukseen (Teknologiateollisuus ry 2014).

Kuva 7-2 – Tuulivoimajärjestelmän arvoketju ja siihen liittyvät liiketoiminnot (Teknologiateollisuus ry 2014, muokattu)



¹ <https://www.helen.fi/sahko/kodit/aurinkovoimalat/>

Teknologiateollisuus ry:n raportin pohjalta tuulivoima-alan yritysten määrää ja esimerkkiyrityksiä liiketoiminnoittain on esitetty taulukossa 7-2. Taulukossa on käytetty lähteenä myös Työ- ja elinkeinoministeriön raporttia (TEM 2012).

Taulukko 7-2 – Suomalaisia yrityksiä liiketoiminnoittain tuulivoima-alalla (Teknologiateollisuus ry 2014)

Liiketoiminta	Yritysten määrä	Esimerkkiyrityksiä
Materiaalien valmistus	Useita	Componenta Oy, Leinovalu Oy
Roottorit ja siivet	Muutamia	Nordpipe Composite Engineering Oy
Tornit	Useita	Levator Oy, Stalatube Oy
Turbiinit	Muutamia	Mervento Oy, Finnwind Oy, Oy Windside Production Ltd
Muiden komponenttien valmistus	Useita	Componenta Oy, Kumera Corporation, Obelux Oy, Prysmian Finland Oy
Asennusjärjestelmät	Muutamia	Peikko Finland Oy
Perustusosien valmistus	Muutamia	Parma Oy, Peikko Finland Oy
Sähköjärjestelmien valmistus	Muutamia	ABB, Moventas Gears Oy, The Switch
Perustukset	Useita	Peikko Finland Oy, Rudus Oy, Skansa, NCC Rakennus Oy, YIT Rakennus Oy
Osien kuljetus	Useita	Alfons Håkans Oy, DSV Air & Sea Projects Oy, Meriaura Oy
Asennus	Muutamia	JBE Service Oy, JTA-Connection
Integroiminen	Useita	Empower Oy, NCC Rakennus Oy
Järjestelmien myynti	Useita	Finnwind Oy, Rejlers Oy, Maatuuli Oy, Lagerwey Development Oy
Huolto	Useita	Bladefence, Polar Wind Technologies Oy
Sähkön tuotanto ja myynti	Useita	Tuuliwatti Oy, Puhuri Oy, EPV Tuulivoima Oy
Konsultointi ja suunnittelupalvelut	Useita	Empower Oy, RSC Finland Oy, CPC Finland, Tuulisampo Oy
Rahoitus	Useita	ABO Wind Ot, O2, Tuulitapiola Oy
Tutkimus	Useita	Lappeenrannan teknillinen yliopisto, muut yliopistot, VTT
Projektikehitys	Useita	wpd Finland Oy, EV-Windpower, ABO Wind Oy, Maatuuli Oy, Suomen Hyötytuuli Oy

Komponenttien valmistuksen osalta Suomessa on suuri määrä yrityksiä. Tuulivoimaloiden siipiä valmistaa mm. Nordpipe Composite Engineering Oy, turbiineja mm. Mervento Oy, sähköjärjestelmiä mm. ABB, Moventas Gears Oy ja The Switch, torneja mm. Levator Oy ja Stalatube Oy, ja lisäksi Suomessa valmistetaan muita komponentteja. Lisäksi Suomessa valmistetaan tuulivoimalaitoksen perustuksissa vaadittavia osia, kuten betonisia asennusjärjestelmiä (mm. Peikko Finland Oy). (Teknologiateollisuus ry 2014.) Asennuksen, perustuksien ja kuljetuksen osalta Suomessa on myös paljon yrityksiä. Tuulivoimalaitokset vaativat enemmän perustuksia ja rakentamista, joten monet suuretkin rakennusyhtiöt toimivat myös tuulivoimalalla (mm. Skanska, NCC, YIT). (Teknologiateollisuus ry 2014.)

Sähkön tuotannon ja sähkön verkkoon myynnin osalta Suomessa on tuulivoima-alalla huomattavasti enemmän yrityksiä kuin aurinkoenergia-alalla. Energiaviraston ylläpitämän SATU-järjestelmän mukaan Suomessa vuonna 2015 arvioidun vuosituotannon mukaan suurimman tuulisähköntuottajat olivat Tuuliwatti Oy, Puhuri Oy ja EPV Tuulivoima Oy. (Energiavirasto 2016.)

Nykyiset tuulivoimalat Suomessa ovat maalle rakennettuja maatuulivoimalaitoksia. Suomessa on tällä hetkellä kehitteillä ensimmäinen merituuiluistu Porin Tahkoluotoon. Suomen Hyötytuuli Oy kehittää hanketta, jonka tulisi suunnitelmien mukaan olla valmis vuonna 2017. Suomen Hyötytuuli Oy:n merivoimala on maailmassa ensimmäinen merituuiluvoimala, joka on rakennettu vaativiin jääolosuhteisiin. (Suomen Hyötytuuli Oy 2016)

7.3 Liiketoimintamahdollisuuksien hyödyntämisen edellytykset

7.3.1 Lähestymistapa

Energiapolitiikan tuomien mahdollisuuksien ja haasteiden arvioimiseksi aurinko- ja tuulivoima-alan yritysten keskuudessa tässä työssä haastateltiin aurinko- ja tuulivoima-alan yrityksiä Suomesta, sekä lisäksi etujärjestöjä, kehittäjiä ja tukijoita.

Aurinkoenergia-alalta työssä haastateltiin ABB:tä, Luvata Oy:tä, Beneq Oy:tä, Naps Solar Systems Oy:tä, SaloSolar Oy:tä, ENE Solar Systems Oy:tä, Helen Oy:tä, Turku Energia Oy:tä sekä Aalto-yliopiston FinSolar hankkeen tutkijaa. Tuulivoiman osalta haastateltiin Moventas Gears Oy:tä, Levator Oy:tä, Mervento Oy:tä, Finnwind Oy:tä, Tuuliwatti Oy:tä, Taaleri Oy:tä sekä Suomen Tuulivoimayhdistystä.

Taulukkoon 7-3 on kerätty yhteenvetona kaikki haastatellut tahot.

Taulukko 7-3 – Haastatellut tahot

	Teknologiatoimittajat	Sähköntuottajat	Tutkijat, etujärjestöt, kehittäjät, tukijat
Aurinko	ABB Oy, Luvata, Beneq Oy, Naps Solar Systems Oy, Salosolar Oy	ENE Solar Systems Oy, Helen Oy, Oy Turku Energia – Åbo Energi Ab	Aalto-yliopiston FinSolar-hanke
Tuuli	Moventas Gears Oy, Mervento Oy, Finnwind Oy, Levator Oy	Tuuliwatti Oy, Taaleri Oy	Suomen Tuulivoimayhdistys ry
Muu			Energiateollisuus ry, Tekes

Haastateltavien määrä on rajallinen, joten haastattelututkimus on suhteellisen suppea, eivätkä tulokset kuvasta koko alan näkemystä.

7.3.2 Suurimmat esteet ja hankaluudet liiketoiminnan kehittämisessä ja markkinoille pääsyssä

Haastatteluissa suurimmiksi esteiksi ja hankaluuksiksi liiketoiminnan kehittämisessä ja markkinoille pääsyssä yleisimmin mainittiin rahoitukseen ja kannattavuuteen liittyviä tekijöitä. Nämä eivät kuitenkaan välttämättä ole normaalista liiketoiminnasta poikkeavia haasteita. Muu-

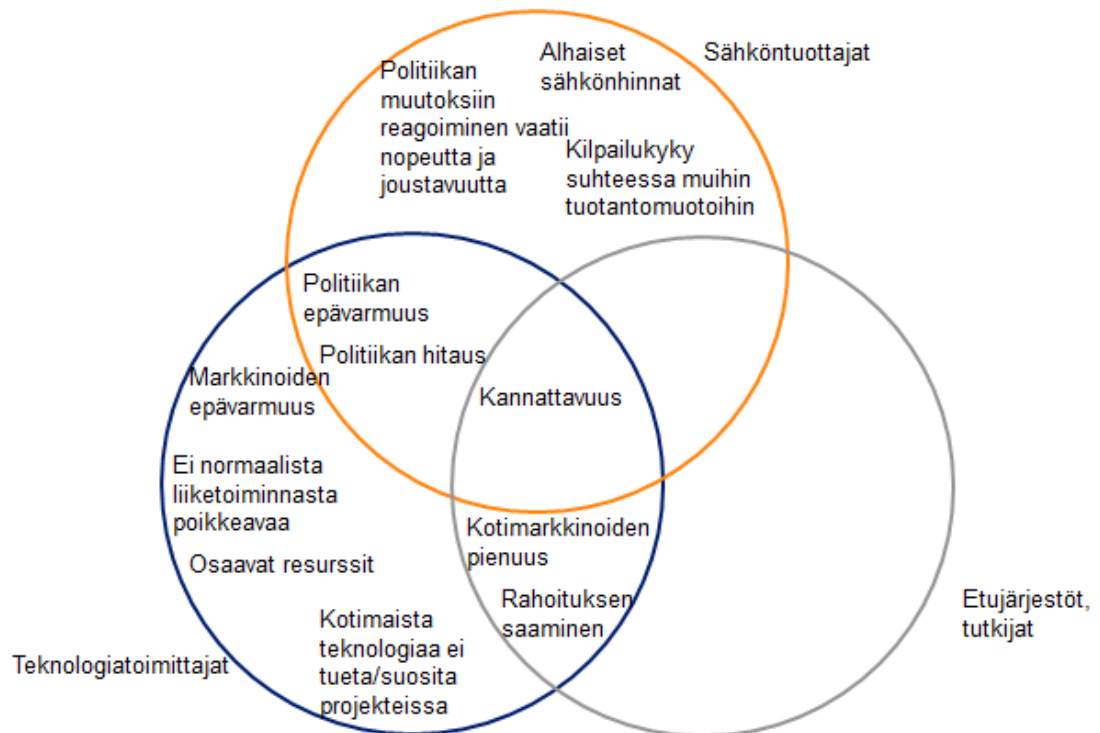
tamat suomalaiset teknologiakehittäjät kokivat, että Suomessa ei suosita kotimaista teknologiaa projekteissa, kuten monissa muissa maissa tehdään.

Politiikan osalta haastatteluissa mainittiin, että politiikan epävarmuus ja hitaus toimivat esteinä tai hankaluuksina liiketoiminnan kehittämisen ja markkinoille pääsyn kannalta. Poliittisessa vaikuttamisessa pienten suomalaisten toimijoiden voi olla vaikea saada ääntään kuuluviin, sillä resurssit ovat hyvin rajalliset. Suurilla yrityksillä vaikutusmahdollisuudet ovat toista luokkaa, jolloin ne myös voivat vaikuttaa enemmän politiikan kehittämiseen omalta kannaltaan suotuisaan suuntaan.

Etenkin teknologiatoimittajista moni toimija mainitsi yhdeksi suurimmaksi esteeksi ja hankaluudeksi kotimarkkinoiden pienuuden. Kotimarkkinoiden pienuuden mainitsevien joukossa oli niin isoja kuin pieniä yrityksiä, sekä monilla markkinoilla tai vain uusiutuvan energian markkinoilla toimivia yrityksiä.

Kuvassa 7-3 on esitetty haastatteluissa mainittuja esteitä ja hankaluuksia uuden liiketoiminnan kehittämisessä ja markkinoille pääsyssä. Kannattavuus nousi esiin jokaisessa ryhmässä. Rahoituksen saamisen osalta haastatteluissa nostettiin esille, että toimijoiden on vaikea saada rahoitusta pilotointiin ja demohankkeisiin sekä pilotoinnin jälkeiseen vaiheeseen.

Kuva 7-3 – Suurimmat esteet ja hankaluudet liiketoiminnan kehittämisessä ja markkinoille pääsyssä



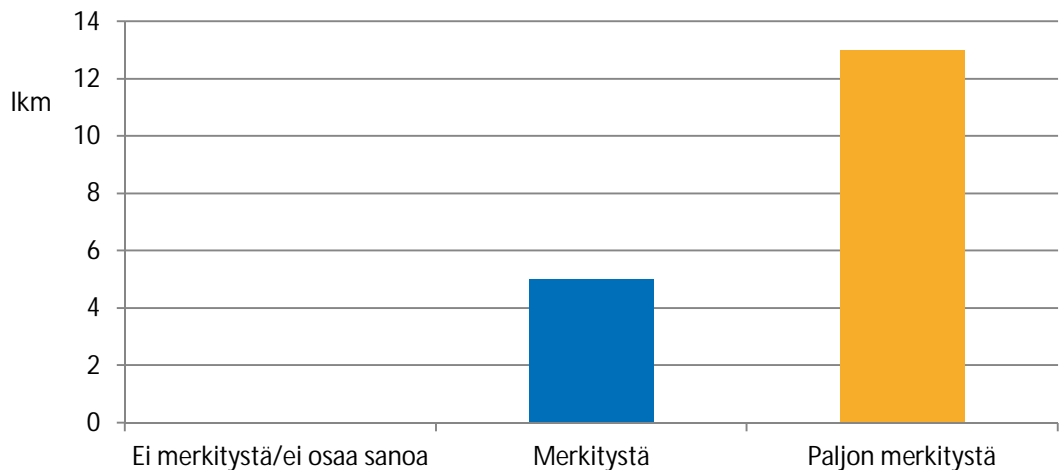
Sähköntuottajien näkökulmat eroavat hieman teknologiatoimittajien näkökulmista. Vain sähköntuottajat mainitsivat, että alhaiset sähköhinnat ovat este liiketoiminnan kehittämislle. Etujärjestöt ja tutkijat -ryhmästä ei noussut esille asioita, joita ei tullut esiin muissa ryhmissä. Politiikan epävarmuus ja hitaus nousivat esiin niin sähköntuottajien kuin teknologiatoimittajienkin osalta.

7.3.3 Energiapolitiikan vaikutukset liiketoimintaan

Suomalaisten aurinko- ja tuulivoima-alan toimijoiden mukaan energiapolitiikalla on haastatteluiden perusteella merkittävä vaikutus liiketoimintaan. Myös yritykset, joiden liiketoiminta on arvoketjussa kauempana suoraan sähköntuotannosta, kokevat, että energiapolitiikka vaikuttaa liiketoimintaan. Näille yrityksille etenkin investointien ja sitä kautta kysynnän kasvun myötä energiapolitiikalla on merkitystä. Erityisesti Saksan markkinoiden tukien vaikutus nousi esiin selvityksessä, sillä se on saanut positiivista markkinakehitystä aikaan. Haastateltavat kokivat myös, että Suomessa energiapolitiikan ja teollisuuspolitiikan etuja ei ole yhdistetty riittävästi suomalaisten yritysten tukemiseksi energiapolitiikan kautta.

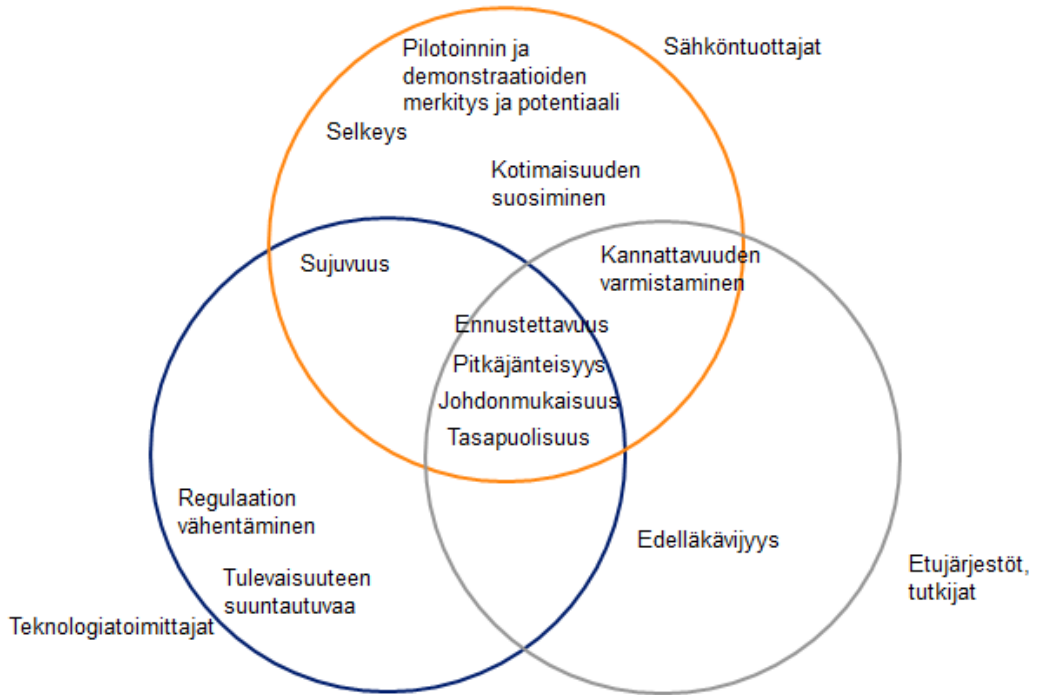
Kuvassa 7-4 on jaoteltu haastateltavien näkemyksiä kolmeen ryhmään sen perusteella, kuinka voimakkaasti haastateltavat kokivat energiapolitiikan vaikuttavan liiketoimintaan. Suurin osa vastaajista koki, että energiapolitiikalla on paljon merkitystä liiketoiminnan kehityksen kannalta.

Kuva 7-4 – Energiapolitiikan vaikutus liiketoimintaan



Haastatteluissa toimijoilta kysyttiin myös sitä, mitkä ovat tärkeimpiä kriteerejä energiapolitiikalle ja ohjauskeinoille. Kuvassa 7-5 on esitetty haastateltavien vastauksia ja niiden jakautumista eri vastaajaryhmiin.

Kuva 7-5 – Tärkeimmät kriteerit energiapolitiikalle ja ohjauskeinoille



Tärkeimmiksi kriteereiksi energiapolitiikalle nousivat ennen kaikkea pitkäjänteisyys, johdonmukaisuus, ennustettavuus ja tasapuolisuus. Haastatteluissa nousi esiin se, että ohjauskeinojen tulisi kannustaa pilotointiin ja demo-hankkeisiin, olla tulevaisuuteen suuntautuvaa ja varmistaa edelläkävijyys teknologioissa ja toimintamalleissa Suomessa.

Liiketoiminnan kehittämiseen vaikuttaa sekä EU-politiikka että kotimaan politiikka. Haastatteluissa hieman enemmän vaikutusta koettiin olevan kotimaan politiikalla, mutta kotimaan politiikkaan vaikuttaa vahvasti EU-politiikka ja EU:n sitovat tavoitteet. Haastatteluissa esiin nousi, että merkitystä on sillä, miten menestyksekkäästi jäsenvaltiot hyödyntävät EU:n raameja. Tulevaisuudessa kotimaan politiikalla voi olla suurempikin merkitys, jos EU:lta ei enää tule kansallisia, sitovia uusiutuvan energian tavoitteita. Haastatteluiden perusteella erityisesti pilotointi ja demonstraatiovaiheessa kotimaan politiikalla on enemmän merkitystä liiketoiminnalle.

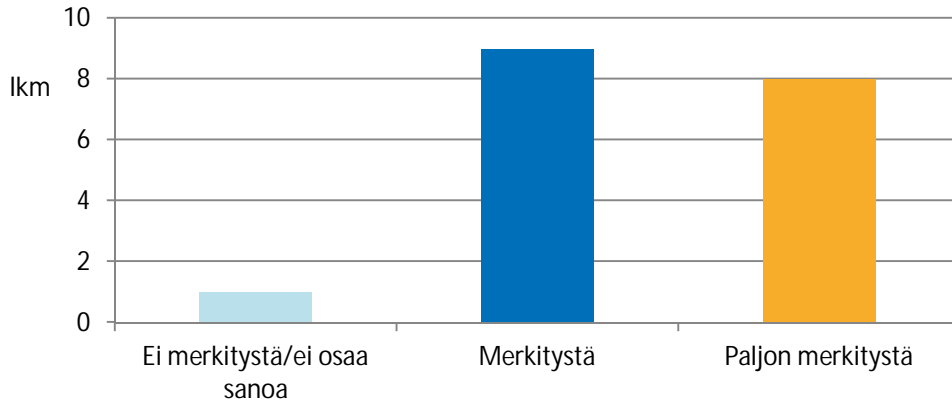
7.3.4 Sähkön ja päästöoikeuden hintojen vaikutus liiketoimintaan

Tässä työssä on luvussa 3.4 kuvattu sähkön ja päästöoikeuksien mallinnettua hintakehitystä Euroopassa. Sekä sähkön että päästöoikeuksien hintojen oletetaan nousevan merkittävästi nykytasosta vuoteen 2030 mennessä, mikäli oletukset mm. talouskasvusta ja fossiilisten polttoaineiden hintakehityksestä toteutuvat. Kohoavat hinnat voivat vähentää tarvetta muille ohjauskeinoilla päästökaupan lisäksi, ja tehdä uusiutuvan energian investoinneista kannattavia niiden investointikustannusten samalla laskiessa. Tämän hetkiset alhaiset päästöoikeuksien ja sähkön markkinahinnat antavat kuitenkin toisenlaista signaalia markkinoiden kehityksestä.

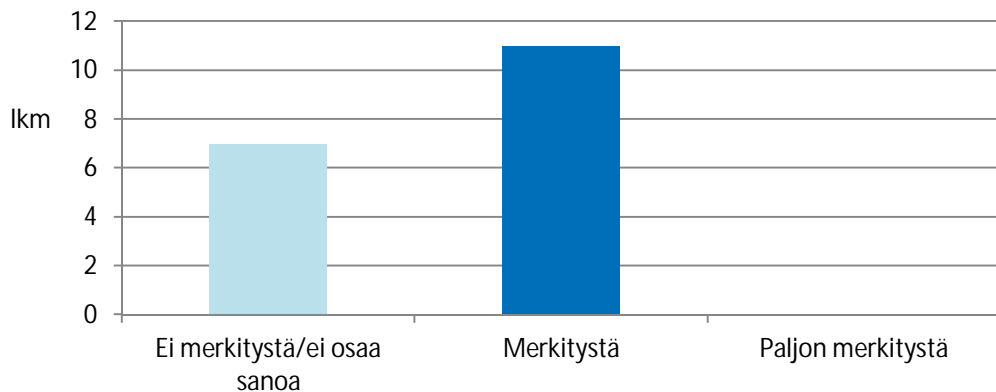
Haastatteluiden perusteella aurinko- ja tuulivoima-alan toimijat kokivatkin, että sähkön ja päästöoikeuksien hinnalla on liiketoimintaan hieman vähemmän vaikutusta kuin energiapolitiikalla (kts. kuva 7-4). Sähkön ja päästöoikeuksien hintojen merkitystä liiketoiminnan kehitykseen on esitetty kuvassa 7-6 ja 7-7. Vastauksien voidaan ajatella heijastavan myös nykyistä markkinatilannetta, jossa päästöoikeuksien alhaisen hinnan vaikutuksesta niiden vaikutus esimerkiksi investointeihin on jäänyt selvästi oletettua matalammaksi. Yksikään vastaaja ei

kokenut että päästöoikeuksien hintakehityksellä olisi varsinaisesti paljon merkitystä liiketoimintaan. Sen sijaan sähkön hintakehityksellä koettiin olevan selvästi enemmän merkitystä, mutta tässäkin arvioitu merkitys jäi vähäisemmäksi kuin energiapolitiikan arvioitu vaikutus (kuva 7-4).

Kuva 7-6 – Sähkön hinnan vaikutus liiketoimintaan



Kuva 7-7 – Päästöoikeuksien hintojen vaikutus liiketoimintaan



Joillekin teknologiatoimittajille sähkön hinnan vaikutus liiketoimintaan on kaksitahoinen; toisaalta prosessit vaativat niin paljon sähköä, että korkeasta sähkön hinnasta tuotannon kustannukset nousisivat, mutta toisaalta kalliimpi sähkön hinta aiheuttaisi sen, että liiketoiminnalle olisi enemmän kysyntää aurinko- ja tuulisähkemarkkinoilla tuotantomuotojen kilpailukyvyn kautta. Haastatteluissa todettiin, että nykyinen sähkön hinta on liian matala, jotta se kannustaisi yleensäkin investointeihin. Yleisesti markkinoilla kuitenkin nähdään, että uusiutuvaan energiaan perustuvat teknologiat ovat tulevaisuudessa niitä, jotka toteutuisivat, mikäli sähkön hinnat palautuisivat investointeihin kannustavalle tasolle. Tämä tuli ilmi myös haastatteluissa. Toisaalta eräs haastateltu totesi, että alhaiset sähkön hinnat pitävät Suomen kilpailukykyisenä muita maita kohtaan, ja sähkön hinnan ei tulisi antaa nousta liian korkeaksi.

Päästöoikeuksien hinnasta eräs toimija totesi myös, että pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla fossiilisen tuotannon osuus sähköntuotannosta on jo nyt pieni, joten päästöoikeuden hinnan nousun vaikutukset sähkönhintoihin ovat hyvin pienet. Investointien kannalta sähkön hinnan nousu nostaisi investointien kannattavuutta, ja jos päästöoikeuden hinta ei vaikuta tarpeeksi sähkön hintoihin, ei investointien kannattavuus parane päästöoikeuksien vaikutuksesta.

7.3.5 Ohjaukeinot ja liiketoiminnan edistäminen

Edellä kappaleessa 3 on tarkasteltu eri ohjaukeinojen vaikutusta sähkömarkkinoiden kehitykseen ja päästöoikeuden hintaan Euroopassa erityisesti siltä kannalta, toimiiko ainoana ohjaukeinona päästökauppa vai onko käytössä myös uusiutuvan energian tukijärjestelmiä. Haastatteluissa kartoitettiin toimijoiden näkemyksiä siihen, toimiisiko päästökauppa ainoana ohjaukeinona liiketoiminnan kannalta. Lisäksi haastateltavilta kysyttiin näkemystä siihen, tulisiko uusiutuvan energian tavoitteiden olla kansallisia, sitovia tavoitteita, vai EU-laajuinen uusiutuvan energian tavoite.

Haastateltavista harva koki, että päästökauppa toimisi ainoana ohjaukeinona. Osa toimijoista sanoi, että päästökauppa voisi toimia ainoana ohjaukeinona, jos päästöoikeuksien hinnat olisivat korkeammat. Kuten edellisessä kappaleessa todettiin, toimijat eivät koe, että päästöoikeuksien hinnoilla olisi merkittävää vaikutusta liiketoimintaan.

Kansallisten tavoitteiden ja EU-laajuisen tavoitteen osalta haastateltavien näkemykset erosivat toisistaan. Kansalliset, sitovat tavoitteet nähtiin haastatteluissa yleisesti parempina kuin EU-laajuinen tavoite. Toisaalta haastateltavat väläyttelivät myös muita vaihtoehtoja, kuten sähkömarkkina-alueen kattavat tuet. Yksi toimija totesi, että niin kauan, kun EU:ssa ei ole yhtenäistä sähkömarkkina-aluetta, niin EU-tasoinen tavoite ei toimi. Toimijat kokivat myös, että EU-laajuisella tavoitteella ja järjestelmällä voisi käydä niin, että Keski-Euroopan suuret yritykset dominoisivat markkinoita, eikä suomalaisille yrityksille syntyisi riittävästi markkinamahdollisuuksia.

Monet haastatelluista totesivat, että liiketoimintaa tulisi tukea ensisijaisesti pitkäjänteisillä ja ennustettavilla politiikan linjauksilla. Moni haastateltu sanoi, että lähtökohtaisesti kaiken tuotannon tulisi olla markkinaehtoista ja pystyä toimimaan sähkömarkkinoilla ilman tukea. Eri tukivaihtoehtoista eniten mainintoja haastatteluissa sai investointituki. Useiden toimijoiden mukaan projektit ovat hyvin investointi-intensiivisiä, joten investointituki toimisi hyvin. Etenkin aurinkoenergia-alan yritysten mukaan investointituki on hyödyllinen ja hyvä ohjaukeino.

Tuulienergia-alan yrityksistä useat totesivat, että kilpailuun perustuva syöttöpreemiojärjestelmä olisi hyvä tukikeino. Tuulienergia-alan toimijoista monet korostivat nimenomaan teknologianeutraaliutta ja kilpailua. Erään toimijan mukaan tukijärjestelmä on tarpeellinen myös sen vuoksi, että sähkönhintojen tulisi pysyä kilpailukykyisinä Suomessa verrattuna muihin maihin.

Huutokauppapohjaisien syöttötariffijärjestelmien osalta nousi esiin huoli siitä, miten pienemmän mittakaavan tuotanto pärjäsi kilpailutuksessa. Eräs toimija ehdotti, että huutokaupassa voitaisiin varata tietty osuus pienen kokoluokan tuotannolle. Osa toimijoista totesi ja korosti myös sitä, että tuotantomuodot ja järjestelmät vaatisivat vain lyhytaikaisen, siirtymävaiheen tuen, kunnes teknologian kehityksen vuoksi kannattavuus paranisi ja kustannukset laskevat.

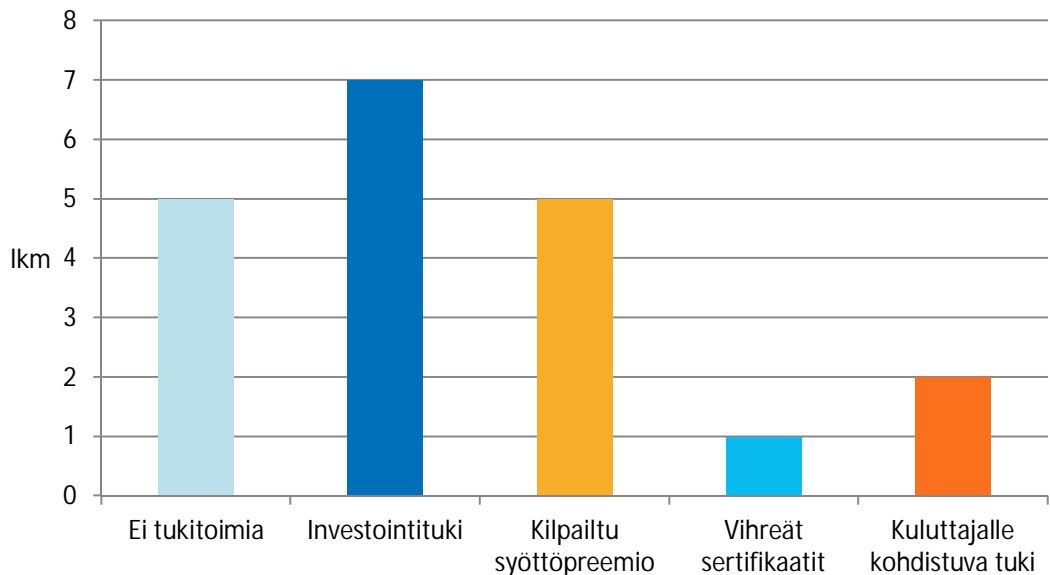
Edellä kuvassa 7-5 tarkasteltiin haastatteluissa esiin nousseita kriteereitä energiapolitiikalle ja ohjaukeinoille. Merkittäviä ja usein mainittuja kriteereitä haastatteluissa olivat pitkäjänteisyys, ennustettavuus ja tasapuolisuus toimijoille. Haastatteluissa sekä aurinko- että tuulivoima-alan toimijat mainitsivat tasapuolisuuden tärkeäksi kriteeriksi. Kysyttäessä miten liiketoimintaa voitaisiin parhaiten edistää, myös samat kriteerit nousivat tässä kysymyksessä esille. Haastatteluiden perusteella investointitukeen liittyi myös epäilyksiä ja epävarmuutta, koska osa toimijoista mainitsi, että investointituki on harkinnanvarainen tuki, minkä seurauksena toimijat kokevat epävarmuutta tuen suhteen.

Liiketoiminnan edistämisen osalta haastatteluissa nousi esille myös muita ehdotuksia ja ideoita. Muutamit haastateltavat erityisesti aurinkoenergia-alalta totesivat, että sellainen tukijär-

jestelmä, jossa kuluttajaa tuetaan esimerkiksi verohelpotuksien, investointituen tai muiden tukien kautta, edistäisi liiketoimintaa. Haastateltavat kokivat, että tällöin tuki olisi tasainen kaikille toimijoille ja järjestelmä olisi yksinkertainen. Kuluttajiin kohdistuvan tuen ansiosta kuluttajat voisivat valita uusiutuvan energian tuotantoa, ja saada siitä tukea. Tällöin erään toimijan mukaan tuotantomuodoille ja tekniikalle olisi kysyntää kotimarkkinoilla ja tukipolitiikka tukisi kotimaan liiketoimintaa. Eräs toimija totesi myös, että järjestelmien verotus eri maissa on erilaista, mikä johtaa siihen, että Suomessa kuluttajalle järjestelmät voivat olla kalliimpia kuin esimerkiksi Saksassa.

Kuvassa 7-8 on esitetty yhteenvetona haastateltavien hyväksi kokemia tukijärjestelmiä. Osa vastanneista on luokiteltu useampaan kategoriaan, sillä moni totesi että lähtökohtaisesti ei tulisi olla mitään tukitoimia, mutta kokivat kuitenkin investointituen hyväksi tukimuodoksi tarvittaessa. Yksi haastateltavista ei ottanut kantaa.

Kuva 7-8 – Haastateltavien näkemysten jakautuminen tukijärjestelmien osalta



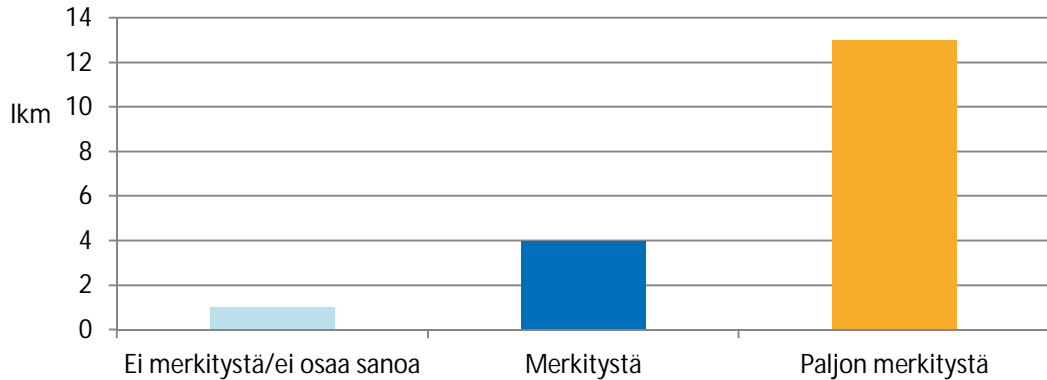
Tukijärjestelmien lisäksi haastattelussa nousi muita keinoja, joilla liiketoimintaa voisi edistää. Erityisesti aurinkoenergia-alan toimijoiden osalta moni mainitsi, että esimerkiksi siirtohinnoittelua tulisi muuttaa Suomessa. Esimerkkeinä toimijat mainitsivat, että tällä hetkellä omaan käyttöön tuotettu aurinkosähkö on jo erittäin kannattavaa, mutta jos sähkön haluaa myydä esimerkiksi naapurille tai käyttää omaan käyttöön kauempana sieltä, missä sähkö on tuotettu, joutuu tuotetusta aurinkosähköstä maksamaan siirtomaksua. Lisäksi yleisesti byrokratian ja regulaation vähentämiselle olisi haastateltavien mukaan tarvetta.

7.3.6 Kotimarkkinoiden rooli liiketoiminnan kehityksessä ja kansainvälistymisessä

Mallinnusten perusteella laajamittainen aurinkosähkön tuotanto ja tuulivoimainvestoinnit eivät tulisi Suomessa kannattaviksi ennen vuotta 2030, ja ilman erillisiä ohjauskeinoja uusiutuvan energian lisääminen Suomessa tulisi perustumaan pääasiassa bioenergian käyttöön. Kotimarkkinat aurinkosähkölle voivat kehittyä pienen mittakaavan hajautetussa tuotannossa, mutta markkinakehitys voi olla hidasta muuhun maailmaan verrattuna. Tuulivoima-alalla investointeja tuskin toteutuisi ennen kuin sähkön hinta nousisi riittävästi, jolloin tuulivoima-ala voisi Suomessa näivettyä. Kotimarkkinoiden kehitys todettiin kuitenkin haastattelussa todella

tärkeäksi tekijäksi suomalaisten yritysten liiketoiminnan kehityksen kannalta. Vastauksissa ei juuri ollut eroa sen osalta, oliko kyseessä suuri yritys, vai pieni ja alkuvaiheessa oleva yritys. Ainoastaan yksi teknologiatoimittaja totesi, että kotimarkkinoilla ei ole niinkään vaikutusta. Kuvassa 7-9 on kuvattu haastateltavien näkemykset kotimarkkinoiden roolista.

Kuva 7-9 – Kotimarkkinoiden rooli liiketoiminnan kehityksessä ja kansainvälistymisessä



Haastatteluista nousi esille myös kotimarkkinoiden laatu, ja eräs haastateltava totesi, että kotimarkkinoiden tulisi sallia enemmän innovatiivisia ratkaisuja ja korostaa enemmän edelläkävijyyttä ja tulevaisuuden ratkaisuja. Haastateltavan mukaan kotimarkkinoita kehittämällä Suomen markkinat voisivat houkutella myös ulkomaalaisia sijoittajia enemmän. Haastatteluissa esiin nousi myös näkemys, että Suomessa ei tarpeeksi tunnisteta sitä, minkälainen rooli tilaajalla on siinä, millainen tekniikka valitaan. Kehittämällä hankkeita suomalaisten yritysten näkökulmasta, voitaisiin suosia enemmän kotimaisia teknologioita ja luoda paremmin liiketoimintamahdollisuuksia. Energiapolitiikan osalta myös moni muu toimija totesi, että politiikassa tulisi katsoa enemmän tulevaisuutta kuin nykyhetkeä.

7.4 Johtopäätökset liiketoimintamahdollisuuksien kehityksen tukemisesta

Mallinnuksen perusteella Suomeen ei tule merkittävää sähköntuotantokapasiteetin lisäystä missään skenaariossa. Suomen osalta tuotantokapasiteetin lisäystä tulee tuulivoiman ja bioenergian osalta. Tuulivoiman osalta kapasiteetin lisäys tulee nykyisen tukijärjestelmän puitteissa. Bioenergian osalta kapasiteetin lisäys perustuu lähinnä yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon investointeihin.

Mallinnuksen perusteella EU:ssa kasvaa merkittävästi etenkin tuuli- ja aurinkosähkökapasiteetti. Kasvu on suurinta skenaariossa, jossa oletetaan, että uusiutuvan energian tavoitteet jatkuvat samalla periaatteella vuodelle 2030 kuin vuoden 2020 tavoitteet, eli jäsenmaille asetetaan sitovat uusiutuvan energian tavoitteet, joihin pyritään kansallisilla ohjaukeinoilla. Suomalaisille yrityksille siis Euroopan unionin ilmasto- ja energiapolitiikka luo liiketoimintamahdollisuuksia erityisesti tuuli- ja aurinkoenergia-alalla.

Liiketoimintamahdollisuuksia sähköntuotantosektorilla arvioitaessa on erityisesti tarpeen huomioida se, että Suomen osalta liiketoimintamahdollisuudet voivat olla arvoketjun monessa kohtaa. Tarkastelun perustella Euroopassa on suuri investointitarve erityisesti aurinko- ja tuulisektoreilla vuoteen 2030 mennessä, joten Suomessa tulisikin tarkastella niitä mahdollisuuksia, joihin Suomella on jo nyt vahvuuksia.

Se, miten nämä liiketoimintamahdollisuudet saadaan hyödynnettyä, on riippuvainen kotimaan ilmasto- ja energiapolitiikasta. Haastattelututkimuksen perusteella ilmasto- ja energiapolitiikan tulisi olla pitkäjänteistä, ennustettavaa ja tasapuolista. Lähes kaikki haastatellut toimijat totesivat kotimarkkinoiden roolin olevan erittäin tärkeä uuden liiketoiminnan kehityksen kannalta.

Poliittisessa keskustelussa kotimarkkinoiden roolia korostetaan usein, mutta harvoin kiinnitetään huomiota siihen, millainen kotimarkkinan tulisi olla ja miten sitä tulisi kehittää. Cleantech-mahdollisuudet nostetaan kotimaan ilmasto- ja energiapolitiikan strategioissa sekä ilmasto- ja energiatiekartassa esiin, mutta silti haastattelututkimuksen mukaan näkyvyys ja vaikutukset toimijoille ovat olleet hyvin vähäiset.

Kehittämällä kotimarkkinoita EU:n ilmasto- ja energiapolitiikan tukemana syntyvät liiketoimintamahdollisuudet saadaan paremmin hyödynnettyä. Keino kotimarkkinoiden kehittämiseen ei ole ainoastaan kotimarkkinoiden kasvattaminen, vaan kotimarkkinoita tulisi tarkastella laajemmin. Regulaation vähentäminen, pilotointi- ja demonstraatiomahdollisuuksien luominen, suomalaisen teknologian suosiminen projekteissa sekä rahoitusmallien ja investointitukien kehittäminen ovat keskeisiä tekijöitä kotimarkkinan kehittämiseksi. Energiapolitiikassa tulee ottaa paremmin huomioon myös teollisuuspolitiikka, jotta uudet liiketoimintamahdollisuudet sähköntuotannon koko arvoketjun osalta saadaan paremmin hyödynnettyä.

8. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä selvityksessä on tarkasteltu EU:n 2030 ilmasto- ja energiatavoitteiden linjausten vaikutuksia sähkömarkkinoihin Euroopan unionissa, energian hintojen kehitykseen sekä vaikutuksia Suomen energiamarkkinoille ja hallitusohjelman tavoitteiden toteutumiseen. Vuoden 2020 tavoitteissa päästötavoitteen rinnalle nostettiin sitovat uusiutuvan energian tavoitteet sekä energiatehokkuustavoitteet. Erityisesti uusiutuvan energian tavoitteiden ja niihin tähtäävien kansallisten tukijärjestelmien on nähty osittain johtaneen päästökaupan vähäiseen vaikuttavuuteen alhaisten hintojen vuoksi. Vuoden 2030 tavoitteissa päästötavoite onkin nostettu ensisijaiseksi tavoitteeksi ja päästökaupan vaikuttavuutta pyritään lisäämään, mutta uusiutuvan energian tukijärjestelmien ollessa laajasti käytössä ei ole itsestään selvää, että näistä rinnakkaisista ohjauseinoista tultaisiin luopumaan.

Selvityksessä mallinnettiin erilaisten politiikkaskenaarioiden vaikutuksia päästöoikeuksien ja sähkön hinnalle EU:ssa ja todettiin että kohoavat päästötavoitteet tulevat nostamaan päästöoikeuksien hintaa merkittävästi vuoteen 2030 mennessä kaikissa skenaarioissa nykytasoon verrattuna. Myös sähkön hinta nousisi merkittävästi kohti vuotta 2030. Mallinnuksen perusteella hinnan nousu alkaisi jo ennen vuotta 2020. Päästötavoitteiden lisäksi tähän vaikuttaa myös mm. oletus kohoavista fossiilisten polttoaineiden hinnoista ja talouskasvusta, joka lisää energian kysyntää. Kansallisten uusiutuvan energian tavoitteiden ja tukijärjestelmien jatkuesissa päädytään kuitenkin selvästi matalampaan hintatasoon sekä päästöoikeuksien että sähkön hinnan osalta, kuin jos ohjauseinoina käytettäisiin Euroopassa ainoastaan päästökauppaa. Kansalliset tavoitteet nostavat erityisesti tuuli- ja aurinkosektorin investointien määrää Euroopassa, mutta myös ilman erillisiä uusiutuvan energian tukijärjestelmiä tuuli- ja aurinkovoimaan investoidaan runsaasti.

Suomessa sen sijaan ei mallinnuksen perusteella juurikaan investoita tuuli- tai aurinkoenergian tuotantoon laajemmassa mittakaavassa vuoteen 2030 mennessä ilman uusia tukijärjestelmiä. Analyysin perusteella Suomessa päästövähennys- ja uusiutuvan energian tavoitteet voidaan kustannustehokkaimmin saavuttaa bioenergian käyttöä lisäämällä ja vaihtamalla polttoaineita sähkön ja lämmön tuotannossa. Tarkasteluiden perusteella fossiilisten polttoaineiden käyttö Suomessa tulee laskemaan merkittävästi vuoteen 2030, mutta esimerkiksi kivihiilen käyttö ei kuitenkaan loppuisi nykyisellä ohjauksella vaikka päästöoikeuden hinta kohoaisikin merkittävästi. Suomen kannalta vaikuttaisi siltä, että laajalti käytössä olevat uusiutuvan energian tukijärjestelmät Euroopassa voivat lisätä kivihiilen käyttöä päästöoikeuden hinnan jäädessä alhaisemmaksi kuin tilanteessa, jossa päästökauppa toimii ainoana ohjausmuotona. Tarkasteltujen skenaarioiden perusteella vaikuttaa siltä, että sähkön- ja lämmöntuotannon kasvihuonekaasupäästöt vähenevät merkittävästi vuoteen 2030 mennessä.

Pääministeri Juha Sipilän hallitusohjelman uusiutuvan energian lisäämistä koskevaa ja muita energiapolitiittisia tavoitteita ei ole vielä jaettu erikseen sähkö- ja lämpösektorille ja liikenteelle, jolloin tämän selvityksen sähkö- ja lämpösektorin tulosten suora vertailu hallitusohjelman tavoitteisiin erikseen voi antaa liian optimistisen kuvan tilanteesta. Erityisesti liikennesektorille asetetun 40 %:n uusiutuvan energian tavoitteen saavuttaminen voi olla haastavaa, jolloin sähkö- ja lämpösektoreilla tulisi päästä korkeampiin osuuksiin. Mikäli kuitenkin liikennesectori pääsisi tavoitteeseensa, saavuttaisi Suomi uusiutuvan energian ja kotimaisuustavoitteensa mallinnuksen perusteella kaikissa skenaarioissa. Merkittävin rooli tässä olisi bioenergialla, jonka käyttö lisääntyisi merkittävästi.

Skenaariomallinnuksen perusteella Suomen osalta sähköntuotantokapasiteetin lisäys on hyvin vähäistä, ja eroja skenaarioiden välillä ei käytännössä ole. Bioenergian lisäys on ainoa selvästi taloudellisesti houkutteleva uusiutuvan energiantuotannon muoto Suomessa vuoteen 2030 saakka. Mikäli energian kysyntä ja hinnat eivät globaalisti lähde nousuun pitkällä aikavälillä oletetulla tavalla, jäävät myös bioenergian osalta investoinnit sähköntuotantoon toteutumatta. Yhteistuotannon sijaan Suomessa investoitaisiin lämmön erillistuotantoon sähkön markkinahintojen pysyessä pitkään alhaisena. Suomi voi kuitenkin saavuttaa hallitusohjelman kotimaisuus- ja uusiutuvan energian tavoitteensa myös tässä tapauksessa, mikäli kulutuksen kasvu Suomessa jää samalla alhaisemmaksi.

Vahvasti bioenergian varassa tapahtuva uusiutuvan energian lisääminen Suomessa voi olla kustannustehokasta, mutta samalla on huomioitava riski puun riittävyydestä sekä bioenergian hyväksyttävyydestä ja päästöttömyydestä kasvihuonekaasujen osalta. Bioenergiaosaamisen vientimahdollisuudet Eurooppaan voivat myös jäädä kohtuullisen pieniksi. Mallinnusten perusteella Euroopassa erityisesti tuuli- ja aurinkosähkön tuotanto kasvavat merkittävästi, kun taas bioenergian rooli on vähäisempi. Energia- ja ilmastopolitiikan synnyttämien uusien liiketoimintamahdollisuuksien arvioimiseksi tässä selvityksessä tarkasteltiin aurinko- ja tuulivoima-alan liiketoimintaa Suomessa ja yritysten näkymiä sille, miten liiketoiminta voisi parhaiten Suomessa kasvaa ja laajentua kansainvälisille markkinoille perustuen haastatteluihin.

Haastatteluiden perusteella liiketoimintamahdollisuuksien hyödyntäminen edellyttää, että kotimaan ilmasto- ja energiapolitiikka tukee suomalaisten yritysten kehittymistä ja luo oikeanlaiset kotimarkkinat tuotteille, joilla on potentiaalia myös laajemmilla markkinoilla. Poliittisessa keskustelussa kotimarkkinoiden roolia korostetaan usein, mutta harvoin kiinnitetään huomiota siihen, millainen kotimarkkinan tulisi olla ja miten sitä tulisi kehittää. Haastatteluiden perusteella pelkkä kotimarkkinoiden koon kasvattaminen ei ole riittävä tavoite, vaan huomiota tulisi kiinnittää myös kotimarkkinoiden luonteeseen, pitkäjänteisyyteen ja ennustettavuuteen, sekä mm. parhaiden kotimaisten teknologiaratkaisuiden edistämiseen. Regulaation vähentäminen, pilotointi- ja demonstraatiomahdollisuuksien luominen sekä rahoitusmallien ja investointitukien kehittäminen listattiin keskeisimmiksi tekijöiksi kotimarkkinan kehittämiseksi. Tarkastelemalla energiapolitiikkaa teollisuuspolitiikan yhteydessä voidaan paremmin ottaa huomioon uusien liiketoimintamahdollisuuksien edistäminen sähköntuotannon koko arvoketjun osalta.

LÄHTEITÄ JA TAUSTA-AINEISTOJA

Anttila, Perttu & Nivala, Mikko & Laitila, Juha & Flyktman, Martti & Salminen, Olli & Nivala, Jani (2013). Metsähakkeen alueellinen korjuupotentiaali ja käyttö vuonna 2020. Metlan työraportteja.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp313.pdf>

Asetus 750/2013. Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130750>

Energiateollisuus ry (2016). Energiavuosi 2015. Kaukolämpö. <http://energia.fi/tilastot-ja-julkaisut>

Euroheat & Power (2012). Heat Roadmap Europe 2050. <http://www.euroheat.org/wp-content/uploads/2016/04/Heat-Roadmap-Europe-I-2012.pdf>

Euroopan komissio (2010). Energia 2020. Strategia kilpailukykyisen, kestävä ja varman energiansaannin turvaamiseksi.

Euroopan komissio (2011). Energia-alan etenemissuunnitelma 2050.

Euroopan komissio (2014a). Edistyminen Kioton pöytäkirjan ja Eurooppa 2020 – strategian tavoitteiden saavuttamisessa.

Euroopan komissio (2014b). Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy.

Euroopan komissio (2014c). Ilmasto- ja energiapolitiikan puitteet vuosille 2020-2030.

Euroopan komissio (2014d). Impact Assessment. A policy framework for climate and energy in the period from 2020 up to 2030.

Euroopan komissio (2015). Renewable energy progress report.

European wind power association (EWEA) (2015). Wind power, 2014 European statistics.

Energiavirasto (2016). SATU-järjestelmä. <https://tuotantotuki.emvi.fi/InfoPage>

FinSolar –hanke, Aaltoyliopisto (2015). Aurinkoenergian palvelu- ja rahoitustarjonta. http://www.finsolar.net/?page_id=2645&lang=fi

Gaia Consulting Oy (2014a). Sähkön pientuotannon kilpailukyvyyn ja kokonaistaloudellisten hyötyjen analyysi. [https://www.tem.fi/files/41148/Sahkon_pientuotannon_kilpailukyky_-_loppuraportti_-_final_\(ID_15372\).pdf](https://www.tem.fi/files/41148/Sahkon_pientuotannon_kilpailukyky_-_loppuraportti_-_final_(ID_15372).pdf)

Gaia Consulting Oy (2014b). Lämpöpumppuinvestointien alue- ja kansantaloudellinen tarkastelu. <http://www.sulpu.fi/documents/184029/209175/L%C3%A4mp%C3%B6pumppuinvestointien%20alue-%20ja%20kansantaloudellinen%20tarkastelu%20-%20raportti.pdf>

International Energy Agency (IEA) (2015). World Energy Outlook.

International Monetary Fund (IMF) (2014). World Economic Outlook.

Motiva (2014a). Pienvesivoima.

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/vesivoima/pienvesivoima

Motiva (2014b). Peltobiomassat.

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/peltobiomassat

Pöyry Management Consulting Oy (2011). Kaukolämmön asema Suomen energiajärjestelmässä tulevaisuudessa.

http://energia.fi/sites/default/files/kaukolammon_asema_suomen_energiajarjestelmassa_tulevaisuudessa_poyrypdf.pdf

Pöyry Management Consulting Oy (2013). Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa. http://energia.fi/sites/default/files/aurinkokaukolampo_loppuraportti.pdf

Suomen Hyötytuuli Oy (2016). Merituulivoima. <http://hyotytuuli.fi/merituulivoima/>

Tekes (2012). The Finnish Solar Cluster.

Tekes (2014). Groove / solar energy catalogue. Groove aurinkoenergian toimijaluettelo.

Teknologiateollisuus ry (2014). Roadmap for Finnish Wind Power Industries.

http://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/finnish_wind_industry_roadmap_20142017_final.pdf

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) (2010). Kiinteiden puupolttoaineiden saatavuus ja käyttö Suomessa vuonna 2020. https://www.tem.fi/files/28437/TEM_66_2010_verkkojulkaisu.pdf

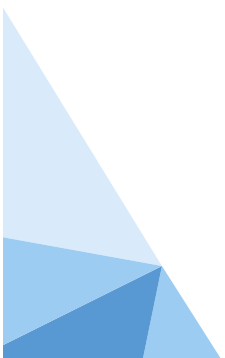
Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) (2012). Näkymiä Suomen mahdollisuuksista uusiutuvaan energiaan liittyvässä globaalissa liiketoiminnassa. https://www.tem.fi/files/33929/TEMjul_24_2012_web.pdf

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) (2013). Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Taustaraportti. http://www.tem.fi/files/36279/Kansallinen_energia-_ja_ilmastostrategia_taustaraportti.pdf

Valtioneuvoston kanslia (2015). Ratkaisujen Suomi. Pääministeri Juha Sipilän hallituksen strateginen ohjelma.

http://valtioneuvosto.fi/documents/10184/1427398/Ratkaisujen+Suomi_FI_YHDISTETTY_netti.pdf/801f523e-5dfb-45a4-8b4b-5b5491d6cc82

Valoe Oyj (2016). Valoe sai Etiopiasta noin 15,8 MEUR:n tilauksen aurinkosähköpaneelitehtaasta. <http://fi.valoe.com/2016/02/10/valoe-sai-etiofiasta-noin-158-miljoonan-euron-tilauksen-aurinkosahkopaneelitehtaasta/>



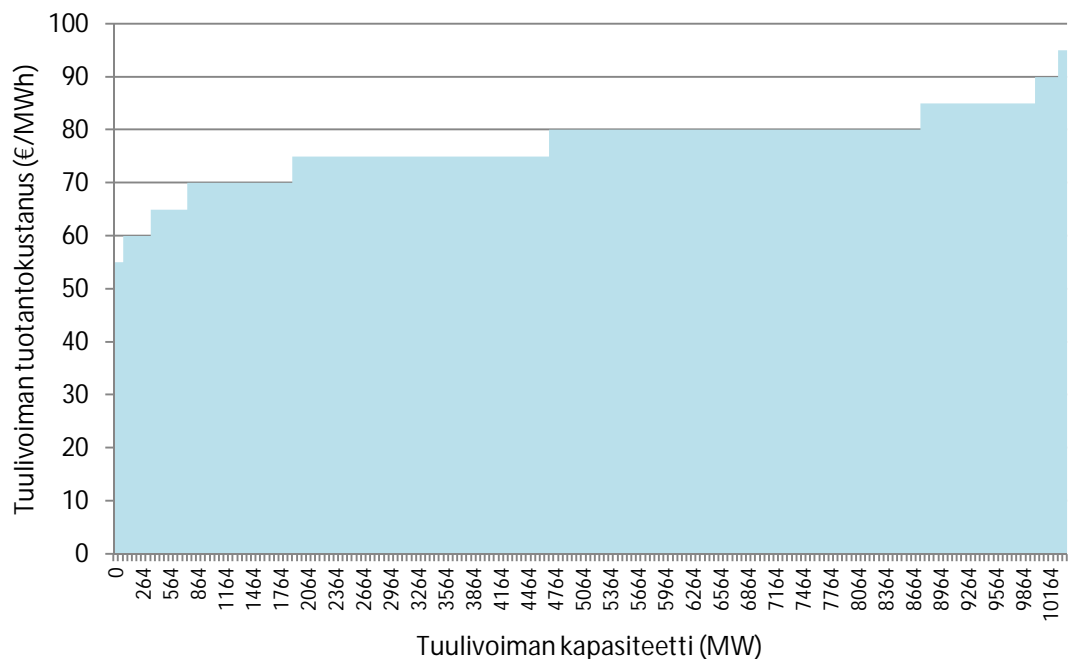
LIITE. UUSIUTUVAN JA KOTIMAISEN ENERGIAN POTENTIAALI SUOMESSA

Tuulivoimapotentiaali ja arvio kustannusten kehityksestä – epävarmuustekijät

Teoreettista tuulivoimapotentiaalia määrittää lähinnä maa-ala, jolle tuulivoimaa voidaan rakentaa, ja siitä syystä tuulivoimapotentiaali onkin Suomessa merkittävä. Teknis-taloudellista potentiaali arvioissa on kuitenkin huomioitava myös tuulivoiman rakennuskustannus. Pöyry on arvioinut maatuulivoimapotentiaalia perustuen hankekehityksen eri vaiheissa oleviin hankkeisiin. Maatuulivoiman potentiaalin suuruudeksi Suomessa on arvioitu vähintään 30 TWh, ja lisäksi merituulivoimassa on potentiaalia noin 9 TWh eri vaiheissa olevissa hankkeissa. Tuulivoiman potentiaali voisi nousta edelleen suuremmaksi, mikäli uusia hankkeita otettaisiin hankekehitykseen.

Kuvassa 1-1 on esitetty Suomen maatuulivoimapotentiaali tuotantokustannusten suhteessa. Tuulivoimainvestointien tuotantokustannuksiin vaikuttaa voimakkaasti se, millaiselle paikalle projekti rakennetaan. Tämän vuoksi tuulivoimainvestointien tuotantokustannuksissa on hajontaa.

Kuva 1-1 – Tuulivoimapotentiaali Suomessa riippuen tuotantokustannuksesta



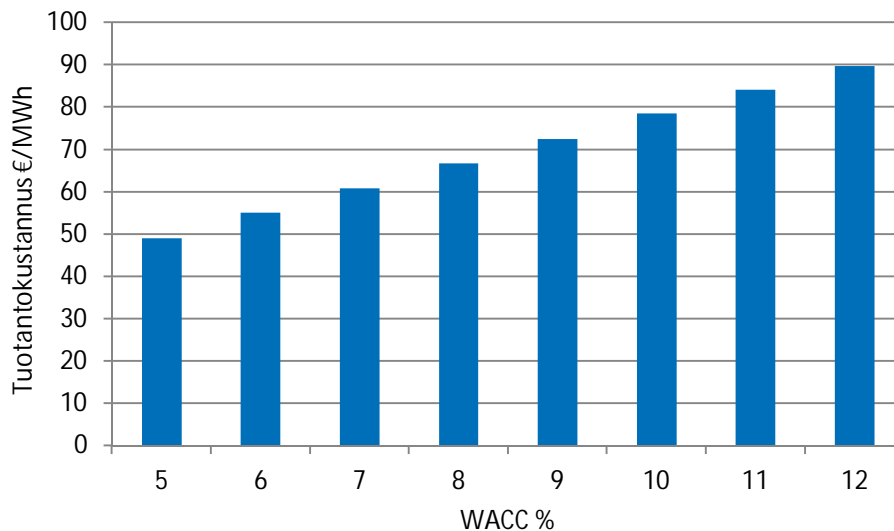
Nykyinen tuulivoiman tukijärjestelmä on tavoitteensa mukaisesti vauhdittanut tuulivoimahankkeiden kehitystä Suomessa merkittävästi ja kehitettyjä maatuulivoimahankkeita onkin huomattavasti enemmän kuin järjestelmään mahtuu. Yllä kuvattu tuulivoimapotentiaali kuvaa näitä tukijärjestelmän ulkopuolelle jääneitä hankkeita. Noin neljännes tästä kapasiteetista on luvitettu tai luvituksen loppuvaiheessa.

Jo kehitettyjen hankkeiden lisäksi eri vaiheissa olevissa maakuntakaavoissa on varattu tuuli-voimatuotannolla yli sata sellaista maa-aluetta, joilla ei vielä ole tiedossa olevaa hankekehitystä. Alueille oletetaan mahtuvan kolmesta noin viiteenkymmeneen voimalaa alueesta riippuen. Lisäksi tuulivoimaa voidaan lisätä muutaman voimalan hankkeilla näiden alueiden ulkopuolellakin.

Pääoman tuottovaatimuksen vaikutus tuotantokustannuksiin

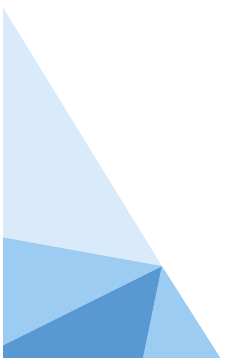
Hankkeiden rahoituskustannuksilla on suuri merkitys tarvittavan tuen määrään esimerkiksi tuulivoiman osalta, jossa suurin osa tuotantokustannuksista muodostuu investointikustannuksista. Pääoman tuottovaatimus ja velkarahan korko, sekä oman pääoman ja velkarahan suhde määrittelevät arvioidut kokonaistuotantokustannukset. Kuvassa 1-2 on kuvattu pääoman tuottovaatimuksen vaikutusta esimerkkituulivoimahankkeeseen. Tässä esimerkkihankkeessa tuotantokustannus on alle 50 €/MWh mikäli WACC on 5 % ja lähes 90 €/MWh kun WACC on 12 %.

Kuva 1-2 – Pääoman tuottovaatimuksen vaikutus esimerkkimaatuulivoimahankkeen kokonaistuotantokustannuksen tasoon

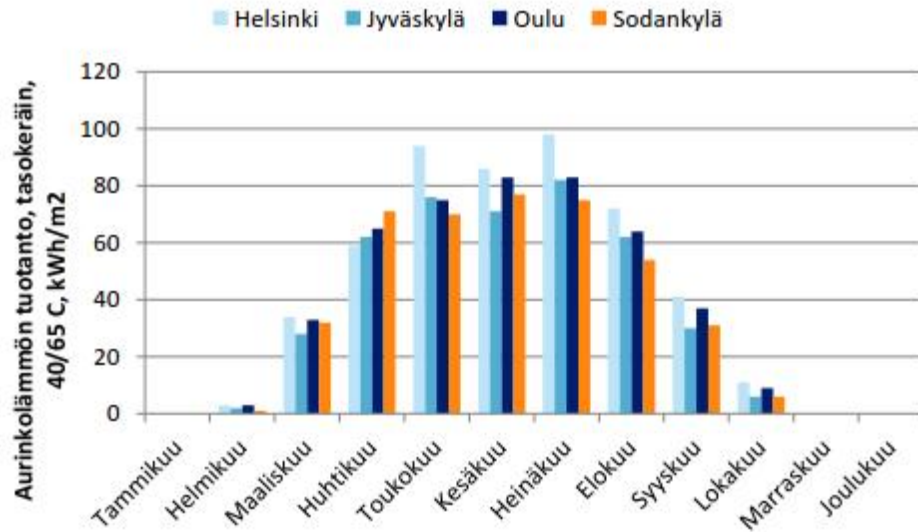


Aurinkoenergiapotentiaali: hajautetun tuotannon potentiaali

Myös aurinkoenergiapotentiaali on teoreettisesti korkea Suomessa. Potentiaalın taloudellisiin hyödyntämismahdollisuuksiin vaikuttaa kuitenkin tuotantopotentiaalın jakautuminen vuoden sisällä. Aurinkoenergian potentiaali on suurimmillaan kesällä, jolloin kysyntä etenkin lämmölle on matalimmallaan. Kuvassa 1-3 on esitetty esimerkkinä aurinkolämmön tuotanto tasokeraimilla Helsingissä, Jyväskylässä, Oulussa ja Sodankylässä. Jotta aurinkosähkö- ja aurinkolämpöpotentiaalia voitaisiin hyödyntää laajasti Suomessa, vaatisi järjestelmä sähkön ja lämmön varastointijärjestelmiä, jotta kesän tuotantomääriä voitaisiin hyödyntää talvella, jolloin tuotanto on pienempää. Tällaisia varastointijärjestelmiä ei ole vielä saatavilla, ja on epätoennäköistä, että vuonna 2030 tällainen järjestelmä olisi kaupallinen ja tarpeeksi tehokas.



Kuva 1-3 – Aurinkolämmön tuotannon jakautuminen vuositasolla Helsingissä, Jyväskylässä, Oulussa ja Sodankylässä



Aurinkosähköpotentiaali

Useat kunnat ja kaupungit ovat tarkastelleet aurinkoenergiapotentiaaliaan. Gaia Consulting Oy:n raportissa ”Sähkön pientuotannon kilpailukyvyyn ja kokonaistaloudellisten hyötyjen analyysi” on tarkasteltu hajautetun aurinkoenergiatuotannon potentiaalia Suomen rakennusten katoilla (Gaia Consulting Oy, 2014a). Tarkastelussa on huomioitu kattopinta-alan kasvu ja hyödynnettävissä oleva kattopinta-alan määrä. Tarkastelun mukaa aurinkosähkön tuotantoon soveltuvaa kattopinta-alaa olisi noin 94 milj. m² vuonna 2030.

Tämän perusteella aurinkosähköpotentiaali olisi 15,1 TWh vuonna 2030. Kapasiteetin osalta potentiaali vastaa 18,8 GW. Potentiaalissa on oletettu, että paneelien hyötysuhde on keskimäärin 20 % ja että auringon säteily määrä paneeleille on keskimäärin 800 kWh/m². Tämä potentiaaliluku ei kuitenkaan ota kantaa aurinkosähkön tuotannon taloudellisuuteen ja käyttömahdollisuuksiin kiinteistön omassa käytössä. Aurinkosähkön tuotannon kannattavuutta on tarkasteltu alla tarkemmin.

Aurinkolämpöpotentiaali

Pöyry Management Consulting Oy:n vuonna 2013 tehdyssä raportissa ”Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa” on arvioitu aurinkolämmön potentiaalia Suomessa (Pöyry Management Consulting Oy, 2013). Raportin mukaan aurinkolämmön tuotanto keräinalaa kohden on Helsingissä 498 kWh/m², Jyväskylässä 419 kWh/m², Oulussa 452 kWh/m² ja Sodankylässä 417 kWh/m². Näistä laskettuna keskimääräinen aurinkolämmön tuotanto keräinalaa kohden Suomessa on noin 447 kWh/m².

Jos käytetään samaa kattopinta-ala ennustetta vuodelle 2030 kuin edellä esitettyssä Gaian raportissa, saadaan aurinkolämpöpotentiaaliksi Suomessa 42 TWh olettaen, että kaikki vapaa aurinkoenergiatuotantoon soveltuva kattopinta-ala hyödynnetään Suomessa. Kuten edellä kuvassa 1-3 osoitettiin, aurinkolämmön tuotanto painottuu kesäkuukausille, jolloin lämmön kysyntä on pienimmillään Suomessa. Tämän vuoksi aurinkolämpöjärjestelmät ovat lisäinvestointeja olemassa olevan järjestelmän rinnalle, eikä lämmitysjärjestelmää voida rakentaa vain aurinkolämmön varaan. Jotta aurinkolämpöpotentiaalia voisi hyödyntää koko vuoden lämmönkulutukseen, tarvittaisiin lämmön varastointijärjestelmä, joka varastoisii kesällä tuotetun

lämmön talvelle. On epätodennäköistä, että tällainen järjestelmä olisi tehokas ja kaupallinen vuonna 2030. Tämän vuoksi hyödynnettävissä oleva aurinkolämpöpotentiaali on huomattavasti pienempi kuin 42 TWh.

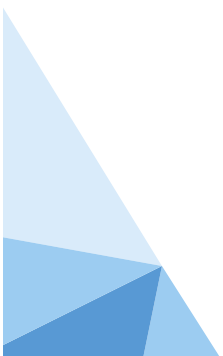
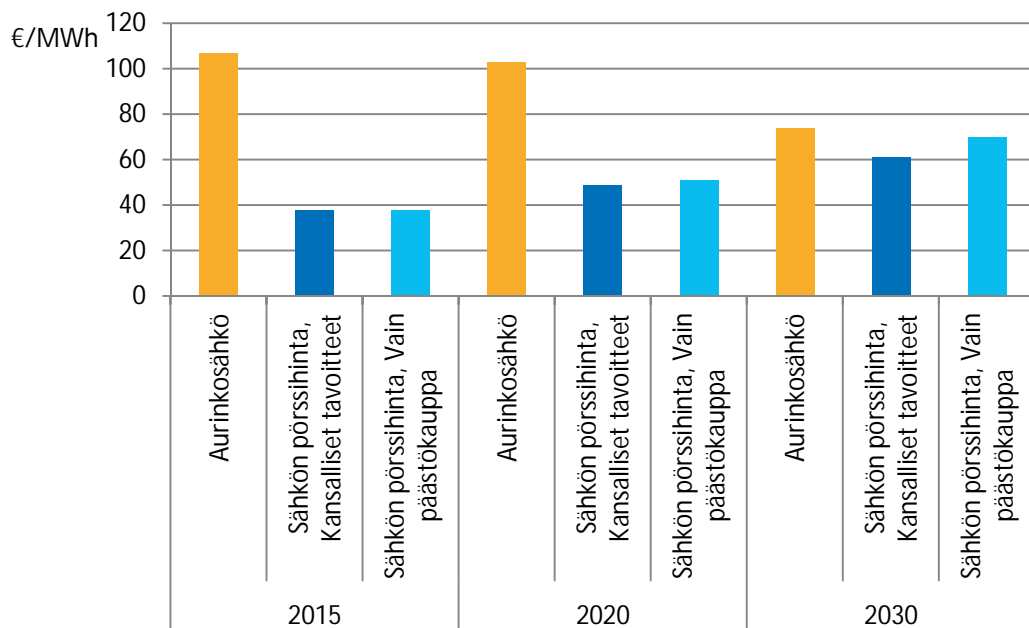
Aurinkosähkön kustannustaso

Aurinkosähkön ja aurinkolämmön tuotantokustannuksiin ja kilpailukykyyn vaikuttaa merkittävästi se, tuotetaanko sähkö ja lämpö omaan käyttöön, vai tuotetaanko sähkö ja lämpö markkinoille. Omaan käyttöön tuotettaessa aurinkosähkö ja aurinkolämpö ovat jo kilpailukykyisiä, mutta markkinoille tuotettuna tuotantokustannukset ovat korkeammat ja kilpailukyky heikompi.

Kuvassa 1-4 on esitetty aurinkosähkön tuotantokustannusten ja sähkön pörssihinnan kehitys. Kuvassa on esitetty työn vaiheen 1 skenaariomallinnuksen Kansalliset tavoitteet – ja Vain päästökauppa – skenaarioiden sähkön pörssihinnat. Tällä hetkellä aurinkosähkön tuotantokustannukset ovat huomattavasti korkeammat kuin sähkön pörssihinta, eli markkinoilla myydystä aurinkosähköstä saatu tulo. Erot tasoittuvat kuitenkin merkittävästi vuodelle 2030, jolloin sähkön pörssihinnan ja aurinkosähkön tuotantokustannusten ero on noin 10 €/MWh Kansalliset tavoitteet – skenaarion mukaisilla sähkönhinnoilla. Vain päästökauppa – skenaarion sähkönhinnoilla ero on vielä pienempi, vuonna 2030 ero aurinkosähkön tuotantokustannuksen ja sähkön pörssihinnan välillä on vain 4 €/MWh. Aurinkosähkön tuotantokustannusten laskemisessa on oletettu, että taloudellinen pitoaika on 20 vuotta ja vähimmäistuottoaika 10 %.

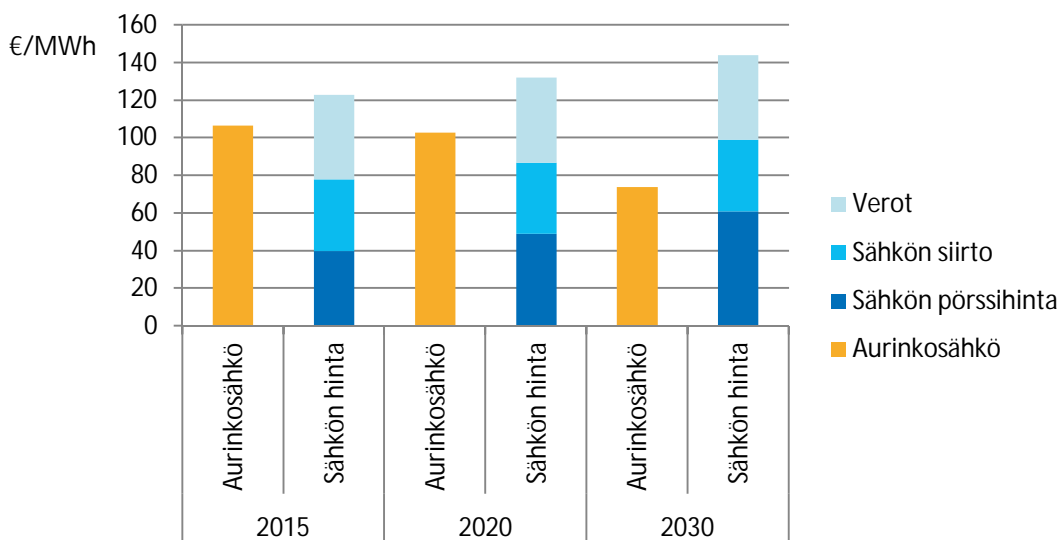
Kuvissa 1-4- ja 1-5 esitetyt aurinkosähkön tuotantokustannukset vastaavat työn vaiheen 1 skenaariomallinnuksessa käytettyjä oletuksia kustannustasosta. Aurinkosähkön tuotantokustannusten oletetaan laskevan voimakkaasti vuodesta 2020 vuoteen 2030.

Kuva 1-4 – Aurinkosähkön tuotantokustannusten ja sähkön pörssihinnan kehitys Kansalliset tavoitteet –skenaariossa



Jos aurinkosähköä tuotetaan omaan käyttöön, on aurinkosähkön käyttö kuluttajalle kannattavampaa kuin verkon kautta siirretty ja ostettu sähkö jo tällä hetkellä, koska kuluttajan ostamaan sähkseen liittyy sähkseen siirtomaksu sekä verot. Kuvassa 1-5 on vertailtu aurinkosähkseen tuotantokustannusten kehitystä ja asiakkaan maksaman sähkseen hinnan kehitystä käyttäen sähkseen markkinahintana Kansalliset tavoitteet –skenaarion mukaista hintaa. Vuonna 2030 aurinkosähkseen tuotantokustannus on noin puolet kuluttajan maksamasta sähkseen hinnasta. Kuvaajassa on oletettu, että sähkseen siirto ja sähkseen verot pysyvät nykyisellä tasolla. Kuvaajassa esitetty sähkseen pörssihinta on vaiheen 1 skenaariomallinnuksen Kansalliset tavoitteet –skenaarion mukainen sähkseen pörssihinta. Vain päästökauppa – skenaarion korkeammilla sähkseen pörssihinnoilla päästäisiin vielä korkeampiin kuluttajan maksamiin sähkseen hintoihin.

Kuva 1-5 – Aurinkosähkseen tuotantokustannusten ja asiakkaan maksaman sähkseen hinnan kehitys



Lämpöpumput

Suomen lämpöpumppuyhdistys teetti syksyllä 2014 selvityksen ”Lämpöpumppuinvestointien alue- ja kansantaloudellinen tarkastelu” (Gaia Consulting Oy, 2014b). Raportin mukaan lämpöpumppujen lämmöntuotanto olisi noin 22 TWh vuonna 2030. Sulpun toiminnanjohtajan Jussi Hirvosen mukaan Suomen kokonaispotentiaali on tätä selvästi suurempi, arviolta noin kaksinkertainen raportin arvioon nähden.

Vesivoima

Suomen vesivoimapotentiaalista suuri osa on jo hyödynnetty. Jäljellä olevan potentiaalin hyödyntämisestä rajoittavat luonnonsuojelumääräykset, kuten esimerkiksi koskiensuojelulait. Pienvesivoiman potentiaali Suomessa on noin 1021 GWh/a alle 1MW voimalaitoksilla, 392 GWh/a 1-10MW voimalaitoksilla ja 939 GWh/a yli 10 MW vesivoimalaitoksilla. Yhteensä potentiaali on siis noin 2,4 TWh vuosituotantoa. (Motiva 2014a.)

Aaltovoiman potentiaalia Suomessa ei ole tässä työssä erikseen arvioitu.

Pelletti

Pellettien tuotanto oli Suomessa vuonna 2014 noin 320 000 t (~1,5 TWh), josta noin 60 000 t suuntautui ulkomaan markkinoille ja kotimaan käytöstä 180 000 t käytettiin teollisen kokoluokan käytössä ja vastaavasti 60 000 t kotitalouskäytössä. Kotimaan pellettimarkkina ja erityisesti teollisen kokoluokan pelletin käyttö on ollut voimakkaassa kasvussa vuodesta 2010 lähtien kasvaen lähes 20% vuodessa. Syynä kasvuun on mm. raskaan polttoöljyn käyttöä vuoden 2018 alusta lähtien rajoittava PiPo-asetus (Asetus 750/2013) sekä pelletin melko vakaana pysynyt hinta. Pelletti on korvannut öljykattiloita ja öljyn käyttöä erityisesti kaukolämpöjärjestelmissä. Nykyisen kaltaisen käytön kasvun uskotaan jatkuvan myös lähitulevaisuudessa ja kasvupotentiaalia pellettien käytölle on reilusti erityisesti öljyn käytön korvaajana.

Kotimaisen pelletin raaka-aineena on pääsääntöisesti ollut puru, mutta myös muita metsäteollisuuden sivutuotteita hyödynnetään. Vuoteen 2030 mennessä kilpailu näistä raaka-aineesta kiristyy energiantuotannon, liikenteen biopolttoaineiden, levyteollisuuden ja muiden biotuotteiden välillä. Kotimaisen pellettituotannon asema tulee olemaan vaikea. Globaalin pellettimarkkinan odotetaan kasvavan merkittävästi vuoteen 2030 mennessä turvaten pelletin saatavuuden polttoaineena. Pelletin hintakehityksen odotetaan säilyvän melko vakaana ja säilyvän pitkällä aikavälillä 163 – 180 €/t välillä.

Muut uusiutuvan energian tuotantomuodot

Jyväskylän yliopiston selvityksessä ”Biometaanin ja –vedyn tuotantopotentiaali Suomessa” (Tähti & Rintala, 2010) on tarkasteltu Suomen biokaasupotentiaalia. Selvityksen perusteella Suomen biokaasutuotannon teknistaloudellinen potentiaali on noin 9,2 TWh. Jos biokaasulla tuotettaisiin sähköä ja lämpöä CHP-laitoksissa, sähköntuotantopotentiaali olisi 2,7 TWh ja lämmöntuotantopotentiaali 3,9 TWh. Huomioitavaa on, että lämmön- ja sähköntuotantopotentiaaleissa ei ole huomioitu sitä, kuinka potentiaali olisi hyödynnettävissä nykyisillä tai uusilla CHP-laitoksilla, vaan sähkön- ja lämmöntuotantopotentiaalit ovat laskennallisia potentiaaleja. Potentiaaleihin ei ole siis huomioitu esimerkiksi sitä, mitkä nykyisistä CHP-laitoksista soveltuisivat biokaasun polttoon. Biokaasun potentiaaleissa on huomioitu biojäte, teollisuuden jätteet (myös sellu- ja paperiteollisuuden lietteet), puhdistamolietteet, maatalouden jätteet (lannat, nurmet ja oljet, sekä muut, esimerkiksi naatit), sekä kaatopaikkakaasut.

Bioöljyn osalta merkittävin potentiaali Suomessa on pyrolyysiöljyssä. Pyrolyysiöljyä tuotetaan tällä hetkellä Fortumin Joensuun voimalaitoksella. Fortumin voimalaitoksen tuotantopotentiaali vastaa noin 210 GWh vuosituotantoa. Pöyryn arvion mukaan pyrolyysiöljyn tuotantokustannus on noin 55-70 €/MWh. Pyrolyysiöljyn hyödyntämistä kaukolämmöntuotannossa voi hidastaa pellettien parempi kilpailukyky. Pöyryn arvion mukaan pelletit ovat öljyä korvatessa todennäköisempi vaihtoehto. Pyrolyysiöljy soveltuu huonosti kotitalouksien öljynkäytön korvaamiseen, sillä pyrolyysiöljyn varastointi on vaikeampaa kuin muiden polttoaineiden.

Peltoenergian osalta merkittävin peltoenergiakasvi Suomessa on ruokohelpi. Muita peltoenergiaksi luokiteltavia kasveja ovat esimerkiksi hamppu ja öljykasvit. Peltoenergian kokonaispotentiaalin Suomessa on arvioitu olevan noin 12-22 TWh (Motiva 2014b.). Teknistaloudellisen potentiaalin arvioidaan olevan pienempi.

Yhteistuotanto ja lämmön erillistuotanto

Sähkön ja lämmön yhteistuotannon potentiaali määräytyy lämmön tarpeen perusteella. Suuri osa isommista lämpökuormista on Suomessa jo hyödynnetty yhteistuotannossa, eikä yhteistuotannon lisäyspotentiaali ole tästä syystä merkittävä. Alhaisen sähkön hinnan vuoksi yhteistuotannon kilpailukykyä erillistä lämmöntuotantoa vastaan on kyseenalaistettu ja useat ener-

giayhtiöt pohtivatkin yhteistuotannon korvaamista erillisellä lämmöntuotannolla seuraavissa investoinneissaan. Kotimaisen yhdistetyn sähköntuotannon potentiaalia tarkastellessa onkin vertailtava lämmön erillistuotannon ja yhteistuotannon kustannuksia ja kilpailukykyä.

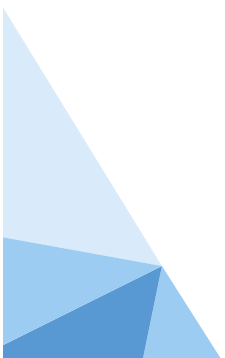
Puupolttoaineiden ja biomassan kestävyys ja käyttöhierarkia

Puubiomassan kestävyys ja käyttöhierarkia vaikuttavat siihen, kuinka paljon biomassaa on saatavilla energiantuotannon tarpeisiin. Tässä työssä tarkasteluissa ei ole otettu huomioon sitä, että biomassan kestävyydellä tai käytöllä energiantuotannossa olisi rajoitteita.

Puubiomassaa käytetään energiantuotannon lisäksi myös metsäteollisuudessa, nestemäisten biopolttoaineiden valmistuksessa ja muiden biopohjaisten tuotteiden valmistuksessa. Nestemäisille biopolttoaineille on suuri kysyntä liikennesektorilla etenkin, jos liikennesectori täyttää hallitusohjelman 2030 40 % uusiutuvan energian tavoitteen. Jos puubiomassan käyttömäärät nousevat niin energiantuotannossa kuin liikennesektorilla, nousee biomassan hinta ja biomassan käyttö energiantuotannossa voi hankaloitua.

Kiinteiden puupolttoaineiden saatavuutta ja riittävyttä vuodelle 2020 on tarkasteltu Työ- ja elinkeinoministeriön selvityksessä ”Kiinteiden puupolttoaineiden saatavuus ja käyttö Suomessa vuonna 2020” (TEM, 2010). Lisäksi Metlan työssä ”Metsähakkeen alueellinen korjuupotentiaali ja käyttö vuonna 2020” (Antila ym., 2013) on tarkasteltu alueellisesti metsähakkeen riittävyttä ja käyttöä vuonna 2020. TEM:n työssä on tarkasteltu puupolttoaineiden riittävyttä ja käyttöä, mutta vuodelle 2030 tarvittaisiin laajempi tarkastelu, jossa on otettu huomioon myös liikenteen biopolttoaineiden kysynnän kasvu ja sen vaikutus puun ja biomassan kysyntään.

Metsäteollisuuden sivutuotteiden saatavuuteen vaikuttaa metsäteollisuuden tuotanto ja puunkäyttö. Jos metsäteollisuuden tuotanto ja puunkäyttö laskee, sivutuotteita syntyy silloin vähemmän, jolloin sivutuotteita on käytettävissä energiantuotantoon vähemmän.





VALTIOEUUVOSTON
SELVITYS- JA TUTKIMUSTOIMIN-
TA

vn.fi/teas

ISSN 2342-6799 (pdf)
ISBN 978-952-287-264-7 (pdf)