

Työ- ja elinkeinoministeriö, VN/11385/2020

Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia

Sisällysluettelo

1	Keskeiset lähtökohdat ja tavoitteet.....	5
1.1	Johdanto	5
1.2	Sanna Marinin hallitusohjelman ilmasto- ja energiatarvitteet.....	7
1.3	Ilmastolain päivityksen valmistelu.....	7
1.4	EU:n ilmasto- ja energiapolitiikan tavoitteet 2030 ja 2050	8
1.4.1	Nykyiset 2030 EU-tavoitteet.....	8
1.4.2	EU:n hiilineutraaliustavoite vuoteen 2050	9
1.4.3	EU:n ilmasto- ja energiatarvitteiden kiristäminen vuoteen 2030	9
1.5	Kansainväliset ilmastoneuvottelut	10
2	Ilmasto- ja energiastrategian poliittiset linjaukset.....	11
2.1	Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen ja nielut.....	12
2.1.1	Päästökaupasektori	12
2.1.2	Taakanjakosektori.....	14
2.1.3	Maankäyttösektori	14
2.2	Uusiutuvan energian edistäminen	15
2.3	Vety ja sähköpoltoaineet	19
2.4	Energiatehokkuuden edistäminen	20
2.5	Energian toimitus- ja huoltovarmuus.....	23
2.5.1	Yleistä energian toimitus- ja huoltovarmuudesta	23
2.5.2	Sähkön toimitus- ja huoltovarmuus	25
2.5.3	Kaasun toimitus- ja huoltovarmuus.....	26
2.5.4	Öljyn toimitus- ja huoltovarmuus.....	27
2.5.5	Lämmön toimitus- ja huoltovarmuus	28
2.5.6	Energiajärjestelmien kyberturvallisuus	29
2.6	Ydinenergian käyttö.....	29
2.7	Energiamarkkinoiden kehittäminen	31
2.7.1	Energiainfrastruktuurin kehittäminen.....	31
2.7.2	Sähkömarkkinoiden kehittäminen	33
2.7.3	Kaasumarkkinoiden kehittäminen.....	35
2.7.4	Lämpömarkkinoiden kehittäminen	36
2.8	Tutkimus, innovointi ja kilpailukyky	38
2.9	Verotus	40
2.10	Ilmastonmuutokseen sopeutumisen vahvistaminen	42
2.11	EU-vaikuttaminen	43
3	Vaikutusarviot.....	43

3.1	Ilmastotavoitteiden saavuttaminen	43
3.1.1	Hiilineutraalius 2035	44
3.1.2	Kokonaispäästöt 2030 ja 2040	46
3.1.3	Taakanjakosektorin päästöt 2030	46
3.2	Valtionalousvaikutukset	47
3.2.1	Suomen kestävän kasvun ohjelman rahoitus	48
3.2.2	Investointituet uusiutuvaan energiaan ja energiatehokkuuteen	48
3.2.3	Kuluttajien energianeuvonta	48
3.2.4	Teollisuuden sähköistämistuki	49
3.2.5	Taakanjakosektorin toimien kustannukset	49
3.2.6	Veromuutosten valtionaloudelliset vaikutukset	50
3.3	Kansantalousvaikutukset	53
3.4	Ympäristövaikutusten arviointi (SOVA)	55
3.4.1	SOVA-lain vaatimukset	55
3.4.2	SOVA-arvioinnin tulokset	56
3.5	Perus- ja ihmisoikeusvaikutukset	60
3.5.1	Ilmasto- ja energiastrategian kannalta keskeiset perusoikeudet	60
3.5.2	Perus- ja ihmisoikeudet ilmasto- ja energiastrategian linjausten kannalta	62
3.5.3	Oikeudenmukaisen siirtymän suhde perus- ja ihmisoikeuksiin	68
3.6	Sukupuolivaikutusten arviointi	69
3.6.1	Ilmasto- ja energiastrategian politiikkatoimien sukupuoli- ja ihmisvaikutukset	70
3.7	Strategian seuranta ja raportointi	72
4	Nykytilanne ja kehitys sekä linjausten vaikutus energijärjestelmään	74
4.1	Energijärjestelmän perusvaatimukset	74
4.2	Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen ja nielut	74
4.2.1	Kokonaispäästöt ja -poistumat	74
4.2.2	Päästökaupparektorin päästöt	75
4.2.3	Taakanjakosektorin päästöt	77
4.2.4	Maankäyttösektori	79
4.3	Uusiutuva energia	83
4.3.1	Yleistä	83
4.3.2	Tukiohjelmista	85
4.3.3	Energiatuki	86
4.3.4	Maa- ja metsätalousministeriön tuet energiakohteisiin	86
4.4	Energian käyttö ja energiatehokkuus	87
4.4.1	Energian kokonaiskulutus ja loppukulutus	87

4.4.2	Energiatehokkuus	88
4.4.3	Liikenne.....	90
4.4.4	Rakennukset ja rakentaminen	92
4.4.5	Maatalouden energiatehokkuus	93
4.4.6	Energiatehokkuustavoitteet	93
4.5	Energian huolto- ja toimitusvarmuus	94
4.5.1	Yleistä energian huolto- ja toimitusvarmuudesta	94
4.5.2	Sähkön toimitusvarmuus.....	95
4.5.3	Lämmön toimitus- ja huoltovarmuus	99
4.5.4	Kaasun huoltovarmuus.....	102
4.5.5	Venäläisestä fossiilisesta energiasta irtautuminen	102
4.6	Energiamarkkinat.....	104
4.6.1	Sähkömarkkinat	104
4.6.2	Kaasumarkkinat	108
4.6.3	Lämpömarkkinat.....	109
4.6.4	Energiaköyhyys	110
4.7	Tutkimus, innovointi ja kilpailukyky	111
4.7.1	Vähähiiliratkaisut ja hiilikädenjälki	111
4.7.2	Puhtaan energian kansainvälinen yhteistyö.....	112
5	Alueelliset suunnitelmat ja aluekehitysrahastot	112
6	Ilmastonmuutokseen sopeutuminen	114
7	Erikoisteemat.....	114
7.1	Järjestelmäintegraatio, sähköistyminen.....	115
7.2	Vety ja sähköpolttoaineet	117
7.3	Tulevaisuuden lämpöjärjestelmä	124
7.4	Merituulivoima	129
7.5	Ydinenergian rooli energiataloudessa	130
7.5.1	Ydinenergian käytön nykytila	131
7.5.2	Ydinenergian käytön kehitys	131
8	Liitteet.....	133
8.1	Ilmasto- ja energiastrategian lausuntoyhteenvedo	133
8.2	Ilmasto- ja energiastrategian valmisteluun liittyvät selvitykset ja tilaisuudet	133

1 Keskeiset lähtökohdat ja tavoitteet

1.1 Johdanto

Ilmastonmuutoksen hidastaminen ja pysäyttäminen edellyttävät pitkäjänteistä ja johdonmukaista politiikkaa sekä konkreettista toimintaa kaikkialla maailmassa. Suomen kansallinen ilmasto- ja energiastategia kattaa yhteiskunnan kaikki kasvihuonekaasupäästöt ja nielujen aikaansaamat poistumat. Strategia muodostaa kokonaisvaltaisen toimintaohjelman, jolla edetään hiilineutraaliin ja myöhemmin hiilinegatiiviseen yhteiskuntaan. Tavoitteisiin pyritään mahdollisimman kustannustehokkaalla, vaikuttavalla ja kestäväällä tavalla.

Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelmassa tavoitteeksi on täsmennetty hiilineutraali Suomi 2035. Tämä on ollut selkeä lähtökohta valtioneuvoston puitteissa, työ- ja elinkeinoministeriön johdolla, laaditulle ilmasto- ja energiastategialle. Strategia on valmisteltu koordinoitusti sekä Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman (KAISU), että Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman (MISU) kanssa. Päästökauppaan kuuluvan teollisuuden ja energiantuotannon politiikkatoimet on määritelty tässä strategiassa. Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman valmistelua koordinoi ympäristöministeriö. Siinä määritellään EU:n nykyisen päästökauppajärjestelmän ulkopuolisen niin sanotun taakanjakosektorin uudet politiikkatoimet, joilla täytetään EU:n asettamat velvoitteet. Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman valmistelua koordinoi maa- ja metsätalousministeriö. Siinä tarkastellaan kokonaisvaltaisesti maa- ja metsätaloutta ja muuta maankäyttöä sekä edistetään kokonaiskestävyyttä.

Ilmasto- ja energiastategia kattaa siten kaikki kasvihuonekaasupäästöt päästökauppasektorilla, taakanjakosektorilla ja maankäyttösektorilla sekä maankäyttösektorin ja muiden alojen hiilinielut. Ilmaston lämpenemistä aiheuttavista kasvihuonekaasuista noin 80 prosenttia on peräisin energian tuotannosta ja kulutuksesta liikenne mukaan lukien. Tästä syystä energia- ja ilmastopolitiikka ovat kietoutuneet tiiviisti toisiinsa. Selkeimmin tämä näkyy energiatehokkuuden sekä puhtaiden energialähteiden edistämisessä. Energiapolitiikassa keskeisiä lähtökohtia ovat lisäksi energian toimitus- ja huoltovarmuus sekä energian käyttäjien ja talouskasvun kannalta olennainen energian kilpailukykyinen hinta. Energiamarkkinoiden tehokas toiminta on vahva lähtökohta näiden tavoitteiden saavuttamiselle. Strategiassa ovatkin mukana kaikkien EU:n energiaunionin viiden ulottuvuuden mukaiset tarkastelut: vähähiilisyys mukaan lukien uusiutuva energia, energiatehokkuus, energiemarkkinat, energiaturvallisuus sekä tutkimus, innovointi ja kilpailukyky.

Vähähiilisyys ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen ovat maailmanlaajuinen haaste. Sekä EU:n että Suomen ilmasto- ja energiapolitiittinen julkinen keskustelu on painottunut kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen. Kasvihuonekaasujen vähentämistavoitteiden kiireellisyydestä ja merkityksellisyydestä johtuen muiden energiaunionin osa-alueiden huomioiminen on julkisessa keskustelussa jäänyt pienemmäksi. Ne hahmotetaan usein osatekijöinä vähähiilisyyden edistämiseksi. Vuoden 2021 toisella puoliskolla koettu sähkön ja fossiilisten polttoaineiden hintojen voimakas nousu ja Venäjän sotilaallinen hyökkäys Ukrainaan vuoden 2022 helmikuussa ovat nostaneet keskustelun ytimeen myös huoltovarmuuden ja energian tuonnin Venäjältä.

Energian huolto- ja toimitusvarmuus ei normaalioloissa näy yhteiskunnassa. Energian huolto- ja toimitusvarmuudesta on huolehdittava asianmukaisesti, koska kriisitilanteessa vaikutukset kansalaisille ja yritykselle ovat nopeasti dramaattisia. Energiansektorin huolto- ja toimitusvarmuuden tasoa ei myöskään ole mahdollista muuttaa nopeasti, vaan se vaatii aikaa ja investointeja. EU:n tavoitteena on irtautua venäläisestä fossiilisesta energiasta. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen edellytyksenä oleva vihreä

siirtymä on keskeinen toimi myös tämän tavoitteen saavuttamiseksi. Luvussa 4.5.5 käsitellään tarkemmin venäläisestä fossiilisesta energiasta irtautumista.

Yhteiskunnassa ja erityisesti teollisuudessa ja energiajärjestelmässä tarvittavat muutokset toteutuvat vain mittavien investointien kautta. Tässä strategiassa linjattavin toimin parannetaan yritysten mahdollisuuksia tehdä pitkäjänteisesti investointeja edistyneeseen puhtaaseen teknologiaan. Ennakoitava ja vakaa toimintaympäristö mahdollistaa paitsi investoinnit myös suomalaisen teknologian kehittämistä ja vientiä globaaleille markkinoille. Näin kasvatetaan Suomen ja suomalaisten yritysten hiilikädenjälkeä.

Kansainvälisen ilmastohyödyn eli hiilikädenjäljen kasvattaminen pitääkin asettaa Suomen ilmastopolitiikan tavoitteeksi kansallisten päästöjen vähentämisen ohella. Etusija tulisi antaa toimille, jotka auttavat tuottamaan maailmalle uusia ratkaisuja ja joiden mahdollisuudet maailmanlaajuisesti ovat erityisen suuria. Suomalaisten yritysten hiilikädenjäljen merkitystä on korostettu myös hallituksen kestävyystiekartassa.

Fossiilisista energialähteistä luovuttaessa on tehtävä investointeja muun muassa päästöttömään lämmöntuotantoon ja huolehdittava sähköjärjestelmän toimivuudesta vaihtelevan uusiutuvan tuotannon lisääntyessä. Toimitus- ja huoltovarmuudesta huolehtiminen edellyttää myös merkittäviä investointeja verkkoinfrastruktuuriin.

Kaiken kaikkiaan on olennaisen tärkeää valmistautua ja varautua uusien teknologioiden laaja-alaiseen käyttöönottoon, riippuen luonnollisesti vahvasti niiden yleisestä kehitymisestä ja erityisesti kaupallisesta kannattavuudesta. Tässä tarkoituksessa strategiassa on oma osionsa erityisteemoista järjestelmäintegraatio ja sähköistyminen, vety ja sähköpolttoaineet, tulevaisuuden lämpöjärjestelmä, merituulivoima sekä kehittyvä ydinenergia. Vetyä koskeva luku toimii myös erillisenä kansallisena vetystrategiana. Vetystrategian taustalla on mittava Vetytalouden mahdollisuudet ja rajoitteet -selvitys¹.

Strategiaan sisältyvät myös ilmastonmuutokseen sopeutumiseen liittyvät asiat, energia- ja kasvihuonekaasutaseet sekä olennaisena osana kattavat vaikutusarviot valitusta politiikkatoimien kokonaisuudesta sisältäen ympäristövaikutukset, sukupuolten välisen tasa-arvon, kansantalousvaikutukset, vaikutukset valtiontalouteen sekä sosiaaliset ja alueelliset vaikutukset.

Päähuomio sekä strategiassa linjattavissa politiikkatoimissa, että niihin perustuvissa skenaarioissa kiinnitetään EU:n vuodelle 2030 asettamien ilmasto- ja energiatavoitteiden ja -velvoitteiden täyttämiseen ja hallitusohjelman hiilineutraalius 2035 -tavoitteeseen. Uusien politiikka- ja muiden ohjauskeinojen tarkoituksena on varmistaa oikeudenmukainen ja kestävä siirtymä hiilineutraaliin yhteiskuntaan vuoteen 2035 mennessä. Poliitiikkatoimissa huomioidaan kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi myös muut ympäristövaikutukset. EU:ssa ei merkittävää haittaa -periaate on sisällytetty osaan rahoitusinstrumenteista.

Politiikkatoimia arvioidaan niiden vaikuttavuuden ja kustannustehokkuuden näkökulmasta sekä alueelliset erot ja työllisyysvaikutukset huomioon ottaen. Skenaarioilla on olennainen rooli politiikkatoimien arvioinnissa. Vuoteen 2040 ulottuvilla skenaariolaskelmilla arvioidaan eri toimialojen energiataseita ja kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä. Strategian valmistelussa on otettu huomioon myös Euroopan komission kesällä 2021 antamat säädoehdotukset vuoden 2030 tavoitteiden tiukentamisesta (55-valmuspaketti) sekä eri ministeriöissä tehtävä sektorikohtainen selvitystyö.

Ilmasto- ja energiastrategian sekä Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman valmistelun tueksi on teetetty laaja, valtioneuvoston tutkimus- ja selvitystoiminnan rahoittama taustaselvitys, Hiilineutraali Suomi 2035 – ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset². HIISI-hankkeeksi nimetyn selvityksen koordinaattorina toimi Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy tutkimuspartnereinaan Suomen

¹ Vetytalouden mahdollisuudet ja rajoitteet <https://tietokayttoon.fi/-/vetytalouden-mahdollisuudet-ja-rajoitteet>

² HIISI-selvitys <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-257-2> ja www.hiisi2035.fi

ympäristökeskus (Syke), Luonnonvarakeskus (Luke), Terveystieteiden tutkimuskeskus (THL) ja Pellervön taloustutkimus (PTT). HIISI-hanke tuotti sekä laskennallisia että laadullisia analyyskejä uusien ilmasto ja energiapolitiittisten toimien vaikutuksista eri päästösektoreille, toimialoille, ihmisille, ympäristölle ja luonnolle. HIISI-hankkeen jälkeen toteutettiin vielä HIISI-jatkoselvitys, joka valmistui helmikuussa 2022. Jatkoselvityksen tavoitteena oli arvioida hallituksen tuoreimpien ilmasto- ja energiapolitiittisten linjausten vaikutuksia Suomen kasvihuonekaasupäästöihin sekä energia- ja kansantalouteen.

Vaikutusarvoissa huomioitiin myös ilmastolakiehdotuksen valmistelun mukaiset Suomen kasvihuonekaasupäästötavoitteet vuosille 2030, 2040 ja 2050 sekä Euroopan komission 55-valmiuspaketin (Fit for 55 –paketti) mukainen taakanjakosektorin päästövähennystavoite vuodelle 2030.

Ilmasto- ja energiastrategia on valmisteltu valtioneuvoston yhteisenä projektina, jossa ovat olleet mukana työ- ja elinkeinoministeriön lisäksi ympäristöministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, maa- ja metsätalousministeriö sekä valtiovarainministeriö. Lisäksi on hyödynnetty laajasti ministeriöiden alaisten virastojen asiantuntemusta. Strategiatyötä on koordinoanut ilmasto- ja energiapolitiikan ministerityöryhmä.

1.2 Sanna Marinin hallitusohjelman ilmasto- ja energiatavoitteet

Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelman mukaan Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali 2035 ja hiilinegatiivinen nopeasti sen jälkeen. Tämä tarkoittaa, että kasvihuonekaasupäästöjen ja hiilinielujen aikaansaamien poistumien tulee olla samalla tasolla vuonna 2035 ja siitä eteenpäin nielujen vaikutuksen tulee olla päästöjä suuremmat. Hallitusohjelmassa todetaan myös, että päästövähennystoimet toteutetaan sosiaalisesti ja alueellisesti oikeudenmukaisesti ja niin, että kaikki yhteiskunnan osa-alueet ovat mukana. Hallitusohjelman mukaisesti sähkön ja lämmön tuotannon tulee olla lähes päästötöntä 2030-luvun loppuun mennessä huolto- ja toimitusvarmuusnäkökulmat huomioiden.

Hallitusohjelmaan on kirjattu, että Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmaa ja kansallista ilmasto- ja energiastrategiaa päivitetään siten, että hiilineutraaliuden edellyttämä päästövähennystaso vuodelle 2030 saavutetaan. Hallitusohjelman tavoitteena on myös maankäyttösektorin päästöjen vähentäminen ja hiilinielujen vahvistaminen lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Hallitusohjelmaan on kirjattu, että hallitus laatii kokonaisvaltaisen maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman.

Hallitusohjelman asettama hiilineutraaliustavoite vuodelle 2035 on huomattavasti kunnianhimoisempi kuin EU:n vastaavat voimassa olevat tavoitteet ja edellyttää vuoteen 2030 mennessä suurempia päästövähennyksiä kuin nykyisillä toimilla voidaan saavuttaa. Sekä vuonna 2016 valmistuneen Energia- ja ilmastostrategian että vuonna 2017 valmistuneen taakanjakosektorin päästöjä koskevan Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman päästövähennystoimia tulee vahvistaa. Lisäksi tulee myös päättää uusista toimista ja uusia toimia on suunniteltava sekä päästökauppasektorilla että päästökaupan ulkopuolisilla sektoreilla. Toimia tarvitaan myös vuoden 2030 jälkeiselle ajalle.

Tarvittavia uusia toimia hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi on tarkasteltu Ilmasto- ja energiastrategian, Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman ja Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman valmistelun yhteydessä.

1.3 Ilmastolain päivityksen valmistelu

Ilmastolaissa (609/2015) säädetään ilmastopolitiikan suunnittelusta ja seurannasta sekä pitkän aikavälin päästövähennystavoitteesta. Hallituksen esitys uudeksi ilmastolaiksi on parhaillaan valmistelussa. Valmis esitys on tarkoitus antaa eduskunnalle alkuvuodesta 2022. Uuden lain keskeisenä tavoitteena olisi varmistaa, että Suomi saavuttaa hiilineutraaliuden viimeistään vuonna 2035 ja sen jälkeen

hiilinegatiivisuuden. Hiilineutraalius- ja hiilinegatiivisuustavoitteisiin sisältyisi myös nielujen vahvistamisen tavoite. Lakiin lisättäisiin näiden ohella uudet päästövähennystavoitteet vuosille 2030 ja 2040. Lisäksi voimassa olevan lain päästövähennystavoite vuodelle 2050 päivitetäisiin. Uudistuksen myötä uusi maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma tulisi osaksi suunnittelujärjestelmää. Lisäksi asetettaisiin uudet veloitteet saamelaisten oikeuksien huomioimisesta. Perustettaisiin uusi saamelainen ilmastoneuvosto, jonka tehtävänä olisi tunnistaa saamelaisten oikeuksien edistämisen kannalta keskeisiä kysymyksiä ilmastopolitiikassa.

Luonnos hallituksen esitykseksi oli lausuntokierroksella heinä-syyskuussa 2021. Esitys sai lausuntokierroksella runsaasti myönteistä palautetta. Erityisesti tieteeseen perustuvia päästövähennystavoitteita ja vuoden 2035 hiilineutraaliustavoitetta kannatettiin laajasti. Toisaalta ehdotukset kuntien edistämismuutoksesta ja muutoksenhakusääntelystä herättivät kritiikkiä. Lausuntopalautteen pohjalta linjattiin muun muassa, että esitykseen ei sisällytetä lausunnoilla ollutta ehdotusta edistämismuutoksesta kunnille, vaan se siirrettiin jatkovalmisteluun. Myös muutoksenhakusääntely siirrettiin jatkovalmisteltavaksi.

Syyskuun 2021 budjettiriihessä tehtiin päätös, jonka mukaan lainsäädäntöön lisätään velvoite laatia ilmastosuunnitelma kunta-, seutu tai maakuntatasolla. Velvoite on tarkoitus sisällyttää ilmastolakiin. Koska kunnille asetettava velvoite vaatii perusteellista valmistelutyötä, se valmistellaan kokonaisuudessaan toisessa esityksessä, joka täydentää alkuvuonna 2022 tehtävää ilmastolain uudistusta. Valmistelun yhteydessä arvioidaan myös kunnille mahdollisesti asetettavan edistämismuutoksen tarvetta. Lisäksi uusi muutoksenhakusääntely on tarkoitus sisällyttää esitykseen. Kuntien velvoitteisiin ja muutoksenhaakuun liittyvä esitys on määrä antaa eduskunnalle syksyllä 2022.

1.4 EU:n ilmasto- ja energiapolitiikan tavoitteet 2030 ja 2050

EU:n energiaunionin ilmasto- ja energiapolitiikka nojautuu kolmeen pääperiaatteeseen, jotka ovat ilmasto- ja energiapolitiikan kestävyys, toimitusvarmuuden turvaaminen ja kilpailukykyinen energian hinta. Lisäksi EU:n politiikan valmistelussa painotetaan politiikkatoimien sosiaalista oikeudenmukaisuutta ja energiatehokkuus ensin -periaatetta.

Euroopan unioni hyväksyi Energiatehokkuus ensin -periaatteen osana puhtaan energian paketin säädös-ehdotuksia vuonna 2016. Energiatehokkuuden ensisijaistamisen nähdään olevan helpoin keino pienentää kuluttajien kustannuksia sekä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Periaate koskee sitä, että jäsenvaltioiden on harkittava energian kysyntään liittyviä kustannustehokkaita toimenpiteitä ennen investointeja energiainfrastruktuuriin. Näitä toimenpiteitä voivat olla energian loppukäytön säästöt, kysyntäjoustoratkaisut tai energian tehokkaampi muuntaminen, siirtäminen ja jakelu. Energiatehokkuus ensin -periaatetta sovelletaan eri energiaan liittyvillä päätöksentekotasolla, huomioiden päätöksen tavoitteiden saavuttaminen.

1.4.1 Nykyiset 2030 EU-tavoitteet

EU:n ilmasto- ja energiavoitteen on tiukennettu useaan otteeseen ja kunnianhimon tasoa ollaan tälläkin hetkellä nostamassa (ks. luku 1.4.3). Nykyinen, Eurooppa-neuvoston vuonna 2014 päättämä EU:n 2030-päästövähennystavoite on vähintään 40 prosenttia vuoden 1990 tasosta. EU:n ilmasto- ja energiapolitiikan puitteissa vuosille 2021–2030 tämä tavoite on jaettu päästökauppasektorin ja päästökaupan ulkopuolisen sektorin kesken. Päästökauppasektorilla päästöjen vähentämistavoite on 43 prosenttia ja päästökaupan ulkopuolisilla sektoreilla 30 prosenttia vuoden 2005 tasosta. EU:n päästökauppajärjestelmä varmistaa, että päästökauppasektori täyttää EU:n sille asettamat kasvihuonekaasujen päästövähennystavoitteet. Päästökaupan ulkopuolisten päästöjen vähentäminen on jäsenvaltioiden vastuulla. EU on asettanut kullekin jäsenvaltiolle maakohtaisen sitovan tavoitteen vuodelle 2030 ja päästöpolun jaksolle 2021-2030, jonka

kumulatiiviset päästöt eivät saa ylittyä. Suomen tavoite vuodelle 2030 on 39 prosentin päästövähennys vuoden 2005 tasoon verrattuna.

Vuonna 2018 hyväksytty uusiutuvan energian direktiivi (REDII) nosti EU:n yhteisen sitovan uusiutuvan energian tavoitteen 32 prosenttiin energian loppukulutuksesta ja samana vuonna hyväksytty energiatehokkuusdirektiivin (EED) tarkistus EU:n yhteisen energiatehokkuustavoitteen 32,5 prosenttiin. Jäsenvaltiot ovat ilmoittaneet EU:lle vuonna 2019 toimittamissaan kansallisissa energia- ja ilmastosuunnitelmissa omat uusiutuvan energian sekä energiatehokkuuden ohjeelliset tavoitteensa. Suomi ilmoitti tavoitteeksi uusiutuvan energian osuuden nostamisen vähintään 51 prosenttiin kokonaisloppuenergian käytöstä sekä energiatehokkuustavoitteeksi enintään 290 TWh loppuenergian kulutuksen.

Energian toimitusvarmuuden, markkinoiden yhdentymisen ja uusiutuvien energialähteiden laajamittaisen käyttöönoton turvaamiseksi jäsenvaltiolla tulisi olla maiden rajoilla käytössään 15 prosentin sähkön yhteenliittämiskapasiteetti. Sähköverkkojen yhteen liitännän taso lasketaan jakamalla kaupallinen siirtokapasiteetti EU:iin kuuluviin naapurimaihin sekä Norjaan että Sveitsiin, kansallisella toiminnassa olevien voimalaitosten kapasiteetilla. Sähköverkkojen yhteenliittämätavoitteena Suomella on itse asetettu yli 15 prosentin tason säilyttäminen.

1.4.2 EU:n hiilineutraaliustavoite vuoteen 2050

Joulukuussa 2019 Euroopan komissio antoi tiedonannon Euroopan vihreän kehityksen ohjelmasta (European Green Deal), jonka tavoitteena on tehdä EU:sta moderni ja kilpailukykyinen talous, jossa ei vuonna 2050 enää aiheuteta kasvihuonekaasujen nettopäästöjä. Poliittikaohjelma on samalla myös kokonaisvaltainen kasvustrategia, joka sisältää komission suunnitelmat tulevista toimista ja aloitteista useilla sektoreilla muun muassa energiaan, liikenteeseen, metsiin ja maatalouspolitiikkaan liittyen.

Ilmastoneutraaliuden vuonna 2050 lisäksi ohjelman tavoitteita ovat myös yritysten kilpailukyvyn edistäminen ja niiden auttaminen globaaleiksi johtajiksi puhtaissa tuotteissa ja teknologioissa sekä oikeudenmukainen ja kaikki mukaan ottava siirtymä. Lainsäädännön ohella ohjelman keskeinen kokonaisuus on rahoituksen suuntaaminen, jotta voidaan varmistaa riittävät investoinnit uusiin, päästöjä vähentäviin teknologioihin sekä innovaatioihin eri talouden sektoreilla ja siten ohjelman tavoitteiden toteutuminen.

Syksyyn 2021 mennessä komissio on jo antanut suurimman osan vihreän kehityksen ohjelmaan sisältyvistä suurista aloitekokonaisuuksista tiedonantoina, joissa se kertoo tarkemmat suunnitelmansa tulevista lainsäädäntökokonaisuuksista. Ilmastoneutraalius vuonna 2050 on kirjattu oikeudellisesti sitovaksi tavoitteeksi EU:n ilmastolakiin.

1.4.3 EU:n ilmasto- ja energiatavoitteiden kiristäminen vuoteen 2030

Euroopan komissio julkaisi 17. syyskuuta 2020 tiedonannon, jossa EU:n vihreän kehityksen ohjelman mukaisesti vuoden 2030 päästövähennystavoitetta ehdotettiin kiristettäväksi siten, että kasvihuonekaasujen nettopäästöjä vähennettäisiin ainakin 55 prosentilla vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta. Tiedonannon taustalla on huomio siitä, ettei vuoden 2030 aikaisempi tavoite riitä ilmastoneutraaliuden saavuttamiseen EU:n tasolla vuoteen 2050 mennessä. Samanaikaisesti päästövähennystavoitetta koskevan tiedonannon kanssa komissio julkaisi EU-tasoisin arvioinnin kansallisista energia- ja ilmastosuunnitelmista, jossa se esitti arvionsa tasoista, joille uusiutuvaa energiaa ja energiatehokkuutta koskevat vuoden 2030 tavoitteet tulisi nostaa, jotta ne olisivat linjassa korotettavan päästövähennystavoitteen kanssa.

Päästövähennystavoitteen saavuttamiseksi komissio julkaisi heinäkuussa 2021 laajan lainsäädäntöehdotuspaketin (55-valmiuspaketti), jonka tavoitteena on muuttaa EU:n ilmasto-, energia-, maankäyttö-, liikenne- ja veropolitiikkaa siten, että vähintään 55 prosentin päästövähennystavoite vuodelle 2030 voitaisiin saavuttaa. Paketissa muun muassa uudistetaan päästökauppajärjestelmää laajentamalla sen sovellusala asteittain merenkulkuun sekä toisaalta perustamalla nykyisestä järjestelmästä erillinen tieliikenteen ja rakennusten erillislämmityksen päästökauppajärjestelmä. Komission ehdotuksessa nykyisen päästökaupan (mukaan lukien merenkulku) tavoite on -61 prosenttia vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasoon verrattuna. Tavoite on tarkoitus saavuttaa lineaarisen päästövähennyskertoimen kiristyksellä ja päästöoikeuksien määrän kertaleikkauksella. Taakanjakoa puolestaan uudistettaisiin uuden 2030 vuoden päästövähennystavoitteen kiristymisen myötä siten, että taakanjakosektorilla tulee kokonaisuudessaan saavuttaa 40 prosentin päästövähennys. Jäsenvaltiokohtaisten velvoittavien tavoitteiden haarukka olisi 40 prosenttiyksikköä (10–50 prosenttia), Suomen päästövähennysveloitteen kuulussa tiukimpaan ryhmään yhdessä Alankomaiden, Ruotsin, Luxemburgin, Tanskan ja Saksan kanssa.

Myös energialainsäädäntöön ehdotetaan tiukennuksia. Uusiutuvan energian direktiivin (REDII) uudistuksessa yleistavoite koskien uusiutuvan energian osuutta nousisi 32 prosentista 40 prosenttiin ja lisäksi myös sektorikohtaisiin tavoitteisiin esitetään muutoksia. Tavoitetasojen ohella komission ehdotus painottuu lämmitys- ja liikennesektoreille sekä kestävyyskriteereihin. Energiatehokkuusdirektiiviä (EED) kiristettäisiin puolestaan siten, että EU-tason tavoite 2030 loppuenergiakäytölle ja primäärienergiankulutukselle tulisi sitovaksi ja kiristyisi 32,5 prosentista 36–39 prosenttiin. Tavoite jyvitetäisiin jäsenvaltioille komission kaavalla, joka tarkoittaisi sitä, että Suomen vuoden 2030 energian loppukäyttö rajattaisiin tasolle 250 TWh sekä energian kokonaiskulutuksen osalta tasolle 360 TWh. Ehdotus sisältää myös runsaasti uusia veloituksia sekä lisääntynyttä tiedonkeruuta, raportointia ja seurantaa.

55-valmiuspaketin muilla ehdotuksilla pyritään muun muassa vauhdittamaan vähäpäästöisten liikennemuotojen käyttöönottoa, sopeuttamaan veropolitiikkaa yhteensopivaksi vihreän kehityksen ohjelman tavoitteiden kanssa sekä ehkäisemään hiilivuotoa hiilidioksidipäästöjen tullimekanismin avulla. Lisäksi paketti sisältää toimenpiteitä luonnon hiilinielujen säilyttämiseksi ja kasvattamiseksi.

Komissio on todennut paketin ehdotusten liittyvän toisiinsa ja täydentävän toisiaan. Lisäksi komissio on painottanut siirtymän oikeudenmukaisuuden tärkeyttä todeten, että paketissa vastuu jaettaisiin tasaisesti eri alojen ja jäsenvaltioiden kesken. Aloitteiden käsittely neuvoston työryhmissä alkoi pääasiassa syyskuussa 2021. Paketin aloitteiden käsittely neuvostossa on edennyt eritahtisesti. Osasta liikenteen esityksiä tavoitellaan yleisnäkemyistä ja vuoden 2021 lopussa päättyvällä Slovenian EU-puheenjohtajuuskaudella, mutta muissa aloitteissa neuvoston yleisnäkemyksistä pyritään pääsemään sopuun Ranskan puheenjohtajuuskaudella vuoden 2022 ensimmäisellä puoliskolla. Tarkoituksena kuitenkin on, että paketin yksittäisiä ehdotuksia voitaisiin neuvottelujen päätösvaiheessa arvioida osana paketin kokonaisratkaisua. Pyrkimys on, että uutta lainsäädäntöä tulisi voimaan asteittain vuodesta 2023 alkaen. Esimerkiksi erillisen tieliikenteen ja rakennusten erillislämmityksen päästökauppajärjestelmän on tarkoitus käynnistyä vuonna 2026, mutta direktiiviehdotus tulisi voimaan jo vuotta aikaisemmin edellyttäen tietojen raportointia vuosilta 2024 ja 2025. Samoin komission ehdottama hiilirajamekanismi tulisi käyttöön vuonna 2026 tuojien raportointivelvoitteen sisältävän siirtymäkauden 2024–2025 päättymisen myötä.

1.5 Kansainväliset ilmastoneuvottelut

Kansainvälisellä tasolla tärkeimmät ilmastopoliittiset linjaukset on tehty vuonna 1994 voimaan tulleessa YK:n ilmastomuutosta koskevassa puitesopimuksessa (UN Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), Kioton pöytäkirjassa ja Pariisin sopimuksessa. Ilmastopuitesopimuksen osapuolia ovat kaikki YK:n jäsenvaltiot, mukaan lukien Suomi, kolme muuta valtiota ja Euroopan unioni. Sopimus velvoittaa osapuolia laatimaan, panemaan täytäntöön ja päivittämään ilmastomuutosta hillitsevät ja sopeutumista edistävät

suunnitelmat sekä raportoimaan tietoja kasvihuonekaasupäästöistä ja nieluista. Lisäksi osapuolten tulee edistää hiilivarastojen ja -nielujen säilyttämistä ja parantamista.

Pariisin ilmastopuotesopimus (YK 2015a) solmittiin joulukuussa 2015 ilmastopuotesopimuksen 21. osapuolikokouksessa Pariisissa ja se tuli voimaan marraskuussa 2016. Sopimus koskee vuoden 2020 jälkeistä aikaa ja se on voimassa toistaiseksi. Neuvottelut sopimuksen täytäntöönpanoa ja soveltamista tarkentavista säännöistä eli Katowicen sääntökirjan sisällöstä ovat edelleen osittain kesken. Marraskuussa 2021 ilmastopuotesopimuksen osapuolikokouksessa Glasgow'ssa sovittiin muun muassa markkinamekanismeja koskevan 6 artiklan tarkentavista säännöistä sekä ilmastotoimien ja päästöjen raportoinnin yhdenmukaisesta ja läpinäkyvästä raportoinnista.

Pariisin sopimukseen kirjattuna tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu selvästi alle kahdessa celsiusasteessa, pyrkien rajoittamaan keskilämpötilan nousu 1,5 celsiusasteeseen esiteolliseen aikaan verrattuna. Lisäksi tavoitteena on vahvistaa sopimuksen osapuolten sopeutumiskykyä ja ilmastokestävyyttä sekä suunnata rahoitusvirrat kohti vähäpäästöistä kehitystä. Lämpötilatavoitteen saavuttamiseksi maailmanlaajusten kasvihuonekaasujen päästöt on käännettävä laskuun mahdollisimman pian ja niitä tulee vähentää nopeasti sen jälkeen siten, että ihmisen aiheuttamat kasvihuonekaasujen päästöt ja nielut ovat tasapainossa tämän vuosisadan jälkipuoliskolla.

Pariisin sopimuksen keskeisiä elementtejä on osapuolten velvollisuus laatia niin kutsutut kansallisesti määritellyt panokset (Nationally Determined Contribution, NDC), joilla osapuolet ilmoittavat päästövähennys- ja mahdollisesti myös sopeutumistavoitteensa ja kertovat suunnitelluista ilmastotoimistaan. Panoksia tulee kiristää vähintään viiden vuoden välein ja niiden on vastattava osapuolen korkeinta mahdollista tavoitetasoa. Maiden kollektiivista etenemistä kohti Pariisin sopimuksen tavoitteita tarkastellaan maailmanlaajuisissa tilannekatsauksissa viiden vuoden välein. Ensimmäinen tilannekatsaus järjestetään vuonna 2023.

YK:n ilmastopuotesopimuksen sihteeristön syyskuussa julkaiseman NDC-synteesiraportin (YK 2021a) mukaan 113 maata oli ilmoittanut uusista sitoumuksista, joiden toteutuessa päästöjä saadaan vähennettyä arviolta 12 prosenttia vuosina 2010–2030. Tammikuussa 2022 maiden lukumäärä oli kasvanut 129:ään. Tämän lisäksi 70 maata on ilmoittanut tavoittelevansa hiilineutraaliutta noin vuosisadan puoliväliin mennessä, mikä johtaisi suurempiin, noin 26 prosentin päästövähennyksiin. Eräät suuret taloudet ovat asettaneet hiilineutraaliustavoitteensa myöhemmäksi, esimerkiksi Kiina ja Venäjä vuoteen 2060 ja Intia vuoteen 2070. Ennen tarkempia arvioita Glasgow'n aikana annetuista uusista sitoumuksista kaiken kaikkiaan 193 osapuolen tämänhetkiset NDC-sitoumukset johtavat maailman keskilämpötilan nousuun noin 2,4 asteella vuosisadan loppuun mennessä. Osapuolten sitoumuksia, ja sitä miten ne vastaavat Pariisin sopimuksen lämpötilan nousun rajaamista koskeviin tavoitteisiin, tarkastellaan uudelleen jo vuonna 2022.

2 Ilmasto- ja energiastrategian poliittiset linjaukset

Tässä luvussa esitetään sekä uusia ilmasto- ja energiapoliittisia linjauksia että pääministeri Sanna Marinin hallituskauden aikana jo aikaisemmin päätettyjä ja osittain jo toimeenpantuja toimia.

Politiikkatoimilinjausten jälkeen on linjausten taustaa, tarvetta ja vaikutuksia selittävä tekstiosuus.

Luvussa 2 ei ole esitetty eri energialähteiden käyttöön liittyen määrällisiä tavoitteita silloin kun kehitys on markkinaehtoista. Luvussa 4 esitetyt skenaariotarkastelujen tulokset antavat oman arvion tulevasta kehityksestä ja lisäksi osa kehityksestä tulee tapahtumaan markkinaehtoisesti ilman että politiikkalinjauksilla määrätään lopputulos.

Luvun 2 asioiden esitysjärjestys on pääsääntöisesti sama kuin EU:n hallintomalliasetuksen mukaisessa Kansallisessa energia- ja ilmastosuunnitelmassa.

2.1 Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen ja nielut

2.1.1 Päästökauppasektori

Uudet linjaukset:

- EU:n päästökauppa on keskeisin ohjauskeino päästökauppasektorin päästöjen vähentämiseksi. Suomi vaikuttaa jatkossakin aktiivisesti, että EU:n päästövähennystavoitteita kohdistettaisiin erityisesti päästökauppasektorille.
- Päästövähennysten kustannustehokkuuden parantamiseksi ja erityisesti taakanjakosektorin velvoitteiden täyttämiseksi hyödynnetään ja käytetään one-off -jousto (päästöt vähennetään päästökauppasektorilla) ja LULUCF-jousto (päästöt vähennetään maankäyttösektorilla).
- Taakanjakosektorin EU-tavoitteen noustessa tavoitellaan nykyistä suurempia joustomahdollisuuksia päästökauppa- ja maankäyttösektorilla luonnon monimuotoisuustavoitteet huomioiden. Tämä mahdollistaa kustannustehokkaat toimet päästöjen vähentämiseksi.
- Jatketaan elinkaariarviointiin perustuvaa vähähiilisen rakentamisen säädöstiekartan toimeenpanoa. Varmistetaan eri rakentamisen osa-alueiden (korjaus, uudet rakennukset ja väylät) ilmastotoimien arvioinnin yhteensopivuus. Varmistetaan kaavoituksen ja rakennustason ilmastotoimien koherenttius. Jatketaan puurakentamisen edistämistoimia. Osa linjauksen vaikutuksista kohdistuu myös päästökaupan ulkopuolisille sektoreille.

Hallituskaudella jo aikaisemmin päätetyt linjaukset:

- Teollisuuden päästöjen vähentäminen toteutuu pääosin toimialojen vähähiilitiekarttojen pohjalta. Tiekarttojen toteuttaminen edellyttää vähähiilisiä investointeja edistävää ja ennakoitavaa toimintaympäristöä sekä julkisen vallan koordinaatiota.
- Otetaan käyttöön energiaintensiivisten yritysten sähköistämistuki teollisuuden vähähiili-investointien edistämiseksi.
- Toimialojen vähähiilitiekartat päivitetään 2023.

EU:n päästökauppa on teollisuuden ja energiantuotannon päästöjen kannalta keskeisin ohjauskeino. Päästöoikeuden hinta on noussut voimakkaasti EU:n sovittua vuotta 2030 koskevan päästövähennystavoitteen kiristämisestä. Sekä sähkön että lämmön tuotannon päästöt vähenevät hyvin nopeasti. Haasteena onkin lisätä erityisesti korvaavaa päästötöntä lämmöntuotantoa riittävän nopeasti. Eri energijärjestelmien vahvaa linkittämistä, järjestelmäintegraatiota, tarvitaan fossiilisista polttoaineista luovuttaessa. Prosessiteollisuuden päästöjen vähentämisessä sähköistyminen ja vedyn rooli ovat keskiössä. Hallitus tukee vahvasti tätä kehitystä. Jo aiemmin voimaantulleet veroratkaisut, valmisteilla oleva sähköistämistuki sekä energia- ja demonstraatiotuet kannustavat yrityksiä tarvittaviin investointeihin. Ilmasto- ja energiastrategiassa kannustimet painottuvat teknologian kehittämiseen ja kaupallistamiseen. Tämä luo myös suomalaisille yrityksille kestävästä vientistä ja vähentää globaalisti päästöjä suomalaisten yritysten hiilikädenjäljen avulla.

Luvusta 2.2 eteenpäin on esitetty energiapolitiikkaan liittyviä toimia, jotka liittyvät muun muassa uusiutuvaan energiaan, vetytalouteen, energiatehokkuuteen ja ydinenergian käyttöön. Näillä toimilla on merkittävä vaikutus myös kasvihuonekaasujen vähentämiseen päästökauppasektorilla.

Energiamarkkinoiden toiminnan sekä energian toimitus- ja huoltovarmuuden varmistaminen ovat puolestaan edellytyksenä päästöjen vähentämisen edellyttämän energiasiirtymän onnistumiselle.

Vähähiilitiekartat

Yhteensä 13 suomalaista toimialaa valmisteli hallitusohjelman kirjauksen mukaisesti kukin oman vähähiilitiekarttansa kesään 2020 mennessä. Tiekarttojen tekemisessä haluttiin uutta tietoa ja uudenlaista näkökulmaa ilmastohaasteeseen sekä sitoutettiin toimialoja ja niiden jäsenryhmiä entistä vahvemmin mukaan ilmastotyöhön. Tiekartat tuottivat arvokasta tietoa hiilineutraaliustavoitteen toteutumisessa tarvittavien toimenpiteiden mittakaavasta, kustannuksista ja edellytyksistä. Työn keskeinen johtopäätös oli, että hallituksen 2035-tavoite on teollisuuden ja muiden toimialojen osalta saavutettavissa olemassa olevilla tai näköpiirissä olevilla teknologioilla edellyttäen, että investointiympäristö on suotuisa ja useat reunaehdot toteutuvat. Erityisesti teollisuudessa yksittäisten investointien vaikutus päästökehitykseen on suuri, ja siksi päästövähennykset eivät tapahdu lineaarisesti vaan portaittain. Yksittäisten suurten investointien toteutumiseen liittyy myös epävarmuuksia. Vaikka päästöjen suuruusluokka vaihtelee toimialojen välillä, niiden kaikkien panos on välttämätön ja arvokas.

Tiekarttojen mukaan sähköistäminen voisi tarkoittaa 100 prosentin kasvua teollisuuden sähkönkulutuksessa ja yli 50 prosentin kasvua Suomen sähkönkulutuksessa vuoteen 2050 mennessä. Vähäpäästöisen sähköntuotantokapasiteetin kasvattaminen ja kantaverkon vahvistaminen edellyttävät huomattavia investointeja. Niiden toteuttamisessa keskeistä on mahdollistava ja ennustettava toimintaympäristö, TKI-panostukset, osaajien saatavuus, sujuva sääntely ja luvitus. Lisäksi toteutuminen edellyttää toimialojen vahvaa sitoutumista jatkotyöhön. Hiilineutraaliustavoitteen vaatima energiasiirtymä edellyttää lisää kohtuuhintaista ja toimitusvarmaa sähköä. Lisäksi järjestelmäintegraatio, energiaverkkojen kehittäminen sekä hallinnollisten esteiden purkaminen ovat avainasemassa muutoksen vauhdittamisessa. Järjestelmäintegraatio ja siihen liittyvä sähköistäminen mahdollistavat päästöjen merkittävän vähenemisen.

Rakentaminen

Hallitusohjelman mukaista vähähiilisen rakentamisen säädöstiekarttaa on viety eteenpäin osana maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistusta. Säädöstiekartan pohjalta valmisteltu asetusluonnos rakennusten ilmastaselvityksestä tukee toimialojen (rakentaminen ja kiinteistöt) omien tiekarttojen toteuttamista.

Rakennukset ja rakentaminen aiheuttavat kulutuspuolelta tarkasteltuna noin kolmanneksen Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Osa näistä päästöistä syntyy päästökaupparektorilla (mm. energia ja osa rakennustuotteista) ja osa taakanjakosektorilla (mm. valtaosa rakennustuotteista sekä kuljetuksen, työkalujen sekä rakennus- ja purkujätteen käsittelyn ja kierrätyksen valmistelun päästöt).

Olemassa olevan rakennuskannan elinkaaren vähähiilisyden kannalta keskeinen toimenpide on energiatehokkuuden parantaminen. Tähän liittyvät sekä lämmityksen että jäähdytyksen energiantarpeiden pienentäminen rakentamisterveellisyydestä tinkimättä. Uusissa energiatehokkaissa rakennuksissa elinkaaren päästöistä merkittävä osa syntyy rakennusmateriaalien valmistuksesta. Lämmityksen osuus energiatehokkaiden rakennusten elinkaaren päästöistä on painunut jo alle puoleen. Väylärakentamisessa kuljetetaan suuria maamassoja, joiden päästöt aiheutuvat sekä kuljetuksesta että maaperän orgaanisen aineen hajoamisen muutoksista.

Jotta monesta eri lähteestä syntyviä ja rakennetun ympäristön pitkä elinkaaren ajalle jakautuvia päästöjä voitaisiin paremmin ohjata, on hallitusohjelman mukaisesti valmisteltu elinkaariarviointiin perustuvaa vähähiilisen rakentamisen säädösohjausta. Sen mukaan uusille rakennuksille asetettaisiin käyttötarkoituksiluokkiin perustuvat päästöraajat, joita tarkistettaisiin määrävälillä Suomen hiilineutraaliustavoitteen seurannassa.

Puurakennusjärjestelmät ja osaaminen ovat kehittyneet viime vuosina merkittävästi ja kaikkiin rakennustyyppisiin on markkinoilla kustannuskilpailukykyisiä puuratkaisuja ja järjestelmätoimittajia. Puurakentaminen ja puun käyttö rakentamisessa tukee ilmastotavoitteiden saavuttamista monin tavoin. Puun käyttö alentaa rakentamisen hiilijalanjälkeä. Teollinen puurakentaminen edistää materiaalin käytön ja työn tuottavuuden kehitystä. Pitkäkestoiset puutuotteet kasvattavat rakennuskannan hiilivarastoa. Teollisen puurakentamisen edistämistä pitää jatkaa erilaisin teollisuuden kehittämistoimin sekä yleisesti rakentamisen arverkon osaamisen kehittämistoimin. Puu- ja muiden biomateriaalien hankintaosaamista julkisella sektorilla pitää edistää osana vihreitä julkisia ja vähähiilisiä hankintoja.

Rakennustuotteiden ympäristötietoihin (mukaan lukien hiilijalanjälki) liittyvät arviointi- ja ilmoittamissäännöt tullaan sisällyttämään EU:n rakennustuoteasetuksen tai vaihtoehtoisesti kestävien tuotteiden aloitteesta johdettavaan EU:n säädösohjaukseen. Rakennustuotteiden hiilijalanjälkitietoja tullaan käyttämään lähtötietoina rakennustason hiilijalanjäljen arvioinnissa. Suomen kannalta tehokkaampi ja nopeampi reitti olisi kattaa rakennustuotteiden ympäristötiedot EU:n rakennustuoteasetuksen säädöskehikon alla kuin odottaa kestävien tuotteiden aloitteen säädösohjausta.

Useat Euroopan maat kehittävät vähähiilisen rakentamisen säädösohjausta. Ranska ja Hollanti ovat jo ottaneet sen käyttöön. Ruotsissa säädökset tulevat voimaan 2022, Tanskassa 2023 ja Norjassa valmiiksi luonnosteltujen säädösten aikataulusta päätetään vaalien jälkeen. Suomessa valmisteltu ohjaus on tehty yhteistyössä muiden pohjoismaiden ja Euroopan komission kanssa niin, että arviointiin käytettävät menetelmät ovat yhdenmukaisia EU Level(s) -kehikon kanssa. Ilmastovaikutusten arvioinnin yhteensovittamista tarvitaan kuitenkin vielä tuotetason, rakennustason ja kaavatason tarkastelujen välille.

2.1.2 Taakanjakosektori

Taakanjakosektorin ilmastotoimia käsitellään yksityiskohtaisesti Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmassa (KAISU), jota on valmisteltu ympäristöministeriön johdolla. KAISU-selvitys on ollut lausuttavana alkuvuodesta 2022 ja sen arvioidaan valmistuvan kevään aikana.

Ilmasto- ja energiastrategian lopulliseen versioon täydennetään tekstiä KAISU-suunnitelmasta, mukaan lukien öljylämmityksestä luopuminen vuoteen 2030 mennessä.

2.1.3 Maankäyttösektori

Hallituskaudella jo aikaisemmin päätetyt linjaukset:

- Laaditaan Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma (MISU).
- Hallituksen linjausten mukaisesti toteutettavien lisätoimien tavoiteltu vuosittainen nettolisäys maankäyttösektorin nieluun on vähintään 3 miljoonaa tonnia CO₂-ekvivalenttia vuoteen 2035 mennessä. Keväällä 2022 valmistelussa maankäyttösektorin suunnitelmassa päätetään lisätoimenpiteistä, jolla tämä tavoite saavutetaan. Näitä lisätoimenpiteitä toteutetaan etupainotteisesti siten, että maankäyttösektorin jousto taakanjakosektorilla (0,45 Mt CO₂-ekv/vuosi) on käytettävissä.

Maankäyttösektorilla eli LULUCF-sektorilla on useita keinoja vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä, lisätä hiilinielua ja ylläpitää hiilivarastoja. Pääministeri Sanna Marinin hallituskaudella maankäyttösektori kytketään entistä tiiviimmin osaksi kansallista ilmasto- ja energiapolitiikan suunnittelua ja toimeenpanoa hallitusohjelman mukaisesti.

Hallituksen linjausten mukaisesti maankäyttösektorin toimenpiteillä odotetaan saavutettavan vuoteen 2035 mennessä vähintään 3 miljoonan tonnin CO₂-ekv. vuotuiset vaikutukset. Hallituskaudella jo aiemmin päätettyjen linjausten mukaisesti on tullut voimaan uusi joutoalueiden metsitystuki (2021-2023), muutettu tuhkalannoituksen tukiehtoja kestävä metsätalouden tukijärjestelmässä (Kemera) ja laadittu vuosille 2020-2024 Metsähallituksen omistajapoliittiset linjaukset, joissa asetettiin lisäksi nyt ensimmäistä kertaa hiilinielujen ja -varastojen kasvutavoite, joka koskee sekä liiketoiminnan että luontopalveluiden hallinnassa olevia alueita. Muita maankäyttösektorin toimenpiteitä tarkastellaan osana Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman valmistelua. Suunnitelma valmistuu vuoden 2022 alkupuolella.

Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmassa tarkastellaan useita maa- ja metsätalouteen ja maankäytön muutoksiin liittyviä keinoja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ja hiilen sidonnan lisäämiseksi. Maataloudessa kasvihuonekaasujen päästöjä voidaan vähentää erityisesti kehittämällä turvepeltojen ja kivennäismaiden viljelykäytäntöjä ja ylläpitämällä tai kasvattamalla niiden hiilivarastoja. Euroopan unionin yhteinen maatalouspolitiikka (CAP) tarjoaa toimenpiteitä maankäyttösektorin päästöjen vähentämiseksi. CAP:in uudistaminen seuraavalle rahoituskaudelle on parhaillaan käynnissä ja tässä yhteydessä toimenpiteitä tullaan mahdollisuuksien mukaan tehostamaan. Metsien hiilensidontaa voidaan vahvistaa lisäämällä metsien kasvua ja huolehtimalla metsien terveydestä. Joutokäytössä olevien alueiden metsittäminen on yksi keino lisätä metsäpinta-alaa ja siten myös hiilensidontaa. Lisäksi sektorin päästöjä voidaan hillitä ehkäisemällä metsän siirtymistä muuhun maankäyttöön ja edistämällä monitavoitteisten kosteikkojen rakentamista ja turvetuotannosta vapautuneiden alueiden eli suonpohjien kestävää jatkokäyttöä.

Tulevaisuudessa tulee varautua entistä enemmän ilmastonmuutoksen myötä lisääntyviin riskeihin, kuten kasvitauteihin ja metsätuhoihin metsien hiilinielujen ja -varastojen säilyttämiseksi.

2.2 Uusiutuvan energian edistäminen

Uudet linjaukset:

- Valmistellaan uusi energiatakiasetus vuoden 2022 aikana. Varataan uuden teknologian demonstraatiohankkeille rahoitusta [150] miljoonaa euroa erikseen vuosittain. Varmistetaan muutoin riittävä energiatakivaltuus pienemmän kokoluokan uusiutuvan energian hankkeille sekä energiatehokkuushankkeille. Selvitetään energiatakiasetuksen uudistamisen yhteydessä myös tavat tukea teknisten nielujen kehittämiskäytäntöjä.
- Uusiutuvan energian tuotantoteknologioiden kaupallistuesssa ja kannattavuuden parantuessa suunnataan suorat tuet ensi sijassa uusiin teknologioihin ja pyritään edesauttamaan erilaisten rahoituskäytäntöjen, kuten riskiä minimoivien kaupallisten instrumenttien, laajenemista ja uusia rahoitusvälineitä.
- Edistetään uusiutuvia liikennepolttoaineita jatkossakin ensi sijassa jakeluvälitteellä. Pyritään ohjauskeinoilla ja erityisesti tukiohjelmilla edistämään uusien raaka-aineiden ja tuotantoteknologioiden kaupallistamista. Huolehditaan riittävästä t&k -varoista.
- Selvitetään erityiskeinoja työkoneiden öljyn käytön vähentämiseen, kuten sähköistäminen ja biokaasun käyttö.
- Informaatio-ohjausta lisätään etenkin energiayhteisöjen osalta (esim. energiayhteisöopas).
- Selvitetään uusien energiayhteisömallien mahdollisuuksia ja erilaisia käyttäytymismuutoksiin liittyviä keinoja kannustaa hajautettuun energiantuotantoon, pientuotantoon ja energiatehokkuuteen ottaen huomioon sähkömarkkinadirektiivin asettamat reunaehdot

energiayhteisöjen osallistumisesta asianmukaisella ja tasapainoisella tavalla järjestelmän kokonaiskustannusten jakamiseen sekä tasevastuusta.

- Selvitetään mahdollisuuksia parantaa pienten ja keskisuurten yritysten osallistumista pitkäaikaisiin sähkönostosopimuksiin (Power Purchase Agreement, PPA-sopimukset).
- Valmistellaan kustannustehokkaita ja toimitusvarmuuden huomioivia keinoja uusiutuvan energian ja hukkalämpöjen pääsyn edistämiseksi kaukolämpöverkkoon.
- Vähintään yhden merituulivoiman demonstraatiohankkeen toteutumista tuetaan ensisijaisesti EU-rahoituksella Suomen kestävän kasvun ohjelmasta tai unionin uusiutuvan energian rahoitusmekanismilla.
- Merituulivoimahankkeen kehityksen ja rakentamisen edellytyksenä olevaa sääntelyä, hallinnollisia prosesseja sekä alueen hyödyntämiseen liittyviä maksuja kehitetään niin, että ne ovat selkeitä, läpinäkyviä ja tasapuolisia sekä takaavat riittävän investointivarmuuden hankekehittäjille.
- Tarkastellaan lisääntyvän merituulivoiman ja muun merellä tuotettavan energian sekä merisähköverkkojen kehityksen tuomia kysymyksiä ja oikeudenmukaista kustannustenjakoa energiamarkkinoiden toiminnan kannalta etupainotteisesti.
- Merituulihankkeissa huomioidaan sähköjärjestelmän asettamat reunaehdot.
- Tuulivoimarakentamista edistetään osoittamalla lisärahoitusta valtakunnallisiin tuulivoimaselvityksiin sekä kuntien ja maakuntien liittojen tuulivoimarakentamista ohjaavaan kaavoitukseen, luvitukseen ja niihin liittyviin selvityksiin. Lisärahoitusta varataan vuonna 2022 yhteensä 1,5 miljoonaa euroa.
- Vihreän siirtymän investointien lupamenettelyjä vauhditetaan voimavaroja lisäämällä lupaviranomaisiin (AVI, ELY, TUKES). Tavoitteeksi asetetaan, että etusijalla olevien investointien lupakäsittelyn enimmäiskesto lupaviranomaisessa on 12 kuukautta.
- Kunnille ja maakuntien liitoille suunnataan avustuksia vihreän siirtymän investointien lupa- ja kaavoitusmenettelyjen ja tuulivoimarakentamisen vauhdittamiseksi.
- Edistetään tuulivoiman rakentamista maan kattavasti siten, että otetaan huomioon maanpuolustuksen tarpeet mm. tutkavalvonnan luotettavuuden osalta. Puolustusvoimien kanssa jatketaan yhteistyötä tutkien ja tuulivoiman yhteensovittamisessa.
- Nostetaan kevyen polttoöljyn jakeluvaihtoa 30 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä.
- Tuetaan pienteollisuuden ja –energiantuotannon päästövähennyksiä ja sähköistymistä hyödyntäen EU-rahoitusvälineitä mukaan lukien aluekehitysrahastot.
- Vauhditetaan polttoon perustumattomien lämmöntuotantomuotojen kuten hukka- ja ympäristölämmön hyödyntämisen ja geotermisen lämmön käyttöönottoa. Geotermisen lämmön edistämisen osalta selvitetään riskirahoitusta ja hallinnollisten menetelmien kehittämistä turvallisuusnäkökohdat huomioiden. Tämä huomioidaan vuosittaisissa energiatukilinjauksissa.
- Edistetään bioenergian tuotantoa ja kestävien raaka-ainevirtojen saatavuutta muun muassa hankintaketjuja ja logistiikkaa vahvistamalla (näistä tarkemmin luvussa 2.5.5).
- Vältetään ainespuun ohjautumista polttoon. Seurataan ainespuun energiakäyttöä ja varaudutaan tarvittavin ohjauskeinoin puuttumaan tilanteeseen tarvittaessa.

Hallituskaudella jo aikaisemmin päätetyt linjaukset:

- Investointituki biokaasulaitosten ja uusien lannankäsittelytekniikoiden tukemiseksi käynnistyi joulukuussa 2020. Lisäksi valmistelussa on ravinnekiertoon perustuva biokaasun tuotantotuki.
- Osana hallituksen koronaelvytyspakettia maatalouden investointituen ja maaseudun yritysrahoituksen tukiprosentteja biokaasuinvestointeihin on nostettu määräaikaisesti vuosille 2021-2022 50 prosenttiin.

- Hallituksen ministerityöryhmä linjasi maaliskuussa 2022 vuosina 2022–2026 toteutettavia toimia, joilla vauhditetaan nopealla aikataululla maatalojen ja maaseutuyritysten siirtymistä fossiilisista polttoaineista uusiutuviin energiamuotoihin: Osana huoltovarmuuspakettia 28 miljoonan euron lisärahoitus maatalouden investointitukeen vaihtoehtoihin energialähteisiin ja muihin huoltovarmuuteen liittyviin investointeihin ja muutoksiin sekä osana vihreän siirtymän pakettia 20 miljoonan euron lisärahoitus maaseutuyritysten investointitukeen energiainvestoinneille, mukaan lukien biokaasulaitosten investoinnit.
- Biokaasu ja sähköpolttoaineet on sisällytetty liikenteen jakeluelvoitteeseen vuoden 2022 alusta alkaen. Liikenteen biopolttoaineiden jakeluelvoite nostetaan 34 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä.

Energiatuki

Nykyinen energiatukiasetus on voimassa vuoden 2022 loppuun asti ja on tarpeen valmistella uusi asetus. Sen valmistelun yhteydessä on syytä arvioida uusiutuvan energian tukemista kokonaisuutena ja esimerkiksi erillisen energiatukilain tarvetta. Lisäksi valmistelussa huomioidaan energiasektorin muutos siten, että tukiohjelma säilyy jatkossakin joustavana uusille teknologioille. Nykyinen energiatukiasetus lähtee uusiutuvan energian tuotantokapasiteetin sekä energiatehokkuushankkeiden tukemisesta. Jatkossa esimerkiksi erilaiset varastointihankkeet, järjestelmäintegraatiota edistävät ja muut vastaavat uudentyypiset hankkeet tulisi kattaa paremmin tukisäännöstössä. Vuosittaisilla tukilinjauksilla otetaan huomioon erityisesti ilmasto- ja energiastrategian linjaukset, mutta myös hallitusohjelman kirjaukset. Erityisesti lämmöntuotantohankkeissa tulisi etusijalla olla muut kuin polttoon perustuvat teknologiat. Tärkeää on myös mahdollistaa teollisuuden kaasun käytöstä irtautuminen uudessa tilanteessa, jossa riippuvuutta on vähennettävä venäläisestä kaasusta. Tämän takia energiatuen rahoitustarve on aiempaa suurempi. Keskeisenä edellytyksenä on kuitenkin se, että Euroopan komission valtiontukisääntely mahdollistaa tuen myöntämisen tällaisille hankkeille.

Maa- ja metsätalousministeriön tuet energiakohteisiin

Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelmassa 2014-2020 ja sen siirtymäkaudella 2021-2022 on käytössä eri toimenpiteitä uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden edistämiseen. Maatalouden investointituella ja maaseudun yritysrahoituksella voidaan tukea mm. energiaa tuottavien laitosten investointeja. Maatalouden rakennetuet koskevat mm. investointeja kohteisiin, joissa tuotetaan maataloudessa tarvittavaa energiaa tai parannetaan ympäristön tilaa esimerkiksi tuotannon energiatehokkuutta parantamalla. Yritysrahoitus on tarkoitettu tukemaan myyntienergiaa tuottavien laitosten investointeja. Ohjelman kautta voidaan rahoittaa myös energianeuvontaa maataloilille sekä erilaisia koulutus-, tiedonvälitys- tai yhteistyöhankkeita, jotka tukevat uusiutuvan energian tuotannon ja käytön lisääntymistä, energia- ja resurssitehokkuutta tai hajautettuja energiaratkaisuja.

Vuodesta 2023 alkaen käynnistyvän uuden CAP-kauden kansallista suunnitelmaa valmistellaan parhaillaan. Tulevassa CAP:issa pyritään entisestään tehostamaan uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden edistämistoimia.

Biokaasu

Työ- ja elinkeinoministeriön asettama biokaasutyöryhmä julkaisi loppuraporttinsa tammikuussa 2020. Työryhmätyön yhteydessä kuultiin laajasti biokaasualan toimijoita ja kartoitettiin toimenpiteitä, joilla voidaan edistää biokaasun tuotantoa ja käyttöä. Työryhmä ehdotti 24 toimenpidettä ja laati näistä toimeenpanosuunnitelman. Hallituksen Vuosarikokous päätti helmikuussa 2020 käynnistää toimeenpanosuunnitelman toteuttamisen. Keskeisimmistä toimenpiteistä valtaosa on edennyt

suunnitelman mukaisesti. Biokaasu on sisällytetty niin sanottuun jakeluvuorotilakiin ja velvoitetta voi täyttää biokaasulla 1.1.2022 lähtien. Biokaasutavoitteita on Fossiilittoman liikenteen tiekartassa tarkistettu ja tankkausasemille varattua tukimäärää kasvatettu. Tukiohjelmalla päivitettiin vuonna 2020 suunnitelman mukaisesti. Vuoden 2021 jälkeen jakeluvuorotilakiin on tarkoitus jatkaa EU:n RRF-rahoituksella, ja uuden tukiohjelman valmistelu on aloitettu. Myös biokaasulaitosten ja lannankäsittelyn investointituki on otettu käyttöön ja laajenee ravinnekierrätykseen ja hiilensidontaan vuonna 2022. Lisäksi kaasukäyttöisiä raskaan liikenteen ajoneuvoja on tuettu uudella tukiohjelmalla, konversiotuen jatkosta periaatetasolla on päätetty, rahoitusmahdollisuuksia sekä biokaasun kestävyttä on selvitetty, turvallisuusohjeistusta on päivitetty, neuvontaa lisätty, valtiontukisääntelyyn pyritty vaikuttamaan, ravinnekierrätyksen uuden teknologian kokeiluohjelma on käynnissä, EU:n yhteisen maatalouspolitiikan (CAP) valmistelu on edennyt ja investointitukien myöntämistä biokaasulaitoksille on jatkettu olemassa olevien tukiohjelmien puitteissa. Maatalouden ja maaseutuyritysten investointitukia biokaasulaitoksille on korotettu määräaikaisesti vuosille 2021-2022.

Geoterminen energia

Geoterminen energia on polttoon perustumaton lämmöntuotantotapa. Varsinainen geoterminen energia edellyttää Suomessa kuitenkin syvälle poraamista, mikä edellyttää erityistä porausteknologiaa. Lisäksi Suomessa on vielä vähän varmaa tietoa geotermisen energian tuotantomääristä. Kyseisiä hankkeita koskevat erilaiset lupa- ja muut hallinnolliset menettelyt ovat vielä kehittymässä. Lisäksi hankkeisiin liittyy muista uusiutuvista energialähteistä poikkeavia riskejä, kuten maanjäristysriski, jotka tulisi ottaa huomioon.

Liikenteen uusiutuvat polttoaineet

Liikenteen ja etenkin raskaan liikenteen, meriliikenteen ja lentoliikenteen päästöjen vähentäminen vaatii sähköistymisen ohella merkittävää määrää päästöttömiä nestemäisiä ja kaasumaisia polttoaineita. Tällaisia ovat etenkin biometaani, kehittyneet biopolttoaineet sekä erilaiset muuta kuin biologista alkuperää olevat polttoaineet, erityisesti niin sanotut sähköpolttoaineet. Nykyisten raaka-aineiden ja tuotantoteknologioiden rinnalle tarvitaan lisää vaihtoehtoja ja erityisesti skaalautuvia ratkaisuja. Tällaisille ratkaisuille on myös globaalia kysyntää.

Lämmityssektori

Hiilineutraali lämmitys on avainasemassa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä. Kaukolämmön ja –jäähdytyksen rooli tulee olemaan keskeinen myös tulevaisuuden energijärjestelmissä. Geo- ja maalämpö sekä muu uusiutuva energia yhdistettynä lämpöpumpputeknologiaan perustuviin energiantuotannon ratkaisuihin täydentävät päästöttömiä lämmönlähteitä, ja ne sopivat hyvin kaukolämpöverkostoon.

Uusiutuvan energian pientuotanto ja energiayhteisöt

Pientuotannon edistäminen lisää kansalaisten mahdollisuuksia tuottaa osa kulutetusta energiasta itse ja myös osallistua energiamarkkinoille. Energiayhteisöjä ja omatuotantoa edistämällä voidaan lisätä uusiutuvan energian hajautettua tuotantoa. Pienimuotoinen sähköntuotanto on verotonta. Lisäksi pientalojen sähköntuotannon asennuksessa voi hyödyntää kotitalousvähennystä. Joulukuussa 2020 valtioneuvosto hyväksyi asetuksen, jolla mahdollistettiin sähköntuotannon jakaminen energiayhteisöissä (niin sanottu hyvityslaskentapalvelu) sekä tuntinetotuksen käyttöönotto mittauksessa. Lisäksi elokuussa 2021 sähkömarkkinalain muutoksella mahdollistettiin kiinteistöjen rajat ylittävät energiayhteisöt. Muutoksen arvioidaan parantavan etenkin taloyhtiöiden pienvoimalaitoshankkeiden kannattavuutta ja siten houkuttelevuutta investointikohteena.

PPA-sopimukset

Pitkäaikaiset sähkönostosopimukset, PPA-sopimukset, ovat yleistyneet uusiutuvan energian alalla, erityisesti aurinko- ja tuulivoimassa. Sopimuksen mukaan sähkökäyttäjä ostaa tietyn määrän sähköä sovittuun hintaan esimerkiksi 10-20 vuoden ajan, mikä tuo sähköntuottajalle tasaisempaa tulovirtaa pitkälle tulevaisuuteen ja alentaa hankkeen rahoituskustannuksia. PPA-sopimusten ostava osapuoli on usein suuri yritys ja olisi tärkeää tuoda tämä mahdollisuus laajemmin myös pienten ja keskisuurten yritysten ulottuville.

2.3 Vety ja sähköpolttoaineet

Uudet linjaukset:

- Valmistaudutaan ja varaudutaan kattavasti koko arvoketjun osalta vetyratkaisujen käyttöönottoon siinä vaiheessa, kun ne saavuttavat kaupallisen kannattavuuden. Tässä otetaan huomioon tarvittava pitkä ajallinen suunnitteluperspektiivi.
- Päästöttömän vedyn ja sähköpolttoaineiden käyttö pyritään suuntaamaan ennen kaikkea Suomessa toimivan teollisuuden, liikenteen ja energiajärjestelmän tarpeisiin. Jalostusarvon kasvattamisen ohella tämä edistää myös tehokkaimmin kansallisia ilmastopoliittisia tavoitteita. Vedyn tai sähköpolttoaineiden vienti on toissijainen puhtaan energian hyödyntämistapa.
- Edistetään vähähiilisen vedyn tuotantokapasiteetin syntyä. Elektrolyysillä valmistetulle vedylle asetetaan tavoitteeksi vuodelle 2025 vähintään 200 MW (vuonna 2021 9 MW) ja vuodelle 2030 vähintään 1000 MW ottaen huomioon vetyteknologian kaupallistuminen.
- Selvitetään hiilen hintaerosopimusten (CCfD) kautta myönnettävän tuen käyttökelpoisuutta vähähiilisen teollisuuden edistämiseksi.
- Edistetään vedyn siirtoon ja jakeluun tarvittavia investointeja hyödyntäen myös EU-rahoitusta ja EU:n luomia mahdollisuuksia.
- Varaudutaan vetyverkkojen ja siihen liittyvän infrastruktuurin kehittämiseen kansallisesti koordinoitusti ja EU:n valmisteilla olevan kaasumarkkinalainsäädännön sääntelykehiksen ennakoiden.
- Kannustetaan Suomessa toimivia yrityksiä yhteistyöhön osaamisen ja yhteisten hankkeiden kehittämisen osalta sekä verkottumaan kansainvälisesti.
- Suomi osallistuu aktiivisesti vetymarkkinoiden sääntelyn kehittämiseen EU:ssa korostaen toimivien markkinoiden kannustavaa roolia. Tarpeen mukaan kehitetään alan kansallista sääntelyä markkinoiden, infrastruktuurin käytön ja kemikaaliturvallisuuden osalta.
- Suomi osallistuu kehittyneiden talouksien kansainväliseen vety-yhteistyöhön muun muassa Kansainvälisen energiajärjestön IEA:n sekä Clean Energy Ministerialin ja Mission Innovationin puitteissa.
- Tuetaan järjestelmäintegraatiota edistäviä uusia ratkaisuja ja demonstraatiohankkeita.
- Pilotoidaan vedyn käyttöä liikenteessä, erityisesti raskaassa maantieliikenteessä ja vesiliikenteessä.
- Tavoitellaan sähköpolttoaineiden osuudeksi 3 prosenttia kaikista liikennepolttoaineista vuoteen 2030 mennessä.
- Vauhditetaan hiilidioksidin talteenoton ja hyödyntämisen (CCS/CCU) tekniikoiden ja ratkaisujen kehittämistä ja käyttöönottoa.
- Edistetään EU-tason CCS/CCU-sääntelykehikkoa.
- Panostetaan vahvasti TKI-toimintaan vetyteknologian eri osa-alueilla ja hyödynnetään EU:n/kansainväliset yhteistyö- ja rahoitusmahdollisuudet tehokkaasti.

- Korostetaan teknologianeutraalisti kaikkien vedyn päästöttömien tuotantomuotojen merkitystä EU:ssa ja globaalisti.
- Pilotoidaan CCS/CCU-tekniikoita hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi jätteenpolton yhteydessä.

Hallituskaudella jo aikaisemmin päätetyt linjaukset:

- Suomi allekirjoitti 22 muun EU:n jäsenvaltion kanssa joulukuussa 2020 vetymanifestin ja sitoutui osallistumaan vety-IPCEI-prosessiin.
- Suomen kestävä kasvun ohjelmassa on kohdennettu vetyhankkeille ja hiilidioksidin talteenoton ja hyödyntämisen hankkeille 150 miljoonan euron rahoitus.
- Sähkölaitteet otetaan mukaan liikennepolttoaineiden jakeluvelvoitteeseen vuoden 2023 alusta.

Julkisin toimin on mahdollisuus synnyttää vähähiilistä vedyn tuotantokapasiteettia sekä vauhdittaa vähähiilisen vedyn hyödyntämistä teollisuudessa, liikenteessä ja energiamarkkinoiden, erityisesti sähkömarkkinoiden tasapainottamisessa. Vedyn jakeluasemat on jo sisällytetty uuteen infratukiasetukseen, joka koskee vuosia 2022-2025. Investointien käynnistyminen edellyttää julkista rahoitusta, koska vedyn tekeminen elektrolyysillä on vielä kallista verrattuna vedyn valmistukseen maakaasusta. Lisäksi jos maakaasu on vedyn valmistuksen raaka-aine, hiilidioksidin talteenotto on kalliimpaa kuin päästöoikeuksien hankkiminen. Tuotantoteknologiaa ja varastointiratkaisuja kehitettäessä tulee huomioida niiden joustopotentialin ja sivutuotteiden (lämpö, happi) lisäarvo ja sen hyödyntämiseen liittyvät rajaehdot sekä vetyä tuottavien ja kuluttavien toimijoiden, teknologiatoimittajien että koko energijärjestelmän kannalta.

Suomessa on edellytykset kehittää ja kaupallistaa vetyratkaisuja globaaleille markkinoille. Riittävä puhtaan sähkön tuotantokapasiteetti sekä investoinnit siirtoverkkoon ja ulkomaanyhteyksiin mahdollistavat myös sen, että Suomesta voi pitkällä aikavälillä kehittyä teknologisten ratkaisujen lisäksi vedyn ja sähköpolttoaineiden vientimaa.

2.4 Energiatehokkuuden edistäminen

Uudet linjaukset:

- Varmistetaan energiategokkuussopimustoiminnan jatko myös nykyisen sopimuskauden 2017–2025 jälkeen. Sopimusyrityksille ja kunnille luodaan riittävät kannustimet.
- Energiakatselmustoiminta ja sen jatkuva kehittäminen varmistetaan, jotta katselmuksia pystytään jatkossakin käyttämään tehokkaana työkaluna energiategokkuuden parantamisessa.
- Edistetään joustokyvykkyyden ja älykkyyden huomiointia energiakatselmuksissa.
- Turvataan riittävät resurssit informaatio-ohjaustoimien toteuttamiseen ja energianeuvonnan antamiseen. Kuluttajien energianeuvonnassa tarjotaan riippumatonta ja ajantasaista tietoa energian säästöstä, energiategokkuudesta, uusiutuvan energian ratkaisuista sekä kulutusjoustomahdollisuuksista. Alueellisen energianeuvonnan rahoitus vakiinnutetaan osaksi energiatyöohjelmaa vuodesta 2023 eteenpäin.
- Turvataan riittävät resurssit Suomen näkökantojen aktiiviseen esille tuomiseen EU:n ekosuunnittelu- ja energiamerkintäasetusten valmistelussa. Vaikuttavuuden varmistamiseksi edistetään ekosuunnittelun ja energiamerkinnän tietoisuutta ja osaamista ammattilaisille ja kuluttajille. Vaikutetaan aktiivisesti siihen, että ekosuunnitteludirektiivi laajennetaan kaikkiin ympäristön kannalta merkittäviin tuoteryhmiin.

- Varmistetaan, että Suomen ääni kuuluu aktiivisesti energiatehokkuusdirektiivin uudistusten valmistelussa, jotta energiatehokkuustoimilla pystytään kustannustehokkaasti tukemaan EU:n 55 prosentin kasvihuonekaasujen vähennystavoitteen saavuttamista vuoteen 2030 mennessä.
- Varmistetaan tarvittavat resurssit, jotta 55-valmiuspaketin uusien velvoitteiden ja vaatimusten toimeenpano ja tavoitteet pystytään tehokkaasti toteuttamaan.
- Energiatehokkuuden edistämiseen kohdistetaan kansallisella tasolla riittävä energiatuki.
- Edistetään autokannan uudistamista entistä energiatehokkaammaksi.
- Edistetään koko liikennejärjestelmän energiatehokkuuden paranemista kehittämällä liikenteen palveluita, kävelyn ja pyöräilyn olosuhteita sekä maantiekuljetusten energiatehokkuutta.
- Uusien rakennusten ja luvanvaraisen korjausrakentamisen energiatehokkuutta koskevia vaatimuksia tarkastellaan viimeistään vuoden 2023 aikana ja tehdään tämän perusteella tarvittavat vaatimustason muutokset.
- Rakennusten älyvalmiusindikaattorin testausvaiheen käynnistämisestä tehdään päätös toteutettavuusselvityksen valmistumisen jälkeen.
- Asuinrakennusten energiatehokkuuden parantamiseen sekä älykkääseen ja joustavaan energiakulutukseen tähtääviin toimenpiteisiin, mukaan lukien kaukolämmön lämmönvaihtimen vaihtaminen matalalämpöiseen kaukolämpöön soveltuvaksi, on käytössä avustuksia. Taloudellisten kannustimien tulee olla pitkäjänteisiä ja ennakoitavia, koska lyhytkestoiset suhdanneluonteiset avustukset häiritsevät markkinoita, nostavat hintoja sekä voivat johtaa hätäisiin korjausratkaisuihin.
- Maatalouden energiatehokkuustoimia sisällytetään valmisteilla olevaan kansalliseen CAP-suunnitelmaan ja niiden toteutusta ja kehittämistä jatketaan vuonna 2023 alkavalla uudella CAP-kaudella. Maatalouden energiatehokkuussopimuksen jatkamisesta neuvotellaan alan järjestöjen kanssa.

Energiatehokkuutta edistetään Suomessa pitkäjänteisesti ja laaja-alaisesti, energiatehokkuus ensin – periaatteen mukaisesti. Konkreettisia kansallisia toimenpiteitä ovat meneillään olevan kauden 2017–2025 energiatehokkuussopimukset, energiakatselmuksien, energianeuvonta sekä energiatuki katselmuksille ja energiatehokkuussopimusten puitteissa tehtäville investoinneille.

Energiatehokkuussopimuskausi 2026-3035

Energiatehokkuussopimustoiminta on Suomessa ensisijainen, vaikuttava, kattava ja järjestelmällinen keino parantaa energiatehokkuutta ja täyttää EU:n tiukat velvoitteet energian tehokkaammasta käytöstä. Sopimustoimintaan liittyvän seurannan ja raportoinnin avulla Suomi raportoi vuosittain EU:n komissiolle energiansäästötavoitteen toteutumisesta. Energiatehokkuussopimustoimintaan liittyneiden energiankäyttö kattaa nykyisellään lähes 60 prosenttia Suomen kokonaisenergiankäytöstä. Energiatehokkuussopimukset toimivat jatkossakin keskeisenä kansallisena energiatehokkuuden edistämiskeinona sekä välineenä Suomen ja EU:n ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi.

Energiakatselmuksien

Energiakatselmuksien ovat oleellinen osa systemaattista energiatehokkuustyötä. Pakolliset yritysten energiakatselmuksien koskevat energiatehokkuuslain mukaan suuria yrityksiä. Vapaaehtoisia katselmuksia tehdään pienissä ja keskisuurissa yrityksissä ja kuntasektorilla. Vapaaehtoisten katselmusten tekemistä edistetään energiatuella. EU-lainsäädännön muutokset tulevat lähivuosina vaikuttamaan kiristyviin energiatehokkuustavoitteisiin ja energiakatselmusten vaatimuksiin ja sisältöön, jolloin katselmustoiminnan ylläpito ja erityisesti sen jatkuva kehittäminen on varmistettava.

Energiatuki

Energiatukkeita tuetaan energiatuella, katso luku 2.2.

Energianeuvonta

Informaatio-ohjauksella ja energianeuvonnalla taataan kuluttajille ajantasaisen tiedon saaminen energia- ja ilmastopolitiikan osa-alueilta energian säästämiseksi ja energiatukkeiden toteuttamiseksi sekä lisätään tietämystä uusiutuvan energian ratkaisuista ja kulutusjoutomahdollisuuksista. EU-lainsäädännön muutokset sisältävät nykyistä kattavampia velvoitteita laaja-alaisen energianeuvonnan toteuttamiselle sekä vaatimukset kansallisten toimien seurantaan ja niistä raportointiin. Energianeuvonnan jatkon varmistaminen osana Energiaviraston työohjelmaa sekä henkilöresursseja on tärkeää. Resurssitarve arvioidaan olevan noin 1 miljoonaa euroa vuodessa ja 1 henkilötyövuosi.

Ekosuunnittelu ja kestävien tuotteiden aloite

Ekosuunnittelu ja energiamerkintä ovat yksi merkittävimmistä EU:n toimenpiteistä edistää energiatukkeita. Näiden avulla säästetään huomattava määrä energiaa esimerkiksi vuonna 2020 noin yhdeksän prosenttia koko EU:n energiankulutuksesta. Aiemmin päätavoitteena on ollut parantaa energiaan liittyvien laitteiden energiatukkeita, mutta jatkossa ekosuunnittelussa edistetään myös tuotteiden kiertotaloutta. EU-komissio aikoo laajentaa ekosuunnitteludirektiiviä mahdollisesti myös uusiin tuoteryhmiin ja siksi on varmistettava riittävät resurssit Suomen näkökantojen aktiiviseen esille tuomiseen EU:n ekosuunnittelu- ja energiamerkintäasetusten valmistelussa.

Liikenteen energiatukkeiden toimet

Liikennevälineiden energiatukkeus

Siirtyminen energiatukkeampiin teknologioihin tapahtuu pääosin uusien autojen hankkimisen kautta. Autokanta uusiutuu Suomessa hyvin hitaasti. Autokannan nuorentamiseksi tarvittaisi vuosittain keskimäärin noin 150 000 auton ensirekisteröintimäärä. Liikenteen energiatukkeustavoitteiden toteutumiseen vaikuttaa pääasiassa sähköajoneuvojen nopea yleistymisen, jonka pääajurina toimii EU:n autovalmistajia velvoittava CO₂-raja-arvolainsäädäntö.

Kestävät kulku- ja kuljetusmuodot

Suomi on harvaan asuttu maa ja auto on monelle ihmiselle välttämätön liikkumisväline nyt ja tulevaisuudessa. Erityisesti kaupunkiseuduilla ja kaupunkien välisessä liikenteessä autolle on kuitenkin myös vaihtoehtoja, kuten joukkoliikenne, jaetut kyydit, kävely ja pyöräily. Valtio ja kunnat voivat omilla toimillaan ohjata ihmisiä siirtymään enenevässä määrin näihin kestäviin liikennemuotoihin. Tavoitteena on, että henkilöautoliikenne ei enää tulevaisuudessa kasvaisi, vaan että ihmisten kasvava liikkumisen tarve ohjattaisiin kestäviin liikennemuotoihin. Myös tavarankuljetuksia voidaan tehostaa tai siirtää teiltä raiteille tai vesille. Tavaraliikenteen tavoitteena on, että paketti- ja kuorma-autojen suoritteiden kasvu hidastuu 2020-luvulla verrattuna tähänastiseen kehitykseen. Tämä tarkoittaa tavaroiden entistä tehokkaampaa kuljettamista tieliikenteessä tai kuljetusten siirtymistä entistä kestävämpiin kuljetusmuotoihin. Keskeisiä keinoja tähän tavoitteeseen pääsemiseksi ovat esimerkiksi logistiikan digitalisaatio ja HCT-kuljetukset.

Rakennusten energiatukkeiden toimet

Uusien rakennusten ja luvanvaraisen korjausrakentamisen energiatukkeita säädellään maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annettavilla ympäristöministeriön asetuksilla. Nykyiset energiatukkeita koskevat vaatimukset tulivat voimaan vuoden 2018 alusta lähtien. EU:n rakennusten energiatukkeusdirektiivin mukaan rakennusten energiatukkeusvaatimusten on oltava riittävän lähellä kustannusoptimaalista tasoa. Edelleen direktiivi edellyttää, että tämän vaatimustason toteutumisesta on toimitettava tiedot komissiolle

enintään viiden vuoden välein. Kustannusoptimaalisella tasolla tarkoitetaan energiatehokkuuden tasoa, joka johtaa alimpiin kustannuksiin arvioidun taloudellisen elinkaaren aikana.

Alimpiin kustannuksiin vaikuttavat muun muassa energiaan liittyvät investointikustannukset sekä ylläpito- ja käyttökustannukset. Rakentamiseen liittyvät monet tekijät ovat muutosten alla. Rakennukset ja energiantuotanto tulevat linkittymään monella uudella tavalla toisiinsa erityisesti vaihtelevan uusiutuvan energian tuotannon osuuden kasvaessa. Vihreän siirtymän ja uusiutuvien energialähteiden täysimääräinen hyödyntäminen tulee edellyttämään rakennusten energiankäytön älykästä ohjaamista. Rakentamiseen liittyvien tuotteiden energiatehokkuus ja kustannustehokkuus ovat parantunut jatkuvasti. Nämä luovat edellytyksiä rakennusten energiatehokkuuden parantamiselle.

Rakennusten älyvalmiuksia voitaisiin arvioida yhtenevän menetelmän avulla energiatehokkuuden, rakennuksen käyttäjän sekä energian kysyntäjoustop näkökulmasta. Älyindikaattorista on säädetty rakennusten energiatehokkuusdirektiivissä ja Euroopan komission täytäntöönpanoasetuksessa (2020/2156).

Motiva on selvittänyt ympäristöministeriön toimeksiannosta indikaattorin testauksen ja käyttöönoton mahdollisuuksia ja alan toimijoiden näkemyksiä menetelmästä ja sen käytön hyödyistä. Hankkeen pohjalta saadaan perusteita päätöksen tekemiseksi mahdollisen testausvaiheen aloittamisesta Suomessa.

Yleensä rakennukset korjataan rakennusosa tai tekninen järjestelmä kerrallaan (staged deep renovation). Yhtenä kokonaisuutena toteutetut korjaustoimenpiteet (deep renovation) ovat harvinaisia rakenteiden ja järjestelmien erilaisten käyttöikien takia.

Vuoteen 2020 mennessä valmistuneen rakennuskannan muuttamisessa erittäin energiatehokkaaksi ja vähähiiliseksi on tunnistettu kolme keskeistä keinoa: 1) Poistuma ja tilatehokkuuden parantaminen; 2) Ulkovaipan ja teknisten järjestelmien energiatehokkuuden parannukset korjaustoimien ja kunnossapidon yhteydessä ja 3) Fossiilisista polttoaineista luopuminen energiantuotannossa. Lämmitysenergian kulutukseen vaikuttaa 2020–2050 aikavälillä myös ilmaston muutos. Rakennusten energiatehokkuutta voidaan parantaa ilman korjaustoimenpiteitä erilaisilla lämpöpumppuratkaisuilla sekä aurinkopaneeleilla ja -keräimillä.

Maatalouden energiatehokkuus

Maatalouden energiatehokkuutta on edistetty suunnitelmallisesti vuodesta 2010 lähtien, ensin Maatilojen energiaohjelman ja myöhemmin maa- ja metsätalousministeriön ja valtakunnallisten maa- ja puutarhatalouden tuottajajärjestöjen välisten energiatehokkuussopimusten puitteissa. Tukea käytännön energiatehokkuustoimille maatiloilla on osoitettu pääasiassa maaseudun kehittämissuunnitelman ja kansallisen tilusjärjestelytuen kautta. Maaseutuohjelman kautta tilat ovat voineet saada mm. investointitukia energiatehokkuus- ja uusiutuvan energian investointeihin sekä tukea energianeuvonnan kustannuksiin.

2.5 Energian toimitus- ja huoltovarmuus

2.5.1 Yleistä energian toimitus- ja huoltovarmuudesta

Uudet linjaukset:

- Selvitetään toimenpiteet energiahuoltovarmuuden turvaamiseksi ja laaditaan tarvittavat hallituksen esitykset.
- Varmistetaan, että viranomaisten ja energia-alan yritysten hyvin toimivaa huoltovarmuusyhteistyötä kehitetään edelleen vähähiilisyyden edellyttämällä tavoilla.

- Huoltovarmuuden turvaamiseksi muuttuvan energijärjestelmän oloissa varautumisen alaa laajennetaan polttoaineiden varastoinnista ja sähköjärjestelmän toimivuudesta vahvemmin muun muassa lämpöhuoltoon, järjestelmäintegraatioon ja uusiin polttoaineisiin.
- Varmistetaan Huoltovarmuuskeskuksen Energia 2030 –ohjelman³ tulosten oikea-aikainen käyttöönotto.
- Huolehditaan monipuolisista energian hankintakanavista ja varmistetaan, että Suomessa on riittävät varmuus- ja velvoitevarastot ja riippumattomuus yksittäisistä energianhankintalähteistä tai –toimittajista. Varmistetaan monipuoliset yhteydet energijärjestelmien välillä ja markkinoiden kesken.
- Edistetään uusien ja hajautettujen järjestelmien älykkyyttä ja joustomahdollisuuksien hyödyntämistä, esimerkiksi sähköisessä liikenteessä.
- Säästökykyisellä ja hyvin ennustettavalla vesivoimalla on suuri merkitys Suomen sähköjärjestelmässä. Vesivoiman toimintaedellytyksistä huolehditaan toimitus- ja huoltovarmuuden varmistamiseksi. Varmistetaan, että vesienhoitosuunnitelmissa hyödynnetään ympäristönäkökulmat huomioiden lainsäädännön mahdollistamat joustot vesivoiman säädettävyyden, sähköjärjestelmän toimivuuden ja vaihtelevan uusiutuvan sähköntuotannon lisäämisen turvaamiseksi.
- Liikenteen ja koko yhteiskunnan sähköistyessä energiahuoltovarmuudessa kiinnitetään entistä laajemmin huomiota sähköjärjestelmän ja kriittisten arvoketjujen varmistamiseen.
- Vahvistetaan energia-alan kyberturvallisuutta.

Hallituskaudella jo aikaisemmin päätetyt linjaukset:

- Huoltovarmuuskeskuksen ohjaamaa huoltovarmuusorganisaatiota, erityisesti energiahuoltosektoria, on muutettu vastaamaan energiasiirtymän kehitystarpeisiin.

Energiahuoltovarmuuden lähtökohtina ovat toimivat energiamarkkinat, pitkäjänteinen ja selkeä investointeja kannustava energiapolitiikka sekä energiatehokkuus. Erityisenä vahvuutena Suomessa ovat olleet monipuoliset energialähteet ja infrastruktuuri, joka mahdollistaa monipuoliset hankintakanavat.

Toimitusvarmuudella tarkoitetaan sähkön, maakaasun ja lämmön siirtoverkkojen toimitusvarmuutta sekä energian ja tehon riittävyttä. Huoltovarmuudella puolestaan tarkoitetaan kykyä sellaisten yhteiskunnan taloudellisten perustoimintojen ylläpitämiseen, jotka ovat välttämättömiä väestön elinmahdollisuuksien, maan talouselämän, yhteiskunnan toimivuuden ja turvallisuuden sekä maanpuolustuksen materiaalien edellytysten turvaamiseksi vakavissa häiriöissä ja poikkeusoloissa.

Huoltovarmuuskeskuksen toimintastrategiaan kuuluu ohjelmallisuus, ja sen painopisteinä on neljä ohjelmaa, jotka tähtäävät vuoteen 2030. Yksi näistä on Energia 2030 –ohjelma. Ohjelmassa rakennetaan tehokkaasti ja läpinäkyvästi energiahuoltovarmuutta Suomen muuttuessa hiilineutraaliksi yhteiskunnaksi vuoteen 2035 mennessä. Huoltovarmuuskeskus yhdessä Huoltovarmuusorganisaation kanssa uudistaa energiahuoltovarmuuden keinoja vastaamaan teknologian ja uhkakuvien kehittymistä.

Ohjelman tavoitteena on, että energiayritysten varautumista ja varautumissuunnittelua kehitetään systemaattisesti toimintaympäristön muuttuessa. Energiahuoltovarmuuden turvaamiseksi yhteiskunnan

³ <https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/huoltovarmuusorganisaatio/huoltovarmuuskeskus/4962-2/energia-2030>

kannalta kriittisten arvoketjujen toimijat ja niiden energiahuoltoon liittyvät riskit ja varautumisen keinot tulee tunnistaa, kansallisiin ja alueellisiin riskeihin tulee varautua tehokkaasti, elinkeinoelämän ja viranomaisten välisen yhteistyön tulee toimia tehokkaasti ja varautumiseen liittyvät vastuut tulee olla selvät sekä häiriötilanteista toipumisen tulee olla tehokasta ja harjoitustoiminta niihin varautumiseksi vaikuttavaa.

Huoltovarmuusorganisaation energiahuoltosektoria on muokattu muuttuvan energiahuollon tarpeisiin. Uuteen rakenteeseen kuuluvat polttonestepooli, kaasupooli, sähköpooli ja lämpöpooli. Uudistuksessa korostetaan poolien ja sektorien välistä yhteistyötä. Poolirakenne vastaa paremmin sähköistymisen ja kasvavan järjestelmäintegraation tuomiin haasteisiin. Fossiilisten polttoaineiden ja energiaturpeen käytön vähentyessä lämpöhuollon varmuuteen kiinnitetään erityistä huomiota. Fossiilisista tuontipolttoaineista luopuminen lisää omavaraisuutta ja voi siten parantaa huoltovarmuutta.

2.5.2 Sähkön toimitus- ja huoltovarmuus

Uudet linjaukset:

- Varmistetaan kantaverkon luotettavuuden säilyminen kansainvälisesti korkealla tasolla.
- Varmistetaan jakeluverkkojen korvausinvestoinnit sekä toimitusvarmuustavoitteen toteutuminen ja jakeluverkkojen toimitusvarmuuden hyvä taso sekä verkkopalveluiden saatavuus kaupungeissa, taajamissa ja haja-asutusalueella vuoden 2036 loppuun mennessä.
- Täydennetään lainsäädäntöä määrittelemällä kriittiset asiakasryhmät sähköpula- ja suurhäiriötilanteiden varalta.
- Toteutetaan vakavien häiriötilanteiden ja poikkeusolojen varalta valmius alueellisiin sähkösaarekkeisiin, joilla turvataan sähköjärjestelmän toimivuutta näissä tilanteissa.
- Päivitetään ohjeet energiahuoltokohteiden turvallisuuden varmistamiselle.
- Uudistetaan sähköpulan varalta ylläpidettävä tehoreservijärjestelmä vastaamaan EU:n sähkömarkkina-asetuksen vaatimuksia ja päivitetään tarvittaessa valtioneuvoston periaatepäätös sähkön toimitusvarmuuden tavoitetasosta (luotettavuusstandardi).
- Selvitetään laaja-alaisesti sähköntuotannon rakenteen ja energiajärjestelmän vähähiilisyden vaikutukset sähkön riittävyteen sekä päivitetään tarvittaessa varautumismallia EU-lainsäädännön ja pohjoismaisen sähkömarkkinayhteistyön asettamissa puitteissa.

Hallituskaudella jo aikaisemmin päätetyt linjaukset:

- Valtioneuvoston periaatepäätös sähkön toimitusvarmuuden tavoitetasosta (luotettavuusstandardi) on tehty heinäkuussa 2021

Hyvin toimivat sähköverkot luovat pohjan sähkön saannin turvaamiselle niin normaalioloissa kuin häiriötilanteessakin. Sähköverkkojen rooli tulee entisestään kasvamaan yhteiskunnan sähköistyessä ja se muuttuu entistä kriittisemmäksi huoltovarmuusnäkökulmasta.

Vaikka markkinat ovat toimivien ja kustannustehokkain keino taata sähkön kilpailukykyinen hinta ja toimitusvarmuus, tarvitaan poikkeuksellisia häiriötilanteita varten myös erityisratkaisuja. Suomessa on käytössä markkinoiden ulkopuolinen tehoreservijärjestelmä, jolla turvataan sähkön riittävyttä talvikautena. Tämän kaltaisia järjestelyitä on pyritty EU-tasolla rajoittamaan ja sääntelemään tarkemmin

niiden mahdollisten haitallisten markkinavaikutusten vuoksi. Sähkötuotantorakenteen muuttuessa myös varautumisjärjestelyiden tulee muuttua.

2.5.3 Kaasun toimitus- ja huoltovarmuus

Uudet linjaukset:

- Varmistetaan kaasunhankinnan eri lähteiden monipuolisuus ja kaasun varastointimahdollisuudet kehittämällä Suomen ja Baltian maiden yhteisten kaasumarkkinoiden toimivuutta, kaasuinfrastruktuuria ja LNG-markkinoita sekä integroimalla uusiutuvat kaasut laajemmin osaksi kaasujärjestelmää.
- LNG-infrastruktuuria kehitetään maakaasun tuontivaihtoehtojen monipuolistamiseksi.
- Selvitetään mahdollisuutta luoda menettely kaasun varastoimiseksi kahdenkeskisin valtiosopimuksin, samoin kuin menettely öljyn velvoitevarastoinnissa jo on.
- Solmitaan Suomen ja Viron välinen kaasun toimitusvarmuusasetuksen edellyttämä yhteisvastuusopimus. Valmistellaan tarvittavat hallituksen esitykset.
- Nimetään Huoltovarmuuskeskus kaasun toimitusvarmuusasetuksen mukaiseksi toimivaltaiseksi viranomaiseksi, joka vastaa asetuksen mukaisten suunnitelmien laatimisesta ja muista asetuksen mukaisista toimenpiteistä.
- Vaikutetaan EU:ssa siten, että kaasun toimitus- ja huoltovarmuutta koskevilla velvoitteilla huomioidaan Suomen maantieteellisestä asemasta aiheutuvat erityisolosuhteet ja että järjestelyt toteutetaan markkinoiden toimivuuden kannalta järkevästi.

Hallituskaudella jo aikaisemmin päätetyt linjaukset:

- Tuontipolttoaineiden velvoitevarastoinnista annettua laki (1070/1994) uudistettu (muutos 1151/2021).

Kaasua käytetään Suomessa suurimmalta osin teollisuudessa raaka-aineena sekä lämmön ja sähkön tuotannossa. Siksi sen huoltovarmuus turvaa myös lämmön ja sähkön saatavuutta.

Suomen kaasujärjestelmä on liitetty sekä Venäjän että Viron kaasuverkkoihin. Kaasun uudet hankintareitit turvaavat osaltaan kaasun huoltovarmuutta. Kaasua voidaan hankkia Suomen kaasujärjestelmään Balticconnector-kaasuputken kautta Liettuan Klaipedan LNG-terminaalista ja GIPL-kaasuputken valmistumisen jälkeen myös Puolasta ja muualta Euroopasta. Yhteyden arvioidaan valmistuvan vuoden 2022 aikana. Kaasua voidaan myös varastoida nesteytettynä (LNG), mikä tuo uusia mahdollisuuksia huoltovarmuusnäkökulmasta. LNG:n tuonti Suomeen on mahdollista Porin ja Tornion LNG-terminaalien kautta sekä rakenteilla olevan Haminan terminaalien kautta. Haminan terminaalista kaasua voidaan jatkossa syöttää myös Suomen kaasujärjestelmään.

Kaasun uusien hankintareittien käytettävyyden varmistamiseksi Suomi pyrkii integroitumaan kiinteästi Baltian maiden ja myöhemmin Keski-Euroopan kaasumarkkinoihin sekä hyödyntämään tehokkaasti suomalaisten LNG-terminaalien kapasiteettia. Balticconnectorin käyttöönotosta lähtien Suomi, Viro ja Latvia ovat muodostaneet yhteisen kaasumarkkina-alueen, jonka sisärajoilla ei peritä erillisiä syöttö- ja ottomaksuja (FINESTLAT-markkina). Maat valmistelevat myös yhteistä tasapainotusaluetta sekä yhdessä Liettuan kanssa tämän liittymistä neljän maan yhdessä muodostamaan kaasumarkkina-alueeseen.

FINESTLAT-markkina antaa suomalaisille markkinaosapuolille mahdollisuuden hyödyntää joustavasti myös Latviassa sijaitsevaa Incukalnsin kaasuvälikamaria.

Energiasiirtymän vaikutukset huoltovarmuuteen ovat merkittäviä. Energiahuoltovarmuus perustuu tällä hetkellä pitkälti fossiilisten tuontipolttoaineiden varastointiin. Pyrittäessä päästöttömään energiantuotantoon, polttoon ja erityisesti fossiilisten polttoaineiden polttoon perustuva energiantuotanto väijäämättä vähenee. On tutkittava uusia vaihtoehtoja energiahuoltovarmuuden turvaamiseksi.

Työ- ja elinkeinoministeriön ja Huoltovarmuuskeskuksen toimesta on käynnistetty hanke, jolla pyritään linjaamaan toimet energiahuoltovarmuuden turvaamiseksi. Hankkeen puitteissa havaittiin kiireellisiä lainsäädäntötarpeita, jotka johtuvat mm. maakaasumarkkinoiden avautumisesta vuonna 2020. Tuontipolttoaineiden velvoitevarastointilain muutos tuli voimaan 1.1.2022. Lisäksi on mahdollista, että laajemmat uudistukset huoltovarmuusjärjestelmään edellyttävät uusia säädösvalmisteluita.

Ilmastopoliittika ja asenneilmapiiri vaikuttavat päätöksiin käytettävistä kaukolämmön energialähteistä. Asiaan sisältyy merkittäviä huoltovarmuusnäkökohtia. Monissa tapauksissa puupolttoaine jää kaukolämmöntuotannossa ainoaksi kilpailukykyiseksi energialähteeksi erityisesti lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä. Huoltovarmuusorganisaation energiahuoltosektorin organisoimisessa on huomioitu lämpösektorin muuttuvat huoltovarmuustarpeet.

Huoltovarmuuskeskus hoitaa EU:n maakaasuasetuksessa (2017/1938) määriteltyjä toimivaltaisen viranomaisen tehtäviä Suomessa. Energiahuoltosektorin kaasupooli hoitaa kaasuihin liittyvää huoltovarmuustyötä. Energiavirasto valvoo maakaasumarkkinaoikeuksia (587/2017) säädetyt toimitusvarmuuteen liittyviä velvoitteita ja samalla myös seuraa maakaasun toimitusvarmuutta Suomessa.

Erittäin vakavia kaasun toimitushäiriöitä varten tarvitaan myös varautumistoimia ja toimintasuunnitelmia mahdollisten toimituskatkojen haittojen ennaltaehkäisemiseksi. Integroituvat kaasumarkkinat vaativat myös yhteisiä pelisääntöjä ja sopimuksia kaasuntoimitusten varmistamisesta naapurimaiden ja kaasunsiirrosta vastaavien toimijoiden välillä erityisesti häiriötilanteiden varalta. Eräs esimerkki edellä mainituista sopimuksista on EU:n maakaasuasetuksen (2017/1938) mukainen yhteisvastuusopimus. Jäsenvaltioiden on asetuksen mukaan laadittava sopimus yhteisvastuusta kaasun saannin turvaamisesta suojatuille asiakkaille niissä jäsenvaltioissa, joihin on kaasuputkikyhteys sekä tietyt kriteerit täyttävissä kolmansissa valtioissa. Asetuksen mukaan Suomen osalta sopimus on laadittava Viron kanssa maiden välillä olevan Balticconnector-kaasuputken takia. Neuvotteluja on käyty sekä Viron että yhdessä Baltian maiden kanssa.

2.5.4 Öljyn toimitus- ja huoltovarmuus

Uudet linjaukset:

- Selvitetään ne toimenpiteet, joilla voidaan taata polttonesteiden maahantuonnin, tuotannon, ja jakelun huoltovarmuus energiasiirtymässä. Toimenpiteet voivat sisältää hallituksen esitysten antamisen.
- Fossiilisten polttoaineiden kulutuksen laskiessa liikenteessä nykyisten fossiilisten polttoaineiden varmuusvarastojen hyödyntämistä esimerkiksi kriittisen meriliikenteen ja sähköjärjestelmän toiminnan varmistamiseen selvitetään.

Öllyvarastodirektiivi (2009/119/EY) säätää raakaöljyn ja/tai öljytuotteiden varastoista. Lisäksi kansainvälisen energiajärjestön (IEA) jäsenyysohjeisiin kuuluu 90 päivän nettotuontia vastaavien öljyn

varmuusvarastojen ylläpito. Öljyn saatavuushäiriötilanteissa IEA:n jäsenvaltiot voivat päättää yhteisistä toimenpiteistä öljymarkkinoiden tasapainottamiseksi. Valtioneuvoston asettamien huoltovarmuustavoitteiden (VnP 1048/2018) mukaan Suomen tavoitetaso öljyvarastoissa on viiden kuukauden normaalikulutusta vastaava määrä. Raakaöljyn ja öljytuotteiden velvoitevarastoinnista säädetään tuontipolttoaineiden velvoitevarastoinnista annetussa laissa.

Enenevä osa öljystä on uusiutuvista lähteistä olevia tuotteita tai komponentteja. On mahdollista, että Suomen huoltovarmuustaso laskisi nykyisestä, jos velvoitevarastoinnin piirissä pidettäisiin ainoastaan fossiiliset tuontipolttoaineet ja näihin ennen maahantuontia sekoitetut komponentit. Öljyn rooli varapolttoaineena kasvaa mahdollisten häiriötilanteiden ja huippukulutuksen aikana sähkön ja lämmön tuotannossa kivihiilen ja turpeen poistuessa.

2.5.5 Lämmön toimitus- ja huoltovarmuus

Uudet linjaukset:

- Huoltovarmuuskeskus perustaa energiaturpeelle varmuusvaraston.
- Seurataan lämmöntuotannon toimitus- ja huoltovarmuuden näkökulmasta energiaturpeen tuotannon ja varastojen määriä sekä arvioidaan turvekattilakannan teknistä minimiä.
- Valmisteltaessa uutta kestävän metsätalouden kannustejärjestelmää tarkastellaan mahdollisuutta sisällyttää järjestelmään nuoren metsän hoidon tuki ja siihen liittyvä kannuste pienpuun keruuseen. Myös nykyisen järjestelmän tukitasoa korotetaan ja tukiehtoja muutetaan.
- Edistetään valtakunnallisesti kattavan metsäbiomassan terminaaliverkoston kehittymistä nykyistä voimakkaammin esimerkiksi yhdenmukaistamalla alueellisesti vaihtelevia vaatimuksia terminaalien ympäristölupien myöntämisessä sekä kaavoituksessa käytettäviä merkintöjä. Myös metsätieverkoston kunnosta tulee huolehtia.
- Kehitetään menetelmiä, joilla saadaan parempi kuva kotimaisen metsähakkeen saatavuudesta.
- Kannustetaan hyödyntämään järjestelmäintegraation tuomia mahdollisuuksia ja sellaisten ratkaisujen kehittämistä, joissa voidaan yhdistää sekä kaukolämpöä että kiinteistöjen omaa energiantuotantoa optimoiden niiden käyttöä.

Turpeen energiakäytön ja tuotannon ennakoitua nopeampi väheneminen on rapauttanut sen roolin pitemmän aikavälin huoltovarmuuspolttoaineena. Turve on korvautunut suuressa määrin puupolttoaineilla. Puupolttoaineiden, eli metsäteollisuuden sivuvirtojen ja metsähakkeen osuus kaukolämmön energialähteenä on kasvanut vuosittain ja oli 37 prosenttia vuonna 2021, mikä kuvaa niiden merkittävää roolia lämmöntuotannossa. Kivihiilen ja energiaturpeen käytöstä luopuminen perustuotannossa pienentää lämpöhuollon polttoainevaihtoehtoja ja lisää merkittävästi tarvetta lisätä energiapuun käyttöä jo lähivuosina. Puupolttoaineet pysyvät merkittävässä roolissa energiantuotannossa useiden skenaarioiden mukaan ainakin 20-30 vuotta ellei pitempäänkin, koska polttoon perustumattomat tekniikat ovat vasta kehittymässä. Energiapuulle ei ole lakiin perustuvaa velvoite- tai turvavarastointia kuten kivihillelle ja turpeelle, vaan varautuminen perustuu energiayhtiöiden ja polttoainetoimittajien omiin toimenpiteisiin. Puupolttoaineiden käytön kasvaessa myös metsähakkeen tuonti on kasvanut vuodesta 2017 alkaen ja oli vuonna 2020 24 prosenttia energiahakkeen kokonaismäärästä. Tuonnin suurta osuutta voidaan pitää riskinä energiahuoltovarmuuden kannalta. Myös kotimaisen puupolttoaineen toimitusketjussa on riskisyyttä liittyen esimerkiksi metsäteollisuuden tuotantotilanteeseen (suhdanteet, työtaistelut) sekä logistiikkaan ja säähän (korjuuolosuhteet, myrskyt). Puupolttoaineiden osalta tärkeää on sekä saatavuus että kestävä toimitusketju. Esimerkiksi varastoinnilla voidaan edistää puupolttoaineiden häiriötöntä saantia.

Lisäksi perustettavalla energiaturpeen varmuusvarastointijärjestelyllä varaudutaan osaltaan lähivuosien metsähakkeen saatavuusongelmiin.

Kotimaisten energiapuujukeiden saatavuuden varmistamiseksi tarkastellaan mahdollisuutta sisällyttää kestävä metsätalouden kannustejärjestelmään jatkossakin kannuste pienpuun keruuseen, vahvistaa biomassaterminaalien ja lastauspaikkojen verkostoa sekä parantaa niihin liittyvien huoltovarmuuden kannalta tärkeiden, kaikkina vuodenaikoina liikennöitävien väylien kuntoa. Biomassaterminaalit tulee ottaa huomioon jo maakuntakaavoissa tai jo valtakunnallisissa maankäyttötavoitteissa ja yhtenäistämällä kaavamerkintöjä. Ympäristölupaprosessia kehitetään niin, että lupaprosessin kesto ei kaada energiahuoltovarmuuden kannalta tärkeitä biomassaterminaalihankkeita.

Pidemmillä aikavälillä uudet ratkaisut, kuten järjestelmäintegraatio voivat osaltaan osin korvata lämmöntuotannon kapenevaa polttoainevalikoimaa. Uusien ratkaisujen yhteydessä myös mahdolliset riskit tulee tunnistaa ja huomioida (esim. varastointi, varakapasiteetti).

2.5.6 Energiajärjestelmien kyberturvallisuus

Uudet linjaukset:

- Energia-alan, ja eritoten sähköalan kyberturvallisuustasoa kehitetään edelleen yhteisin harjoituksin, kehitysprojektein ja tarvittaessa uusien lainsäädäntöhankkein.
- Varmistetaan energiajärjestelmien hyvä kyberturvallisuuden taso ja riittävät resurssit ja osaaminen viranomaisille energiajärjestelmien kyberturvallisuuden valvontaan muun muassa toteuttamalla LVM:n tietoturva ja tietosuojaa selvittäneen työryhmän toimenpidesuosituksia⁴.

2.6 Ydinenergian käyttö

Uudet linjaukset:

- Huomioidaan kansallisesti sekä EU-säännöstöä kehitettäessä ydinenergian tärkeä rooli päästöttömänä energialähteenä. Ydinlaitosten lupahakemukset käsitellään ydinenergilain mukaisesti. Lupaprosessi edellyttää, että kaikki ympäristövaikutukset on arvioitu hankkeen YVA-prosessissa.
- Ydinenergilain uudistaminen toteutetaan seuraavan vaalikauden aikana. Ydinenergilaki perustuu vuonna 1987 esitettyyn lainsäädäntöön ja siten se ei enää vastaa nykyistä säädöstapaa ja tarpeita. Myös toimintaympäristö ja muu lainsäädäntö ovat kehittyneet merkittävästi, mikä korostaa uudistamistarvetta.
- Uusien teknologioiden, ennen kaikkea niin sanottujen pienten ja modulaaristen reaktoreiden (SMR) mahdollistaminen huomioidaan lainsäädännön uudistuksessa. Säädösten vaatimuksissa tulisi käyttää asianmukaista suhteellisuusarviointia. Arvioidaan pienydinvoimaa koskevan erillisen säädösvalmistelun tarve huomioiden turvallisuus ja yhteiskunnalliset näkökohdat.
- Ydinenergilain kokonaisuudistuksen toteuttamisen yhteydessä on tarkasteltava myös muita alaan liittyviä kansallisia säädöksiä.
- Käytössä olevien ydinvoimaloiden jatkolupiin suhtaudutaan myönteisesti edellyttäen, että kaikki lupaehdot täyttyvät.
- Ydinjätteen loppusijoitustoiminta on rakentamisvaiheessa Suomessa ensimmäisenä maailmassa ja ensimmäistä käyttöilupaa valmistellaan valtionneuvoston päätettäväksi lähivuosina.

⁴ Tietoturvan ja tietosuojan parantaminen yhteiskunnan kriittisillä toimialoilla: Työryhmän loppuraportti <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-614-6>

Ydinenergian käyttö ja valvonta

Ydinenergia on keskeinen osa Suomen energiajärjestelmää. Suomen viidettä ydinvoimalaitosyksikköä, TVO:n Olkiluoto 3:a, otetaan käyttöön kevään 2022 aikana, millä on suuri merkitys muun muassa päästöttömän energian tuotantoon sähköomavaraisuuden lisäämiseen.

Suomi on vastuullinen ydinenergian käytössä. Tähän vastuullisuuteen kuuluu vahva turvallisuuskulttuuri ja –sääntely sekä varautuminen ydinjätehuollon kustannuksiin ja toteutukseen. Olkiluotoon on rakennettu maailman ensimmäinen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitos ja Posiva on jättänyt sitä koskevan käyttö lupahakemuksen.

Ydinenergian käyttö energiantuotannossa edellyttää ydinenergiain mukaisten vaatimusten täyttämistä ja turvallisuuden jatkuvaa valvontaa. Ydinlaitoksen käyttö perustuu laitosprojektien ja laitosten käytön eri vaiheissa valtioneuvoston myöntämiin ydinenergiain mukaisiin lupiin; periaatepäätökseen, jonka eduskunta vahvistaa, rakentamislupa, käyttö lupaan ja elinkaaren päättyessä käytöstäpoistolupa.

Ydinenergiain mukainen lupajärjestelmä on luotu jo 1980-luvulla, jolloin laitosten käyttötapa, käyttöikä ja sähköntuotannon tarve korostivat niin sanottua perusvoiman tuotantoa. Tässä toimintaympäristössä laitostoimittajat ovat keskittyneet tarjoamaan suuria ja kasvavia laitospokoja aina 2000-luvun alkupuolelle asti.

Viimeisen vuosikymmenen aikana on tapahtunut merkittäviä muutoksia, kun hajautetusta uusiutuvasta sähköntuotannosta on tullut kilpailukykyistä ja samalla ollaan luopumassa fossiilisista polttoaineista. Samanaikaisesti ydinvoimalaitosten käyttöikä on kasvanut merkittävästi alun perin suunnitelluista. Nyt aiemmin arvioitu 40-vuoden käyttöikä on jo ohitettu kaikilla neljällä Suomessa käytössä olevalla ydinvoimalaitoksella ja uusimman laitoksen ennakoitu käyttöikä on vähintään 60 vuotta. Samanaikaisesti ydinjätehuollon kehitys on ollut merkittävää sekä käytetyn ydinpolttoaineen osalta, että voimalaitosten käyttöjätteen osalta.

Suomessa on kehitetty toimivat loppusijoitusratkaisut erilaisille ydinvoimalaitoksissa syntyville ydinjätteille laitosten käytön aikana. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusratkaisun rakentaminen on aloitettu ensimmäisenä maailmassa ja laitoksen käyttöönotto vaiheeseen ollaan siirtymässä 2020-luvulla, kun Posiva jätti ensimmäisen käyttö lupahakemuksensa joulukuussa 2021 Valtioneuvostolle. Ydinjätehuollon lupia tulisi lainsäädännössä tarkastella vastaamaan nykypäivän ja tulevaisuuden tarpeita. Erityisesti olisi huomioitava loppusijoituksen aikajänne, noin 100 vuotta, joka on huomattavan pitkä muihin ydinlaitoksiin verrattuna. Nykyinen laki on kuitenkin mahdollistanut ydinjätehuollon kehittymisen ja samalla ydinlaitoksiin liittyvä ydinjätehuoltovelvollisuus on Suomessa hyvin täytetty. Ydinjätehuollon ratkaisujen myötä on kehitetty myös laaja-alaista kansallista osaamista, jota arvostetaan kansainvälisesti. Osaamisen merkityksen tulisi näkyä myös tulevaisuuden säädöksissä.

Toimintaympäristön muutosten ja ydinenergian käytön kehittymisen lisäksi ovat EU-direktiivit ja niiden vaatimusten huomioiminen lakiin ja säädöksiin korostunut 2010-luvulla. Myös ydinenergiain rinnakkaislait, ensisijaisesti säteilylaki ja ympäristölaki, mutta monet muutkin turvallisuuteen liittyvät säädökset, on jo uudistettu 2000-luvulla.

Ydinenergiain kokonaisuudistus on laaja ja ajankohtainen tehtävä ja se toteutetaan viivyttelemättä. Ydinenergian käytön tehokas valvonta ja uusien teknologioiden kehitys edellyttävät ajantasaista ja nykyaikaista lainsäädäntöä. Kokonaisuudistus edellyttää kuitenkin laajuutensa ja merkityksensä vuoksi riittävän valmistelu- ja käsittelyajan, jolloin uudistus olisi mahdollista saada valmiiksi vuoteen 2027 mennessä.

Uusien teknologioiden kehitys

Energiantuotannon muutokset ovat johtaneet siihen, että myös uusia ydinenergiateknologioita kehitetään aktiivisesti. Ensisijainen tutkimuksen ja kehityksen tavoite on ollut parantaa laitosten turvallisuutta ja käyttöiän aikaisen ikääntymisen hallintaa. Energiajärjestelmän muutokset ovat kuitenkin lisänneet tarvetta kehittää esimerkiksi laitosten säädettävyyttä ja käyttötapaa. Merkittävin kehityksen tavoite, ainakin rahallisesti, on ollut ydinjättekäselyn ratkaiseminen, johon on haettu vastauksia esimerkiksi fuusioteknologian ja niin sanottujen nopeiden reaktorien kehitystyöllä. Nämä tulevaisuuden teknologiat eivät kuitenkaan tule olemaan kaupallisessa käytössä vielä seuraavien vuosikymmenten aikana, joten ilmastonmuutoksen hillintään olisi haettava nopeampia ratkaisuja.

Pyrkimys korvata fossiilisia polttoaineita sekä muu toimintaympäristön muutos ovat johtaneet niin sanottujen pienten ja modulaaristen reaktoreiden (SMR) kehitykseen isojen laitosten rinnalle tai niiden korvaajiksi. SMR-laitosten tavoitteena on tarjota vaihtoehto sekä sähkön- että lämmöntuotantoon ja mahdollisuus joustavampaan tuotantotapaan. SMR-teknologian käyttöönotto edellyttää myös uudenlaisia liiketoimintamalleja. Laitoshankkeissa on kuitenkin ensisijaisesti kiinnitettävä huomioita ratkaisujen turvallisuuteen ja lupaprosesseihin tulee jatkossakin liittyä YVA-prosessi ympäristövaikutusten arvioimiseksi ja huomioimiseksi laitosluvista päätettäessä. Riippumatta laitoksen koosta on luvanhaltijalla jätehuollon ja varautumisen velvollisuudet ydinenergiain mukaisesti.

Nykyinen säädösympäristö ei suoraan tunnista tällaista teknologiaa ja ydinvoimalaitosten hajautetumpaa toimintatapaa. Näitä kysymyksiä tarkastellaan käynnissä olevassa VN-TEAS PIEMOS hankkeessa 2021-22 (*PIEnet MODulaariset Sarjavalmisteiset ydinreaktorit*). VN-TEAS hankkeen tulokset ovat käytössä kesällä 2022 ja siten myös hyödynnettävissä ydinenergiain muutos- ja kokonaisuudistustyössä.

Uusien teknologioiden hyödyt edellyttävät myös kaupallista valmistusta ja kysyntää, joita ei vielä ole valmiina. Vähäpäästöisiä ratkaisuja haettaessa SMR-reaktorien edut tulee arvioida erityisesti lämmöntuotannossa muiden tuotantovaihtoehtojen rinnalla. Suomessa ydinenergian käytön korkea osaaminen ja ydinjätehuollon kehittyminen antavat tähän mahdollisuuden. SMR-reaktorien kilpailukyvyyn kannalta suuri merkitys on myös sillä, että ydinturvallisuudesta vastaavien sääntelyviranomaisten kansainvälinen yhteistyö on tehokasta laitosmallien arvioinnissa ja luvituksessa.

2.7 Energiamarkkinoiden kehittäminen

2.7.1 Energiainfrastruktuurin kehittäminen

Sähköverkot

Uudet linjaukset:

- Varmistetaan, että sähköverkonhaltijat pystyvät toteuttamaan sähkönkulutuksen voimakkaan kasvun ja toimitusvarmuuden turvaamisen edellyttämät toimet, mukaan lukien investoinnit sähköverkkoihin. Lisäksi tarvitaan investointeja tietojärjestelmiin ja automaatioon sekä energiajärjestelmien integraatioon. Säilytetään edelläkävijäasema älyverkkojen kehityksessä.
- Varmistetaan puhtaan sähköntuotannon, kuten tuulivoiman, laaja hyödyntäminen ja Suomen pysyminen yhtenä sähkön hinta-alueena riittävillä kansallisilla ja kansainvälisillä sähkönsiirtoyhteyksillä ja sujuvilla ja laadukkailla luvitusprosesseilla.
- Edistetään Suomen ja Ruotsin välisen kolmannen vaihtosähköyhteyden (Aurora Line) toteutumista aikataulussa hyödyntäen EU-rahoitusinstrumentteja, kuten Verkkojen Eurooppa -rahoitusvälinettä.

- Selvitetään tuulivoiman verkkoon liittämisen periaatteita siten, että verkkoa voidaan hyödyntää kustannustehokkaasti ja aiheutuneet kustannukset jakaantuvat oikeudenmukaisesti verkkokäyttäjien välillä. Lisäksi arvioidaan sääntely- ja muita vaihtoehtoja johtokäytävien yhteen keskittämiseksi, jotta tuulivoimarakentamisen vaikutukset maanomistajille ja hiilinieluun lievenisivät.

Hallituskaudella jo aikaisemmin päätetyt linjaukset:

- Sähkömarkkinalakiin on lisätty 1.8.2021 voimaan tulleella muutoksella:
 - säännös verkonhaltijoiden velvollisuudesta suunnitella, rakentaa ja ylläpitää sähköverkkonsa siten, että verkonhaltija kykenee tuottamaan siirto- ja jakelupalvelun verkkonsa käyttäjille kustannustehokkaalla tavalla;
 - säännökset jakeluverkkojen kehittämissuunnitelmia koskevista muutoksista, joiden mukaan kehittämissuunnitelmiin on sisällytettävä jatkossa suunnitelma sähkönkulutuksen jouston, sähkövarastojen, jakeluverkonhaltijan energiatehokkuustoimenpiteiden ja muiden resurssien mahdollisesta käyttämisestä vaihtoehtona jakeluverkon siirtokapasiteetin laajentamiselle sekä asianmukaiset vertailut jakeluverkon kehittämistoimien kustannustehokkuudesta; ja
 - säännökset verkon käyttäjien ja muiden verkonhaltijoiden kuulemisesta kehittämissuunnitelman valmistelussa.

Jotta vähähiiliseen yhteiskuntaan siirtymisen vaatima merkittävä sähkön kulutuksen ja tuotannon lisääntyminen olisi mahdollista, tulee sähköverkkojen olla riittävän vahvoja. Tämä pätee niin siirtoverkkoihin kuin jakeluverkkoihin. Tuulivoiman lisääntyminen on jo nyt tuonut mukanaan haasteita tuulivoimalaitosten verkkoliitäntöjen rakentamisessa, koska ne edellyttävät olemassa olevien sähköverkkojen vahvistamista ja toisaalta hankkeet toteutuvat eriaikaisesti. Tämä on johtanut sähköverkkojen koordinoimattomaan ja osin jopa epäoptimaaliseen rakentamiseen. Samat kysymykset liittyvät myös merituulivoiman verkkoon liittämiseen.

Kaasuverkot

Uudet linjaukset:

- Varmistetaan, että kaasujärjestelmän tarjoamia mahdollisuuksia hyödynnetään järjestelmäintegraatiossa.
- Seurataan vetyinfrastruktuurin kehitystä ja selvitetään tarvittaessa tarvetta sääntelylle sekä vaikutetaan EU-lainsäädäntöön.

Hallituskaudella jo aikaisemmin päätetyt linjaukset:

- Toimeenpannaan biokaasuohjelmaa.

Järjestelmäintegraatiossa eri energiajärjestelmien yhteen toimivuutta pyritään lisäämään, jotta eri järjestelmien tarjoamaa joustavuutta voidaan hyödyntää uusiutuvan ja vähähiilisen energian tuotannon

lisäämiseksi. Kaasujärjestelmän siirtokyky on huomattavasti esimerkiksi sähköjärjestelmää suurempi ja tätä siirtokykyä voitaisiin hyödyntää esimerkiksi sähköllä tuotettujen vähähiilisten kaasujen, kuten vedyn, siirtämiseen. Samalla se tarjoaisi arvokasta joustavuutta sähköjärjestelmään.

2.7.2 Sähkömarkkinoiden kehittäminen

Uudet linjaukset:

- Sähköntuotantoinvestoinnit kohdistuvat tällä hetkellä yksinomaan teknologioihin, joiden tuotanto ei yleensä jousta kulutuksen vaihteluiden mukaan. Jotta investoinnit suuntautuisivat myös järjestelmän kannalta tarvittavaan joustavaan kapasiteettiin, myös lyhyen aikavälin markkinoiden hintasignaalien pitää heijastaa sähkön kysyntää ja tarjontaa.
- Digitalisaatiota edistetään lisäämällä kulutuksen ja tuotannon joustavuutta ja aktiivista osallistumista sähkömarkkinoille älykkäiden ratkaisuiden avulla. Kehitetään sähkömarkkinoita Älyverkkotyöryhmän⁵ ja Sektori-integraatiotyöryhmän⁶ ehdotusten pohjalta lähtökohtana asiakaskeskeisyys sekä kulutusjouston ja hajautetun sähköntuotannon lisääminen sekä kustannusten tasapuolinen ja oikeudenmukainen jakautuminen sähköjärjestelmän käyttäjien välillä.
- Valmistellaan niin sanotun yhden laskun mallin mahdollistavat lainsäädäntömuutokset.
- Selvitetään vaalikauden loppuun mennessä, laajapohjaiseen valmisteluun ja kattavaan vaikutusarviointiin perustuen, erillisiä sähkölinjoja koskevan sääntelyn muutostarpeet energiayhteisöjen toiminnan mahdollistamiseksi tarkoituksenmukaisena osana energiajärjestelmää.
- Seurataan siirtohintoja koskevan lainsäädännön toimeenpanoa ja huolehditaan sähkön siirtohintojen kohtuullisuudesta huomioiden, että sähköverkonhaltijat pystyvät toteuttamaan sähkönkulutuksen voimakkaan kasvun ja toimitusvarmuuden turvaamisen edellyttämät investoinnit sähköverkkoihin, energiajärjestelmän tietojärjestelmiin ja automaatioon sekä energiajärjestelmien integraatioon. Valmistellaan tarvittaessa täydentävää sääntelyä sähkömarkkinoita koskevan EU-lainsäädännön ja EU-tuomioistuimen oikeuskäytännön mahdollistamissa rajoissa.
- Laaditaan selvitys energiaköyhyydestä erityisesti energiasiirtymän ja järjestelmäintegraation vaikutusten näkökulmasta.
- Vaikutetaan aktiivisesti EU:ssa sähkömarkkinamallin pitämiseksi toimivana ja puhtaan energian tuotantoon kannustavana.

Hallituskaudella jo aikaisemmin päätetyt linjaukset:

- Sähkömarkkinalakiin on lisätty säännökset sähkönsiirtohintojen hillitsemisestä. Säännöksillä on annettu Energiavirastolle välineet uudistaa voimassa olevia siirtohintojen laskentamenetelmiä hintojen hillitsemiseksi. Siirtohintojen vuotuinen maksimikorotus on laskettu 15 prosentista 8 prosenttiin. Säännökset ovat tulleet voimaan 1.8.2021. Eduskunta hyväksyi sähkömarkkinalakiin tehtyjen muutosten yhteydessä kaksi siirtohintojen koskevaa pönttä, jotka on huomioitu ilmasto- ja energiastrategian politiikkalinjauksissa. Lakimuutosten perusteella Energiavirasto muutti sähkön jakeluverkkotoiminnan hinnoittelun valvontamenetelmää. Muutokset tulivat voimaan vuoden 2022 alusta alkaen ja ne koskevat vuosia 2022 ja 2023.

⁵ Joustava ja asiakaskeskeinen sähköjärjestelmä; Älyverkkotyöryhmän loppuraportti, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-346-7>

⁶ Sektori-integraatiotyöryhmän loppuraportti, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-697-0>

- Työ- ja elinkeinoministeriö on asettanut akateemisen työryhmän, jonka tehtävänä on antaa Energiavirastolle lausunto sähkönsiirron ja –jakelun tariffien laskentamenetelmissä käytettävän painotetun keskimääräisen pääomakustannuksen (WACC-%:n) laskennassa käytettävästä pääomarakenteesta vuonna 2024 alkavalle sähköverkonhaltijoiden valvontajaksoilla. Työryhmä voi lisäksi laatia Energiavirastolle lausunnon sähkönsiirron ja –jakelun tariffien laskentamenetelmien muista osatekijöistä vuonna 2024 alkavaa sähköverkonhaltijoiden valvontajaksoa varten.
- VN:n asetukseen on lisätty säännökset paikallisesta energiayhteisöstä ja aktiivisten asiakkaiden ryhmästä. Tämä mahdollistaa yhdessä tuotetun sähkön pientuotannon jakamisen aiempaa helpommin.
- Sähkön pientuotannon liittäminen kulutuspaikkaan kiinteistörajan ylittävällä erillisellä johdolla on mahdollistettu.
- Sähkökaupan keskitetyn tiedonvaihdon palvelujen eli datahubin käyttöönottopäiväksi on säädetty 21.2.2022. Hallitus on lisäksi antanut datahubin käyttöönottoa varmistavan hallituksen esityksen 2.9.2021. Hallituksen esitykseen sisältyvät lakiehdotukset ovat tulleet voimaan 27.10.2021.

Sähkömarkkinoiden toimintaa kehitetään Pohjoismaiden ja Baltian maiden alueellisten ja eurooppalaisten markkinoiden lähtökohdista tavoitteena ilmastotavoitteiden täyttäminen, kilpailukykyinen hinta ja hyvä toimitusvarmuus. Tehokkaasti toimivat alueelliset ja eurooppalaiset sähkömarkkinat sekä riittävän vahvat rajasiirtoyhteydet ovat toimivia ja kustannustehokkain keino taata sähkön kilpailukykyinen hinta ja toimitusvarmuus.

Vähäpäästöinen sähköntuotantoteknologia on pääosin joko tuulisuuden mukaan vaihtelevaa tuuli- tai aurinkovoimaa tai huonosti säädettyä ydinvoimaa. Sähkön tuotannon ja kulutuksen tulee kuitenkin täsmätä joka hetki. Tästä syystä sähköjärjestelmän joustavuuteen tulee panostaa tulevaisuudessa entistä enemmän. Tähän tarvitaan sekä kulutus- että tuotantopuolen resursseja, sähkövarastoja ja eri energiajärjestelmien joustavuuksien hyödyntämistä. Teemaa on käsitelty laajasti työ- ja elinkeinoministeriön Älyverkkotyöryhmässä ja Sektori-integraatiotyöryhmässä.

Myös sähkön vähittäismarkkinoita tulee kehittää entistä käyttäjäystävällisempään suuntaan. Älyverkkotyöryhmä suositteli loppuraportissaan siirtymistä asiakaskeskeiseen vähittäismarkkinamalliin, jossa kaikki asiakkaat voisivat valita saavatko he yhdistetyn siirto- ja energialaskun. Tämä auttaisi myös palveluntarjoajia tekemään asiakkaille koko sähkön hankinnan kustannukset paremmin huomioivia palveluita.

Älykkäiden sähköverkkojen ja kysyntäjoustopotentiaali on hyödynnettävä täysimääräisesti. Sääntelyä on kehitetty muun muassa datahub-säädöksillä siten, että kaikki osapuolet, mukaan lukien taloyhtiöt, pientalot ja maatilat, voivat hyödyntää energian pientuotantoa. Hallitusohjelman mukaan hallitus ottaa päätöksenteossaan huomioon myös elintärkeän infrastruktuurin toimivuuden sekä väestön toimeentulon ja toimintakyvyn. Hallitusohjelman mukaan myös huolehditaan elämisen ja yrittämisen edellytyksistä koko Suomessa monimuotoisesti alueiden ja kaupunkien tarpeet huomioon ottaen ja turvataan harvaan asutuilla alueilla ja saaristossa ihmisten oikeudet peruspalveluihin alueiden yhteistyötä tukemalla, uusilla toimintatavoilla ja riittävillä resursseilla (palveluiden saatavuus, yhteiskunnan turva, liikkumisen edellytykset).

Sähkön pienimuotoinen omatuotanto kiinnostaa entistä useampaa sähkökäyttäjää, ja esimerkiksi aurinkopaneelien hintakehitys on tehnyt omasta sähköntuotannosta kannattavampaa viime vuosina. Pienimuotoinen sähkön tuotanto perustuu uusiutuviin energialähteisiin, mikä osaltaan edistää asetettuja ilmastotavoitteita. Sähkömarkkinalainsäädäntöön tehtyjen muutosten myötä yhdessä tuotetun sähkön jakaminen paikallisen energiayhteisön tai aktiivisten asiakkaiden ryhmän kesken samalla kiinteistöllä on helpottunut. Lisäksi sähkömarkkinalakiin on lisätty säännökset erillisestä linjasta, jolla sähkön

pientuotantoa voidaan liittää sähkönkulutuspaikkaan kiinteistörajan yli. Vaalikauden loppuun mennessä selvitetään erillisiä sähkölinjoja koskevan sääntelyn muutostarpeet energiayhteisöjen toiminnan mahdollistamiseksi tarkoituksenmukaisena osana energiajärjestelmää. Selvitys perustetaan laajapohjaiseen valmisteluun ja kattavaan vaikutusarviointiin.

Ympäristöministeriö on teettänyt selvityksiä energiaköyhyydestä vuosina 2013 ja 2015. 2021-2022 energian hintojen nousu on aiheuttanut laajaa keskustelua hinnoista ja niiden vaikutuksesta kuluttajiin. Myös tulevaisuudessa energian hintojen odotetaan vaihtelevan enemmän kuin aikaisemmin. Hallitus katsoo tarpeelliseksi selvittää energiaköyhyyden riskiä ja laajuutta. Erityisesti on tarpeen selvittää energiaköyhyyttä energiasiirtymän ja järjestelmäintegraation vaikutusten näkökulmasta.

2.7.3 Kaasumarkkinoiden kehittäminen

Uudet linjaukset:

- Kehitetään Suomen ja Baltian maiden yhteisten kaasumarkkinoiden toimivuutta ja LNG-markkinoita tavoitteena FINESTLAT-markkina-alueen entistä tiiviimpi yhteistyö muun muassa yhteisen tasealueen muodossa sekä edistetään Liettuan liittymistä mukaan Suomen, Viron ja Latvian muodostamaan yhteiseen markkina-alueeseen.
- Kehitetään Suomen kaasujärjestelmää ja -markkinoita sekä uusiutuvien kaasujen tukijärjestelmiä uusiutuvien kaasujen integroimiseksi paremmin osaksi kaasujärjestelmää.
- Edistetään EU:n kaasulainsäädännön uudistuksessa tehokkaampia toimenpiteitä suurempien yhteismarkkina-alueiden muodostamiseksi EU-alueella, markkinatoimijoiden tehokkaampaa pääsyä kaasuväistöihin, uusiutuvien kaasujen integrointia osaksi kaasujärjestelmää sekä kaasujärjestelmän hyödyntämistä sen tarjoamien mahdollisuuksien mukaan energiajärjestelmien integraatiossa. Kaasun toimitusvarmuudesta tulee huolehtia vaarantamatta kuitenkaan markkinoiden tehokasta toimintaa.

Hallituskaudella jo aikaisemmin päätetyt linjaukset:

- Maakaasumarkkinalakiin on lisätty säännökset maakaasukaupan keskitetyn tiedonvaihdon palveluista eli datahubista. Säännökset ovat tulleet voimaan 1.6.2020.
- Toimeenpannaan biokaasuohjelmaa.

Suomen ja Viron välille rakennettu ja joulukuussa 2019 käyttöön otettu Balticconnector-kaasuputki toi Suomen käyttöön uuden reitin kaasun hankinnalle ja yhdisti Suomen kaasujärjestelmän eurooppalaiseen kaasujärjestelmään. Yhteyden myötä Suomi ei ole enää riippuvainen yksinomaan yhdestä kaasun toimittajasta. Yhteyden rakentaminen tarkoitti myös sitä, että Suomen kaasumarkkinat oli avattava EU:n lainsäädännön edellyttämällä tavalla. Tämä on edellyttänyt muun muassa kaasun siirto- ja myyntitoimintojen eriyttämistä ja myyntimonopolin purkamista.

Kaasumarkkinoiden avaamisen myötä Suomi on osallistunut markkinapaikkojen kehittämiseen aktiivisesti yhdessä Baltian maiden kanssa ja alueelle on luotu eurooppalaisittainkin edistyksellinen rajat ylittävä markkinapaikka. Kaasun uusien hankintareittien käytettävyyden varmistamiseksi Suomi pyrkii integroitumaan kiinteästi Baltian maiden ja myöhemmin Keski-Euroopan kaasumarkkinoihin sekä hyödyntämään LNG-markkinoita. Balticconnectorin käyttöönotosta lähtien Suomi, Viro ja Latvia ovat muodostaneet yhteisen kaasumarkkina-alueen, jonka sisärajoilla ei peritä erillisiä syöttö- ja ottomaksuja

(FINESTLAT-markkina). Maat valmistelevat myös yhteistä tasapainotusalueetta sekä yhdessä Liettuan kanssa tämän liittymistä neljän maan yhdessä muodostamaan kaasumarkkina-alueeseen. FINESTLAT-markkina antaa suomalaisille markkinaosapuolille mahdollisuuden hyödyntää joustavasti myös Latviassa sijaitsevaa Incukalnsin kaasuväyryä.

2.7.4 Lämpömarkkinoiden kehittäminen

Uudet linjaukset:

- Valmistellaan kustannustehokkaita keinoja uusiutuvan energian ja hukkalämpöjen pääsyn edistämiseksi kaukolämpöverkkoihin.
- Edistetään tuilla uusien energiateknologiaratkaisuiden käyttöönottoa kaukolämpöjärjestelmissä.
- Alennetaan kaukolämpöverkon mitoituslämpötilaa mahdollisuuksien mukaan. Toimiala on julkaissut vuoden 2022 alussa voimaan tulleen suosituksen uusista lämmönjakokeskusten mitoituslämpötiloista.
- Kannustetaan kehittämään ratkaisuja, joissa voidaan yhdistää sekä kaukolämpöä että kiinteistöjen omaa energiantuotantoa optimoiden niiden käyttöä.
- Edistetään lämmön kulutusjoustopalveluiden käyttöönottoa.
- Sujuvoitetaan kaavoituksella hukkalämpöjen ja uusiutuvan energian mahdollistamista kaukolämpöverkkoihin.
- Valmistellaan valtion lainatakausmallia yksityisille kotitalouksille sekä mallia valtion täytetakaukseksi asunto-osakeyhtiöiden ilmastoystävällisten investointien tukemiseksi. Malli voisi kohdentua esimerkiksi investointeihin, joilla parannetaan merkittävästi rakennusten energiatehokkuutta tai uusitaan lämmitysjärjestelmiä uusiutuvia energiamuotoja, kuten maalämpöä, tuuli- ja aurinkoenergiaa hyödyntäviksi.

Hallituskaudella jo aikaisemmin päätetyt linjaukset:

Osana oikeudenmukaista siirtymää:

- Tarjotaan turveyrittäjille avustuksia ja neuvontaa uuden liiketoiminnan kehittämiseen sekä uudelleen työllistymiseen.
- Luodaan romutustukijärjestelmä, jolla turveyrittäjät saavat kompensatiota turvetuotantokoneiden arvon alenemisesta. Tuki pantiin täytäntöön helmikuussa 2022.
- Tarjotaan mahdollisuus suoraan rahalliseen korvaukseen turveliiiketoiminnasta luopuville yrittäjille valtiontukisäännöt huomioiden.

Yllä olevien linjausten lisäksi Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmassa esitetään toimia öljylämmityksestä luopumiseksi erillisessä kiinteistökohtaisessa lämmityksessä.

Hallitusohjelman kirjauksen mukaan sähkön ja lämmön tuotannon tulee olla Suomessa lähes päästötöntä 2030-luvun loppuun mennessä huolto- ja toimitusvarmuusnäkökulmat huomioiden. Polttoon perustumattomien uusien kaukolämmön tuotantotapojen ja varastoinnin käyttöönottoa ja pilotointia edistetään sekä kehitetään pohjoismaista sähkömarkkinaa ja energijärjestelmien integraatiota. Kaukolämpö on pitkään ollut Suomen yleisin lämmityskeino. Kilpailu lämmitysmarkkinoilla on kuitenkin kiristynyt viime vuosina voimakkaasti johtuen lämmön eri tuotantomuotojen teknologisesti kehityksestä, polttoainevalikoiman suppenemisesta ja päästöoikeuden hinnan voimakkaasta noususta sekä asiakkaiden kasvavasta kiinnostuksesta omaan hiilineutraaliin tuotantoon ja kustannusten ennustettavuuteen.

Kaukolämpöjärjestelmät ovat Suomessa suljettuja ja hinnoittelu kiinteää, joten kaukolämpöjärjestelmien joustopotentiaalia ja energijärjestelmien integraatiota ei saada välttämättä nykyisellään hyödynnettyä

parhaalla mahdollisella tavalla. Suomessa on energiayhtiöiden toimesta viime vuosina etsitty kilpailukykyisiä lämmön tuotanto- ja hankintatapoja ja kehitetty eri liiketoimintamalleja, kuten kaksisuuntaista ja avointa kaukolämpöä kahdenvälisin sopimuksin.

Sähköllä ja maakaasulla on toimivat kansainväliset markkinamekanismit. Toimivien mekanismien kautta energiamuotoja voidaan markkinapohjaisesti muuttaa ja tuottaa hyötyjä eri energiajärjestelmiin. Energiajärjestelmien integraatiossa vähäpäästöinen sähköntuotanto mahdollistaa muiden energiamuotojen vähähiilisuuden, mutta myös muiden sektoreiden joustavuuden avulla uusiutuvan sähkön tuotannon lisäämisen. Yhdistämällä esimerkiksi teollisuuden, liikenteen ja lämmityksen energiaverkkojen kautta toisiinsa, voidaan eri toimialojen kulutusta ja tuotantoa tasapainottaa tehokkaasti.

Euroopan komission heinäkuussa 2021 julkaiseman 55-valmiuspaketin mukaan jäsenvaltioiden tulisi toimeenpanna velvoite kaukolämmitys- ja jäähdytysverkkojen avaamisesta kolmansille osapuolille tietyin poikkeuksin. Lisäksi kaukolämpö ja –jäähdytysyhtiöiden yhteistyötä sekä potentiaalisten hukkalämmön tuottajien, että kantaverkko-yhtiön ja jakeluverkonhaltioiden kanssa tulisi vahvistaa.

Näiden seikkojen vuoksi tarkastellaan vaihtoehtoja ja toimintatapoja, jotta kaukolämpömarkkinassa pystyttäisiin joustavammin huomioimaan polttoon perustumaton uusiutuva lämmöntuotanto ja hukkalämmöt, kysyntäjouaston hyödyntäminen sekä eri energiajärjestelmien integraatio. Tarkastelun lähtökohdaksi on myös tarpeen selvittää, että Suomi täyttää jatkossakin EU-lainsäädännön edellytykset sen, että asiakkaille voidaan tarjota hiilineutraalia kaukolämpöä vuoteen 2030 mennessä.

Työ- ja elinkeinoministeriö selvitti alkusyksystä 2021 kustannustehokkaita vaihtoehtoja ja toimintatapoja kaukolämmön toimintaedellytysten parantamiseksi sekä uusiutuvan ja muun päästöttömän energian ja hukkalämpöjen lisäämiseksi kaukolämpöverkkoon⁷.

Hukkalämpöjen potentiaali kaukolämpöjärjestelmissä

Suomessa hukkalämpöä arvioidaan syntyvän noin 130 TWh, josta nykyisin kaukolämpönä hyödynnettävän hukkalämmön määrä on noin 3 TWh. Vielä teknisesti kohtuullisesti hyödynnettävissä olevan hukkalämmön potentiaalın arvioidaan olevan noin 35 TWh. Hukkalämpöjä hyödyntämällä Suomi voisi luopua kokonaan kivihiiilen käytöstä energiantuotannossa.

Vielä hyödynnettävissä olevaan hukkalämmön potentiaaliin liittyy kuitenkin haasteita, esimerkiksi taloudellisen kannattavuuden tai liiketoiminnallisten riskien osalta. Hukkalämmön lisähyödyntämispotentiaali löytyy teollisuudesta ja lauhdelaitoksista. Teollisuuslaitosten hyödynnettävissä olevaksi hukkalämpöpotentiaali on noin 15 TWh, mutta tämä edellyttää mittavia investointeja. Hukkalämpöjen hyödyntämisessä merkittävä kuluerä muodostuu siirtoverkon rakentamisesta ja lämpöpumpuista.

Lämpöpumppujen rooli tulee olemaan merkittävässä asemassa osana hukkalämpöjen hyödyntämistä ja hiilineutraalia energiajärjestelmää. Tulevaisuudessa lämpöpumppujen merkitys kasvaa entisestään, kun aiemmin kannattamattomat lämmönlähteet muuttuvat hyödynnettävyydeltään kannattavaksi tekniikan ja toimintaympäristön muutosten johdosta. Muutokset lisäävät järjestelmäintegraatiota lämmitys- ja sähkömarkkinoiden välillä, joka edesauttaa uudenlaisten energiaratkaisujen kehittämistä.

⁷ [LISÄTÄÄN MYÖHEMMIN LINKKI]

2.8 Tutkimus, innovointi ja kilpailukyky

Uudet linjaukset:

- Puhtaita innovaatioita ja ratkaisuja kehitetään ja otetaan käyttöön laaja-alaisesti ja teknologianeutraalisti hiilineutraalin talouden mahdollistamiseksi.
- Panostetaan uuden teknologian kehittämiseen ja innovaatioiden kaupallistamiseen koskien erityisesti energiainfrastruktuuria, uusia energiateknologioita, vety- ja power-to-X-ratkaisuja, sähköistymistä ja kiertotaloutta.
- Vahvistetaan elinkeinoelämän ja tutkimustoimijoiden yhteistyötä suuntaamalla julkista TKI-rahoitusta strategiaan kumppanuuksiin, kansainvälisesti merkittäviin t&k-kokonaisuuksiin sekä yhteiskäyttöisiin tutkimus- ja kehitysympäristöihin. Etsitään uusia ratkaisuja energia-alan kasvavaan osaajatarpeeseen. Alan liiketoiminnan ja viennin kasvattaminen vaatii sekä energia-alan substanssin, digitalisaation että liiketoiminnan osaajia.
- Osallistutaan aktiivisesti valikoiduille kansainvälisille yhteistyöfoorumeille, kuten Clean Energy Ministerial (CEM) ja Mission Innovation. Vaikuttamisen ja yhteistyön painopistealueita ovat energiajärjestelmän integraatioon, vetyyn ja kiertotalouteen liittyvät asiat.
- Ilmasto- ja energiaratkaisujen kansainvälistymistä edistetään Team Finland –toimijoiden yhteistyönä.
- Luodaan edellytyksiä hyödyntää paremmin erilaisia tilastoja, paikkatietoa ja avointa dataa energia- ja ilmastopolitiikan ohjauksessa.
- Selvitetään innovatiivisten ratkaisuiden testiympäristöjen mahdollistamista lainsäädännön keinoin energiamarkkinoilla.
- Edistetään joustokyvykkyyden ja älykkyyden huomiointia tutkimus- ja kehityshankkeissa sekä otettaessa käyttöön uusia prosesseja tai uutta teknologiaa. Huomioidaan joustavuus ja älykkyys julkisissa rahoitusinstrumenteissa ja investointituissa.
- Asetetaan tavoitteeksi suomalaisten yritysten hiilikädenjäljen vahvistaminen. Hiilikädenjäljellä tarkoitetaan yrityksen liiketoiminnan, kuten tuotteiden ja palveluiden myönteistä ilmastovaikutusta.
- Toimeenpannaan puoliväliriihessä linjattua uudistuvan teollisuuden strategiaa, mukaan lukien investointien lupamenettelyn sujuvoittaminen strategiassa linjatun mukaisesti.
- Arvioidaan tarve luoda teknisten negatiivisten päästöjen eli hiilidioksidin poistoratkaisujen sääntelykehikko. Tämä edistäisi suomalaisen teknologian innovointia ja vientiä. Hiilidioksidin poistoratkaisujen sääntelykehikon luominen edellyttää EU-tason ratkaisuja.

Hallituskaudella jo aikaisemmin päätetyt linjaukset:

- Suomen kestävä kasvun ohjelma on Suomen suunnitelma EU:n elpymis- ja palautumisvälineen (RRF) rahoituksen käytöstä. Suomi on ohjelmassa kohdentanut vihreään siirtymään puolet kahden miljardin euron kokonaisrahoituksesta. Tämä on merkittävä osa Ilmasto- ja energiastrategian toimeenpanon rahoitusta. Vihreää siirtymää tukevaan tki-toimintaan ohjelmassa on varattu rahoitusta 192 miljoonaa euroa, kestävä kasvua ja digitalisaatiota tukeviin tutkimus- ja innovaatioinfrastruktuuri-investointeihin 75 miljoonaa euroa. Energiajärjestelmän hankkeille sekä teollisuuden vähähiilisyys- ja kiertotaloushankkeille ohjelmassa on varattu rahoitusta 645 miljoonaa euroa. Rahoitusta käytetään erityisesti uusien ratkaisujen demonstrointiin.

Siirtymä vähähiiliseen, puhtaaseen ja kestäväan tulevaisuuteen edellyttää merkittäviä panostuksia puhtaiden energiateknologioiden kehittämiseen, tutkimukseen ja innovointiin. Uusien ratkaisuiden kehittämisellä mahdollistetaan päästöjen väheneminen ja parannetaan kilpailukykyä.

Energiajärjestelmän globaaliin siirtymään liittyy valtavasti uusia liiketoimintamahdollisuuksia suomalaisille yrityksille. Uudet vähähiiliset ratkaisut synnyttävät uusia kasvu- ja vientimahdollisuuksia.

Energiajärjestelmien muutos maailmalla kiihtyy ja aktiivista toimintaa tarvitaan yrityksissä ja laajemmin

yhteiskunnassa näihin mahdollisuuksiin tarttumiseksi. Suomalaisten yritysten vähähiiliratkaisujen kädenjälkivaikutus on merkittävä, koska ratkaisuilla on mahdollisuus ylittää ison mittaluokan kasvihuonepäästöjen vähenemisiin maailmalla.

Kansainvälisen ilmastohyödyn eli hiilikädenjäljen kasvattaminen pitääkin asettaa Suomen ilmastopolitiikan tavoitteeksi kansallisten päästöjen vähentämisen ohella. Etusija tulisi antaa toimille, jotka auttavat tuottamaan maailmalle uusia ratkaisuja ja joiden mahdollisuudet maailmanlaajuisesti ovat erityisen suuria. Suomalaisten yritysten hiilikädenjäljen merkitystä on korostettu myös hallituksen kestävyystiekartassa.

Suomen vahvuudet liittyvät muun muassa valmistavan teollisuuden energiatehokkaisiin ratkaisuihin, liikenteen sähköistämiseen sekä bioenergiatuotteiden kehittämiseen. Liikenteen sähköistymisessä Suomesta löytyy osaamista muun muassa liikkuvissa työkoneissa. Energia-alan lupaavimmat kasvumahdollisuudet liittyvät sähköistymiseen, älykkäisiin energiaratkaisuihin, vähähiilisiin energiantuotantoteknologioihin ja teollisuuden energiaratkaisuihin, kuten vetyyn.

Suomeen on syntymässä vahva akkuteollisuuden keskittymä. Tulevina vuosina on tärkeää, että Suomi investoi akkuteollisuuden arvoketjun korkeamman jalostusarvon tuotteiden kehittämiseen. Mikäli suunnitellut investoinnit toteutuvat, Suomeen syntyvällä akkuteollisuuden arvoketjulla on EU:ssa merkittävä kädenjälkivaikutus, kun polttomootorit korvautuvat liikenteessä akkuihin perustuvilla ratkaisuilla.

Puhtaiden ratkaisujen kansainvälisen liiketoiminnan ja viennin kasvattamista rajoittaa jo nyt kasvava osaajapula. Energia-alan asiantuntijoiden lisäksi tarvitaan digitalisaatio-osaajia sekä kansainvälisen liiketoiminnan ammattilaisia. Kasvun tueksi tarvitaan myös kansainvälisiä kumppaneita sekä lisäinvestointeja teollisen mittakaavan testaus- ja demonstraatioympäristöihin.

Suomen tulee aktiivisesti kertoa toimistaan ja osaamisestaan eri foorumeilla. Näistä keskeisiä ovat esimerkiksi puhtaan energian ministerikokous (Clean Energy Ministerial, CEM) ja Mission Innovation (MI), joiden jäseniä ovat G20-maat, useat EU-maat ja Pohjoismaat.

Uudet innovatiiviset ratkaisut eivät välttämättä kaikilta osin ole toteutettavissa voimassa olevan lainsäädännön puitteissa, vaikka ne edistäisivätkin energiapolitiikan ja -lainsäädännön tavoitteita. Tällaiset innovatiiviset ratkaisut saattavat kuitenkin osoittautua toimiviksi, ja niiden testaaminen käytännössä energiamarkkinoilla voi olla hyödyllistä. Myös uusia lainsäädännöllisiä ratkaisuita voidaan mahdollisesti samalla kehittää. Murroksessa olevalla energia-alalla uudet innovaatiot ja ratkaisut ovat tarpeen, mistä syystä testiympäristöt mahdollistavaa sääntelyä olisi hyvä tarkastella, erityisesti energiamarkkinoilla, joilla sääntely on entistä yksityiskohtaisempaa.

Energia-alan tasa-arvo

Uudet linjaukset:

- Edistetään energia-alalla tasa-arvoa koulutuksessa, uralla etenemisessä ja palkkauksessa sekä energiasektorin mainetta tasa-arvoisena työpaikkana kaikille.

Suomi liittyi vuonna 2018 kansainväliseen Equal by 30 -kampanjaan. Sen tavoitteena on varmistaa energia-alalla samapalkkaisuus, sukupuolten tasa-arvo johtajavalinnoissa ja kaikille yhtenäiset mahdollisuudet opiskeluun ja uravalintaan vuoteen 2030 mennessä. Kampanja on osa kansainvälisen energiajärjestö IEA:n teknologiaohjelmaa, joka edistää puhtaan energian sektorin mahdollisuuksia tasa-arvoisena työympäristönä. Energia-alan uudet työpaikat syntyvät pääosin uusiutuvaan energiaan.

Standardointi

Uudet linjaukset:

- Edistetään ja kannustetaan vahvaa osallistumista teollisuuden kilpailukyvyn kannalta keskeiseen energia-alan eurooppalaiseen ja kansainväliseen standardointityöhön.

Käynnissä oleva energiasiirtymä on tilaisuus kehittää tuotteita ja palveluita niin kansallisiin tarpeisiin kuin kansainvälisille markkinoille. Kansainvälisellä standardoinnilla on suuri merkitys uuden teknologian yleistymisessä ja se mahdollistaa tuotteelle globaalit markkinat. Edistämällä kansainvälistä ja eurooppalaista standardointia voidaan vaikuttaa EU:n sisämarkkinoiden toimivuuteen sekä kehittää teollisuuden ja yritysten kilpailukykyä siirtymässä kohti ilmastoneutraalia taloutta.

Osallistumalla aktiivisesti uusiutuvan energiateknologian ja sähköverkkojen kansainväliseen standardointiin, vahvistetaan kansallisten asiantuntijoiden osaamista, kansainvälistä verkostoitumista sekä edistetään suomalaisen teknologian ja osaamisen vientimahdollisuuksia. Uusiutuvan energiateknologian standardit tukevat YK:n kestävän kehityksen tavoitteita ja auttavat kansallisten ilmastotavoitteiden saavuttamisessa.

2.9 Verotus

Hallituskaudella jo aikaisemmin päätetyt linjaukset:

- Fossiilisten polttoaineiden verotusta korotetaan kuluttajahintojen ennustetun nousun mukaisesti 250 miljoonalla eurolla vaalikauden aikana.
- Poistetaan parafiinisen dieselöljyn verotuki asteittain vuosina 2021-2023
- Biokaasun veromallissa vero kohdistetaan vain liikennekäyttöön, ei lämmityskäyttöön.
- Sähköistämisen edistämiseksi vapautetaan täyssähköautot autoverosta ja korotetaan sitä vastaavasti täyssähköautojen ajoneuvoveron perusveroa. Ajoneuvoveron korotus ei koske aiemmin käyttöön otettuja täyssähköautoja. Autoveron vapautus koskee 1.10. 2021 jälkeen verotettavia autoja.
- Varmistetaan, että auton käyttövoiman konversiot, jotka mahdollistavat vähäpäästöisemmän liikkumisen, otetaan huomioon niin auto-, ajoneuvo- kuin käyttövoimaverotuksessa.
- Nollapäästöisten työsuhdeautojen verotusarvoa alennetaan määräaikaisesti vuosille 2021-2025, sähköautojen latausetu vapautetaan tilapäisesti 2021-2023, työsuhdematkalipun verovapautta korotetaan 3 400 euroon, työsuhdepolkupyöräetu muutetaan verovapaaksi 750 euroon asti
- Vähäpäästöisten työsuhdeautojen verotusarvoa alennetaan 85 eurolla kuukaudessa vuosille 2022-2025. Muutos koskee vähäpäästöisiä hybridejä ja kaasulla kulkevia työsuhdeautoja.
- Säädetään laki, joka mahdollistaa kaupunkiseutujen liikenteen hallintaan tähtäävien ruuhkamaksujen käyttöönoton.
- Alennetaan teollisuuden sähkövero EU:n sallimaan minimiin kustannusneutraalisti. Poistetaan teollisuuden energiaveron palautusjärjestelmä. Muutos toteutetaan siten, ettei se johda kohtuuttomiin tilanteisiin yksittäisten toimijoiden kannalta.
- Alennetaan verotukea yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa sekä korotetaan verotaso lämmityspolttoaineissa niin, että verotulot kasvavat yhteensä 100 miljoonaa euroa vaalikauden aikana. Edistetään kysyntäjoukon kannustimia esimerkiksi dynaamisella sähköverotuksella. Sähkön varastoinnin kahdenkertainen verotus poistetaan myös pumppuvoimaloiden ja nykyistä pienempien akkujen osalta.

- Kaukolämpöverkkoon lämpöä tuottavat konesalit, lämpöpumput ja sähkökattilat siirretään alempaan sähköveroluokkaan II. Myös kaukolämpöverkon ulkopuoliset konesalit, jotka täyttävät energiatehokkuus- ja energian hyödyntämiskriteerit, ja teollisen kokoluokan kiinteistökohtaiset lämpöpumput ovat oikeutettuja alennettuun sähköveroon. Sähköveronalennus koskee myös geotermisten lämpöläitosten kiertovesipumppuja. Muutokset saatetaan voimaan, kun toimille on saatu tarvittava hyväksyntä EU:lta.
- Kierrätysteollisuus siirretään teollisuuden sähköveroluokkaan vuoden 2022 alusta alkaen. Kalankasvatus sisällytetään maatalouden energiaveron palautukseen, jolloin sähkövero alenee teollisuuden sähköveroluokkaan edellyttäen, että toimelle saadaan tarvittava hyväksyntä EU:lta.
- Otetaan käyttöön turpeen lattiahintamekanismi vuoden 2022 alusta. Lattiahintaa perustuu lakiin kirjattavaan päästöoikeuden hinnan ja turpeen veron yhteenlaskettuun tasoon (e/tCO₂), jonka arvioidaan asiantuntija-arvioiden perusteella riittävän turpeen energiakäytön vähintään puolittumiseen vuoteen 2030 mennessä.
- Nostetaan määräajaksi energiaturpeen verottoman käytön rajaa nykyisestä 5 000 MWh:sta 10 000 MWh:iin vuosiksi 2022–2026 ja 8 000 MWh:iin vuosiksi 2027–2029 siten, että vuosina 2022–2029 veroa maksetaan vain rajan ylittävältä osalta.
- Otetaan vuonna 2023 käyttöön kaivosvero kaivostoiminnan sähköveron korotuksen sijaan.
- Lämmitystapamuutoksia tuetaan öljylämmityksen korvaamisen osalta korottamalla kotitalousvähennyksen enimmäismäärää 2 250 eurosta 3 500 euroon ja korvausprosenttia 40:stä 60:een. Muutos on väliaikainen ja se on voimassa vuosina 2022–2027. Kotitalousvähennyistä ei saa, jos on saanut muuta avustusta vastaavaan työhön. Hallituksen tavoite on, että Suomen kestävä kasvun ohjelman kautta tulevien tukien jälkeen muutostyöt voisivat jatkaa kotitalousvähennyksen tukemana.
- Jäteveron veropohjaa laajennetaan vuoden 2023 alusta alkaen. Tarkemmista yksityiskohdista päätetään kevään 2022 kehysriihessä valmisteilla oleva selvitys huomioon ottaen.
- Käynnistetään työ, joka tähtää tätä hallituskautta pidemmällä aikajaksolla liikenteen verotuksen fiskaalisen pohjan turvaamiseen. Työssä otetaan huomioon sosiaalinen oikeudenmukaisuus ja alueellinen tasa-arvo samalla, kun päästövähennykset tiukentuvat.
- Hallitus laatii energiaverotuksen tiekartan, joka yhdessä päästökaupan kanssa tukee 2035 hiilineutraalisuustavoitteen toteutumista. Laajapohjaisessa valmistelussa arvioidaan, miten turvataan veropohja päästövähennysten ja teknologiamuutosten yhteydessä sosiaalisesti ja alueellisesti oikeudenmukaisella tavalla huomioiden elinkeinoelämän toimintaedellytykset.
- Käynnistetään selvitys siitä, miten kotitalousvähennyistä voitaisiin laajentaa myös muihin energiaremontteihin sekä taloyhtiön teettämiin remontteihin. Lisäksi selvitetään, kuinka kotitalousvähennyistä voidaan kehittää niin, että vähennys kannustaa korjauspalveluihin ja korjausremontteihin, pidentää rakennusten ja materiaalien käyttöikä, parantaa energiatehokkuutta tai muulla tavoin tukee kiertotaloutta ja päästöjen vähentämistä. Selvitys valmistuu helmikuun 2022 loppuun mennessä.
- Käynnistetään TEAS-hanke, jonka tavoitteena on kehittää elintarvikkeiden ja muiden kulutustuotteiden elinkaari- ja päästöjen arviointia kulutusverotuksen suuntaamiseksi ilmasto- ja ympäristövaikutukset huomioivaksi.
- Sähkön pientuotannon verottomuutta jatketaan.

Hallituksen linjaamista veromuutoksista suurin osa on jo toteutettu vuosien 2020-2022 aikana. Liikenteen polttoaineiden veroja korotettiin elokuusta 2020 lähtien noin 254 miljoonalla eurolla, parafiinisen dieselöljyn verotuki poistuu voimassa olevan lainsäädännön mukaan vuosien 2021-2023 aikana ja biokaasun liikennekäytölle asetettiin vero vuoden 2022 alusta. Vuoden 2021 alusta sähköveroluokka II alennettiin EU:n vähimmäisverotasolle, lämmityspolttoaineiden veroja korotettiin 2,7 euroa/MWh ja

yhdistetyn tuotannon verollisten polttoaineiden määrä pienentävä 0,9-kerroin poistettiin. Energiaintensiivisten yritysten veronpalautus poistuu voimassa olevan lain mukaan asteittain vuoteen 2025 mennessä. Sähkön varastoinnin verotus uudistettiin vuoden 2019 alusta kahdenkertaisen verotuksen poistamiseksi ja sähköntuotannon omakäyttölaitteiden määritelmää koskevaa sääntelyä täsmennettiin 14.9.2020 siten, että pumppuvoimaloiden kuluttama sähkö luetaan verottomissa omakäyttölaitteissa kulutetuksi.

Energiaverotuksen uudistamista selvittänyt työryhmä valmisteli hallitusohjelmakirjausten toimeenpanoa ja arvioi energiaverojärjestelmän kehitystarpeita. Työryhmä sai työnsä päätökseen syyskuussa 2020⁸. Hallitusohjelmakirjauksiin liittyen työryhmä myös yhti työ- ja elinkeinoministeriön älyverkkotyöryhmän näkemykseen dynaamisesta sähköverosta, eikä kannattanut dynaamisen sähköveron käyttöönottoa.

Liikenteen verotuksen uudistamista selvittänyt työryhmä luovutti loppuraporttinsa toukokuussa 2021⁹. Loppuraportissa liikenteen verotusta tarkastellaan kokonaisuutena päästövähennysten sekä veropohjan turvaamisen kannalta. Loppuraportissa tarkastellaan myös hallitusohjelman kirjausten pohjalta konversioiden verokohtelua. Työryhmän mukaan konversioiden edistäminen auto- ja ajoneuvoverotuksen keinoin ei ole perusteltua, mutta jos konversioiden yleistymistä katsotaan tarpeelliseksi edistää, se on mahdollista toteuttaa jatkamalla nykyistä suoraa muuntotukea.

2.10 Ilmastonmuutokseen sopeutumisen vahvistaminen

Uudet linjaukset:

- Vahvistetaan energia- ja teollisuussektoreiden ilmastonmuutoksen vaikutusten ja seurausten riskienhallintaa ja huomioidaan tämä seuraavan kansallisen sopeutumis suunnitelman valmistelussa vuonna 2022.
- Varmistetaan investoinnit säävarman infrastruktuurin kehittämiseen strategian sähköverkkoja koskevan kappaleen (2.7.1) mukaisesti.

Kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutumis suunnitelman päämääränä on, että yhteiskunnalla on kyky hallita ilmastonmuutokseen liittyvät riskit ja sopeutua ilmastossa tapahtuviin muutoksiin. Tavoitteina on että

- 1) ilmastonmuutokseen sopeudutaan kustannustehokkaasti viemällä sopeutuminen osaksi eri toimialojen normaalia suunnittelua ja päätöksentekoa,
- 2) toimijoilla on käytettävissään tarvittavat ilmastoriskien arviointi- ja hallintamenetelmät ja
- 3) tutkimus- ja kehitystyö, viestintä ja koulutus lisäävät yhteiskunnan sopeutumiskykyä, innovatiivisia ratkaisuja sekä tietoisuutta ilmastonmuutokseen sopeutumisesta.

Ilmastolain mukaisesti suunnitelma päivitetään vähintään kerran kymmenessä vuodessa. Lisäksi laki edellyttää tarpeen mukaan hallinnonalakohtaisia sopeutumisen toimintaohjelmia. Seuraava vuoteen 2030 ulottuva kansallinen sopeutumis suunnitelma valmistellaan maa- ja metsätalousministeriön johdolla vuoden 2022 aikana.

⁸ Energiaverotuksen uudistamista selvittävän työryhmän raportti ehdotukseksi hallitusohjelman kirjausten ja tavoitteiden toteuttamisesta sekä energiaverotuksen muusta kehittämisestä, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-367-299-4>

⁹ Liikenteen verotuksen uudistamista selvittävän työryhmän loppuraportti, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-367-521-6>

Helmikuussa 2021 hyväksytyt EU:n uusi ilmastonmuutokseen sopeutumisstrategia painottaa muun muassa infrastruktuurin, ja erityisesti kriittisen infrastruktuurin, kuten sähköverkkojen, ilmastokestävyysinvestoimista. Kansallinen sopeutumis suunnitelma toimeenpanee osaltaan EU:n ilmastonmuutokseen sopeutumisstrategiaa.

2.11 EU-vaikuttaminen

Linjaukset:

- EU-tasolla on sitouduttava kunnianhimoisiin toimiin energijärjestelmän laaja-alaiseksi irrottamiseksi fossiilisista polttoaineista. Päästöjen vähentämisen on oltava ensisijainen tavoite EU:n ilmasto- ja energiapoliittista lainsäädäntökehystä uudistettaessa.
- EU:n ilmasto- ja energialainsäädäntöä pyritään kehittämään siten, että ilmasto- ja energiatavoitteet toteutetaan kustannustehokkain ja vaikuttavin toimin. Päästö- ja energiamarkkinoiden tehokkuudesta huolehditaan ottaen huomioon toimitus- ja huoltovarmuus.
- Varmistetaan laaja ja ennakoiva EU-tason vaikuttaminen, yhteistyöverkostojen kautta tapahtuva aktiivinen tiedonkeruu sekä riittävät resurssit osallistua ilmastopolitiikan kunnianhimon, kansallisen vaikuttamisen ja toimeenpanon kannalta keskeisiin EU-hankkeisiin.
- EU-vaikuttamistyössä edistetään investointeja, uusiutuvan energian kestävä tuotantoa ja ilmastotavoitteiden saavuttamista tukevaa sääntelyä sekä ennakoitavaa toimintaympäristöä. Vahvistetaan lainsäädännön arviointineuvoston esiin nostamalla tavalla direktiivien toimeenpanon säädösvaikutusten etu- ja jälkikäteisarviointia.

Ilmasto- ja energiapolitiikkaa koskeva EU-sääntely on jatkuvassa muutoksessa. Kansallisesti toimeenpantavien velvoitteiden määrä lisääntyy ja yksityiskohtaistuu. Toimeenpanon haasteita lisäävät myös uudet horisontaaliset kaikessa huomioon otavat arvotemat sekä useista eri EU-säädöksistä samaan yksittäiseen substanssialueeseen, esimerkiksi liikenteeseen, kohdistuvat velvoitteet. Verkostoissa toimiminen tiedon kokoamiseksi ja jakamiseksi sekä oikea-aikainen vaikuttaminen ovat olleet kansallisen vaikuttamisen kannalta merkityksellisessä roolissa.

EU:n ilmastotavoitteiden tulee olla linjassa Pariisin tavoitteiden kanssa ja kiristyä ajan myötä. EU:n yhteinen kunnianhimoinen ilmastopolitiikka ja sen luoma ennakoitava toimintaympäristö ovat myös Suomen kansallinen etu.

3 Vaikutusarviot

3.1 Ilmastotavoitteiden saavuttaminen

Tässä luvussa esitetyt päästökehitykset perustuvat VTT:n johdolla valmistellussa HIISI-hankkeessa¹⁰ sekä sen jatkoselvityksessä¹¹ laadittuihin energijärjestelmä- ja päästömallinnuksiin. HIISI-hanke tuotti suuren määrän taustalaskelmia ja aineistoja, joita on hyödynnetty ilmasto- ja energiastrategian laadinnassa. Jatkoselvityksen tavoitteena oli puolestaan arvioida hallituksen ilmasto- ja energiapoliittisten päätösten vaikutuksia Suomen kasvihuonekaasupäästöihin sekä energia- ja kansantalouteen. Arviointeja varten keskeisiä ovat seuraavat kaksi pääskenaariota:

- perusskenaariota edustava HIISI-jatkoselvityksen WEM-skenaario sekä

¹⁰ HIISI-selvitys <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-257-2> ja www.hiisi2035.fi

¹¹ [VTT Technology 402: Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ilmasto- ja energiapoliittisten toimien vaikutusarviot](#)

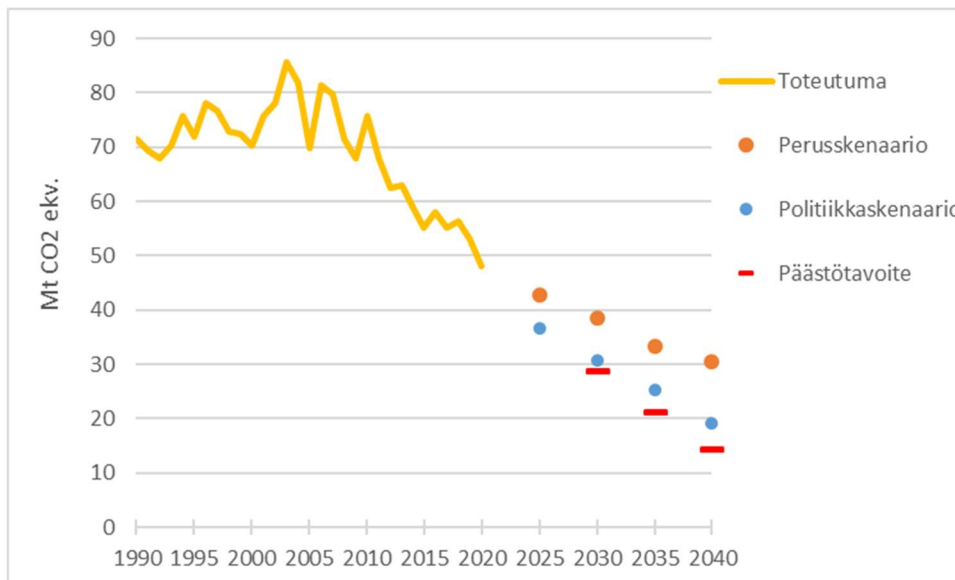
- politiikkaskenaario, jota kuvaa HIISI-jatkoselvityksen WAM-H-niminen skenaario.

Perusskenaario kuvastaa kehitystä nykyisessä toimintaympäristössä ottaen huomioon teknologioiden, toimialojen, markkinoiden ja infrastruktuurin kehitykset, heijastellen trendinomaista etenemistä ja huomioiden 31.12.2019 ja sitä aikaisemmin toimeenpannut ilmasto- ja energiapolitiikan ohjaus- ja politiikkatoimet. Perusskenaario toimii vertailuskenaariona politiikkaskenaariolle, johon on sisällytetty 1.1.2020 jälkeen päätetyt politiikkatoimet mukaan lukien tässä strategiassa ja Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmassa linjatut toimet. Kummankin skenaarion kohdalla on mallinnettu minkälaiseen päästökehitykseen skenaario johtaa, eikä mallinnuksessa ole asetettu päästötavoitteita, joihin skenaariot pakotetaan.

3.1.1 Hiilineutraalius 2035

Kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärä vuosina 1990–2020 on esitetty kuvassa 1 yhdessä perus- ja politiikkaskenaarion päästökehityksillä vuoteen 2040. Suomen hiilineutraaliustavoite tarkoittaa, että kasvihuonekaasupäästöjen ja hiilinielujen tulee olla samalla tasolla vuonna 2035 ja siitä eteenpäin nielujen tulee olla päästöjä suuremmat. Kuvan 1 vuoden 2035 päästötavoite vastaa hiilineutraalisuustavoitetta, jossa kasvihuonekaasupäästöt on määritetty HIISI-hankkeen maankäyttösektorin mallinnustulosten sekä hallituksen nielujen vahvistamispäätöksen perusteella. Kun perusskenaarion 18 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. nettohiilinielua vahvistetaan hallituksen maankäyttösektorin osalta linjaamalla 3 miljoonalla tonnilla CO₂-ekv., saadaan maankäyttösektorin nettohiilinieluksi ja samalla vuoden 2035 päästötavoitteeksi 21 miljoonaa tonnia CO₂-ekv.

Kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärä vähenee perusskenaariossa vuoden 2020 jälkeen suunnilleen samassa tahdissa kuin 2000-luvun alkuvuosikymmeninä keskimäärin, mutta politiikkaskenaariossa vielä selvästi nopeammin. Vuonna 2035 politiikkaskenaarion päästöt ovat noin 25 miljoonaa tonnia CO₂-ekv., joten päästökului hiilineutraaliustavoitteeseen on runsaat 4 miljoonaa tonnia CO₂-ekv.



Kuva 1. Toteutuneet kokonaispäästöt 1990–2020, päästökehitys perus- ja politiikkaskenaariossa 2025–2040 sekä päästötavoitteet vuosille 2030, 2035 ja 2040.

HIISI-tuloksissa nähdään vuoteen 2035 saakka päästövähennysten voimakasta painottumista energiantuotannon sektorille, pääosin sähkön ja lämmön tuotantoon, joissa tehokkaana taloudellisena ohjaustekijänä on päästökauppa ja siinä määräytyvä päästöoikeuksien hinta. Tuntuvia suhteellisia vähennyksiä saadaan kuitenkin myös rakennusten erillislämmityksessä, jossa energiaverotus on ohjaavana tekijänä öljylämmityksen luopumistuen ohella, sekä F-kaasupäästöissä, joiden vähennyksiin ohjaavat EU-tason haitallisten aineiden käyttörajoitukset ja standardit. Poliittikkaskenaariossa sekä näiden sektoreiden että myös liikenteen ja työkoneiden päästöt vähenevät perusskenaariota selvästi voimakkaammin. Työkoneiden ja lämmityksen irtautumista fossiilisista polttoaineista vauhdittavat poliittikkaskenaariossa korkeammat valmisteverotaset ja biopolttoaineiden jakeluvälvoitteiden korotukset.

Skenaarioiden tulokset osoittavat, että teollisuussektoreilla kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen on huomattavasti hankalampaa kuin energiantuotannossa, siitäkin huolimatta, että suuri osa teollisuuden päästöistä kuuluu päästökaupan piiriin. Suomessa suurimmat teollisuusprosessien kasvihuonekaasupäästöt syntyvät hiilliteräksen valmistuksessa ja fossiilisen öljyn jalostuksessa. Päästöjen vähentämiseksi on kehitteillä uutta teknologiaa, mutta sen kaupallistumiseen ja laajamittaiseen käyttöönottoon liittyy huomattavaa epävarmuutta.

Poliittikkaskenaariossa on oletettu, että SSAB:n Raahen terästehtaan masuunit poistuvat vasta vuoden 2035 jälkeen. Mikäli SSAB siirtyy tammikuussa 2022 julkaistun tiedotteen mukaisesti myös Raahessa fossiilivapaaseen teräksentuotantoon jo vuonna 2030, päästöt vähenevät skenaariossa 3-4 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. enemmän, mikä kaventaisi merkittävästi päästökuilua hiilineutraaliustavoitteeseen.

Hiilidioksidin talteenoton (CCS) teknologian investointien vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin tulee poliittikkaskenaariossa tuntuvaksi vasta vuodesta 2040 alkaen ja vuonna 2050 CCS:n tuoma vähennys on kaikkiaan noin 9 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. Mikäli CCS-investoinnit esimerkiksi maakaasun höyryreformointilaitoksen yhteydessä tai niin sanottuun BECCS (bioenergy CCS) –teknologiaan tulevat kannattaviksi odotettua nopeammin, teollisuuden päästöt voivat olla huomattavasti alhaisemmat ehkä jo vuonna 2035.

Loppuvuodesta 2021 asetettiin tavoite maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Tavoitteena on vähentää maatalouden kasvihuonekaasupäästöjä (maatalouden kasvihuonekaasupäästöt taakanjakosektorilla ja maankäyttösektorilla) 29 prosenttia vuoden 2019 tasosta vuoteen 2035 mennessä. Maatalouden päästöt taakanjakosektorilla ovat runsaat 6 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. ja maankäyttösektorilla yli 8 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. Päästövähennys tarkoittaisi siten yhteensä noin 4 miljoonan tonnin päästövähennystä. HERO- eli maatalouden hiili-euro-ohjelma on parhaillaan työn alla Luonnonvarakeskuksessa. Työn tavoitteena on laatia ohjelma siitä, miten saavutetaan 29 prosentin vähennys maatalouden kasvihuonekaasupäästöissä vuoteen 2035 mennessä ilman että maatalojen talous heikkenee, vaan päinvastoin se vahvistuu. Maatalouden ilmasto- ja ympäristötoimenpiteet kerätään yhdeksi toimenpidekokonaisuudeksi, jossa määritellään tarkemmin päästövähennyspolku vuoteen 2035. Vuoden 2023 alussa alkavan uuden EU:n yhteisen maatalouspolitiikan (CAP) kauden mukaiset Suomessa vuosina 2023-27 toteutettavat toimenpiteet edistävät tavoitellun 29 prosentin päästövähennyksen saavuttamista, mutta tämän lisäksi tarvitaan koko joukko CAP:n ulkopuolisia ja markkinaehtoisia toimia tavoitteen saavuttamiseksi.

Toisaalta myös tavoite 3 miljoonan tonnin maankäyttösektorin nielun vahvistamisesta kohdistuu HIISI-selvityksen mukaan pitkälti maan- ja pellonkäyttöön, mikä saattaa tarkoittaa ainakin jonkinasteista päällekkäisyyttä edellä mainitun maatalouden 29 prosentin päästövähennystavoitteen kanssa. Päästötavoite tai päästökuilutarkastelu sisältää myös muita niin positiivisia kuin negatiivisia epävarmuuksia. Esimerkiksi EU-komission vastikään esittämien toimien (kuten liikenteen ja rakennusten erillislämmityksen päästökauppa) toteutuminen on tässä vaiheessa epävarmaa. Myös teollisuuden aktiviteetin ja sen

päästöratkaisuja (kuten edellä mainittu Raahen terästehtaan masuunien poistuminen) sekä teknologian kehittymistä (esim. puhtaan vedyn valmistuskustannus) on vaikea ennustaa yli 10 vuoden päähän – samoin ihmisten kulutuskäyttäytymistä (esimerkiksi punaisen lihan kulutus) ja valintoja esimerkiksi liikkumisen suhteen. Edellä mainittujen tekijöiden vuoksi jopa pelkkä perusskenaario voi muuttua paljonkin verrattuna nykyiseen arvioon.

Kaiken kaikkiaan hiilineutraalius vuonna 2035 voidaan nykytiedon perusteella arvioida saavutettavaksi politiikkaskenaarion päätetyin toimin, mikäli edellä mainitut sekä Raahen terästehtaan masuunien käytöstä poistaminen että maatalouden uusin päästövähennystavoite toteutuvat.

3.1.2 Kokonaispäästöt 2030 ja 2040

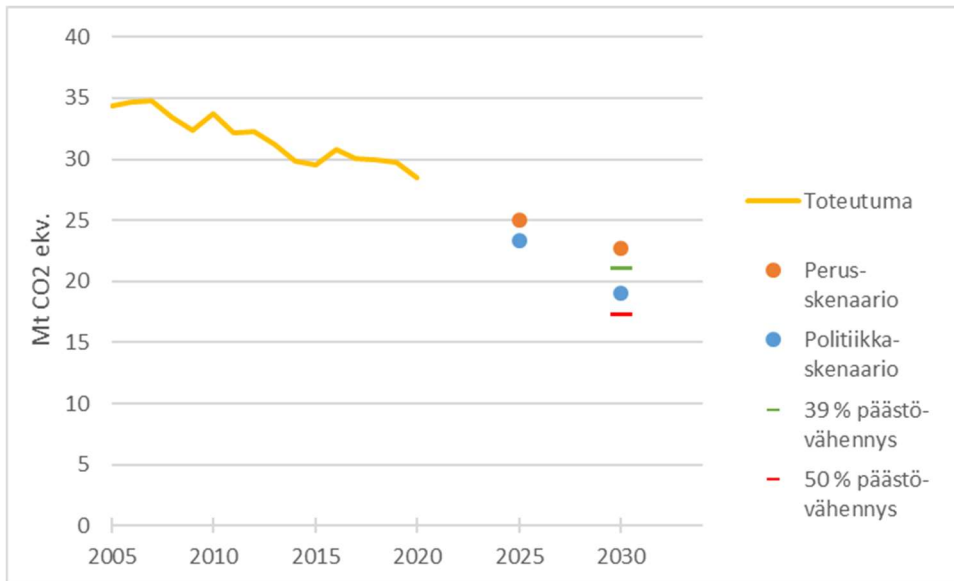
Uudistettavana olevassa ilmastolaissa tullaan säätämään uusista ilmastotavoitteista. Vuoden 2035 hiilineutraaliustavoitteen lisäksi esityksessä ehdotetaan säädettäväksi kokonaispäästöille vähennystavoitteet vuosille 2030 ja 2040. Kesällä 2021 lausunnolla olleessa ilmastolakiluonnoksessa esitettiin päästövähennystavoitteeksi vuodelle 2030 vähintään 60 prosentin vähennystä ja vuodelle 2040 vähintään 80 prosentin vähennystä verrattuna vuoteen 1990. Nämä tavoitteet on merkitty kuvaan 1 yhdessä perus- ja politiikkaskenaarion kehityksen kanssa.

Mikäli päästöt vähenisivät ainakin 60 prosenttia vuoteen 2030, niitä olisi jäljellä korkeintaan 28 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. Politiikkaskenaariossa kasvihuonekaasupäästöt ovat vajaat 31 miljoonaa tonnia CO₂-ekv., joten päästökuilu olisi runsaat 2 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. ilman edellä mainittuja skenaarioon sisällytettäviä, mutta mahdollisesti toteutuvia toimia. Vuonna 2040 politiikkaskenaarion päästöt ovat noin 19 miljoonaa tonnia CO₂-ekv., kun ne ilmastolakiluonnoksen mukaan saisivat olla korkeintaan 14 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. Päästökuilu vuonna 2040 olisi siten noin 5 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. Mikäli SSAB siirtyy myös Raahessa fossiilivapaaseen teräksentuotantoon jo vuonna 2030, vähenisivät päästöt vuoden 2030 ilmastolakiluonnoksen päästövähennystavoitteen mukaisesti. Lisätoimia tarvittaisiin edelleen vuoden 2040 päästötavoitteen saavuttamiseksi.

Politiikkaskenaariossa päästökuilu kasvaa vuoteen 2040 asti, jonka jälkeen mallinnuksessa oletetut uudet teknologiat mahdollistavat jopa 90 prosentin päästövähennyksen vuonna 2050.

3.1.3 Taakanjakosektorin päästöt 2030

Taakanjakosektorin päästöt ovat politiikkaskenaariossa 19 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. vuonna 2030, mikä on noin 2 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. alle nykyisen EU-lainsäädännön mukaisen 39 prosentin päästövähennystavoitteen. EU:n kiristyvien ilmastotavoitteiden yksityiskohdista ei ole vielä sovittu, eikä näin ollen vielä tiedetä aivan tarkalleen, mihin Suomen uusi taakanjakosektorin päästövähennystavoite asettuu. Sekä HIISI-hankkeessa että tässä vaikutusarvioinnissa oletetaan, että vuoden 2030 päästötavoite asettuu EU:n taakanjakoehdotuksen mukaisesti 50 prosenttiin vuoden 2005 päästöihin verrattuna. Komission laskema Suomen vuoden 2005 päästöjen vertailuluku on 34,4 miljoonaa tonnia CO₂-ekv., jolloin 50 prosentin päästövähennystä vastaava päästötavoite olisi 17,2 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. Tähän määrään nähden politiikkaskenaarion taakanjakosektorin päästökuilu on vajaat 2 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. ilman joustojen käyttöä. Kuvassa 2 havainnollistetaan taakanjakosektorin toteutuneet päästöt 2005–2020, vuoden 2030 päästötavoitteen tarkastellut vaihtoehdot sekä päästökehitys perus- ja politiikkaskenaariossa.



Kuva 2. Taakanjakosektorin toteutuneet päästöt 2005–2020, vuoden 2030 päästötavoitteet ja päästökehitys perus- ja politiikkaskenaariossa.

Taakanjakosektorin päästövähennysveloitteen täyttämiseksi sallitaan useiden erilaisten joustokeinojen käyttö. Hyödynnettävissä olevien joustojen lopullista suuruutta ei tässä vaiheessa vielä tiedetä. HIISI-hankkeen arvioissa kertaluontoista joustoa päästökaupparektorilta ja maankäyttösektorin joustoja on oletettu olevan yhteensä 1,1 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. vuonna 2030. Mikäli nämä joustot käytetään täysimääräisesti ja toteutetaan Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman mukaiset toimet, päästään taakanjakosektorille asetettuun 50 prosentin päästövähennystavoitteeseen.

Taakanjakosektorin keskeisin epävarmuus liittyy liikenteen kehitykseen, jonka kasvihuonekaasupäästöjen tulisi vähintään puolittua vuoden 2005 tasosta, jotta taakanjakosektorin tavoite voidaan saavuttaa. Maataloussektori on liikenteen jälkeen toiseksi suurin taakanjakosektorin päästölähde, joten maatalouden päästövähennysten lisäys helpottaisi muiden taakanjakosektoreiden taakkaa ja päästötavoitteiden saavuttamista. 55-valmiuspaketin kaikkia aloitteita, jotka voisivat tuoda helpotusta Suomen taakanjakosektorin tavoitteeseen, ei ole myöskään huomioitu politiikkaskenaarion päästökulun mallinnuksessa ja arvioinnissa.

Mikäli osoittautuu, ettei päätetyillä toimilla yllä taakanjakosektorin päästövähennystavoitteisiin, tarvitaan uusia politiikkatoimia tai olemassa olevien toimien vahvistamista. KAISU-suunnitelmassa esitetään useita toimia, joita ei ole sisällytetty politiikkaskenaarioon, koska niistä ei ole poliittisia päätöksiä. Näiden tai muiden uusien toimien käyttöönottoa tulee tarvittaessa harkita.

3.2 Valtiontalousvaikutukset

Rahoitustarpeita koskevat asiat käsitellään normaaliin tapaan valtion talousarviota ja julkisen talouden suunnitelmaa koskevissa menettelyissä valtiontalouden menokehysten puitteissa sovittaen ne yhteen muiden menotarpeiden kanssa. Seuraavassa on esitetty ilmasto- ja energiastrategiaan sisällytettävien politiikkatoimien rahoitustarpeita ja arvioita vaikutuksista verokertymiin. Vain osalle esitetyistä rahoitustarpeista on tällä hetkellä olemassa päätökset rahoituksesta.

3.2.1 Suomen kestävän kasvun ohjelman rahoitus

Kestävän kasvun ohjelman rahoitus tulee EU:n kertaluonteisesta elpymisvälineestä (Next Generation EU). EU:lta tuleva rahoitus maksetaan valtion talousarvion kautta. Elpymisväline jakaantuu seitsemään ohjelmaan, joista elpymis- ja palautumistukiväline (RRF) on kooltaan ylivoimaisesti suurin. Kestävän kasvun ohjelma jakautuu neljään pilariin, joista ensimmäinen koskee vihreää siirtymää, joka tukee talouden rakennemuutosta ja hiilineutraalia yhteiskuntaa.

Vihreää siirtymää koskeva rahoitus jakaantuisi seuraavasti:

- Energiasiirtymä yhteensä 318,7 miljoonaa euroa, josta energia-infrastruktuuri 155 miljoonaa euroa, investoinnit uuteen energiateknologiaan 161 miljoonaa euroa ja Ahvenanmaan uusiutuvan energian investointi 2,7 miljoonaa euroa.
- Vihreää ja digitaalista siirtymää tukevat teollisuuden uudistukset ja investoinnit yhteensä 326 miljoonaa euroa, josta vähähiilinen vety sekä hiilidioksidin talteenotto ja hyödyntäminen, 156 miljoonaa euroa, teollisuuden prosessien suora sähköistäminen ja vähähiilistäminen, 60 miljoonaa euroa, keskeisten materiaalien ja teollisuuden sivuvirtojen uudelleenkäyttö ja kierrätys, 110 miljoonaa euroa, josta biotalouden osuus 30 miljoonaa euroa ja akkualan kiertotalousratkaisujen osuus 30 miljoonaa euroa.
- Rakennuskannan ilmasto- ja ympäristövaikutusten pienentäminen yhteensä 110 miljoonaa euroa, josta tuetaan rakennusten lämmitysjärjestelmien vaihtamista fossiilisesta öljystä vähähiilisiin energiatehokkaisiin lämmitysmuotoihin 70 miljoonaa euroa ja investointiohjelma kiinteistö- ja rakentamisalalle ilmastomuutostaasteisiin 40 miljoonaa euroa.
- Yhdyskuntien ja liikenteen vähähiiliset ratkaisut yhteensä 40 miljoonaa euroa, josta julkinen liikennesähkön ja -kaasun jakelu- ja tankkausinfrastruktuuri 20 miljoonaa euroa ja yksityinen latausinfrastruktuuri 20 miljoonaa euroa.
- Ympäristökestävyys ja luontopohjaiset ratkaisut yhteensä 30 miljoonaa euroa, josta peltojen kipsikäsittely ja ravinteiden kierrätys 20 miljoonaa euroa ja maankäyttösektorin ilmastokestävät toimenpiteet 10 miljoonaa euroa.

3.2.2 Investointituet uusiutuvaan energiaan ja energiatehokkuuteen

Pienemmän kokoluokan uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden hankkeille energiatukihankkeille varataan riittävä rahoitus, noin [35-40] miljoonaa euroa vuodessa. Tämän lisäksi varataan uuden teknologian demonstraatiohankkeille rahoitusta [150] miljoonaa euroa erikseen vuosittain.

3.2.3 Kuluttajien energianeuvonta

Julkisen talouden suunnittelukaudelle 2023-2026 on ehdotettu 1,92 miljoonaa euroa muun muassa kuluttajien energianeuvontaan. Kuluttajien energianeuvontaan kohdennettava rahoitus jaetaan Energiaviraston toimesta Energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian käytön edistämisen momentin kautta. Lisämäärärahojen tarkoituksena on edistää Suomea sitovien tavoitteiden saavuttamista varmistamalla toisaalta energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian edistämisen vuosittaisen työohjelman riittävä tuloksellisuus sekä toisaalta varmistamalla koko maan kattavaksi laajennetun ja hyvin käyntiin saadun maakunnallisen energianeuvonnan suunnitelmallinen toteutuminen myös jatkossa. Suunnittelukaudella vuosille 2023-2026 maakunnallisen energianeuvonnan toteuttamiseksi tehtyjen ehdollisten sopimusten noudattamien edellyttäen määrärahan tason nostamista 1,92 miljoonalla eurolla.

3.2.4 Teollisuuden sähköistämistuki

Teollisuuden sähköistämistuen kustannusten kustannukset valtiontaloudelle muodostuvat toiminnanharjoittajille maksettavasta tuesta sekä tukiviranomaisen resurssitarpeista. Tuki-intensiteetin ollessa 25 prosenttia, tuen määrä olisi 87 miljoonaa euroa vuonna 2022 ja 150 miljoonaa euroa vuosittain vuosina 2023-2026. Sähköistämistukeen liittyvien viranomaistehtävien kokonaiskustannusten arvioidaan olevan 1,75 miljoonaa euroa vuoteen 2029 mennessä. Tietojärjestelmän pystyttämistä ja ylläpidosta tukiohjelman aikana aiheutuu alustavan arvion mukaan noin 0,22 miljoonan euron kokonaiskustannukset. Muita hallinnollisia kustannuksia kertyy tukiohjelman aikana noin 0,1 miljoonaa euroa.

3.2.5 Taakanjakosektorin toimien kustannukset

(Täydennetään tarvittaessa lopullisesta KAISU-suunnitelmasta)

Liikenne

Fossiilittoman liikenteen tiekartan ensimmäisessä vaiheessa toteutetaan tukia ja kannustimia liikenteen päästöjen vähentämiseksi. Näitä ovat muun muassa erilaiset sähkö- ja kaasuautojen hankintoihin ja jakeluinfran liittyvät tuet sekä kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen tuet. Ensimmäisen vaiheen kustannukset kohdistuvat pääosin vuosille 2022–2026. Niiden on arvioitu olevan yhteensä noin 360 miljoonaa euroa.

Vuoden 2022 budjettiin sisältyy 13,2 miljoonan euron määräraha julkisen lataus- ja tankkausinfran kehittämiseksi ja 10 miljoonan euron määräraha yksityisen latausinfran kehittämiseksi. Määräraha vastaa Fossiilittoman liikenteen tiekartan arvioitua määrärahatarvetta. Suomen elpymis- ja palautumissuunnitelmassa on varauduttu yhteensä 40 miljoonan euron lisärahoitukseen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfran kehittämiseksi vuosille 2021-2023.

Vuoden 2022 budjettiin sisältyy myös 6 miljoonan euron määräraha täyssähköautojen sekä kaasu- ja sähkökäyttöisten paketti- ja kuorma-autojen hankintojen tukemiseksi. Samasta määrärahasta voidaan tukea myös henkilöautojen muuntamista kaasu- tai etanolikäyttöisiksi. Lisäksi sähköisen raskaan liikenteen ekosysteemin kehittämiseen on osoitettu yhteensä 5 milj. euroa, josta 1,5 milj. euroa vuonna 2022.

Joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn edistämiseen on vuoden 2022 budjetissa varattu 113 miljoonaa euroa.

Fossiilittoman liikenteen tiekartassa oli arvioitu, että hankintatukiin tulisi varata vuosina 2022-2025 17,5 miljoonaa euroa/vuosi. Lisäksi liikenteen uusien käyttövoimien murrosta tulisi vauhdittaa tutkimuksen keinoin. Tähän tarkoitukseen tiekartassa on esitetty 2 miljoonan euron määräraha. Fossiilittoman liikenteen tiekartassa on arvioitu, että kävelyn ja pyöräilyn sekä joukkoliikenteen tukiin tulisi ohjata vuosina 2022-2024 53,28 miljoonan euron lisämääräraha. Myös vuoden 2024 jälkeen kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen tukia tulisi jatkaa samalla rahoitustasolla, joka on sisällytetty valtakunnalliseen liikennejärjestelmäsuunnitelmaan (Liikenne 12).

Rakennusten erillislämmitys

Taakanjakosektorin yhtenä keskeisenä tavoitteena on öljylämmityksen korvaaminen vähäpäästöisillä lämmitysmuodoilla vuoteen 2030 mennessä. Asuinrakennuksia sekä palvelu- ja julkisen sektorin kiinteistöjä koskevan tavoitteen saavuttamiseksi on valmisteltu fossiilisesta öljylämmityksestä luopumisen toimenpideohjelman.

Asuinkiinteistöjen öljystä luopumista edistetään käyttöön otetuilla avustuksilla. Vuoden 2022 talousarvioesitykseen sisältyy kotitalouksille 28,9 miljoonan euron avustusmääräraha. Suomen elpymis- ja

palautumissuunnitelmassa on varauduttu 70 miljoonan euron lisärahoitukseen öljylämmityksestä luopumiseen.

Asuinrakennusten päästöjä pyritään myös vähentämään energia-avustuksilla, jota myönnetään energiatehokkuutta parantaviin hankkeisiin. Avustuksiin on alustavasti varattu rahaa yhteensä 100 miljoonaa euroa vuosille 2020–2022. Osa päästövähennysvaikutuksista kohdentuu päästökauppa-sektorin puolelle, mutta tuki on erillislämmityksen tavoitteiden saavuttamisen kannalta todennäköisesti tarpeen jatkossakin.

Kuntien omistamien rakennusten luopumista öljylämmityksestä ja siirtymistä muihin lämmitysmuotoihin on vauhditettu avustuksin lokakuusta 2020 lähtien. Avustuksiin on varattu noin 15 miljoonan euron määräraha. Lisäksi 2022 talousarvioissa on tähän tarkoitukseen kunnille, seurakunnille ja yhdistyksille yhteensä 4,9 miljoonaa euroa. Hallitus on budjettiriihessä syyskuussa 2021 päättänyt, että kuntien öljylämmityksestä luopumiseen maksettavan tuen tuki-intensiteettiä korotetaan 30 prosenttiin hyväksytyistä ja toteutuneista kustannuksista määräaikaista 2022–2024.

Maatalous

HIISI-selvityksen politikkaaskenaarion maataloutta koskevan politiikkaohjauksen kustannukseksi julkiselle vallalle arvioidaan olevan 1870 miljoonaa euroa koko ajanjaksolle 2023–2040. Keskimäärin vuotta kohden päästövähennystoimiin kuluisi laskelman mukaan julkista rahaa noin 105 miljoonaa euroa vuotta kohden.

Maatalouden päästövähennystoimien kustannukset politiikkaskenaariossa yhteensä arvioidaan olevan noin 58 miljoonaa euroa vuonna 2023, 115 miljoonaa euroa vuonna 2030 ja noin 137 miljoonaa euroa vuonna 2040. Syy nouseville kustannuksille on se, että märkien turvemaiden ja metsitysalojen ja vuosittaisten hoitopalkkioiden kokonaismäärä kasvaa.¹²

3.2.6 Veromuutosten valtiontaloudelliset vaikutukset

Seuraavassa on esitetty ilmasto- ja energiastategiaan sisällytettyjen veromuutosten vaikutuksia julkiseen talouteen lyhyellä aikavälillä perustuen veromuutoksista annettuihin hallituksen esitysten vaikutusarviointeihin. Pidemmällä aikavälillä verotuksen ilmasto- ja ympäristöohjaus sekä muu ohjaus ja teknologinen kehitys muuttavat kotitalouksien ja yritysten käyttäytymistä ja energian käyttöä, jolla on vaikutusta verokertymiin.

Energiaverotuksen muutokset (HE 144/2020 vp, HE 167/2020 vp, HE 144/2021 vp, HE 212/2021 vp)

Parafiinisen dieselöljyn verotuen asteittainen poisto vuosien 2021–2023 aikana lisää valtion verotuloja vuositasolla noin 115 miljoonaa euroa sen jälkeen, kun tuki on kokonaan poistettu.

Kaikkiaan lämmitys- ja työkonepolttoaineiden veronkorotus, mukaan lukien yhdistetyn tuotannon verotuen pienentäminen, sähköveroluokan II alennus ja energiaintensiivisten yritysten veronpalautuksen poistaminen lisää vuoteen 2025 mennessä valtion nettomääräisiä energiaverotuloja vuoden 2025 tasossa staattisesti arvioiden noin 73 miljoonalla eurolla. Koska muutokset lisäävät kannusteita korvata verollisten lämmityspolttoaineiden käyttöä muilla keinoin, veromuutosten vaikutus polttoaineiden keskipitkän aikavälin verotuottoon voi jäädä tätä staattista arviota selvästi pienemmäksi.

Lämmitys- ja työkonepolttoaineiden veronkorotusten, mukaan lukien yhdistetyn tuotannon verotuen pienentäminen, nettomääräinen vuositaso vaikutus valtiontalouteen on vuoden 2021 tasolla noin 105 miljoonaa euroa ennen sähköveroluokan II alentamisen ja energiaintensiivisten yritysten veronpalautuksen asteittaisen pienenemisen huomioimista. Lämmitys- ja työkonepolttoaineiden bruttoverotuotot kasvavat

¹² Hiilineutraali Suomi 2035: Maankäyttö- ja maataloussektorin skenaariot. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-263-3>

vuonna 2021 vuositasolla noin 135 miljoonaa. Lämmityspolttoaineiden veronkorotus kasvattaa energiaintensiivisten yritysten veronpalautuksen kautta myönnettävää verotukea vuositasolla noin 23 miljoonalla eurolla ja maatalouden energiaveron palautuksen kautta myönnettävää verotukea noin 7 miljoonalla eurolla.

Sähköveroluokan II alentaminen EU:n sallimalle vähimmäisverotasolle alentaa bruttoverotuottoja noin 241 miljoonalla eurolla vuoden 2021 tasolla. Sähköveroluokan II alentamisen seurauksena energiaintensiivisten yritysten veronpalautukset laskevat noin 167 miljoonalla eurolla ja maatalouden energiaveron palautukset sähköstä kasvavat noin 6 miljoonalla eurolla.

Kun sähkövero on poistunut veronpalautuksen piiristä, energiaintensiivisten yritysten fossiilisiin polttoaineisiin kohdistuvan veronpalautuksen asteittainen poistaminen siirtymäkauden aikana vähentää valtion menoja arviolta 77 miljoonalla eurolla vuoteen 2025 mennessä, jos teollisuuden lämmityspolttoaineiden kulutus pysyisi vuoden 2018 mukaisella tasolla. Vuonna 2021 tehdyn veronpalautuksen supistamisen seurauksena maksettava veronpalautus pienenee noin 19 miljoonalla eurolla.

Turpeen verottoman käytön rajan nostaminen tasolle 10 000 megawattituntia ja laajentaminen koskemaan kaikkia polttoturvetta käyttäviä voimalaitoksia ja lämpökeskuksia vähentäisi valtion bruttomääräisiä energiaverotuloja vuositasolla noin seitsemällä miljoonalla eurolla. Muutos vähentäisi energiaintensiivisten yritysten veronpalautuksen kautta myönnettävää verotukea vuositasolla noin miljoonalla eurolla. Nettomääräinen vuositason vaikutus valtiontalouteen olisi siten noin kuusi miljoonaa euroa.

Lämpöpumppuja ja sähkökattiloita sekä geotermisten lämpölaitosten kiertovesipumppuja, konesaleja ja teollista kierrätysmateriaalien valmistusta ja jalostusta koskevat veromuutokset alentavat valtion verotuloja vuositasolla noin 23 miljoonalla eurolla, josta konesalien veromuutoksen osuus on noin 7 miljoonaa euroa ja kierrätysmateriaalien valmistuksen ja jalostuksen osuus noin 2 miljoonaa euroa. Arvioon sisältyy epävarmuutta, sillä kaikesta alemman sähköveroluokan piiriin siirrettävästä laitteistosta ei ole tällä hetkellä olemassa yksityiskohtaisia aineistoja.

Biokaasun verotuksen muutokset lisäävät verotuloja vuoden 2022 tasolla arviolta noin 3 miljoonalla eurolla. Vesiviljelyn lisääminen maatalouden energiaveronpalautuksen piiriin kasvattaa maatalouden energiaveronpalautusta noin 0,5 miljoonalla eurolla vuodessa, josta sähkön osuus on 0,4 miljoonaa euroa ja polttoöljyjen osuus 0,1 miljoonaa euroa.

Auto- ja ajoneuvoverotuksen muutokset (HE 176/2021 vp)

Nollapäästöisten autojen autoveron alennus vähentäisi autoveron tuottoa vuoden 2022 tasossa noin 17 miljoonaa euroa. Verotuottomenetyt kasvaisi vuosittain sähköautomyyntien kasvaessa ja vuoden 2023 tasossa verotuottomenetyt olisi noin 21 miljoonaa euroa. Ajoneuvoveron perusveron korotus lisäisi valtion verotuloja noin 2 miljoonaa euroa vuoden 2023 tasossa, jonka jälkeen verotuottolisäys niin ikään kasvaisi vuosittain. Veromuutoksen yhteisvaikutuksen tavoitellaan olevan pitkällä tähtäimellä valtiontaloudellisesti neutraali, mutta muutos myöhentäisi verotulojen kertymistä nykyisestä. Sähköautojen autoverotuotto pienenesi heti, mutta korvaantuisi ajoneuvoveron perusveron tuoton kasvulla vuosien mittaan.

Työsuhde-etuja ja kotitalousvähennystä koskevat muutokset tuloverotuksessa (HE 142/2020 vp ja HE 142/2021 vp)

Täyssähköautojen verotusarvon vuosien 2021-2025 määräaikainen alentamisen 170 eurolla kuukaudessa arvioidaan vähentävän verotuloja yhteensä vuosien 2021-2025 aikana noin 16 miljoonalla eurolla, josta valtion osuus olisi 8,5 miljoonaa euroa ja kuntien osuus 7,5 miljoonaa euroa. Vaikutusarviot sisältävät suuria epävarmuuksia, koska sähköautojen määrän ja hinnan kehitys lähivuosina on hyvin epävarmaa.

Vähäpäästöisten työsuhdeautojen verotusarvon vuosien 2022-2025 määräaikaisen alentamisen 85 eurolla kuukaudessa arvioidaan vähentävän verotuloja yhteensä vuosien 2022-2025 aikana noin 43 miljoonalla eurolla, josta valtion osuus olisi 34 miljoonaa euroa ja kuntien osuus 9 miljoonaa euroa.

Työsuhdematkalipun enimmäismäärän korottamisen 3 400 euroon arvioidaan vähentävän verotuloja noin 5,5 miljoonalla eurolla, josta valtion osuus olisi 2,5 miljoonaa euroa ja kuntien osuus 3 miljoonaa euroa. Työsuhdepolkupyörien verotuen kustannusarvioon liittyy huomattavaa epävarmuutta, koska käytettävissä ei ole tietoja työsuhdepolkupyörien lukumääristä. Verotuen voidaan kuitenkin arvioida kohdentuvan pitkälti niille väestöryhmille, jotka ovat nykyisin työsuhdematkalippuedun piirissä. Näin ollen muutos vähentää ainakin osittain työsuhdematkalipun käyttöä. Jos pidemmällä aikavälillä esimerkiksi 10 000 henkilöä hyödyntäisivät 1 200 euron työsuhdepolkupyöräedun, ehdotetun muutoksen arvioidaan vähentävän verotuloja 4 miljoonaa euroa, josta valtion osuus on 1 miljoonaa euroa, kuntien osuus 3 miljoonaa euroa.

Sähköautojen latausedun vuosien 2021-2025 määräaikaisen verovapauden arvioidaan vähentävän verotuloja arviolta yhteensä vuosien 2021-2025 aikana noin 37 miljoonalla eurolla, josta valtion osuus on 20 miljoonaa euroa ja kuntien osuus 17 miljoonaa euroa.

Kotitalousvähennyksen enimmäismäärän ja vähennykseen oikeuttavan osuuden korottamisen öljylämmityksestä luopumisen osalta arvioidaan pienentävän verotuottoja noin 8 miljoonaa euroa vuositasolla. Tästä 1 miljoonaa kohdistuisi pääomatuloveroon, 4 miljoonaa valtion progressiiviseen tuloveroon ja 3 miljoonaa kunnallisveroon. Arvio perustuu oletamaan, että korotetun kotitalousvähennyksen piiriin tulisi vuodessa noin 7 000 muutostyötä.

Hallitusohjelman mukaisesti kunnille aiheutuvat verotulomuutokset kompensoidaan nettomääräisesti.

Liikenteen verotulojen kehitys

Liikenteen verotuksen uudistamista selvittäneen työryhmän kevään 2021 loppuraportissa on arvioitu liikenteen verotulojen kehitystä perustuen VTT:n keväällä 2020 julkaisemaan perusennusteen herkkyyyslaskelmaan, jossa vuoteen 2030 mennessä henkilöautokannassa on 600 000 sähköautoa, mutta olettaen herkkyyyslaskelmasta poiketen liikennesuoritteiden säilyvän vuoden 2019 tasolla vuodesta 2022 lähtien perustuen liikennesuoritteiden toteutuneeseen kehitykseen. Oletus sähköautojen määrästä vuonna 2030 on sama kuin keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman ja ilmasto- ja energiatekniikan perusskenaariossa ja 150 000 autoa pienempi kuin politiikkaskenaariossa. Työryhmän loppuraportissa oletettu liikennesuoritteiden kehitys on lähellä politiikkaskenaarion mukaista suoritekehitystä, joskin paketti-, kuorma- ja linja-autojen suoritteet kasvavat politiikkaskenaariossa 4-5 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. Lisäksi henkilö- ja pakettiautokannan polttoainetehokkuuden parantuminen on strategian ja suunnitelman skenaarioissa hitaampi, sillä oletusta uusien polttomoottoriautojen polttoainetehokkuudesta korjattiin syksyllä 2021.¹³

Reaalisesti liikenteen verotuottojen ennustettiin alenevan vuodesta 2019 vuoteen 2025 yhteensä noin 0,8 miljardia euroa. Liikenteen verotulojen suhde bruttokansantuotteeseen laskee arviolta noin 0,4 prosenttiyksikköä, joka vuoden 2025 tasolla vastaa noin 1,2 miljardia euroa. Liikenteen verotulojen fiskaalinen painoarvo on laskemassa siten huomattavasti jo vuoteen 2025 mennessä.

Vuoteen 2030 ulottuvassa projektiossa liikenteestä kertyvät verotulot olisivat vuonna 2030 nimellisesti noin 1,1 miljardia euroa vuotta 2019 alhaisemmalla tasolla. Jos kuluttajahintainflaatio olisi kaksi prosenttia vuodesta 2026 lähtien, liikenteen verotulot laskisivat reaalisesti noin 1,7 miljardia euroa vuodesta

¹³ Korjattua oletusta energiatehokkuuden kehityksestä ei enää huomioitu perusennusteen taustalla olevassa liikennesuorite-ennusteessa.

2019 vuoteen 2030. Jos käypähintainen bruttokansantuote kasvaisi keskimäärin noin 3,3 prosenttia vuodessa vuosina 2026–2030, liikenteen verotulojen suhde bruttokansantuotteeseen laskisi noin 0,9 prosenttiyksikköä, joka vuoden 2030 tasolla tarkoittaisi nimellisesti noin 2,8 miljardia euroa.

3.3 Kansantalousvaikutukset

Hiilineutraali Suomi 2035 – ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset (HIISI) –hankkeen ja sitä seuranneen jatkohankkeen yhteydessä on mallinnettu myös kansantaloutta koskevat skenaarit ja mallinnuksen avulla arvioitu ilmasto- ja energiapolitiikkatoimien kansantalousvaikutuksia. Mallinnus on tehty kansantaloutta kuvaavaa laskennallista yleisen tasapainon mallia käyttäen. Tässä luvussa on esitetty yhteenveto HIISI-jatkohankkeen kansantaloustarkastelujen lähtökohdista ja tuloksista.

Kansantalousmallinnuksessa on tarkasteltu nykyisten politiikkatoimien skenaarion eli perusskenaarion (WEM) ja lisätoimet sisältävän skenaarion eli politiikkaskenaarion (WAM-H) välisiä vaikutuksia vertaamalla politiikkaskenaarion vaikutuksia perusskenaarioon.

Perusskenaario

Kansantalouden perusskenaarion lähtökohdat ovat pitkän aikavälin toimialakehitystä arvioineen pitkän aikavälin työvoima- ja koulutustarve-ennakoinnin konsortion (ENKO) -hankkeeseen¹⁴ perustuvan perusskenaarion mukaiset. Skenaario rakentuu toimialakohtaisten tuottavuustrendien ja maailmanmarkkinoiden kasvutrendien sekä väestöennusteen ympärille. Koronan vaikutus on huomioitu siten, että lähivuosien kasvuun sillä on vaikutusta, mutta pidemmällä aikavälillä vaikutuksista on oletettu toivutun. Oletuksena on, että talous vähitellen palaisi valtiovarainministeriön keväällä 2020 ennustamalle tasapainokasvu-uralle.

Perusskenaariossa kansantuotteen keskimääräinen kasvuvauhti vuosina 2020–2050 on noin 1,5 prosenttia, mutta henkeä kohti laskettu kansantuotteen kasvu jää 1,2 prosenttiin vuosina 2020–2050. Kansantuotteen kasvusta yksityinen kulutus ja vienti selittävät suurimman osan. Yksityiset palvelut ovat kulutuksen kautta syntyvistä kasvuvaikutuksista suurimmat ja viennin kautta taas muu teollisuus (ajoneuvot, konepajateollisuuden tuotteet) on suurin. HIISI-hankkeen kansantalouden skenaarit -raportissa kansantuotteen kasvua on tarkasteltu myös toimialakohtaisen arvonlisäyksen kautta.

Politiikkaskenaario

Politiikkaskenaario koostuu perusskenaarioon nähden uusista toimenpiteistä energian tuotannossa ja teollisuudessa sekä liikenteessä ja rakennusten lämmityksessä. Keskeiset lähtökohta-oletukset ovat arviot energiantuotannon uusiutumisesta (polttoaineidenkäyttö, investoinnit uusiutuvaan energiaan ja ydinvoimaan) ja arviot rakennussektorin ja keskeisten teollisuudenalojen energiankäytön uusiutumisesta (polttoaineet, investoinnit).

Vaikutukset kansantalouteen politiikkaskenaariossa syntyvät päästöjen vähentämiseksi tarvittavien toimien aiheuttamista lisäkustannuksista, jotka kasvavat päästöjen vähennystavoitteen myötä. Vaikutukset syntyvät ennen kaikkea lisäinvestoinneista energiateknologiaan, mutta myös lisäinvestoinneista energiatehokkuuden lisäämiseen ja tuotantoprosesseihin sekä muun muassa liikenteen sähköistymiseen. Investoinnit uudistavat talouden tuotantorakennetta, josta syntyy merkittävää tehostumista ja myös uusia mahdollisuuksia, kun talous sähköistyy, ja sähkön tuotanto muuttuu päästöttömäksi. Uudet teknologiat korvaavat fossiilisia polttoaineita myös tuotannossa, jolloin tuotannon energia- ja materiaalitehokkuus

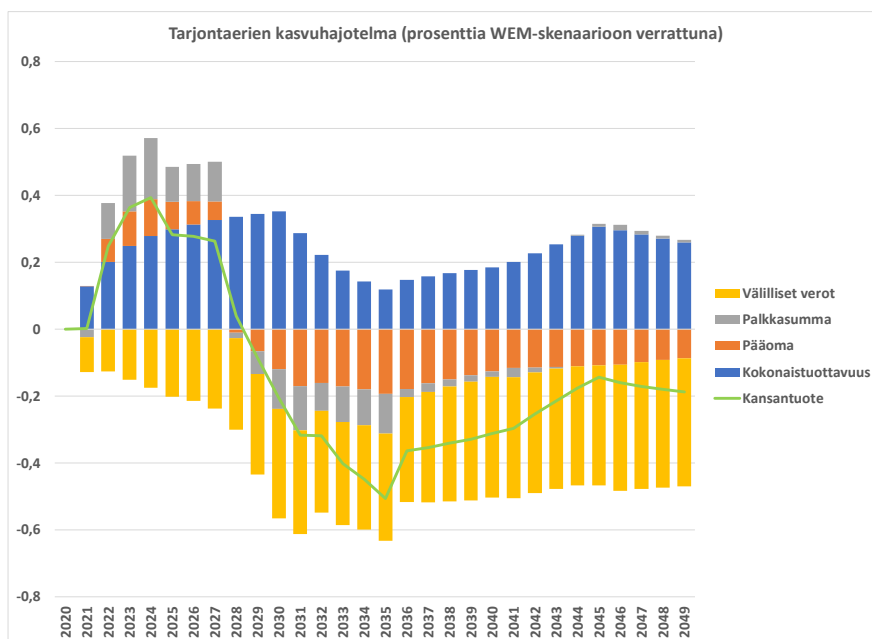
¹⁴ (Honkatukia ym. 2021)

kasvaa. Tämä rakennemuutos näkyy kansantalouden kehityksessä, kun politiikkaskenaariota verrataan perusskenaarioon.

Politiikkaskenaariossa on oletettu, että kansantalous rahoittaa investointeja paitsi kotimaisella säästämisellä, myös velkaantumalla, jolloin vaihtotaseen vaje kasvaa. Politiikkaskenaariossa oletetaan, että lisäinvestoinnit toteutuvat pääosin markkinaehtoisesti, ellei politiikkatoimena ole osoitettu investointia tukevaa rahoitusta valtion budjetista. Tällöin investoinnit eivät välttämättä toteudu täydessä mitassa, vaan ainoastaan kannattavuuden puitteissa.

HIISI-jatkohankkeessa kansantalousvaikutuksia on kuvattu kansantuotteen kasvuhajotelmien avulla. 2020-luvulla pääasiallinen kasvun lähde on investointien mahdollistama kokonaistuottavuuden kasvu. Kokonaistuottavuus myös pysyy positiivisena koko tarkastelujakson, 2050 loppuun asti. Teollisuuden kasvu toteutuu lähinnä viennin kautta. Lisäinvestoinnit kasvattavat kansantuotetta etenkin teollisuuden viennin kasvaessa. Suuret investoinnit kohdistuvat raskaaseen teollisuuteen, liikenteeseen ja energiasektorille, ja ne mahdollistavat näiden toimialojen kasvun perusskenaarioon verrattuna. Jos terästuotannon vetypelkistys- ja biojalostamoinvestoinnit jäävät toteutumatta siinä mittakaavassa, kuin laskelmissa on oletettu, pienenee investointien ja näiden toimialojen viennin kautta syntyvä kasvuvaikeus, jolloin päästöjen vähentämisestä aiheutuu suurempi kansantuotteen supistuminen. Kotitalouksien kulutuksen kautta suurin muutos syntyy öljytuotteiden kulutuksen laskusta. Päästöjen vähennysten lisähinta leikkaa kuitenkin ajan mittaa kotitalouksien ostovoimaa jolloin kulutuskysyntä laskee. Kotitalouksien ostovoiman heikkeneminen näkyy myös muiden kulutustavaroiden kysynnän laskuna. Lisäksi monien palveluiden kysyntä jää politiikkaskenaariossa perusskenaariota pienemmäksi.

Investoinnit ja nettoviennin kasvu kasvattavat kansantuotetta 2020- ja 2040-luvuilla, mutta kansantuote laskee kulutuskysynnän laskun vuoksi noin 0,2 prosenttia perusskenaarioon verrattuna. Kokonaisuutena politiikkaskenaariossa kansantuotteen muutoksen arvioidaan olevan positiivinen 2028 asti ja sen jälkeen negatiivinen 2050 asti (katso kuva 3). Politiikkaskenaariossa kansantuotteen muutos perusskenaarioon verrattuna on vuonna 2030 -0,2 prosenttia, vuonna 2040 -0,3 prosenttia ja vuonna 2050 -0,2 prosenttia.



Kuva 3. Politiikkaskenaarioiden tarjontaerien kasvuhajotelma prosenttia perusskenaarioon verrattuna. Lähde: HIISI-jatkohanke.

Työllisyysvaikutukset

Ilmastopolitiikan käynnistämä ja hiilineutraalisuustoimien aikaansaama talouden rakennemuutos näkyy myös työllisyydessä. Kokonaistyöllisyys pienenee, mutta rakentamisen investoinnit ja työllisyys kasvaa koko tarkastelujakson ajan. 2020-luvulla palveluvienti kasvaa politiikkaskenaariossa hieman perusskenaariota enemmän, mikä kasvattaa yksityisten palvelujen työllisyyttä. 2030- ja 2040-luvuilla teollisuuden viennin kasvu suuntaa työvoimaa palveluista teollisuuteen, jolloin palvelujen työllisten määrä alkaa pienentyä.

Talouden rakennemuutos näkyy lisäksi työvoiman kysynnän kohdentumisena eri ammatteihin. Alkutuotannon työpaikkojen määrä laskee eniten, mutta 2030- ja 2040-luvulla lasku pysähtyy, kun teollisuuden kasvu heijastuu myös alkutuotantoon. 2020-luvulla yksityiset palvelut tukevat työllisyyttä ja alkutuotannon laskulla on suurin negatiivinen vaikutus työllisyyteen. 2030- ja 2040-luvulla rakentamisella on suurin positiivinen työllisyysvaikutus ja alkutuotannolla suurin negatiivinen vaikutus.

Alueelliset vaikutukset

Ilmastopolitiikan käynnistämä talouden rakennemuutos aiheuttaa alueellisia eroja, koska teknologiaa uudistavat ja kasvua ylläpitävät toimenpiteet kohdistuvat selvimmin jalostukseen ja alkutuotantoon. Kun talouden painopiste siirtyy jalostuksen ja alkutuotannon suuntaan, hyötyvät sellaiset maakunnat, joissa näiden toimialojen osuus aluetaloudesta on suuri. Vuonna 2030 palveluviennin ero politiikkaskenaariossa perusskenaarioon verrattuna on suurimmillaan, ja tämä näkyy kasvukeskuksissa, kuten Uudella maalla, Varsinais-Suomessa, Pirkanmaalla ja Pohjois-Pohjanmaalla. Tämän jälkeen kasvu suuntautuu enemmän maakuntiin, joiden kasvua investoinnit vauhdittavat. Vuoteen 2050 mennessä teollisuuden ja energiahuollon rakenneuudistus on suurimmalta osin ohi. Alueellisen kokonaistuotannon muutos politiikkaskenaariossa on koko tarkastelujaksolla vuoteen 2050 muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta negatiivinen perusskenaarioon verrattuna. Vaikutukset ovat suhteellisesti selvästi suurempia koko maan tasoon verrattuna sellaisissa maakunnissa, joissa kasvusysäyksen saavaa teollisuutta ei ole, ja joissa alkutuotannon (maatalouden) osuus on keskimääräistä suurempi. Näissä maakunnissa alueellinen kokonaisarvonlisä jää toista prosenttia perusskenaariota alemmaksi vuoteen 2050 mennessä. On kuitenkin huomattava, että aluetalous kasvaa perusskenaariossa kaikissa maakunnissa vähintään neljänneksen ja useimmissa noin kolmanneksen vuodesta 2021. Tulos ei siis tarkoita kasvun tyrehtymistä missään maakunnassa.

Vaikutukset kotitalouksille

Politiikkaskenaarion toimenpiteiden hintoja nostavat vaikutukset näkyvät kotitalouksien osalta ennen kaikkea asumisen ja liikenteen palvelujen kulutuksessa, mutta välillisesti vaikutukset näkyvät myös muiden tuotteiden ja palveluiden hinnoissa sen mukaan, kuinka energia- ja päästöintensiivisiä niiden tuotanto on. Vaikutukset ovat suhteellisesti suurempia keski- ja suurituloisille. Tämä johtuu siitä, että suurempituloiset kotitaloudet kuluttavat energiaa ja etenkin energiaintensiivisiä palveluja sekä absoluuttisesti että suhteellisesti enemmän kuin pienempituloiset kotitaloudet.

3.4 Ympäristövaikutusten arviointi (SOVA)

3.4.1 SOVA-lain vaatimukset

SOVA-lain mukaan (Laki viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista, 200/2005) viranomaisen tulee selvittää ja arvioida valmistelemiensa suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutukset (SOVA) riittävässä määrin valmistelun kuluessa (§3), jos niiden toteuttamisesta voi aiheutua merkittäviä vaikutuksia esimerkiksi ihmiseen, luontoon ja sen monimuotoisuuteen, rakennettuun ympäristöön, maisemaan tai luonnonvaroihin Suomessa tai sen alueen ulkopuolella (§2).

SOVA-lain mukaisia ympäristövaikutuksia ovat vaikutukset, jotka kohdistuvat: ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen; maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen, eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen; yhdyskuntarakenteeseen, rakennettuun ympäristöön, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön; luonnonvarojen hyödyntämiseen; kaikkiin edellä mainittujen tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

Vaikutukset voivat esiintyä Suomessa ja myös Suomen maantieteellisten rajojen ulkopuolella. Kasvihuonekaasupäästöjen osalta vaikutukset jakautuvat päästökauppasektorille, taakanjakosektorille, maankäyttösektorille (LULUCF) tai Suomen rajojen ulkopuolelle. Johtuen SOVA-lain laajasta tulkinnasta, kaikkia mahdollisia ympäristövaikutuksia ei yleensä voida tunnistaa, vaan ympäristövaikutusarvioinnissa pyritään osoittamaan toimien keskeiset vaikutukset ja vaikutusketjut.

Ilmasto- ja energiastrategian sekä Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman SOVA-lain mukainen arvio valmisteltiin HIISI-hankkeen osatehtävänä ”Hiilineutraali Suomi 2035 – ilmasto- ja energiapolitiikan toimien ympäristövaikutusten arviointi”. SOVA-arvioinnissa on tarkasteltu lähinnä laadullisesti Suomen hiilineutraaliustavoitteen ja sen jälkeisten ilmastotavoitteiden saavuttamiseen liittyviä ympäristövaikutuksia. Tarkastelut on tehty arvioimalla tavoitteet saavuttavaa politiikkaskenaariota suhteessa nykyisten jo päätettyjen politiikkatoimien jatkumista kuvaavaan perusskenaarioon, jotka molemmat on mallinnettu HIISI-hankkeessa. Lisäksi on tarkasteltu erilaisia epävarmuustekijöitä ja riskejä skenaarioiden toteutumiseksi ja pohdittu keinoja epävarmuuksien ja riskien vähentämiseksi.

3.4.2 SOVA-arvioinnin tulokset

Ilmastotavoitteiden saavuttamisella on sekä hyödyllisiä että eräitä kielteisiä SOVA-lain tarkoittamia vaikutuksia ympäristöön ja yhteiskuntaan. Hyödyllisillä vaikutuksilla tarkoitetaan seurauksia, jotka edistävät asetettuja yhteiskunnallisia tavoitteita ja kielteisillä taas seurauksia, jotka vaikeuttavat muiden kuin ilmastotavoitteiden saavuttamista. Ilmaston lisäksi vaikutuksia kohdistuu muun muassa ilmaan saasteisiin, ihmisten terveyteen, luonnonvarojen käyttöön, luonnon monimuotoisuuteen, maaperään ja vesistöihin sekä ihmisten elinoloihin.

Merkittävimpiä ympäristövaikutuksia ovat kasvihuonekaasupäästöihin, ilmastonmuutokseen, ilmaan saasteisiin, luonnon monimuotoisuuteen, metsien hiilinieluihin ja vesistöihin kohdistuvat vaikutukset. Nämä ympäristövaikutukset ovat yhteydessä ihmisten terveyteen, viihtyvyyteen ja hyvinvointiin, minkä lisäksi niihin voidaan vaikuttaa ilmasto- ja energiastrategian linjausten tai niitä toimeenpanevien taloudellisten ohjauskeinojen, kuten verojen ja maksujen kautta. Nämä vaikutukset liittyvät kiinteästi myös toimien yleiseen hyväksyttävyyteen, koettuun sosiaaliseen oikeudenmukaisuuteen ja kokonaiskestävyyteen osana siirtymää kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Osa vaikutuksista ilmenee Suomen rajojen ulkopuolella.

Lähtökohtaisesti ilmastotavoitteiden saavuttamisella arvioidaan olevan myönteisiä ympäristövaikutuksia, kun ilmastonmuutoksen hillinnällä onnistutaan ehkäisemään ilmastonmuutoksen aiheuttamia mittavia, osin peruuttamattomia ja ennalta arvaamattomia vaikutuksia ympäristöön ja yhteiskuntaan. Kasvihuonekaasupäästöjen vähennys saavutetaan politiikkaskenaariossa erityisesti voimakkaalla liikenteen ja teollisuuden sähköistymisellä sekä korvaamalla uusiutuvalla energialla ja sähköllä fossiilisten polttoaineiden käyttöä eri sektoreilla. Kaikkein infrastruktuurin ja voimantuotannon ja -siirron rakentamiseen sekä muun muassa sähköautojen, tuulivoiman ja biopolttoaineiden tuotantoon ja käyttöön liittyy kuitenkin luonnonvarojen kulutusta, mikä osaltaan vähentää saavutettavia ympäristöhyötyjä. Suomen autokannan sähköistyminen lisää kasvihuonekaasupäästöjä ulkomailla, koska esimerkiksi sähköautojen akut aiheuttavat vielä tällä hetkellä noin 40–80 prosenttia suuremmat kasvihuonekaasupäästöt kuin vastaavien bensiiniautojen valmistus aiheuttaa. Valmistuksen päästöt pystytään kuitenkin kompensoimaan keskimäärin alle viidessä vuodessa alentuneiden käytönaikaisten päästöjen seurauksena.

Ilman epäpuhtauksien määrä vähenee, joskin sekä kotimaisista lähteistä että kaukokulkeuman mukana tulevista ilmansaasteista aiheutuvat terveysriskit säilyvät edelleen merkittävänä. Suurimpia kotimaisia päästölähteitä ovat polttopuun pienpoltto ja katupöly, joihin nykyiset ilmastotoimet eivät merkittävästi kytkeydy. Liikenteen pakokaasupäästöt ovat jo vähentyneet selvästi ja vähentyvät myös jatkossa, moottoriteknologian kehittyessä. Tästä syystä ajoneuvojen käyttövoiman muutokset tulevaisuudessa eivät vaikuta merkittävästi pakokaasuperäisiin pienhiukkaspäästöihin. Typenoksidien päästöt kuitenkin vähentyvät sähköautojen käytön korvautessa etenkin henkilöautoliikenteessä bensiini- ja dieselautoja. Liikenteen aiheuttamien ilman epäpuhtauksien vaikutus kaupunkien ilmanlaatuun ja ihmisten altistumiseen ilmansaasteille riippuvat viime kädessä ajoneuvosuoritteiden kehittymisestä ja niiden alueellisesta jakautumisesta sekä yhdyskuntarakenteesta. Pienpoltto on terveyshaittoja aiheuttavien pienhiukkasten ja ilmastoa lämmittävien mustan hiilen ja sekä pienissä määrin myös metaanin päästölähde. Pienpoltton päästöihin voidaan vaikuttaa muun muassa teknisillä standardeilla, innovaatioilla, valistuksella ja kuntien antamalla ohjeistuksella. Pienpoltton arvioidaan vähenevän vuoden 2020 tasosta sekä perus- (noin 5 prosenttia) että politiikkaskenaariossa (noin 20 prosenttia vuoteen 2040 mennessä). Toteutuessaan tämä vähentäisi pienpoltosta aiheutuvia päästöjä ja niiden haitallisia ympäristö- ja terveysvaikutuksia. Voimalaitosten korkeista piipuista tulevilla päästöillä on vaikutusta erityisesti sekundääristen hiukkasten syntymiseen ilmakehässä. Polttolaitosten merkitystä hengitysilmän pienhiukkaspitoisuuksiin ei ole Suomessa mallinnettu kattavasti, mutta energiantuotannon siirtymisellä pois polttoprosesseista olisi oletettavasti suotuisa vaikutus ilmanlaatuun ja sen aiheuttamiin terveyshaittoihin.

Uusiutuvan energian käyttö kasvaa sekä perus- että politiikkaskenaariossa merkittävästi, noin 50 prosenttia vuoden 2020 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Erityisesti kasvavat tuuli- ja aurinkoenergia, jotka myös selittävän suurimman osan politiikkaskenaarion perusskenaariota suuremmasta uusiutuvien energialähteiden käytöstä. Puupolttoaineiden käyttö lisääntyy sekä perus- että politiikkaskenaariossa vajaa 20 prosenttia vuoteen 2050 mennessä, ja politiikkaskenaariossa vain hieman perusskenaariota suuremmaksi. Runkopuun hakkuukertymän on arvioitu lisääntyvän sekä perus- että politiikkaskenaariossa vuosien 2016–2025 noin 70 Mm³:stä hieman yli 80 Mm³:iin kaudella 2036–2045. Hakkuiden lisääntyminen yhdessä hakkuutähteiden korjuun lisääntymisen kanssa pienentävät metsien hiilinielua ja lisäävät riskiä luonnon monimuotoisuuden heikkenemiselle ja haitallisille vesistövaikutuksille. Nämä vaikutukset riippuvat voimakkaasti siitä, kuinka paljon hakkuut sekä kantojen ja hakkuutähteiden korjuu puunkäytön lisäyksen seurauksena laajenevat. Vesistökuormitusta aiheutuu lähinnä hakkuista, lannoituksesta ja kunnostusojituksesta. Monimuotoisuuden heikkenemisen ehkäisyssä oleellisia keinoja ovat kuolleen puuston säästäminen hakkuissa nykyistä paremmin, vanhojen metsien ja arvokkaiden luontokohteiden suojelun edistäminen, puun korjuun välttäminen arvokkailta luontokohteilta, järeiden elävien säästöpuiden lisääminen uudistushakkuissa ja luonnonhoidollinen kulutus. Metsien suojelupinta-alojen ja luonnonhoidon pinta-alojen merkittävä kasvattaminen luontokadon torjumiseksi, hakkuiden lisääminen ja hiilinielujen kasvattaminen ovat haastavia tavoitteita toteutettavaksi samanaikaisesti.

Maataloudessa eloperäisten maiden nurmipeitteisyyden lisääminen ja kosteikkoviljely vähentävät turpeen hajoamisesta aiheutuvia CO₂- ja N₂O-päästöjä sekä kiintoaineen ja myös typen huuhtoutumista vesistöihin. Täsmäviljelyllä ja kerääjäkasvien käytöllä vähennetään typpilannoituksen tarvetta ja siten siihen liittyviä päästöjä ilmaan ja vesistöihin. Lypsylehmien metaanipäästöt vähenevät rehun lisäaineiden avulla. Pellonraivauksen rajoittamisella voidaan vähentää metsäkatoa ja turvemaiden turpeen hajoamista ja siitä aiheutuvia päästöjä. Lisäksi hylättyjen tai huonotuottoisten peltujen metsittämisellä voidaan lisätä jonkin verran hiilinielua, mutta metsittäminen vähentää samalla avoimien alueiden lajitojen elinympäristöjä ja muuttaa maisemaa. Biokaasun tuotannon lisääminen biojätteistä mahdollistaa niiden mätänemisestä syntyvien metaanipäästöjen välttämisen sekä ravinteiden kierrätyksen, joka vähentää päästöjä rajoittamalla tarvetta valmistaa uusia lannoitteita. Maataloudessa biokaasun tuotanto voi välillisesti vähentää pellon raivausta ja siitä syntyviä päästöjä ilmaan ja vesistöihin. Maakaasun ja muiden fossiilisten

polttoaineiden korvautuminen biokaasulla tuottaa päästövähennyksiä liikenteessä, energiatuotannossa ja prosessiteollisuudessa.

Uusiutuvan energian käytön lisäys, erityisesti tuulivoimaloiden ja aurinkopaneelien avulla, vähentää ilmansaasteita, mutta kasvattaa harvinaisten tai kriittisten materiaalien käyttöä ja lisää paineita avata näiden materiaalien kaivoksia. Aurinkopaneelien kehitys on kuitenkin nopeaa ja jatkossa paneeleissa käytettävät materiaalit voivat olla yleisempiä raaka-aineita. Uusiutuvan energian lisääminen todennäköisesti parantaa työllisyyttä ja sitä kautta ihmisten hyvinvointia niillä alueilla, joille investoinnit, rakentaminen ja raaka-aineiden hankinta kohdistuvat. Kansantaloudelliset vaikutukset riippuvat kuitenkin muun muassa siitä, miten ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavat ohjaukset ja sääntely toteutetaan ja miten toteutus vaikuttaa muihin kotimaisiin investointeihin, alueelliseen työllisyyteen, vientiin ja kotitalouksien ostovoimaan.

Rakentamiseen ja maankäyttöön liittyvä sääntely vaikuttaa suoraan elinoloihin. Esimerkiksi vanhan rakennuskannan energiakorjausten tarve on suuri. Toteutuksessa voidaan ratkaista osa nykyisistä sisäilmaongelmista, mutta samalla tulee varmistaa, että korjaukset eivät aiheuta uusia sisäilmariskejä.

Julkisen liikenteen ja kevyen liikenteen lisääntyminen ja siitä seuraava liikennesuoritteiden vähentyminen sekä sähköautokannan kasvun mahdollistama pienhiukkaspäästöjen ja melun vähenemä aikaansaavat myönteisiä terveys- ja viihtyvyysoikutuksia. Liikennesuoritteiden vähentyminen puolestaan vähentää katupölypäästöjä, ja kävelen ja polkupyörällä tehdyt matkat lisäävät väestön fyysistä aktiivisuutta, mikä johtaa monipuolisiin terveyshyötyihin. Samalla tulee kiinnittää huomiota siihen, että tarvittavien ohjauksien ja sääntelyn toimeenpano saattavat paikallisesti lisätä viheralueisiin kohdistuvia paineita tai altistumista melulle ja ilmansaasteille hyvin tiiviin yhdyskuntarakenteen alueilla. Suunnittelu, käytännön toteutus sekä yleinen tekninen kehitys määrittävät suurelta osin näiden vaikutusten merkittävyyden.

Sähköautojen tuotannon ja uusiutuvan energian lisääminen kasvattaa harvinaisten tai kriittisten materiaalien käyttöä ja lisää paineita uuden kaivostoiminnan käynnistämiseksi. Kaivosten paikalliset ympäristöön ja työntekijöiden työoloihin kohdistuvat vaikutukset voivat olla merkittäviä, etenkin kehitysmaissa. Akkuteknologiassa saattaa kuitenkin tapahtua innovaatiota materiaalien käytössä. Lisäksi akkumateriaalien kierrätyksessä ja akkujen energianvarastointikykyssä on odotettavissa merkittävää parannusta lähivuosina. Akkuihin liittyy monenlaista kehitystä, joka avaa myös uusia mahdollisuuksia suomalaiselle osaamiselle ja kaivostoiminnalle vahvistaen työllisyyttä.

Vuoden 2030 ja sen jälkeiset kasvihuonekaasujen päästövähennystavoitteet ovat verrattain vaativat aiempiin päästövähennysvaatimuksiin nähden, ja tavoitteisiin pääsemiseksi tarvittavilla toimilla on siten aiempaa merkittävämpiä ihmisten yleisiin elinoloihin kohdistuvia vaikutuksia. Osa toimista kannustaa innovaatioihin, jotka voivat tarjota uusia liiketoimintamahdollisuuksia ja työpaikkoja. Myös kuluttajien asema voi muuttua. Vaikka teknologian kehittyminen voi säästää energiaa ilman kuluttajien aktiivista roolia, monet linjaukset edellyttävät kansalaisilta uudenlaista toimijuutta muuttuvissa elinoloissa. Tarvittavien toimien täytäntöönpano voi kasvattaa tuloerojen ja alueellisten erojen merkitystä, esimerkiksi energian hinnan noustessa, ellei oikeudenmukaista siirtymää pystytä huomioimaan riittävästi toimien täytäntöönpanossa.

Ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi tarvitaan useita eri toimia, jotka vaikuttavat myös toisiinsa. Lisäksi ilmasto- ja energiastrategian toimeenpanolla on dynaamisia vaikutuksia, joiden seurauksena nousee esiin sekä uusia ratkaisuja että esteitä ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Näillä on edelleen erilaisia uusia, sekä myönteisiä että kielteisiä ympäristövaikutuksia. Taulukossa 1 on tunnistettu ilmastotavoitteiden saavuttamisen ympäristövaikutuksiin kohdistuvia vahvuuksia, mahdollisuuksia, heikkouksia ja uhkia.

Taulukko 1. Ilmastotavoitteiden saavuttamisen ympäristövaikutuksiin kohdistuvia vahvuuksia, mahdollisuuksia, heikkouksia ja uhkia.

Vahvuudet	<p>Ilmastotavoitteiden saavuttamisella on lähtökohtaisesti myönteisiä ympäristö- ja terveysvaikutuksia, kun ilmastonmuutoksen haitallisia vaikutuksia ympäristöön saadaan samalla hillittyä.</p> <p>Siirtyminen kasvavassa määrin polttoon perustumattomaan energian tuotantoon vähentää ilmansaasteita ja niihin kytkeytyviä haitallisia ympäristö- ja terveysvaikutuksia.</p> <p>Päästöjen vähentäminen suuntaamalla kulutusta ilmastokestäviin vaihtoehtoihin ja kohtuullistamalla kulutusta sekä energian ja materiaalin käyttöä tehostamalla vähentää suoraan myös muita tuotantoon kytkeytyviä ympäristövaikutuksia.</p>
Mahdollisuudet	<p>Ilmastotavoitteiden kiristyminen voi kiihdyttää päästöjä vähentävien teknologioiden kehittämistä ja kaupallistamista oletettua nopeammin, mikä synnyttää uutta osaamista ja taloudellisia mahdollisuuksia.</p> <p>Ilmasto- ja muiden ympäristövaikutusten vähentämisen synergiahyödyt voivat edesauttaa ilmastotavoitteiden saavuttamiseen tarvittavien ohjauskeinojen ja sääntelyn täytäntöönpanoa.</p>
Heikkoudet	<p>Ilmastotavoitteiden saavuttaminen edellyttää merkittäviä muutoksia tavoissa tuottaa ja kuluttaa energiaa ja materiaalia, mihin sisältyy huomattavaa rakentamista ja luonnonvarojen käyttöä. Kasvihuonekaasupäästöjä vähentävät keinot vaativat investointeja uusine luonnon-varapanoksineen, jotka osin myös lisäävät haitallisia ympäristövaikutuksia, kuten luonnon monimuotoisuuteen, vesistöihin, ilmaan ja maaperään sekä ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen kohdistuvia vaikutuksia.</p> <p>Nykyiset arviointimenettelyt ja menetelmät eivät täysin kykene paneutumaan politiikka-alueiden väliin johdonmukaisuuskysymyksiin kestävä kehityksen näkökulmasta. Myös vuorovaikutus eri sidosryhmien välillä on verrattain suppeaa.</p>
Uhat	<p>Ilmastotavoitteita ei välttämättä saavuteta, jos päästöjä vähentävien kehitteillä olevien teknologioiden kaupallistuminen tapahtuu arvioitua hitaammin, teknologioihin liittyvät haitalliset ympäristövaikutukset rajoittavat niiden käyttöönottoa oletettua enemmän tai niiden käyttöönottoon tarvittavia ohjauskeinoja ja sääntelyä ei saada pantua täytäntöön.</p> <p>Päästövähennysvaatimusten toteuttaminen nopeassa aikataulussa voi aiheuttaa polkuriippuvuutta ja muiden ympäristövaikutusten aliarvioimista, mikä voi hankaloittaa päästövähennysten toteutusmahdollisuuksia tulevaisuudessa.</p> <p>Ilmastotoimien toimeenpano voi lisätä alueellista eriarvoisuutta alueiden erilaisten resurssien ja elinkeinorakenteiden vuoksi.</p> <p>Ilman riittäviä tukitoimia merkittävät verouudistukset, kiellot ja rajoitukset voivat lisätä huolta toimien oikeudenmukaisesta kohdentumisesta ja hyväksyttävyydestä. Tämä voi lisätä poliittista polarisaatiota ja ilmastotoimien vastustusta.</p> <p>Toteutuvat päästövähennykset voivat jäädä oletettua pienemmiksi, jos niiden aikaansaamiseksi tarvittavia toimia ei koeta oikeudenmukaisiksi eikä niitä siksi toteuteta halutussa laajuudessa.</p>

Tunnistamalla ja ottamalla huomioon eri ympäristövaikutusten väliset kytkennät on mahdollista saavuttaa synergiahyötyjä haitallisia vaikutuksia vähennettäessä. Yleinen (globaali) taloudellinen kehitys sekä muun muassa energian eri tuotantotapoihin kohdistuva tukipolitiikka muuttuvat jatkuvasti. Talouteen ja teknologioihin liittyvä kehitys voi muuttua nopeastikin, mikä lisää vaikutusarvioiden epävarmuutta. Myös

ilmastonmuutoksen vaikutusten voimistuminen voi vaikeuttaa hillintätoimien toteutusta esimerkiksi ekosysteemien heikentymisen myötä sekä erilaisten energian tai raaka-aineiden toimitusketjuihin kohdistuvien häiriöiden kautta, jotka voivat lisätä kustannuksia ja toimintaympäristön epävakautta.

Jokainen yksittäinen perus- ja politiikkaskenaarioiden laadinnassa tehty oletus voi käytännössä toteutua toisin. Tunnistettuja merkittävimpiä riskejä ilmastotavoitteiden saavuttamisen kannalta ovat hiilinieluihin, ydinvoimaan, uusiutuvan energian käytön lisäämiseen, hiilidioksidin talteenottoon ja varastointiin, energian käytön tehostumiseen ja vähentymiseen, ihmisten käyttäytymiseen ja kulutukseen sekä tarvittavien ohjauskeinojen ja sääntelyn täytäntöönpanoon liittyvät oletukset. Ennakoitujen (ja vielä ennakoimattomien) vaikutusten kehittymistä on olennaista seurata, jotta ymmärrettäisiin paremmin havaittua kehitystä ja tunnistettaisiin ne alueet, joilla on perusteltua muuttaa tai tarkentaa linjauksia. Tämä edellyttää johdonmukaista tiedon keruuta linjausten toimeenpanosta sekä seurausten säännöllistä arviointia.

3.5 Perus- ja ihmisoikeusvaikutukset

3.5.1 Ilmasto- ja energiastrategian kannalta keskeiset perusoikeudet

Perusoikeuksilla tarkoitetaan perustuslaissa säädettyjä yksilölle kuuluvia oikeuksia. Ihmisoikeuksilla tarkoitetaan yleensä kansainvälisissä ihmisoikeusasiakirjoissa turvattuja yksilön (perustavanlaatuisia) oikeuksia. Suomen perusoikeusjärjestelmä on sisällöltään läheisessä yhteydessä kansainvälisissä ihmisoikeussopimuksissa turvattuihin oikeuksiin (mm. Euroopan ihmisoikeussopimus, taloudellisten, sosiaalisten ja sivistyksellisten oikeuksien sopimus eli TTS-sopimus, kansalais- ja poliittisten oikeuksien sopimus eli KP-sopimus). Perus- ja ihmisoikeuksien tulkinnassa tulee ottaa huomioon mm. Euroopan ihmisoikeustuomioistuimen ja ihmisoikeusvalvontaelinten tulkintakäytäntö.

YK:n eri toimijat ovat vakiintuneesti tunnustaneet ilmastonmuutoksen uhkaavan perustavalla tavalla eri ihmisoikeuksien toteutumista. Ilmakehän lämpeneminen yli Pariisin sopimuksessa asetetun tavoitteen tulee johtamaan kuivuuden, tulvien, myrskyjen ja helteiden lisääntymiseen sekä pohjoisilla leveysasteilla etenkin lumen ja jään määrän vähenemiseen. Tuloksena on ruokaturvan ja luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen, asuinkelvottomien alueiden, sairauksien, pakotetun muuttoliikkeen sekä yhteiskuntien epävakauden kasvu. Tämä vaarantaa ihmisoikeuksien toteutumista sekä haittaa elinkeinojen harjoittamista maailmanlaajuisesti. Perus- ja ihmisoikeuksien turvaaminen lyhyellä ja pitkällä aikavälillä edellyttää tehokkaita ilmasto- ja energiapolitiikan toimia. Toisaalta nämä toimet tulee toteuttaa siten, että perus- ja ihmisoikeuksista seuraavat rajoitukset otetaan huomioon.

Seuraavassa on selostettu kansallisen ilmasto- ja energiastrategian linjausten kannalta keskeisimmät perustuslain perusoikeuksia koskevat säännökset.

Yhdenvertaisuus (6 §)

Yleisen yhdenvertaisuuslausekkeen mukaan ihmiset ovat yhdenvertaisia lain edessä. Yleisestä yhdenvertaisuuslausekkeesta ei johdu tiukkoja rajoja pyrittäessä kulloisenkin yhteiskuntakehityksen vaatimaan sääntelyyn, kunhan erottelut voidaan perustella perusoikeusjärjestelmän kannalta hyväksyttävällä tavalla eivätkä ne ole mielivaltaisia tai kohtuuttomia (esim. myös alueellisia kokeilulainsäädäntöjä on hyväksytty).

Syrjintäkieltosäännöksillä täydennetään yleistä yhdenvertaisuuslauseketta. Syrjintäkielto koskee sekä välillistä että välitöntä syrjintää, mutta sallii kuitenkin esim. positiivisen erityiskohtelun, kunhan tämä voidaan perustella perusoikeusjärjestelmän kannalta hyväksyttävällä tavalla. Lasten tulee saada vaikuttaa itseään koskeviin asioihin kehitystään vastaavasti. Sukupuolten tasa-arvon edistämiseen sisältyy mm. eri sukupuolten tasa-

arvoisten osallistumis- ja vaikuttamismahdollisuuksien edistäminen yhteiskunnallisessa päätöksenteossa.

Liikkumisvapaus (9.1 §)

Suomen kansalaisella ja maassa laillisesti oleskelevalla ulkomaalaisella on vapaus liikkua maassa ja valita asuinpaikkansa. Oikeus liikkua vapaasti paikasta toiseen on ihmisyyksilön itsemääräämisoikeuden tärkeä osatekijä.

Yksityiselämän suoja (10.1 §)

Jokaisen yksityiselämä, kunnia ja kotirauha on turvattu. Henkilötietojen suojasta säädetään tarkemmin lailla.

Omaisuuksensuoja (15 §)

Omaisuuksensuojan yleislausekkeen mukaan jokaisen omaisuus on turvattu. Yleislausekkeen perusteella arvioidaan lähinnä omistajan käyttöoikeuksien ja omistajan määräämisvallan erilaisia rajoituksia, joihin sovelletaan perusoikeuksien yleisiä rajoitusedellytyksiä. Omaisuuden käyttöä koskeva sääntely ei kuitenkaan aina merkitse omaisuusensuojaan kohdistuvaa rajoitusta.

Omaisuuden pakkolunastuksesta yleiseen tarpeeseen täyttä korvausta vastaan säädetään lailla. Myös pitkälle menevät käyttöoikeuden rajoitukset voivat joissakin tilanteissa olla tosiasiallisilta vaikutuksiltaan rinnastettavissa pakkolunastukseen.

Omaisuuden perustuslainsuoja turvaa myös sopimussuhteiden pysyvyyttä.

Saamelaisten asema alkuperäiskansana (17.3 §)

Saamelaisten asema maan ainoana alkuperäiskansana ja saamelaisten kulttuurimuotoon kuuluvien perinteisten elinkeinojen harjoittaminen turvataan.

Oikeus työhön ja elinkeinovapaus (18.1 §)

Jokaiselle taataan oikeus hankkia toimeentulonsa valitsemallaan työllä, ammatilla tai elinkeinolla "lain mukaan" eli säännöksessä turvattua oikeutta voidaan rajoittaa lailla ja sen kannalta merkityksellinen sääntely tulee toteuttaa lain tasolla. Elinkeinoitoiminta on mahdollista säätää luvanvaraiseksi lailla, jonka on täytettävä perusoikeutta rajoittavalta lailta vaadittavat yleiset edellytykset (mm. luvan edellytyksiä ja pysyvyyttä koskevien säännösten tulee antaa riittävä ennustettavuuden viranomaistoiminnasta).

Väestön terveyden edistäminen (19.3 §)

Julkisen vallan velvollisuutena on edistää väestön terveyttä sen mukaan kuin lailla säädetään. Tällä viittaa myös yhteiskunnan olosuhteiden kehittämiseen julkisen vallan eri toimintaloikoilla yleisesti väestön terveyttä edistävään suuntaan.

Vastuu ympäristöstä (20 §)

Vastuu luonnosta ja sen monimuotoisuudesta, ympäristöstä ja kulttuuriperinnöstä kuuluu kaikille eli julkisen vallan lisäksi luonnollisille henkilöille ja oikeushenkilöille. Säännös on luonteeltaan lähinnä julistuksenomainen ja korostaa tarvetta eri tahojen laaja-alaiseen yhteistyöhön sekä ympäristön tuhoutumisen ja pilaantumisen estämisessä että aktiivisissa luonnolle suotuisissa toimissa. Subjekteina voidaan pitää myös tulevia ihmiskukupolvia.

Lisäksi julkiselle vallalle on asetettu velvollisuus pyrkiä turvaamaan jokaiselle oikeus terveelliseen ympäristöön ja mahdollisuus vaikuttaa elinympäristöönsä koskevaan päätöksentekoon. Kestävä kehitys liittyy yhtenä ulottuvuutena ympäristöperusoikeuteen.

Oikeusturva (21 §)

Jokaisella on oikeus saada asiansa käsitellyksi ja ratkaistuksi tuomioistuimessa tai muussa viranomaisessa. Oikeudenmukaisen oikeudenkäynnin ja hyvän hallinnon takeet turvataan lailla.

Turvaamis- ja edistämisvelvollisuudet (22 §)

Julkisen vallan yleisenä velvollisuutena on perus- ja ihmisoikeuksien turvaaminen. Perusoikeuksien tosiasiallinen toteutuminen edellyttää usein julkisen vallan aktiivisia toimenpiteitä esim. perusoikeuksien suojaamiseksi ulkopuolisilta loukkauksilta tai tosiasiallisten edellytysten luomiseksi perusoikeuksien käyttämiselle. Turvaamiskeinoihin kuuluu myös perusoikeuden käyttöä turvaavan ja täsmentävän lainsäädännön aikaansaaminen.

Perusoikeussäännösten lisäksi perustuslaissa on useita säännöksiä, jotka on tarpeen ottaa huomioon ilmasto- ja energiastrategian linjausten toimeenpanosta päätettäessä:

- valtionhallinnon toimielinten yleisistä perusteista (lähinnä yksikön nimi, toimiala sekä pääasialliset tehtävät ja toimivaltuudet) on säädettävä lailla, jos niiden tehtäviin kuuluu julkisen vallan käyttöä (119.2 §);
- sellaisten julkisten hallintotehtävien, joihin ei sisälly merkittävää julkisen vallan käyttöä, antamista muille kuin viranomaisille rajoitetaan (124 §);
- valtion verosta säädetään lailla, joka sisältää säännökset verovelvollisuuden ja veron suuruuden perusteista sekä verovelvollisen oikeusturvasta (81.1 §);
- lailla on säädettävä asioista, jotka perustuslain mukaan kuuluvat lain alaan (ks. esim. 81.1 ja 119.2 §), joissa on kyse yksilön oikeuksien ja velvollisuuksien perusteista, perusoikeuksiin kohdistuvista rajoituksista sekä kaikista perusoikeuksien toteutumisen ja käytön kannalta keskeisistä asioista (80.1 §);
- kunnan omaisuutta koskevat järjestelyt voivat tietyin edellytyksin olla merkityksellisiä kunnan asukkaiden itsehallinnon kannalta (121.1 §).

3.5.2 Perus- ja ihmisoikeudet ilmasto- ja energiastrategian linjausten kannalta

Perusoikeudet suojaavat pääsäännön mukaan jokaista Suomen oikeudenkäyttöpiirissä olevaa ihmisyksilöä (mukaan lukien lapset). Oikeushenkilöitä perusoikeudet suojaavat välillisesti, sillä oikeushenkilön asemaan puuttuminen saattaa merkitä kajoamista oikeushenkilön taustalla olevan yksilön oikeuksiin. Yhdenvertaisuussäännös koskee kuitenkin jo sanamuotonsa mukaisesti vain ihmisiä, ei oikeushenkilöitä.

Ilmasto- ja energiastrategiassa esitettyjen toimenpiteiden kohteena ovat sekä ihmiset että oikeushenkilöt. Ihmisille suunnattuja toimenpiteitä ovat esim. kuluttajille ja energiayhteisöille annettava informaatio-ohjaus, samoin asuinrakennuksiin ja osin liikenteeseen kohdistettavat toimet vaikuttavat suoraan ihmisiin. Strategia sisältää myös useita linjauksia, joilla on tarkoitus kannustaa elinkeinonharjoittajia tai velvoittaa näitä tiettyihin toimiin. Näiden osalta perusoikeuksien rajoitukset eivät kaikissa tilanteissa tule sovellettaviksi. Tämä koskee etenkin tilanteita, joissa oikeushenkilö on etäällä yksilöistä ja toimenpiteiden

vaikutukset yksilöihin jäävät vähäisiksi ja välillisiksi. Kunnat sekä julkisoikeudelliset yhteisöt ja laitokset jäävät vakiintuneen lainsäädäntökäytännön mukaisesti perusoikeussuojan ulkopuolelle.

Perusoikeudet sitovat ja velvoittavat ensi sijassa julkista valtaa. Perusoikeuksista voi toisaalta seurata rajoituksia lainsäädännölle ja toisaalta velvoitteita ryhtyä lainsäädäntötoimiin tai muihin aktiivisiin toimiin perus- ja ihmisoikeuksien turvaamiseksi. Yksityisten keskinäisiin suhteisiin perusoikeudet vaikuttavat yleensä tavallisen lainsäädännön välityksellä. Ilmasto- ja energiastrategia ja siihen sisältyvät toimenpiteet ovat lähtökohtaisesti julkiselle vallalle asetetun toimintavelvoitteen mukainen etenkin ottaen huomioon ympäristöperusoikeus ja siihen sisältyvä velvoite huomioida myös tulevat sukupolvet sekä julkisen vallan velvollisuus yleisesti turvata ja edistää perus- ja ihmisoikeuksia, mutta myös velvollisuus edistää yhdenvertaisuutta ja terveyttä sekä turvata saamelaisten asema alkuperäiskansana.

Perusoikeudet eivät pääsääntöisesti aiheuta ehdottomia rajoituksia lainsäädännölle, esim. useaan perusoikeussäännökseen sisällytetty sääntelyvaraus jättää lainsäätäjälle liikkumavaraa. Myös tällaisen sääntelyvarauksen puuttuessa perusoikeudet eivät yleensä ole ehdottomia, vaan tällöin sovelletaan perusoikeuksien yleisiä rajoitusedellytyksiä, joita ovat vaatimukset:

- lailla säätämisestä;
- lain täsmällisyydestä ja tarkkarajaisuudesta;
- rajoituksen hyväksyttävyydestä;
- rajoituksen suhteellisuudesta;
- perusoikeuden ydinalueen koskemattomuudesta;
- oikeusturvajärjestelyjen riittävydestä; ja
- ihmisoikeusvelvoitteiden noudattamisesta.

Ilmasto- ja energiastrategian linjauksissa on monelta osin kyse asioiden selvittämisestä, riittävien resurssien varaamisesta tai pyrkimyksistä vaikuttaa asioihin kansainvälisesti tai osana EU:ta. Tällöin tulisi ottaa huomioon myös asiassa merkitykselliset perusoikeusnäkökohdat, mm. yhdenvertaisuuden edistäminen. Lisäksi linjaukset sisältävät mm. kannanottoja tukiohjelmista ja muista edistämiskeinoista, mutta kannanotot eivät ole vielä yksilöityjä. Tukiohjelmiä ja muita kannustimia valmisteltaessa tulisi samoin ottaa huomioon merkitykselliset perusoikeusnäkökohdat. Taulukossa 2 on esimerkinomaisesti kuvattu tarkemmin tiettyihin linjauksiin liittyviä perusoikeusnäkökohtia, joihin tulisi jatkovalmistelussa kiinnittää huomiota.

Taulukko 2. Esimerkkejä linjauksiin liittyvistä perusoikeusnäkökohdista ja huomioita toimien jatkovalmisteluun.

Esimerkkejä ilmasto- ja energiastrategian toimista	Huomioita toimien jatkovalmisteluun
Tuet, kannustimet ja muut edistämistoimet, jotka kohdistuvat ihmisiin tai vaikuttavat varsin välittömästi ihmisiin	
<p>Edistetään autokannan uudistamista entistä energiatehokkaammaksi.</p> <p>Edistetään koko liikennejärjestelmän energiatehokkuuden paranemista kehittämällä liikenteen palveluita, kävelyn ja pyöräilyn olosuhteita sekä maantiekuljetusten energiatehokkuutta.</p> <p>Asuinrakennusten energiatehokkuuden parantamiseen sekä älykkääseen ja joustavaan energiakulutukseen tähtääviin toimenpiteisiin, mukaan lukien kaukolämmön lämmönvaihtimen vaihtaminen matalalämpöiseen kaukolämpöön soveltuvaksi, on käytössä avustuksia.</p> <p>Digitalisaatiota edistetään lisäämällä kulutuksen ja tuotannon joustavuutta ja aktiivista osallistumista sähkömarkkinoille älykkäiden ratkaisuiden avulla.</p> <p>Edistetään lämmön kulutusjoustopalveluiden käyttöönottoa.</p> <p>Edistetään energia-alalla tasa-arvoa koulutuksessa, uralla etenemisessä ja palkkauksessa sekä energiasektorin mainetta tasa-arvoisena työpaikkana kaikille.</p>	<p>Tuet, kannustimet ja muut edistämistoimenpiteet ovat linjassa <i>ympäristöperusoikeuden</i> mukaisen toimintavelvoitteen kanssa.</p> <p>Tukien ja muiden edistämistoimenpiteiden tulee ensisijaisesti edistää tehokkaasti niillä tavoiteltavaa ilmasto- ja energiapoliittisia tulosta (esim. rakennusten energiatehokkuuden parantaminen), minkä lisäksi ilmasto- ja energiapoliittisten tukien avulla voidaan pyrkiä edistämään myös muita tavoitteita kuten <i>myönteisiä terveysvaikutuksia tai sukupuolten tasa-arvoa</i>.</p> <p>Valmistelussa on otettava asianmukaisesti huomioon etenkin <i>yhdenvertaisuusnäkökohdat</i> ja <i>tasa-arvo</i> sekä tunnistettava, miten tuet kohdentuvat esim. eri tulotasoille tai ihmisryhmiin. Lisäksi valmistelussa on tarpeen selvittää, miten voidaan edistää eri ihmisryhmien mahdollisuuksia hyödyntää tukia, kannustimia ja uusia ratkaisuja.</p> <p>Liikennesektorin tukia, kannustimia ja muita edistämistoimenpiteitä on tarpeen tarkastella myös <i>liikkumisvapauden</i> kannalta. Tällöin tulee kiinnittää huomiota myös erilaisten ihmisryhmien (esim. lapset, vammaiset) mahdollisuuteen toteuttaa liikkumisvapautta.</p> <p>Lisäksi esim. linjaus <i>edistää tasa-arvoa</i> energia-alalla on jo sellaisenaan perusoikeusjärjestelmän mukainen.</p> <p>Toimenpiteisiin saattaa liittyä henkilötietojen keräämistä, jolloin on tarpeen arvioida asiaa <i>yksityisyyden suojan</i> kannalta.</p> <p>Toimenpiteiden jatkovalmistelussa tulee turvata myös riittävät <i>osallistumisoikeudet</i> eri ihmisryhmille, jotta näillä on mahdollisuus vaikuttaa toimenpiteeseen. Osallistumisen turvaaminen edellyttää teknistä saavutettavuutta, selkeäkielisyyttä, eri kieliversioita ja tilaisuuksien esteettömyyttä. Lasten ja vammaisten osallistumisoikeuksien turvaaminen voi edellyttää myös muita kuin kirjallisia osallistumistapoja.</p>
Tuet, kannustimet ja muut edistämistoimet, jotka kohdistuvat ensi sijassa yrityksiin	

<p>Uusiutuvan energian tuotantoteknologioiden kaupallistuessa ja kannattavuuden parantuessa suunnataan suorat tuet ensi sijassa uusiin teknologioihin ja pyritään edesauttamaan erilaisten rahoitusratkaisujen, kuten riskiä minimoivien kaupallisten instrumenttien, laajenemista ja uusia rahoitusvälineitä.</p> <p>Pyritään ohjauskeinoilla ja erityisesti tukiohjelmilla edistämään uusien raaka-aineiden ja tuotantoteknologioiden kaupallistamista.</p> <p>Edistetään vähähiilisen vedyn tuotantokapasiteetin syntyä.</p> <p>Tuetaan järjestelmäintegraatiota edistäviä uusia ratkaisuja ja demonstraatiohankkeita.</p> <p>Pilotoidaan vedyn käyttöä liikenteessä, erityisesti raskaassa maantiiliikenteessä ja vesiliikenteessä.</p> <p>Vauhditetaan hiilidioksidin talteenoton ja hyödyntämisen (CCS/CCU) tekniikoiden ja ratkaisujen kehittämistä ja käyttöönottoa.</p> <p>Edistetään tuilla uusien energiateknologiaratkaisuiden käyttöönottoa kaukolämpöjärjestelmissä.</p> <p>Panostetaan uuden teknologian kehittämiseen ja innovaatioiden kaupallistamiseen koskien erityisesti energiainfrastruktuuria, uusia energiateknologioita, vety- ja power-to-X-ratkaisuja, sähköistymistä ja kiertotaloutta.</p>	<p>Tuet, kannustimet ja muut edistämistoimenpiteet ovat linjassa <i>ympäristöperusoikeuden</i> mukaisen toimintavelvoitteen kanssa.</p> <p>Yrityksille suunnattujen tukien ja muiden edistämistoimenpiteiden perusoikeusnäkökohdat eivät ole jatkovalmistelussa keskiössä. Sen sijaan tällaisiin tukiin ja kannustimiin kohdistuu merkittävästi rajoitteita ja velvoitteita EU:n valtioneuvoston päätöksen kautta. Tukien tulee ensisijaisesti edistää tehokkaasti niillä tavoiteltavaa ilmasto- ja energiapoliittisia tulosta (esim. uusien teknologioiden käyttöön ottamiseen).</p> <p>Jos kyseisellä yrityksellä suunnatulla tuella tai kannustimella edistetään hankkeita <i>saamelaisten kotiseutualueella</i>, on viranomaisten selvítettävä, edellyttääkö toimenpide neuvotteluja saamelaiskäräjien kanssa.</p> <p>Toimenpiteiden jatkovalmistelussa tulee turvata myös riittävät <i>osallistumisoikeudet</i> eri ihmisryhmille, jotta näillä on mahdollisuus vaikuttaa toimenpiteeseen.</p>
<p>Velvoitteet, kiellot, rajoitukset, määräykset</p>	
<p>Nostetaan kevyen polttoöljyn jakelovelvoitetta 30 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä.</p> <p>Säädetään laki, joka mahdollistaa kaupunkiseutujen liikenteen hallintaan tähtäävien ruuhkamaksujen käyttöönoton (aiemmin päätetty).</p> <p>Uusien rakennusten ja luvanvaraisen korjausrakentamisen energiatehokkuutta koskevia vaatimuksia tarkastellaan viimeistään vuoden 2023 aikana ja tehdään tämän perusteella tarvittavat vaatimustason muutokset.</p>	<p>Valmistelussa on tarpeen tarkastella toimenpidettä etenkin <i>omaisuudensuojan ja elinkeinovapauden</i> kannalta. Lisäksi myös esim. <i>liikkumisvapautta</i> voi olla tarpeen tarkastella. Liikkumisvapaudella on myös yhteys elinkeinovapautteen. Liikkumisvapaus ei kuitenkaan ole rajoittamaton, vaan esim. autoiluun kohdistettavia rajoituksia voidaan perustella mm. muiden tieliikenteen käyttäjien liikkumisvapauden turvaamisen kannalta. Toimenpiteisiin saattaa liittyä henkilötietojen keräämistä, jolloin on tarpeen arvioida asiaa <i>yksityisyyden suojan</i> kannalta.</p> <p>Mainitut perusoikeudet eivät lähtökohtaisesti estä linjausten mukaisten velvoitteiden, kieltojen, rajoitusten ja määräysten antamista. Olennaista</p>

	<p>perusoikeuksien kannalta ovat perusoikeuksien yleiset rajoitusedellytykset. Keskeistä on mm. rajoituksen taustalla oleva <i>ympäristöperusoikeuteen</i> kiinnittyvä ilmasto- ja energiapolitiikan tavoite vähentää liikenteen päästöjä ja rajoituksen suhteellisuus.</p> <p>Toimenpiteiden jatkovalmistelussa tulee turvata myös riittävät <i>osallistumisoikeudet</i> eri ihmisryhmille, jotta näillä on mahdollisuus vaikuttaa toimenpiteeseen.</p>
<p>Yhteiskunnan perustoimintojen turvaaminen</p>	
<p>Seurataan siirtohintoja koskevan lainsäädännön toimeenpanoa ja huolehditaan sähkön siirtohintojen kohtuullisuudesta huomioiden, että sähköverkonhaltijat pystyvät toteuttamaan sähkökulutuksen voimakkaan kasvun ja toimitusvarmuuden turvaamisen edellyttämät investoinnit sähköverkkoihin, energiajärjestelmän tietojärjestelmiin ja automaatioon sekä energiajärjestelmien integraatioon.</p> <p>Täydennetään lainsäädäntöä määrittelemällä kriittiset asiakasryhmät sähköpula- ja suurhäiriötilanteiden varalta.</p> <p>Liikenteen ja koko yhteiskunnan sähköistyessä energiahuoltovarmuudessa kiinnitetään entistä laajemmin huomiota sähköjärjestelmän ja kriittisten arvoketjujen varmistamiseen.</p> <p>Varmistetaan jakeluverkkojen korvausinvestoinnit sekä toimitusvarmuustavoitteen toteutuminen ja jakeluverkkojen toimitusvarmuuden hyvä taso sekä verkkopalveluiden saatavuus kaupungeissa, taajamissa ja haja-asutusalueella vuoden 2036 loppuun mennessä.</p> <p>Selvitetään ne toimenpiteet, joilla voidaan taata polttonesteiden maahantuonnin, tuotannon, ja jakelun huoltovarmuus energiasiirtymässä.</p> <p>Varmistetaan energiajärjestelmien hyvä kyberturvallisuuden taso ja riittävät resurssit ja osaaminen viranomaisille energiajärjestelmien kyberturvallisuuden valvontaan.</p>	<p>Toimenpiteillä julkinen valta edistää sille säädettyä velvoitetta <i>turvata perus- ja ihmisoikeuksien toteutumisen</i>. Toimiva energiajärjestelmä turvaa samalla perus- ja ihmisoikeuksien toteutumista.</p> <p>Toimenpiteiden valmistelussa on tarpeen ottaa huomioon myös <i>yhdenvertaisuusnäkökohdat</i>. Käyttäjien tulee osallistua tasapuolisella tavalla järjestelmän kustannusten ylläpitämiseen.</p>
<p>Verotus (jo aiemmin päätettyjä toimenpiteitä)</p>	
<p>Fossiilisten polttoaineiden veronkorotukset.</p>	<p>Veroratkaisuilla voidaan edistää energiajärjestelmän muuttumista hiilineutraaliksi ja siten</p>

<p>Sähkön pientuotannon verottomuutta jatketaan.</p> <p>Sähköistämisen edistämiseksi vapautetaan täyssähköautot autoverosta ja korotetaan täyssähköautojen ajoneuvoveron perusveroa.</p> <p>Vähä- ja nollapäästöisten työsuhdeautojen verotusarvoa alennetaan määräaikaisesti.</p>	<p><i>ympäristöperusoikeuden</i> toteutumista sekä ottaa huomioon ihmisryhmien erityistarpeita ja siten edistää <i>yhdenvertaisuutta ja tasa-arvoa</i>.</p> <p>Valmistelussa on noudatettava, mitä perustuslaissa säädetään verolakien säätämisestä.</p>
<p>Informaatio-ohjaus</p>	
<p>Turvataan riittävät resurssit informaatio-ohjaustoimien toteuttamiseen ja energianeuvonnan antamiseen. Kuluttajien energianeuvonnassa tarjotaan riippumatonta ja ajantasaista tietoa energian säästöstä, energiatehokkuudesta, uusiutuvan energian ratkaisuista sekä kulutusjoustomahdollisuuksista. Myös energiayhteisöille suunnataan informaatio-ohjausta (esim. energiayhteisöopas).</p> <p>Edistetään ekosuunnittelun ja energiamerkinnän tietoisuutta ja osaamista ammattilaisille ja kuluttajille.</p>	<p>Informaatio-ohjaus tukee lähtökohtaisesti <i>tiedonsaantioikeuksien</i> vahvistumista. Informaatio-ohjauskeinojen toteutuksessa tulisi huomioida <i>yhdenvertaisuutta ja tasa-arvoa</i> edistävät näkökohdat, mukaan lukien kohderyhmän ikä ja koulutustaso, selkokielisyys ja saavutettavuus sekä saatavilla olevat kieliversiot (suomen ja ruotsin lisäksi tarvittaessa myös esim. saamen kielet ja vähemmistökielet).</p>
<p>Selvitykset</p>	
<p>Laaditaan selvitys energiaköyhyydestä erityisesti energiasiirtymän ja järjestelmäintegraation vaikutusten näkökulmasta.</p> <p>Selvitetään uusien energiayhteisömallien mahdollisuuksia ja erilaisia käyttäytymismuutoksiin liittyviä keinoja kannustaa hajautettuun energiantuotantoon, pientuotantoon ja energiatehokkuuteen.</p> <p>Selvitetään, miten kotitalousvähennystä voitaisiin laajentaa myös muihin energiaremontteihin sekä taloyhtiön teettämiin remontteihin. Lisäksi selvitetään, kuinka kotitalousvähennystä voidaan kehittää niin, että vähennys kannustaa korjauspalveluihin ja korjausremontteihin, pidentää rakennusten ja materiaalien käyttöikä, parantaa energiatehokkuutta tai muulla tavoin tukee kiertotaloutta ja päästöjen vähentämistä. (aiemmin päätetty)</p>	<p>Selvitykset voivat auttaa tunnistamaan perus- ja ihmisoikeuksien näkökulmasta olennaisia asioita, mm. <i>yhdenvertaisuutta</i> (esim. selvitys energiaköyhyydestä voi tunnistaa lapsivaikutuksia ja vaikutuksia pienituloisiin, energiayhteisöjä ja kotitalousvähennyksen laajentamista koskevat selvitykset saattavat edistää erilaisten asumisratkaisujen yhdenvertaisuuteen liittyvien näkökohtien tunnistamista) tai <i>ympäristöperusoikeuden</i> edistämistä.</p> <p>Merkittävämmät perusoikeusvaikutukset riippuvat ennen kaikkea siitä, johtavatko selvitykset toimenpiteisiin.</p>

3.5.3 Oikeudenmukaisen siirtymän suhde perus- ja ihmisoikeuksiin

Perus- ja ihmisoikeudet heijastavat yhteiskunnassa vallitsevaa oikeudenmukaisuuden käsitystä. Perus- ja ihmisoikeudet velvoittavat valtiota ja niitä voidaan pitää oikeudenmukaisuuden toteutumisen yhteiskunnallisesti hyväksytyjen perusedellytysten takaajina. Koska perus- ja ihmisoikeuksien turvaaminen on valtiota sitova ja juridinen velvollisuus, ne tarjoavat selkeän viitekehyksen ilmasto- ja energiastrategian linjausten oikeudenmukaisuuden tarkastelulle.

Perus- ja ihmisoikeuksien tarkasta sisällöstä voidaan kiistellä, mutta niiden velvoittavuutta ei voida poistaa normaalilla lainsäädännöllä. Oikeudenmukaisuus on sen sijaan käsite, jota ei voida yksiselitteisesti määritellä. Oikeudenmukaisuus tarkoittaa eri ryhmille ja eri ihmisille erilaisia asioita. Oikeudenmukaisuuden määritelmä riippuu etenkin arvoja, ihmisluontoa, yhteiskuntaa ja valtiota koskevista ennako-oletuksista (esim. yksilön vastuuta ja autonomisuutta taikka valtion vastuuta ja velvollisuuksia koskeva ennako-oletus). Etuja, oikeuksia ja velvollisuuksia koskevia vaatimuksia voidaan perustella oikeudenmukaisuudella. Vaatimusten painoarvo on suurempi, jos niiden taustalla on selkeästi osoitettavissa valtiota sitova perus- ja ihmisoikeuksia koskeva velvoite.

Oikeudenmukaisuuteen liittyy läheisesti joukko arvoja, joita oikeudenmukaisuus toteuttaa ja joita pidetään oikeudenmukaisen jaon edellytyksinä. Keskeisiä ovat toisiinsa liittyvät tasa-arvoisuuden ja yhdenvertaisuuden, tasapuolisuuden sekä kaikkien asianosaisten huomioon ottamisen periaatteet. Oikeudenmukaisuus yhdistetään usein hyödyn tai haitan jakamiseen. Tähän liittyy myös mm. arvovalinta siitä, missä laajuudessa ilmastonmuutoksen torjumisesta tai siihen sopeutumisesta aiheutuvia hyötyjä ja haittoja voidaan pitää oikeudenmukaisina ja miltä osin ne edellyttävät esim. kompensatiota tai siirtymäaika. Jakoperusteiden taustalla voi olla tavoite jakaa resurssit tai tosialliset mahdollisuudet oikeudenmukaisesti taikka tavoite edistää oikeudenmukaista lopputulosta. Oikeudenmukaiset jakoperusteet vaihtelevat eri tilanteiden ja ennako-oletusten mukaan. Jakoperusteita voivat olla tasajako taikka ansion tai tarpeen mukaan tehty jako.

Hallitusohjelman linjauksen mukaisesti päästövähennystoimet toteutetaan sosiaalisesti ja alueellisesti oikeudenmukaisesti ja niin, että kaikki yhteiskunnan osa-alueet ovat mukana. Oikeudenmukaisuuden tavoitetta voidaan perustella sekä yksilön perus- ja muilla oikeuksilla, että yhteiskunnan toimivuuden ja vakauden edistämisen kannalta. Oikeudenmukaisuuden tavoittelu toimii myös poliittisten prosessien viitekehyksenä sekä edistää ilmasto- ja energiastrategian mukaisten toimenpiteiden hyväksyttävyyttä. Tämän kannalta on myös merkitystä pyrkimyksellä edistää ilmasto- ja energiapoliittisessa päätöksenteossa ja siihen liittyvässä keskustelussa eri ryhmien tasapainoisempaa edustusta.

Ilmastonmuutoksen torjumisessa ja ilmastonmuutokseen sopeutumisessa oikeudenmukaisuutta tarkastellaan usein ylikansallisesta ja ylisukupolisesta näkökulmasta. Ilmasto- ja energiastrategian linjauksissa on kuitenkin kyse kansallisista politiikkatoimista. Kun näiden politiikkatoimien ensisijaisena tavoitteena on lisäksi päästöjen vähentäminen ja muut toimet ilmastonmuutoksen torjumiseksi, politiikkatoimilta ei voi edellyttää, että ne korjaisivat kaikki olemassa olevat epätasa-arvoisuudet ja epäoikeudenmukaisuudet.

Ilmasto- ja energiastrategian linjausten pohjalta laadittavien politiikkatoimenpiteiden valmistelussa on tarpeen tarkastella ehdotuksia perus- ja ihmisoikeuksien kannalta sekä täydentävästi oikeudenmukaisen siirtymän kannalta. Oikeudenmukaisuuden jäsentämistä varten ilmastopolitiikan oikeudenmukaisuuden ulottuvuuksina voidaan pitää *jako-oikeudenmukaisuutta, tunnustavaa oikeudenmukaisuutta ja*

*menettelytapojen oikeudenmukaisuutta sekä läpileikkaavina globaali oikeudenmukaisuus ja ihmisoikeuksien yhtäläisyyden näkökulma.*¹⁵

- Jako-oikeudenmukaisuus kiinnittää huomiota esim. erilaisten taloudellisten resurssien, hyvinvointi- ja terveysvaikutusten tai ympäristöriskien jakautumiseen. Ilmastomuutokseen sopeutumisen kohdalla tarkastellaan sekä ilmastomuutokseen liittyvien riskien jakautumista, että sopeutumistoimenpiteistä koituvien hyötyjen ja haittojen jakautumista. Lähtökohtana jako-oikeudenmukaisuudelle on ilmastomuutoksen tehokas torjunta sekä onnistunut sopeutuminen. Ilmastopolitiikan jakovaikutukset kytkeytyvät monelta osin myös perus- ja ihmisoikeuksien turvaamiin seikkoihin. Jako-oikeudenmukaisuuden yhteydessä ja siitä erillään on nostettu esiin myös hyvittävä oikeudenmukaisuus, jolla tarkoitetaan toteutuneiden haittojen kompensointia tai niiden vaikutusten lievittämistä erilaisten jakovaikutuksia tasaavien keinojen avulla (esim. tulonsiirrot, koulutus, aluekehitys, ekologinen kompensatio). Hyvittävän oikeudenmukaisuuden mukaisten keinojen avulla voidaan muuten epäoikeudenmukaisia politiikkakeinoja saattaa oikeudenmukaisemmiksi ja hyväksyttävämmiksi.
- Tunnustavan oikeudenmukaisuuden ytimessä on tasapuolinen osallistumismahdollisuus yhteiskunnan toimintaan. Alueelliset ja globaalit sekä ylisukupolviset kysymykset voidaan lukea myös osaksi tunnustavaa oikeudenmukaisuutta.
- Menettelytapojen oikeudenmukaisuudessa tarkastellaan osallistumismahdollisuuksien tasapuolisuutta sekä päätöksenteon läpinäkyvyyttä, puolueettomuutta ja päätöksentekijöiden vastuuvollisuutta kansalaisille ja asukkaille. Menettelytapojen oikeudenmukaisuuden yhteydessä päätöksentekoprosessit ymmärretään laajasti kattaen kaikki vaiheet valmistelusta toteutuneen politiikan vaikutusten arviointiin. Menettelytapojen oikeudenmukaisuus ja tunnustava oikeudenmukaisuus liittyvät läheisesti toisiinsa.
- Globaali oikeudenmukaisuus nostaa huomion valtion tasolta globaalille tasolle ja painottaa kaikkien ihmisten yhdenvertaisuutta, yhtäläisiä oikeuksia ja vastuuta toistensa hyvinvoinnista.
- Ihmisoikeuksien yhtäläisyyden näkökulma ja etenkin perus- ja ihmisoikeudet tarjoavat selkeän perustan, jota vasten oikeudenmukaisuusarviointia tulisi tehdä. Perus- ja ihmisoikeuksissa on jako-oikeudenmukaisuuteen, erityisesti perusvapauksien ja -tarpeiden toteutumiseen, liittyvää sisältöä.

3.6 Sukupuolivaikutusten arviointi

Ilmasto- ja energiastrategiasta on tehty hallituksen tasa-arvo-ohjelman mukainen sukupuolivaikutusten arviointi¹⁶. Siinä on tarkasteltu strategialuonnokseen ehdotettuja politiikkatoimenpiteitä niiden ihmisvaikutuksien ja sukupuolittuneisuuden kannalta.

Ilmasto- ja energiastrategian sukupuolivaikutusten arviointi toteutettiin osana pääministeri Sanna Marinin hallituksen tasa-arvo-ohjelmaa. Hallituksen tasa-arvo-ohjelma kokoaa yhteen keskeiset hallituksen toimenpiteet sukupuolten tasa-arvon edistämiseksi ja sukupuoleen perustuvan syrjinnän poistamiseksi. Tasa-arvo-ohjelmaan on sisällytetty ministeriöiden keskeiset hankkeet, joissa edistetään sukupuolten tasa-

¹⁵ Kuinka oikeudenmukaisuus voidaan huomioida ilmastopolitiikassa? Suomen ilmastopaneelin julkaisu 2/2021, 2 luku (<https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2021/06/ilmastopaneelin-julkaisu-2-2021-kuinka-oikeudenmukaisuus-voidaan-huomioida-ilmastopolitiikassa.pdf>).

¹⁶ Ilmasto- ja energiastrategian sukupuolivaikutusten arviointi. Juho-Matti Paavola, Amanda Kinnunen, Inkeri Tanhua, Tuukka Rautiainen. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu, Energia 2021:52. [http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-887-](http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-887-5)

arvoa, ja joihin sukupuolinäkökulma sisällytetään. Työ- ja elinkeinoministeriön osalta ilmasto- ja energiastrategia toimi tällaisena pilottihankkeena, jonka yhteydessä tehtiin sukupuolivaikutusten arviointi.

Ilmasto- ja energiastrategian sukupuolivaikutuksia on arvioitu Oxford Research Oy:n toimesta, jonka kokoamassa tutkimusryhmässä oli mukana myös Gaia Consulting Oy ja Equality Research Helsinki. Equality Research Helsinki arvioi sukupuolivaikutuksia julkaistuihin tutkimuksiin pohjautuvassa kirjallisuuskatsauksessa, ja Gaia Consulting Oy teki vaikutusanalyysin politiikkatoimien sukupuoli- ja ihmisvaikutusten arvioimiseksi.

3.6.1 Ilmasto- ja energiastrategian politiikkatoimien sukupuoli- ja ihmisvaikutukset

Tutkijoiden arvio osoittaa, että sukupuolivaikutusten huomioon ottaminen toimenpiteiden suunnittelussa on merkityksellistä sekä tasa-arvon että ilmastotoimien hyväksyttävyyden ja tehokkuuden kannalta.

Ilmastopolitiikan ajatellaan usein olevan sukupuolineutraalia. Päästöjen vähentämiseen tähtäävillä politiikkatoimilla on kuitenkin laaja-alaisia vaikutuksia eri sektoreiden taloudelliseen toimeliaisuuteen ja työllisyyteen.

Sukupuolivaikutusten arvioinnissa politiikkatoimien sukupuolivaikutuksia arvioitiin tunnistamalla ensin niiden keskeiset ihmisvaikutukset keskittyen erityisesti taloudellisen toimeliaisuuden ja ympäristövaikutusten muutoksiin eri sektoreilla. Sen jälkeen arvioitiin tarkemmalla tasolla, miten vaikutukset kohdistuvat eri sukupuoliin. Arvioinnissa oli mukana 101 strategian valmisteluvaiheessa keväällä 2021 tarkastelussa mukana ollutta ehdotusta politiikkatoimenpiteiksi.

Tutkimusryhmä tarkasteli toimenpiteiden ihmisvaikutuksia ja niiden sukupuolittuneisuutta kuudella eri sektorilla: energiatuotannossa, rakentamisessa ja rakennuksissa, liikenteessä, teollisuudessa, palvelusektorilla sekä maataloudessa. Politiikkatoimien keskeisiä oletettuja seurauksia arvioitaessa ei otettu kantaa vaikutuksen suuruuteen eikä aikatauluun vaan ainoastaan suuntaan.

Tutkijoiden tärkeimmät johtopäätökset ovat:

- 1) Politiikkatoimenpiteet kohdistuvat pääosin miesvaltaisille aloille, sisältävät miehiä kiinnostavia teknisiä ratkaisuja ja vaikuttavat enemmän miesten kulutustottumuksiin. Tästä näkökulmasta miesten voi katsoa kantavan suuremman taakan ehdotettujen toimien seurauksista.
- 2) Miesvaltaisilla aloilla (energiantuotanto, rakentaminen, liikenne, teollisuus ja metsätalous) kokonaisvaikutus taloudelliseen toimeliaisuuteen ja työllisyyteen on kuitenkin positiivinen, vaikka varsinkin fossiilisiin polttoaineisiin liittyviä miesvaltaisia työtehtäviä häviää.
- 3) Merkittävimmät negatiiviset vaikutukset työllisyyteen kohdistuvat naisvaltaisille palvelualoille. Nämä tulisi ottaa laajemmin huomioon ilmastopolitiikassa. Ehdotettujen toimien vaikutus palvelualoihin korostaa kahta asiaa: ilmastopolitiikan budjetoinnin tulee olla sukupuolitietoista ja toisaalta ilmastotoimista hyötyvien alojen sukupuolisegregaation purkamisen on entistäkin tärkeämpää. Naisten kouluttautuminen ilmastotoimista hyötyville (miesvaltaisille) aloille ja myös palvelualan sisällä energiaan liittyviin tehtäviin tulisi ottaa tavoitteeksi myös ilmasto- ja energiastrategiassa.
- 4) Naiset ja nuoret ovat valmiimpia tekemään ja tukemaan ilmastomyönteisiä päätöksiä. Ehdotetut toimet korostavat kuitenkin enemmän miesten osallisuutta ilmastopolitiikassa, sillä ne suuntautuvat pääasiassa miesvaltaisille aloille, vaikuttavat miesten kulutustottumuksiin ja sisältävät miehiä kiinnostavia teknisiä ratkaisuja. Teknisten ratkaisujen rinnalla tulisi korostaa toimenpiteitä, jotka lisäävät naisten osallisuutta ilmastopolitiikassa. Tämä voisi johtaa suurempiin päästövähennyksiin.

Politiikkatoimien vaikutukset sektorikohtaisesti

Energiantuotannossa merkittävä trendi on hajautetun pientuotannon kasvu erityisesti lämpöpumppujen ja aurinkosähkön muodossa. Lisäksi pyritään edistämään kuluttajien osallistumista energiamarkkinoille kulutusjouoston tarjoajina. Tämä korostaa yksittäisen kuluttajan roolia sekä energiantuottajana että -kuluttajana. Kehityksestä hyötyvät merkittävimmin ne, joilla on mahdollisuus investoida energian pientuotantoon ja kulutuksen ohjaukseen. Teollisuuden, liikenteen ja työkonoiden sähköistyminen tulee näkymään kasvavana sähköntuotannon tarpeena ja fossiilisten polttoaineiden käytön pienenemisenä. Työllisyys energian pientuotantoon liittyvissä palveluissa kasvaa. Myös biokaasun, geotermisen energian, merituulivoiman ja sähköpolttoaineiden tuotanto kasvaa, mikä lisää työllisyyttä kyseisillä aloilla. Energia-alan työntekijöistä suurin osa on miehiä, joten myös työllisyysvaikutukset kohdistuvat voimakkaammin miehiin. Erilaisten ihmisryhmien aktiivisuus lähtee kokeilemaan energian hajautettua pientuotantoa vaihtelee, joten pientuotanto voidaan pyrkiä tekemään kutsuvaksi ja helpoksi, jolloin mukaan saadaan enemmän erilaisia ihmisryhmiä. Muutokset työtehtävissä ja osaamistarpeissa tarjoavat myös mahdollisuuden purkaa energia-alan sukupuolisegregaatiota kouluttamalla naisia alan uusiin tehtäviin.

Rakentamisessa, sekä uusien rakennusten että olemassa olevien rakennusten osalta, politiikkatoimien merkittävimmät vaikutukset ilmenevät kiinteistökohtaisen energian pientuotannon lisääntymisenä, energiatehokkuusvaatimusten kiristymisenä, puurakentamisen kasvuna, sähköisten tai biopolttoaineita käyttävien työkonoiden yleistymisenä, sekä kierrätys-, purku- ja uusiomateriaalien käytön kasvuna. Öljylämmityksestä luopuminen vaatii investointeja pientaloissa ja kuntien omistamissa rakennuksissa. Rakennusten energiatehokkuusvaatimukset kiristyvät ja tarve energiakatselmuksille sekä energiatehokkaalle rakentamiselle kasvaa. Energiatehokkuuden ja energian pientuotannon kasvun johdosta rakennusten ympäristövaikutukset pienenevät. Rakennusala on hyvin miesvaltainen, joten työllisyysmuutokset kohdistuvat voimakkaammin miehiin. Uudet tehtävät ja osaamistarpeet kiertotalouteen liittyvissä ammateissa antavat kuitenkin mahdollisuuden lisätä myös naisten osuutta, mikä ei kuitenkaan toistaiseksi riitä kompensoimaan työelämän vahvaa segregatiota, vaan rakennusala pysyy hyvin miesvaltaisena.

Liikenteeseen liittyviä tunnistettuja vaikutuksia on esimerkiksi biopolttoaineiden, biokaasun, sähköpolttoaineiden ja sähkön käytön kasvu liikenteen käyttövoimana, minkä seurauksena näihin liittyvissä palveluissa työllisyys kasvaa. Sen sijaan fossiilisen dieselin sekä bensiinin käyttö vähenee, ja siten fossiilisiin käyttövoimiin liittyvät palvelut vähenevät. Liikenteen lähipäästöjen pienenemisellä sekä kävelyn ja pyöräilyn kulkutapaosuuden kasvamisella on positiivinen vaikutus ihmisten terveyteen. Liikenteeseen liittyvät toimialat ovat hyvin miesvoittoisia, esimerkiksi kuljetustyöntekijöistä vuonna 2020 oli miehiä 95 prosenttia. Siten liikennealan ja myös jakeluinfran rakentamiseen liittyvät työllisyyden muutokset kohdistuvat enemmän miehiin. Vuonna 2021 Suomessa ajokorteista 53 prosenttia oli miehillä ja 43 prosenttia naisilla, mutta miehillä on useammin auton käyttömahdollisuus. Siten yksityisautoilun päästöjen vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet kohdistuvat enemmän miehiin ja julkisen liikenteen edistämiseen tähtäävät toimenpiteet hyödyttävät enemmän kaupunkialueiden työikäisiä naisia. Sukupuolten tasa-arvon näkökulmasta neutraaleimmat keinot liikenteen päästöjen vähentämiseen ovat pyöräilyn kulkutapaosuuden lisääminen sekä etätöiden tekemistä edistävät ja sitä kautta työmatkaliikkumista vähentävät toimenpiteet.

Teollisuuteen liittyvät tunnistetut vaikutukset kohdistuvat prosessien sähköistymiseen, mikä lisää kysyntää ja työllisyyttä sähköön perustuvissa teollisuuden energiantuotantoratkaisuissa. Teollisuus integroituu vahvemmin osaksi energiamarkkinoita niin energiantuottajana kuin kulutusjouoston kautta. Vihreän vedyn tuotanto ja hyödyntäminen teollisuuden prosesseissa kasvaa, kuten myös bio- ja sähköpolttoaineiden sekä biokaasun tuotantoon liittyvä liiketoiminta, mikä lisää myös näihin liittyvää työllisyyttä. Liiketoiminta ja työllisyys myös kestävien rakennusmateriaalien tuotannossa kasvaa. Teollisuuden sähköistymiseen liittyvä

työllisyyden kasvu kohdistuu miesvaltaisille aloille. HIISI-hankkeen arvion mukaan ehdotetut politiikkatoimet parantavat työllisyyttä teollisuudessa verrattuna tilanteeseen, jossa niitä ei toteuteta. Ehdotetuista politiikkatoimista hyötyvät eniten metsäteollisuus, sähkön- ja lämmöntuotanto ja muu valmistus, jotka ovat kaikki miesvaltaisia aloja. Toisaalta uudenlaisen osaamisen tarve avaa mahdollisuuksia purkaa teollisuuteen liittyvää sukupuolten segregatiota ja lisätä naisten osuutta alalla, mikä edellyttää naisten määrän lisäämistä koulutuksessa.

Palvelusektori sisältää muun muassa kaupan alan, terveydenhoidon, pankki- ja vakuutustoiminnan, koulutuspalvelut sekä ravitsemustoiminnan. Palvelusektorilla tunnistetut vaikutukset liittyivät koulutus-, opastus- ja viestintätarpeiden kasvamiseen yleisesti ilmasto- ja energia-asioissa, mikä kasvattaa palvelusektorilla työllisyyttä. Sähkön ja lämmön pientuotanto kasvaa palvelusektorilla kuten kaupan alalla. Palvelusektori myös integroituu vahvemmin osaksi energiamarkkinoita, ja liiketoiminta sekä työllisyys tällä osa-alueella kasvavat. HIISI-hankkeen arvion mukaan politiikkatoimenpiteiden kokonaisvaikutus palvelualan työpaikkoihin on negatiivinen verrattuna siihen, että toimenpiteitä ei tehdä. Yksityisen kulutuksen kasvun hidastumisen aiheuttama negatiivinen työllisyyskehitys kohdistuu ennen kaikkea kuluttajapalveluihin kuten kaupan alalle ja ravintola- ja majoitustoimintaan, jotka ovat naisvaltaisia aloja. Niinpä politiikkatoimenpiteillä tulisi pyrkiä lisäämään erityisesti palvelualan työntekijöiden (uudelleen)koulutustarpeita aloille, joilla työllisyys lisääntyy. Esimerkiksi naisten kouluttaminen vastaamaan palvelusektorin energiantuotannosta, energiatehokkuudesta ja integroitumisesta energiamarkkinoille vähentäisi negatiivista vaikutusta naisten työllisyyteen. Poliittikkatoimenpiteet sen sijaan lisäävät työllisyyttä monilla miesvaltaisilla palvelualoilla kuten digitaalisten palveluiden ja järjestelmien sekä kyberturvallisuuden kehittämisessä, mutta toisaalta kiertotalouden ja kierrätyksen yleistymisen vaikuttaa ILO:n maailmanlaajuisen arvion mukaan negatiivisesti erityisesti miesvoittoisiin keskitason ammatteihin.

Maatalouden tuotantorakenne monipuolistuu sekä integroituu yhä vahvemmin muiden sektoreiden toimintaan muodostaen poikkisektoriaalisia klustereita, jossa lisäarvoa luodaan sivutuotteista sekä jatkojalostamisella. Turpeen käytön vähentyminen vaikuttaa negatiivisesti liiketoimintaan ja työllisyyteen turvetuotantoalueilla, mutta siirtymää tuetaan sen hallitulla toteuttamisella. Maatilat integroituvat vahvemmin osaksi energiamarkkinoita sähkön ja lämmön pientuotannon sekä biokaasutuotannon kasvaessa. Biokaasutuotantoon liittyvä liiketoiminta kasvaa, mikä kasvattaa liiketoimintaa ja työllisyyttä maataloudessa ja erityisesti sen sivuvirtojen, kuten lannan ja peltobiomassojen, hyödyntämisessä. Toisaalta muutokset ruokavalioissa ja ravitsemussuositusten mukaisen syömisestä edistäminen vaikuttavat myös maataloustuotantoon, vähentäen esimerkiksi eläinperäisen tuotannon kysyntää ja pitkällä aikavälillä tiloja sekä niiltä saatavia biomassasyötteitä (lantaa). Kasvisruokavalion yleistymisen vähentää päästöjä ja haitallisia vesistövaikutuksia. Sähköisten ja biopolttoaineita käyttävien työkoneiden käyttö kasvaa ja fossiilisia polttoaineita käyttävien työkoneiden käyttö pienenee, sekä näihin liittyvä liiketoiminta ja työllisyys muuttuvat käyttömäärän muutosten seurauksena. Maatalous on kokonaisuutena miesenemmistöistä; maa-, metsä- ja kalatalous sekä kaivostoiminnan alalla työskentelevistä 74 prosenttia on miehiä. Toisaalta erityisesti naiset ovat kiinnostuneita pienviljelystä ja eettisemmästä maataloudesta, ja uudet eettisesti tuotetut tuotteet voisivat toimia myös kilpailuetuna.

3.7 Strategian seuranta ja raportointi

Ilmasto- ja energiastategiassa linjattujen politiikkatoimien toteuttaminen, toteutumisen seuranta, toimien vaikutusten arviointi ja vaikutusten raportointi ovat olennainen osa ilmasto- ja energiapolitiikan kokonaisuutta. Ilmasto- ja energiapolitiikan tavoitteita ja niiden toteuttamiseksi päätettyjen toimien toteutumista seurataan kansallisen ja kansainvälisten raportointien kautta, johon osallistuu ministeriöiden

lisäksi laajasti myös valtionhallinnon muita virastoja ja asiantuntijalaitoksia. Ilmasto- ja energiapolitiikkaan liittyvä raportointi on laaja-alaista ja koskee kasvihuonekaasukehityksen lisäksi myös muita strategiassa käsiteltäviä kokonaisuuksia ja niille asetettujen tavoitteiden toteutumista.

Kasvihuonekaasupäästöjen raportointi koskee toteutuneiden kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä ja arviota tulevasta päästökehityksestä (projektiot) sekä päästöjen vähentämiseksi tehtäviä politiikkatoimia. Poliittikkatoimista raportoidaan sekä toteutuneet, päätetyt että suunnitellut politiikkatoimet ja arviot niiden vaikutuksista. Vaikutuksista tehdään etu- ja jälkikäteisarvioita. Raportoinnin edellyttämä laaja inventaario- ja seurantatyö koostuu useasta erillisestä määritellyin aikavälein toistuvasta tietojen keräämisestä, arvioinnista ja tulosten raportoinnista, mikä jakautuu useille tutkimuslaitoksille ja virastoille.

Euroopan komissio uudisti hiljattain energia- ja ilmastopolitiikan raportointia osana energiaunionin tavoitteiden toteutumisen seuranta. Vuonna 2018 voimaan tullessa EU:n asetuksessa energiaunionin ja ilmastotoimien hallinnosta eli hallintomalliasetuksessa (2018/1999)¹⁷ säädetään raportoinnista ja sen sisältövaatimuksista, ja hallintomalliasetuksen 4 luku sisältää säädökset koskien kaksivuotisia edistymisraportteja ja niiden seuranta. Asetuksen 17 artiklan mukaan kunkin jäsenvaltion on raportoitava komissiolle yhdenntyn kansallisen energia- ja ilmastosuunnitelmansa (NECP) täytäntöönpanotilanteesta joka toinen vuosi alkaen vuodesta 2023. Kansallista energia- ja ilmastosuunnitelmaa koskevan edistymisraportin tulee kattaa energiaunionin kaikki viisi ulottuvuutta (energiaturvallisuus, energian sisämarkkinat, energiatehokkuus, vähähiilinen talous sisältäen uusiutuvan energian, sekä tutkimus, innovointi ja kilpailukyky). Yhdenntystä raportoinnista säädetään yksityiskohtaisesti 18-25 artiklassa koskien: (18) kasvihuonekaasuja koskevia politiikkatoimenpiteitä sekä ennusteita, (19) kansallisia sopeutumistoimia, kehitysmaille annettavaa taloudellista ja teknistä tukea sekä huutokauppatuloja, (20) uusiutuvaa energiaa, (21) energiatehokkuutta, (22) energiaturvallisuutta, (23) energian sisämarkkinoita, (24) energiaköyhyyttä, (25) tutkimusta, innovointia ja kilpailukykyä. Kasvihuonekaasuja koskeva hallintomalliasetuksen mukainen raportointi toteutetaan vuodesta 2021 alkaen joka toinen vuosi, mutta muita energiaunionin ulottuvuuksia koskeva raportointi toteutetaan ensimmäisen kerran vuonna 2023, ja sen jälkeen kahden vuoden välein. Hallintomalliasetuksen mukaiset raportoinnit toteutetaan usean ministeriön ja ministeriöiden alaisten virastojen ja asiantuntijalaitosten yhteistyönä.

Strategiaan kirjatut toimenpiteet ja niiden totuttaminen ovat kunkin sektoriministeriön vastuulla. Ministeriöt huolehtivat linjattujen toimien viemisestä käytäntöön, mikä vaatii usein lainsäädäntömuutoksia, ja tointa täytäntöön pantaessa tulee arvioida politiikkalinjauksen käytännön toteutuksen edellyttämät toimenpiteet. Täytäntöönpanoon liittyvien lainmuutoksia koskevien hallitusten esitysten yhteydessä tehdään myös yksityiskohtainen vaikutusten arviointi. Hallintomalliasetuksen myötä aiemmat uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden edistämistä koskevat kansalliset toimintasuunnitelmat (NREAP, National Renewable Energy Action Plan ja NEEAP, National Energy Efficiency Action Plan) korvautuvat hallintomalliasetuksen mukaisella raportoinnilla, ja myös aiempi EU:n seurantajärjestelmäasetus (525/2013) kumottiin hallintomalliasetuksella.

Ilmastotoimien vaikutuksista raportoidaan EU:n lisäksi myös YK:lle. YK:n ilmastosopimus edellyttää, että jokainen sopimuksen osapuolima raportoii säännöllisesti neljän vuoden välein maaraportilla (National Communication) toimistaan, joita se toteuttaa ilmastosopimuksen toimeenpanemiseksi. Maaraporttien avulla seurataan myös Kioton pöytäkirjan osapuolten edistymistä pöytäkirjan velvoitteiden noudattamisessa.

Ilmastosopimuksen kaksivuotisraportin (Biennial report) tarkoituksena on tuottaa tiivistä taulukkomuotoista tietoa sopimuksen teollisuusmaaosapuolten edistymisestä tavoitteiden saavuttamisessa

¹⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX:32018R1999>

ja veloitteiden noudattamisessa. Seurantareportit ja niihin liittyvät tietotaulukot ovat julkisia ja löytyvät EU:n ja YK:n ilmastopimuksen internetsivuilta. Maaraportti ja kaksivuotisraportti ovat hallituksen raportteja.

Kansallisella tasolla ilmasto- ja energia-asioista raportoidaan myös eduskunnalle vuosittain annettavassa hallituksen vuosikertomuksessa. Kansallisia raportointivaatimuksia energia- ja ilmastosektorille tulee myös vuoden 2015 ilmastolaista. Ilmastolain 15 §:n mukaan Valtioneuvosto toimittaa kalenterivuositteittäin eduskunnalle ilmastovuosikertomuksen, joka sisältää tiedot päästökehityksestä sekä ilmastolain 9 §:ssä tarkoitettuun Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmaan sisältyvien päästövähennystavoitteiden toteutumisesta ja niiden saavuttamisen edellyttämistä ilmastolain 12 §:n tarkoittamista lisätoimista. Ilmastovuosikertomuksesta eduskunta saa myös tietoa ilmastotavoitteiden toteutumisesta ja käytössä olevien toimien vaikuttavuudesta. Raportointia tehdään myös kansainvälisille organisaatioille, joiden jäsen Suomi on, kuten Kansainvälinen energiajärjestö IEA, Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö OECD ja Kansainvälinen uusiutuvan energian järjestö IRENA.

4 Nykytilanne ja kehitys sekä linjausten vaikutus energiajärjestelmään

4.1 Energiajärjestelmän perusvaatimukset

Energia- ja ilmastopolitiikassa on kolme perusolottuvuutta, joiden tasapainosta on jatkuvasti huolehdittava siirryttäessä kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Energiajärjestelmän on oltava

- i) kustannustehokas sekä turvattu kansantalouden kasvu ja suomalaisten yritysten kilpailukyky globaaleilla markkinoilla,
- ii) kasvihuonekaasupäästöjen ja ympäristön näkökulmasta kestävä ja
- iii) riittävän toimitus- ja huoltovarma.

Energiajärjestelmän kustannustehokkuuteen liittyy energian kilpailukykyinen hinta sekä kotitalouksille ja yrityksille. Järjestelmän kustannusten tulee jakautua myös tasapuolisesti ja oikeudenmukaisesti energiajärjestelmän käyttäjien välillä. Lisäksi on huolehdittava, että energiamarkkinoilla vallitsee toimiva kilpailu ja että yrityksillä on edellytyksiä tehdä pitkäjänteisesti investointeja edistyneeseen puhtaaseen teknologiaan. Tämä mahdollistaa suomalaisen teknologian viennin globaaleille markkinoille ja yritysten niin sanotun hiilikädenjäljen kasvattamisen. Kestävä energiajärjestelmä on edellytyksenä sille, että Suomi saavuttaa oman osuutensa globaaleista kasvihuonekaasujen vähentämisestä ja huolehtia samalla myös muista ympäristötavoitteista. Energian tuotannon osalta keskiössä ovat päästöttömät energialähteet. Kotitalouksien ja yritysten energian saannin toimitus- ja huoltovarmuus on pidettävä riittävän korkealla tasolla. Fossiilisten energialähteiden poistuessa on tehtävä uusia investointeja päästöttömään lämmöntuotantoon ja huolehdittava sähköjärjestelmän toimivuudesta vaihtelevan uusiutuvan tuotannon lisääntyessä. Toimitus- ja huoltovarmuudesta huolehtiminen edellyttää myös merkittäviä investointeja verkkoinfrastruktuuriin.

4.2 Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen ja nielut

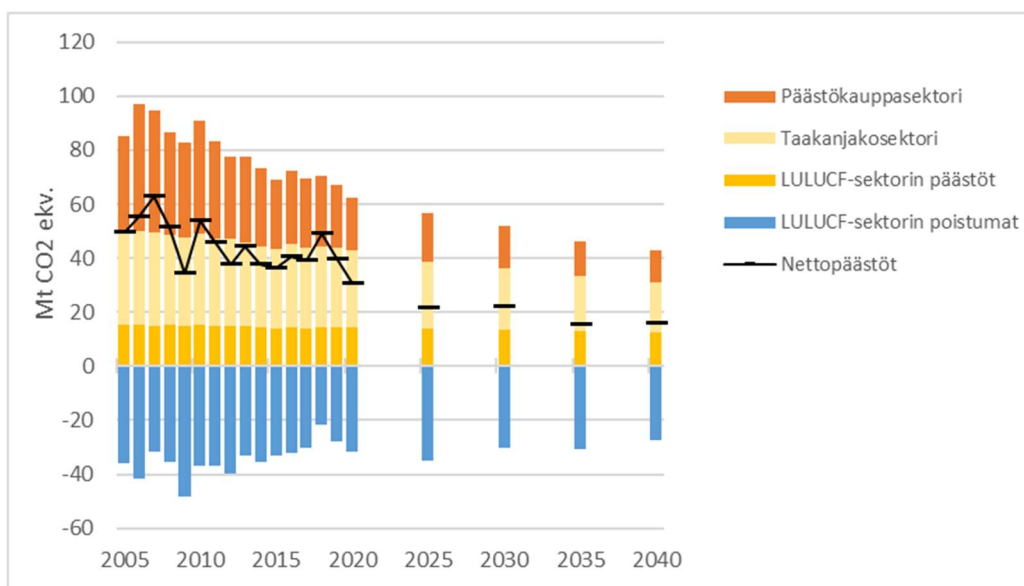
4.2.1 Kokonaispäästöt ja -poistumat

Suomen vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt ovat viidentoista vuoden takaisista huippumääristä pienentyneet kolmisenkymmentä miljoonaa tonnia. Suurin päästövähennys on tapahtunut päästökaupparektorin päästöissä. Taakanjakosektorin päästöt ovat vähentyneet näitä tasaisemmin mutta hitaammin. Maankäyttösektorin päästöt ovat jokseenkin tasaiset ajan yli, kun taas poistumat vaihtelevat

huomattavasti vuodesta toiseen ja aiheuttavat siten myös suurta vaihtelua maankäyttösektorin nettopoistumaan.

Kokonaisuudessaan myös Suomen nettopäästöt ovat alenevalla polulla. Ennakkotietojen mukaan vuoden 2020 nettopäästöt olivat ennätysalhaiset, vain noin 25 miljoonaa tonnia CO₂ ekv. On toki huomattava, että päästövuosi 2020 oli poikkeuksellinen sekä lämmitystarvetta merkittävästi vähentäneen lämpimän sään, että liikennemääriä hillinneen koronapandemian johdosta.

Kuvassa 4 esitetään toteutuneet päästöt ja poistumat sekä arvio näiden kehityksestä nykytoimin vuosina 2025-2040. Tämän niin sanotun perusskenaarion mukaan nettopäästöt ovat 22,6 miljoonaa tonnia CO₂ ekv. vuonna 2030 ja 16,4 miljoonaa tonnia CO₂ ekv. vuonna 2035. Seuraavissa kappaleissa esitetään sektoreittain nykyiset ja uudet suunnitellut politiikkatoimet sekä arviot päästöjen ja poistumien kehityksestä päästökaupasektorilla, taakanjakosektorilla ja maankäyttösektorilla.



Kuva 4. Toteutuneet päästöt ja poistumat 2005-2020 ja päästökehitys perusskenaariossa 2025-2040 sektoreittain.

4.2.2 Päästökaupasektorin päästöt

EU:n päästökaupan tarkoituksena on, että teollisuus- ja energiantuotantolaitosten sekä Euroopan talousalueen sisäisen lentoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt pysyvät koko EU:n päästökaupasektorille asetetun päästökaton rajoissa. Päästökaupajärjestelmä kattaa tällä hetkellä yli 40 prosenttia koko EU:n kasvihuonekaasupäästöistä ja Suomessa hieman alle puolet kasvihuonekaasupäästöistä.

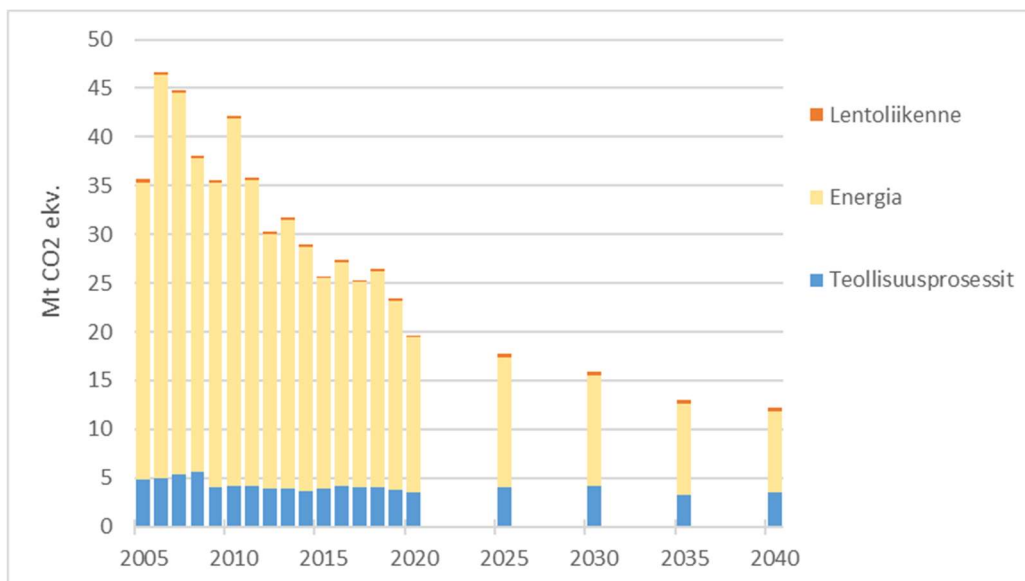
Päästökaupajärjestelmän ajatuksena on se, että kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään siellä, missä se on halvinta. Jos esimerkiksi markkinoilta saatavat päästöoikeudet ovat edullisempia kuin omassa tuotannossa tehtävät päästöjen vähentämistoimet, on edullisempaa hankkia päästöoikeuksia markkinoilta kuin vähentää omia päästöjä.

Päästökaupajärjestelmään kuuluvilla laitoksilla tulee olla toimivaltaisen viranomaisen myöntämä kasvihuonekaasujen päästölupa. Lupaan liittyy päästöjen seuranta- ja raportointivelvoitteita sekä velvoite palauttaa vuosittain toimivaltaiselle viranomaiselle päästöoikeusmäärä, joka vastaa laitoksen edellisen kalenterivuoden päästöjä. Yksi päästöoikeus vastaa yhtä hiilidioksiditonnia. Päästöoikeudet jaetaan toiminnanharjoittajille joko ilmaiseksi tai huutokaupalla. Päästöoikeuksia voi ostaa ja myydä vapaasti koko

EU:n laajuisilla markkinoilla. Euroopassa on useita pörssijä, joissa käydään kauppaa päästöoikeuksilla. Kauppaa käydään myös pörssien ulkopuolella. Päästöoikeuden hinta muodostuu markkinoilla samaan tapaan kuin muidenkin hyödykkeiden kaupassa.

Päästökauppajärjestelmä kattaa suuret teollisuuslaitokset, yhteenlasketulta nimelliseltä lämpöteholtaan yli 20 MW:n energiantuotantolaitokset sekä Euroopan talousalueen sisäisen lentoliikenteen. Suomessa järjestelmään kuuluu myös joitain 20 MW tai sitä pienempiä kaukolämpöä tuottavia laitoksia.

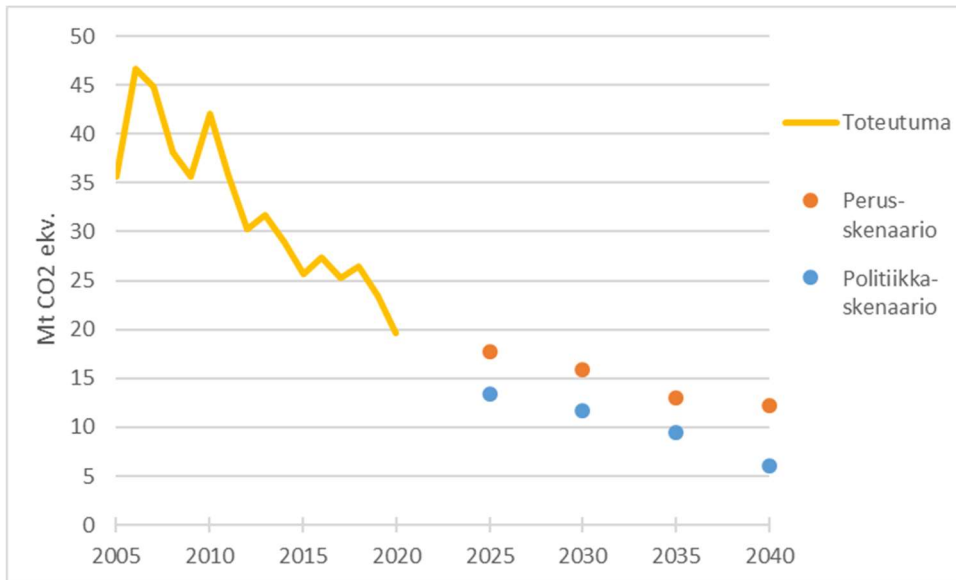
Kuvassa 5 on esitetty toteutuneet päästökauppasektorin päästöt vuoteen 2020 asti sekä perusskenaarion mukainen kehitys vuoteen 2040 asti. Kuva havainnollistaa huomattavan energiasektorin päästövähennyksen pelkästään viimeisen 10 vuoden ajalta sekä sen, että päästökaupasta huolimatta teollisuusprosessien päästöjen vähentäminen on haasteellista. Energiasektorilla päästökauppa vaikuttaa jo nyt merkittävästi polttoainevalintoihin ja muutokset, kuten kattiloiden muutokset biomassalle ja lämmöntuotannon lisääminen lämpöpumpuilla, ovat verrattain nopeita toteuttaa. Lisäksi esimerkiksi tuulivoiman yleistymistä on tuettu voimakkaasti. Teollisuudessa sopivan korvaavan teknologian käyttöönotto on kuitenkin useimmiten huomattavasti hankalampaa esim. prosessiteknisistä tai kustannussyistä, vaikka viime aikoina suunnitelmia prosessien päästöjen pienentämiseksi onkin alettu esittää aiempaa enemmän. Teollisuuden vähähiilitiekartat ovat tästä erinomainen esimerkki energiatehokkuussopimusten ohella.



Kuva 5. Päästökauppasektorin toteutuneet päästöt 2005-2020 ja päästökauppa perusskenaariossa 2025-2040.

Kuva 6 esittää päästökauppasektorin kokonaispäästökauppan kehityksen sekä perus- että politiikkaskenaariossa. Politiikkaskenaariossa kokonaispäästöt ovat noin 5 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. alhaisemmat kuin perusskenaariossa. Politiikkaskenaarion päästörajoissa on huomioitu viimeaikainen päästöoikeuden hinnan aiempia ennusteita huomattavasti nopeampi nousu. Päästökaupan 1.1.2019 voimaan tulleen markkinavakaussuunnitelman arvioidaan osaltaan pitävän päästöoikeuden hinnan nykyisellä korkealla tasolla. Perusskenaariota nopeampi päästöoikeuden hinnan nouseminen johtaa siihen, että energiasektorin sekä teollisuuden kannattaa investoida esimerkiksi vähähiilitiekarttoissa esitettyihin toimiin aikaisemmin kuin perusskenaariossa. Päästöoikeuden hinnan lisäksi politiikkaskenaario sisältää energiasektorilla merituulivoiman edistämisen energiatuen kautta sekä kaukolämpöä tuottavien lämpöpumppujen ja

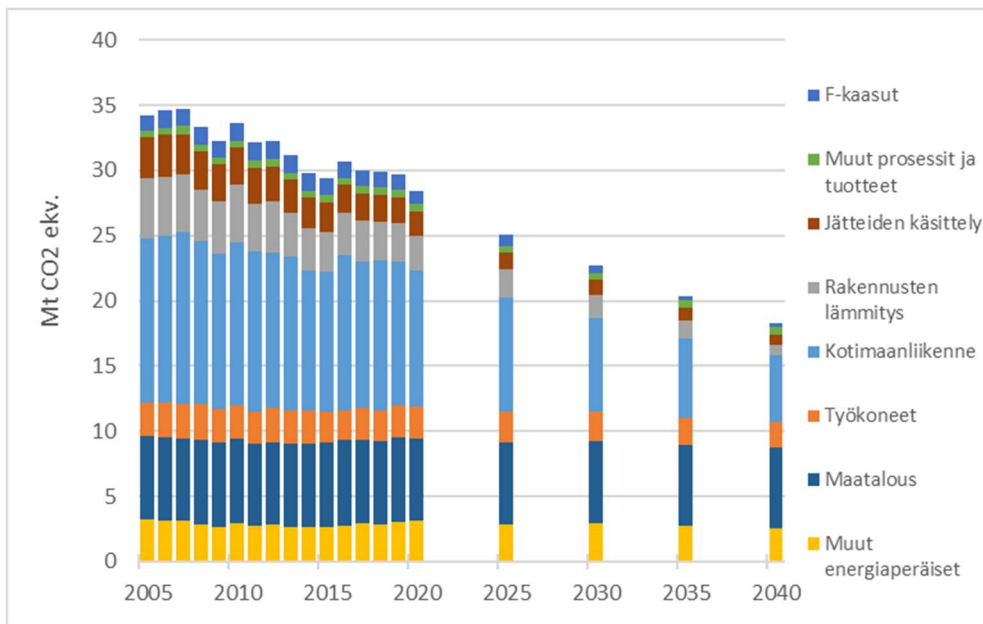
konesalien käyttämän sähköenergian veron alentamisen. Teollisuudessa politiikkaskenaario huomioi niin ikään teollisuuslaitosten käyttämän sähköenergian veron laskemisen, energiaintensiivisten yritysten veronpalautuksen leikkaamisen sekä hallituksen linjauksen teollisuuden sähköistämistuesta.



Kuva 6. Päästökauppasektorin toteutuneet päästöt 2005–2020 ja päästökehitys perus- ja politiikkaskenaariossa 2025–2040.

4.2.3 Taakanjakosektorin päästöt

Kuvassa 7 on esitetty taakanjakosektorin toteutuneet päästöt vuoteen 2020 asti sekä perusskenaarion päästökehitys vuoteen 2040 mennessä AR5:n mukaisilla GWP-kertoimilla. Vuotuiset päästöt ovat vähentyneet vuoden 2005 tasosta luokkaa 5 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. Muutokseen eniten vaikuttaneet tekijät ovat tieliikenteen biojakeluvaihtoehtojen nostaminen, rakennusten lämmitysmuotojen muutokset ja niiden energiatehokkuuden parantuminen sekä jätteiden aiempaa paremmat käsittelytavat, kuten aiempaa suuremman osuuden polttaminen energiantuotannossa ja kaatopaikkojen biometaanin tarkempi talteenotto.

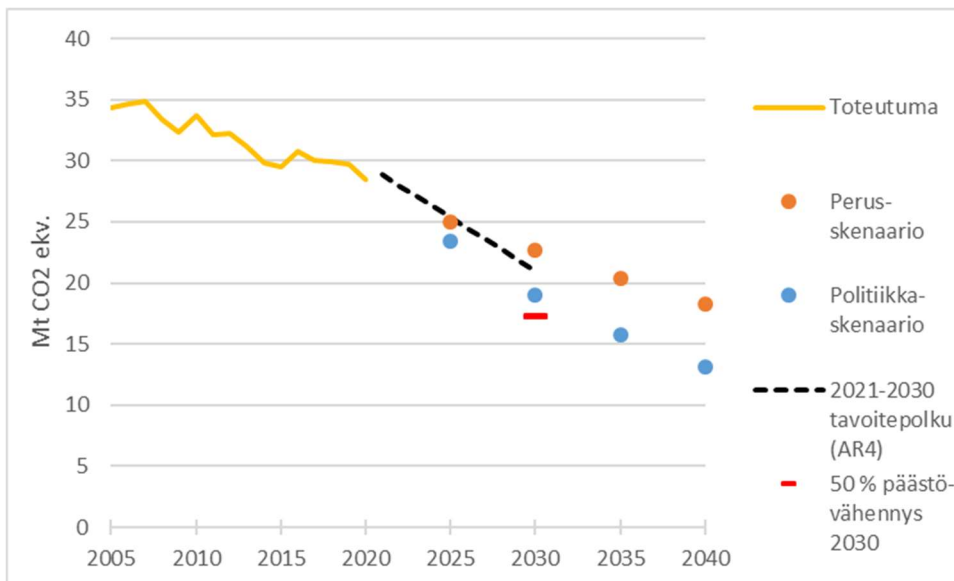


Kuva 7. Taakanjakosektorin toteutuneet päästöt 2005-2020 ja päästökehitys perusskenaariossa 2025-2040.

Taakanjakosektorin päästöt alenevat niin perus- kuin politiikkaskenaariossakin (kuva 8) melko tasaisesti vuoteen 2040 mennessä eniten liikenteen jakeluvaihtoehtojen nostamisen ja energiaverotuksen ohjausvaikutuksen johdosta. Mukana ei kuitenkaan ole kaikkia KAISU-suunnitelmassa esitettyjä toimenpiteitä. Kokonaispäästöt alenevat perusskenaariossa vuoteen 2030 mennessä noin 23 miljoonan tonnin CO₂-ekv. tasolle, joka on yli 5 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. suurempi kuin EU:n komission alustavasti esittämä uusi 50 prosentin vähennystavoite edellyttäisi ja vajaa 1 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. suurempi verrattuna nykylainsäädännön mukaiseen tavoitteeseen. Vuoteen 2005 verrattuna päästöt vähenevät ylivoimaisesti eniten kotimaan liikenteessä, jossa vähennys on perusskenaariossa noin 5,4 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. (43 prosenttia) ja politiikkaskenaariossa noin 6,4 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. (51 prosenttia). Liikenteen lisäpäästövähennys on politiikkaskenaariossa melko maltillinen, mikä johtuu oletetusta varsin voimakkaasta sähköistymisestä jo perusskenaariossa. Politiikkaskenaarioon on liikenteen osalta sisällytetty myös EU:n ehdottama liikenteen päästökauppa, vaikka sen toteutuminen on vielä epävarmaa. Sen vaikutukseksi on arvioitu 0,3-0,4 miljoonaa tonnia CO₂-ekv.

Liikenteen jälkeen suurimmat päästönvähennykset saadaan perusskenaariossa aikaan rakennusten lämmityksessä (noin 3 miljoonaa tonnia CO₂-ekv.) ja jätteiden käsittelyssä (noin 2 miljoonaa tonnia CO₂-ekv.). Politiikkaskenaariossa vähennykset kasvavat vajaan 4 miljoonan tonnin CO₂-ekv. ja noin 2 miljoonan tonnin CO₂-ekv. määriin. Työkoneiden osalta vuoteen 2030 saavutettava vähennys on puolestaan perusskenaariossa noin 0,4 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. ja politiikkaskenaariossa noin 1 miljoonaa tonnia CO₂-

ekv. Tulokset osoittavat varsin hyvin öljytuotteiden käyttöön kohdistuvien politiikkatoimien merkityksen, joka syntyy pääosin jakeluvuorituksen tason huomattavasta nostosta ja energiaverojen korotuksista.



Kuva 8. Taakanjakosektorin päästökehitys perus- ja politiikkaskenaariossa, vuosien 2021-2030 nykyinen tavoitepolku sekä komission esitys Suomen uudeksi päästövähennystavoitteeksi vuonna 2030.

4.2.4 Maankäyttösektori

Maankäyttösektori osana Suomen ilmasto- ja energiatavoitteiden saavuttamista

Maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätalous -sektorilla (LULUCF), eli lyhyemmin maankäyttösektorilla voidaan vahvistaa usealla eri tavalla hiilinieluja, ylläpitää hiilivarastoja, vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä ja edistää maa- ja metsätalouden sopeutumista ilmastonmuutokseen. Maankäyttösektori on Suomessa nettonielu, mikä tarkoittaa, että sektori sitoo kasvihuonekaasuja enemmän kuin siitä aiheutuu päästöjä. Maankäyttösektorin nettonielun suuruus vaihtelee vuosittain. Esimerkiksi vuonna 2019 sektori oli kokonaisuudessaan 14,8 miljoonan tonnin CO₂-ekv. suuruinen nettonielu.

Suomen hiilineutraaliustavoite tarkoittaa, että vuonna 2035 kasvihuonekaasupäästöjen ja nettohiilinielun tulee olla samalla tasolla ja siitä eteenpäin nettohiilinielun tulee olla päästöjä suurempi. Ilmasto- ja energiastrategiassa ei linjata yksityiskohtaisesti maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteistä, vaan ne sisällytetään Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmaan (MISU), joka laaditaan vuoden 2022 alkupuoliskolla. Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma tulee hallitusohjelman mukaisesti jatkossa osaksi Ilmastolain mukaista suunnittelujärjestelmää.

Hallituksen linjausten mukaisesti maankäyttösektorilla toteutettavien lisätoimien tavoiteltu vuosittainen nettolisäys maankäyttösektorin nieluun on vähintään 3 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. vuoteen 2035 mennessä. Tavoitteeseen pääsemiseksi Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmaan sisällytetään maatalousmaiden hiilidioksidipäästöihin, metsiin, maankäytön muutoksiin ja ilmastokosteikkoihin kohdentuvia toimenpiteitä. Maataloudessa edistetään viljelytapoja, -tekniikoita, tuotteita ja palveluja, joilla sidotaan ja varastoidaan nykyistä enemmän hiiltä sekä vähennetään viljelystä aiheutuvia päästöjä ja ylläpidetään olemassa olevia hiilivarastoja. Metsätalouden toimenpiteillä huolehditaan metsien hoidosta, kasvukyvystä

ja terveydestä sekä edistetään monipuolisia metsien kasvatus- ja käsittelytapoja, mikä vahvistaa samalla metsien hiilensidontaa eli hiilinieluja. Maankäyttösektorin kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää erityisesti kehittämällä turvemaiden käyttöä. Lisäksi pyritään vähentämään metsäkatoa ja niitä päästöjä, joita syntyy metsän muuttumisesta rakennetuksi alueeksi sekä pelloksi. Osana maankäyttösektorin ilmastotoimenpidekokonaisuutta edistetään myös joutokäytössä olevien alueiden metsitystä, monitavoitteisten kosteikkojen rakentamista ja turvetuotannosta vapautuneiden alueiden kestävää jatkokäyttöä.

Hiilinielujen ja -varastojen säilyttämiseksi on tärkeää varautua myös lisääntyviin riskeihin, kuten kasvitauteihin ja metsätuhoihin. Muuttuvan ilmaston myötä kasvavat sää- ja ilmatoriskit vaikuttavat maankäyttösektorin nielujen kehittymiseen. Siksi sopeutumisen näkökulma on olennainen osa maankäyttösektorin ilmastotoimia.

Maankäyttösektorin kehittyminen eri skenaarioiden mukaisesti

Tässä luvussa esitetyt arviot metsien ja maatalouden kehityksestä ja niiden vaikutuksista maankäyttösektorin kasvihuonekaasupäästöihin, hiilinieluihin ja –varastoihin perustuvat Hiilineutraali Suomi 2035 – ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset (HIISI)-hankkeessa laadittuihin skenaarioihin.

Metsien kehitystä koskevat arviot pohjautuvat arvioihin metsäteollisuuden tuotannon kehittymisestä sekä metsien kasvusta ja runkopuun hakkuumääristä, jotka vaikuttavat metsien hiilinielujen kehittymiseen. Metsäteollisuuden tuotannon ja puunkäytön kehitysarviot Suomessa vuoteen 2035 saakka pohjautuvat Metsäteollisuus ry:n sekä Sahateollisuus ry:n vähähiilitiekartoissa esitettyihin perusuriin sekä tehtyihin investointi- ja disinvestointipäätöksiin perustuviin tarkistuksiin eri metsäteollisuustuotteiden tuotantomäärien kehityksestä.

Metsäteollisuuden tuotantoarvioiden perusteella arvioitiin runkopuun hakkuukertymät vuoteen 2035 saakka. Laskelmien taustalla olivat arviot metsäteollisuuden sekä energiantuotannon puunkäyttömääristä. Perusskenaariossa (WEM) runkopuun vuotuisen kertymän arvioidaan kasvavan noin 79 milj. m³:iin vuoteen 2035 mennessä ja pysyvän tällä tasolla vuoteen 2045 asti. Runkopuun hakkuukertymä nousee perusskenaarion arvion mukaan lähelle samaa tasoa kuin Kansallisessa metsästrategiassa vuodelle 2025 asetettu 80 milj. m³/v taso. Esimerkiksi vuonna 2020 runkopuuta korjattiin 69 milj. m³ vuodessa. Suurimmaksi puuntuotannollisesti ylläpidettävissä olevaksi runkopuun hakkuukertymäksi on arvioitu seuraavan kolmenkymmenen (2016–2045) vuoden ajalle keskimäärin 86 milj. m³ vuodessa.

Politiikkaskenaarion (WAM) hakkuulaskelmassa runkopuun hakkuukertymä on sama kuin edellä kuvatussa perusskenaariossa. Politiikkaskenaario eroaa perusskenaariosta erityisesti metsien kasvua ja siten hiilensidontaa lisäävien toimenpiteiden osalta. Politiikkaskenaariorissa metsien kasvua lisätään edistämällä merkittävästi metsien lannoitusta sekä kivennäis- että turvemailla. Kasvatuslannoitusten määrä nousee politiikkaskenaariorissa 150 000 hehtaariin vuodessa ensimmäisen laskelmakauden (2016–2025) jälkimmäisellä puoliskolla. Politiikkaskenaariorissa rehevien korpien harvennuskäytäntöjä muutetaan siten, että harvennuksista 30 prosenttia toteutetaan yläharvennustyyppisesti. Politiikkaskenaariorissa myös kunnostusojituksen määrät ojitetuilla turvemailla ovat alhaisempia kuin perusskenaariossa, eli rehevien korpien lisäksi myöskaruilla rämeillä ei toteuteta kunnostusojitusta harvennusten yhteydessä. Sekä perus- että politiikkaskenaariorissa oletetaan, että taimikonhoito tehdään aina, kun sille on tarve.

Huomionarvoista on, että HIISI-laskelmissa on mukana vain tietyt metsien kasvuun ja hiilinielujen kehitykseen liittyvät toimenpiteet, eikä esimerkiksi jalostetun metsänviljelymateriaalin käytön lisäämisestä tai taimikonhoitojen aikaistamisesta tehty oletuksia, vaikka eräissä viimeaikaisissa tarkasteluissa on arvioitu

myös niiden vaikutusta. Tarkempi kuvaus politiikkaskenaariossa oletetuista metsien kasvua lisäävistä toimenpiteistä löytyy HIISI-raportista.

Politiikkaskenaariossa puuston kasvu lisääntyy vuoteen 2035 mennessä perusskenaarion 106,3 miljoonasta kuutiometristä vuodessa noin 109,3 miljoonaan kuutiometriin vuodessa. Metsien lisääntyneen kasvun vaikutusta metsien hiilinielujen kehitykseen on kuvattu alempana.

Metsäsektorilla on rooli myös Suomen energiantuotannossa. Hakkuiden sivutuotteena korjattavan metsähakkeen määrän arvioidaan nousevan ilmasto- ja energiastrategian skenaarioissa 16–17 miljoonaan kuutiometriin vuodessa. Poliitiikkaskenaariossa energiapuun kertymätavoitteet ovat korkeammat kuin perusskenaariossa. Viime vuosina metsähaketta on käytetty lämpö- ja voimalaitoksissa keskimäärin 7–8 miljoonaa kuutiometriä vuodessa, joten skenaarioissa metsähakkeen määrän arvioidaan kasvavan nykytasoon verrattuna noin kaksinkertaiseksi vuoteen 2035 mennessä. Metsähakkeen energiakäyttöä kuvataan tarkemmin luvuissa 4.3 Uusiutuva energia ja 4.5 Energian huolto- ja toimitusvarmuus.

Metsien kasvua ja hakkuita kuvaavissa skenaarioissa ei tarkasteltu metsien monimuotoisuuden ylläpitämiseen ja edistämiseen tai metsien suojeluun liittyviä toimenpiteitä, vaan nämä skenaariotarkastelut sisällytetään Kansallisen metsästrategian päivityksen tueksi vuonna 2022 laadittaviin skenaarioihin.

Maatalouden skenaarioiden laadinnassa lähtöaineistoina ovat toimineet kansallinen EU:n yhteisen maatalouspolitiikan (CAP) suunnitelmaluonnos, mistä mukana ovat muun muassa seuraavat toimenpide-ehdotukset: raivatut alat pysyviksi nurmiksi, kerääjäkasvit ja maanparannus- ja saneerauskasvit, nurmien ja kesantojen tuet (mukaan lukien turvepeltojen nurmet), säätösalaajitusinvestoinnit ja hoito sekä kosteikkojen perustaminen ja hoito (mukaan lukien ilmastokosteikko). CAP:n lisäksi lähtöaineistossa on metsitystuki joutoalueille, joka vaikuttaa vuodesta 2021 alkaen, arvio maankäyttösektorin päästövähennysmahdollisuuksista ja Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry:n ja Svenska lantbruksproducenternas centralförbund SLC rf:n ilmastotiekartta.

Maatalouden politiikkaskenaarion päästövähennystoimet liittyvät maankäytön muutoksiin, pellonkäyttöön (turvemaiden viljely korotetulla veden pinnalla, kivennäismaiden hiilensidonnan lisääminen), täsmäviljelyyn ja lypsylehmien metaanituoton vähentämiseen. Toimien päästövähennysvaikutukset kohdistuvat maataloussektorin ohella suurelta osin myös maankäyttösektorille.

Skenaarioissa tehtiin oletuksia myös maankäytön muutoksen pinta-aloista, kuten esimerkiksi viljelysmaan, ruohikkoalueiden ja rakennetun maan kehityksestä, metsittämisestä, muutoksista turvetuotantoaloissa sekä maalle sijoitettujen tuuli- ja aurinkovoimaloiden vaatimasta uudesta maa-alasta. Metsäkadon roolia maankäyttösektorin päästöissä kuvaa, että olennainen osa koko maankäyttösektorin vuosittaisista päästövähennyksistä Suomessa voitaisiin saada aikaan hillitsemällä metsäkatoa. Esimerkkinä muutoksista mainittakoon metsämaan pinta-ala, joka pienenesi perusskenaariossa noin 66 000 hehtaaria vuosina 2021–2040 ja politiikkaskenaariossa kasvaisi noin 17 000 hehtaaria. Viljelysmaan pinta-alan puolestaan arvioitiin pysyvän perusskenaariossa nykyisellään. Poliitiikkaskenaariossa viljelysmaiden ala pienenesi yhteensä noin 90 000 ha vuosina 2021–2040 pienemmän raivausalan ja isompien metsitysalojen myötä. Tarkempi kuvaus oletetusta maankäytön kehittymisestä Suomessa vuosina 2010–2040 Suomessa löytyy HIISI-raportista.

Arviot maankäyttösektorin nettohiilinielun kehityksestä vuoteen 2035

HIISI-hankkeen skenaarioiden mukaan maankäyttösektorin nettohiilinielu kasvaisi nykytilanteesta. Perusskenaarion arvion mukaan vuonna 2035 maankäyttösektori olisi 18,0 miljoonan tonnin CO₂-ekv.

kokoinen nettonielu. Poliittikkaskenaarion toimenpiteillä vuoden 2035 nettonieluksi arvioidaan 23,7 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. eli poliittikkaskenaarion nettonielu olisi vuonna 2035 lisätoimien ansiosta 5 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. suurempi kuin perusskenaarion nettonielu.

Jos arvioita sektorin nettonielun kehityksestä vuonna 2035 verrataan nykytilaan, on nettonielu sekä perus- että poliittikkaskenaarion suurempi kuin nykytilanteessa. Esimerkiksi vuonna 2019 maankäyttösektori oli kokonaisuudessaan 14,8 miljoonan tonnin CO₂-ekv. ja vuoden 2020 ennakkotietojen mukaan 17,2 miljoonan tonnin CO₂-ekv. suuruinen nettonielu.

HIISI-hankkeen poliittikkaskenaario (Taulukko 4) osoittaa, että maankäyttösektorin toimenpiteillä on mahdollista kasvattaa nieluja ja vähentää päästöjä. Nettonielun jatkuva kasvattaminen tai nielun ylläpitäminen saman suuruisena on kuitenkin haastavaa. Ihmisen toiminnan vaikutukset voivat olla nopeita ja aiheuttaa heilahtelua vuosien välillä, esimerkiksi muutokset hakkuukertymissä tai uuden politiikan käyttöönotto.

Taulukko 3. Maankäyttö- eli LULUCF-sektorin päästöt ja poistumat päästöluokittain perusskenariossa, miljoona tonnia CO₂-ekv. Vuosi 2019 vastaa kasvihuonekaasuinventaarion arvoja AR5:n GWP-kertoimilla ja vuodet 2025–2040 ovat perusskenaarion tuloksia.

	2019	2025	2030	2035	2040
Metsämaa	-23,01	-29,17	-23,71	-24,85	-21,92
Viljelysmaa	7,94	7,47	7,58	7,61	7,67
Ruohikkoalueet	0,70	0,69	0,68	0,67	0,65
Kosteikot	2,23	1,75	1,28	1,13	0,90
Rakennettu maa	0,68	1,27	1,23	1,00	0,82
Puutuotteet	-3,37	-3,22	-3,92	-3,56	-2,82
Yhteensä	-14,83	-21,20	-16,85	-18,00	-14,69

Taulukko 4. Maankäyttö- eli LULUCF-sektorin päästöt ja poistumat päästöluokittain poliittikkaskenariossa, miljoona tonnia CO₂-ekv. Vuosi 2019 vastaa kasvihuonekaasuinventaarion arvoja AR5:n GWP-kertoimilla ja vuodet 2025–2040 ovat poliittikkaskenaarion tuloksia.¹⁸

	2019	2025	2030	2035	2040
Metsämaa	-23,01	-30,14	-26,72	-28,37	-26,92
Viljelysmaa	7,94	6,99	6,70	6,45	6,12
Ruohikkoalueet	0,70	0,73	0,75	0,79	0,82
Kosteikot	2,23	1,25	0,62	0,57	0,56
Rakennettu maa	0,68	1,28	1,23	1,04	0,85
Puutuotteet	-3,37	-3,22	-3,92	-3,56	-2,82
Yhteensä	-14,83	-23,11	-21,33	-23,07	-21,38

Jos tarkastellaan metsien nettonielua (metsämaa), on Suomen metsien nettohiilinielun eli ilmakehästä metsiin sitoutuvan hiilidioksidin määrä vaihdellut vuodesta 1990 lähtien 17,5–47 miljoonan tonnin CO₂-ekv. välillä. Vuonna 2019 metsien nettonielu oli -23 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. HIISI-hankkeen perusskenariossa (WEM) metsien nettonielu on vuonna 2035 tasolla -24,9 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. ja poliittikkaskenariossa, jossa toteutetaan metsien kasvua lisääviä toimenpiteitä, metsien nettonielu on tasolla -28,4 miljoonaa tonnia CO₂-ekv., mikä tarkoittaa, että skenaarioiden mukaan metsien kasvua

¹⁸ Hiilineutraali Suomi 2035 – Maankäyttö- ja maataloussektorin skenaariot.

lisäävillä toimenpiteillä saavutettaisiin noin -3,5 miljoonan tonnin CO₂-ekv. vuotuinen lisänielu vuonna 2035.

Perusskenaariossa orgaanisen viljelysmaan maaperäpäästöt lisääntyvät tarkastelujaksolla miljoonalla tonnilla CO₂-ekv. Poliittikkaskenaariossa pienenevän turvepeltoalan ja turvemaiden korkean vedenpinnan viljelyn seurauksena päästö on perusskenaarioon verrattuna 0,3 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. pienempi vuonna 2040. Perusskenaariossa kivennäismaiden päästötrendi on aleneva alkutilanteen 0,5 miljoonasta 0,1 miljoonaan tonniin CO₂-ekv. vuonna 2040. Poliittikkaskenaariossa päästö muuttui pieneksi nieluksi vuoden 2030 jälkeen ollen vuonna 2040 noin -0,2 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. Nurmien, kerääjäkasvipinta-alan ja maanparannus- ja saneerauskasvien pinta-alan lisäys ovat tärkeimpinä tekijöinä poliittikkaskenaarion kivennäismaiden pienempien päästöjen taustalla. Ruohikkoalueet, kosteikot ja muutos rakennetuksi maaksi muodostavat vuonna 2035 yhteensä noin 2,8 miljoonan tonnin CO₂-ekv. suuruisen päästölähteen perusskenaarion mukaan ja 2,4 miljoonan tonnin CO₂-ekv. poliittikkaskenaarion mukaan.

Puutuotteiden hiilinielu arvioitiin skenaarioissa voimassa olevien puutuotteiden raportointisääntöjen perusteella. Niiden mukaan puutuotteiden hiilivaraston kehitys lasketaan kotimaisesta puusta tuotettujen puutuotteiden tuotantomäärien ja niiden sisältämän hiilen puoliintumisaikojen perusteella. Skenaarioiden pohjalta arvioidaan, että puutuotteiden nettohiilinielu olisi vuonna 2035 noin 3,6 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. vuodessa.

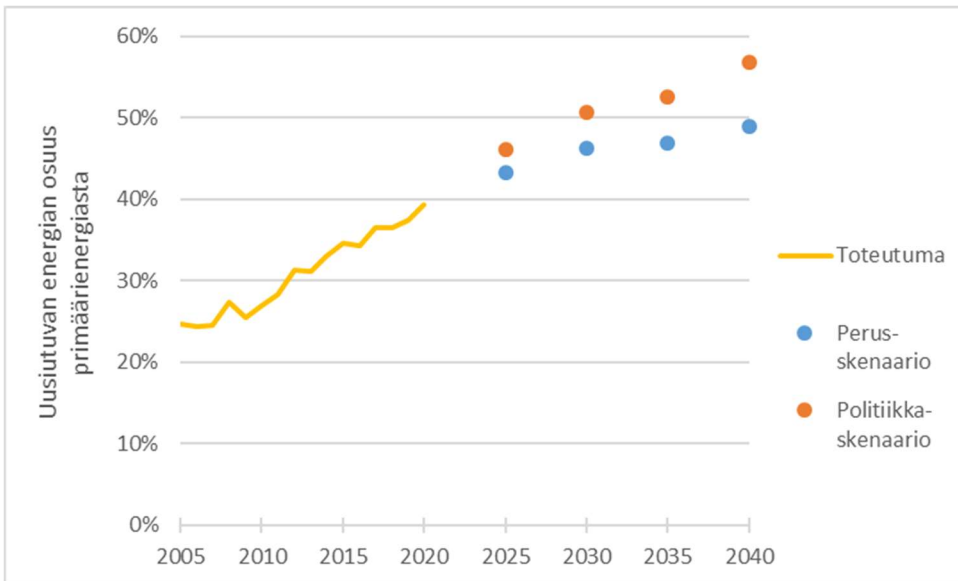
4.3 Uusiutuva energia

4.3.1 Yleistä

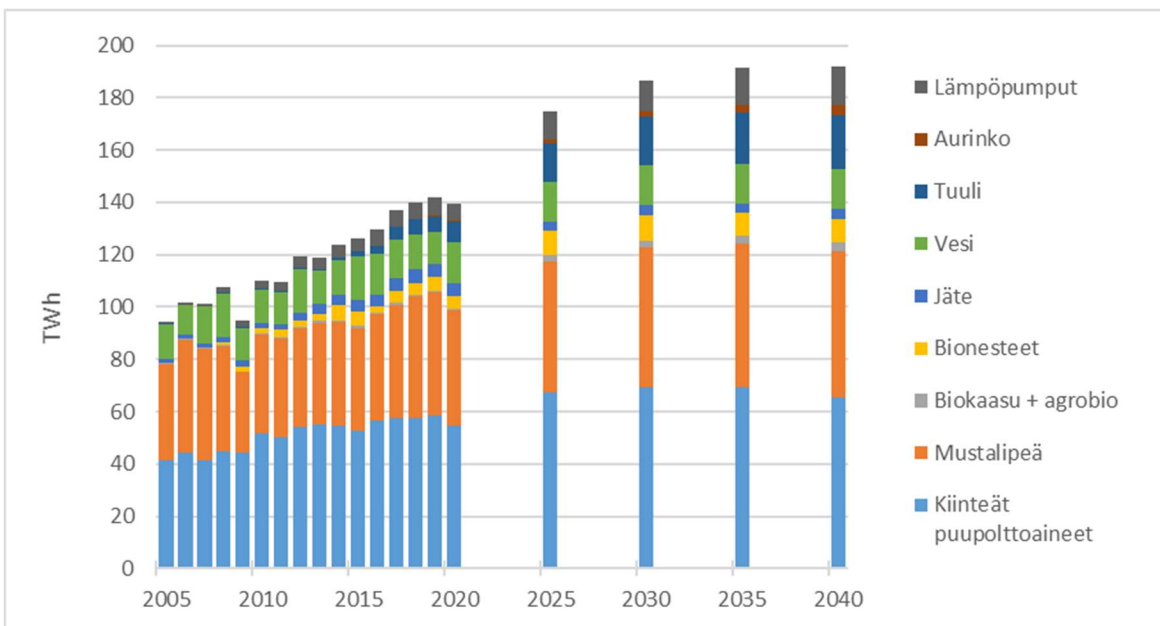
Uusiutuvan energian osuus kokonaisloppukulutuksesta on Suomessa kasvanut nopeasti. Suomi ylitti vuodelle 2020 asetetun sitovan EU-tavoitteen (38 prosenttia) ensimmäisen kerran jo vuonna 2014 ja vuonna 2020 osuus oli jo lähes 44 prosenttia, kun tilastolliset siirrot otetaan huomioon. Suomi myi osan uusiutuvan energian tilastollisesta ylijäämästä Belgialle ja Belgian Flanderille. Ilman tilastollisia siirtoja Suomen uusiutuvan energian osuus vuonna 2020 olisi ollut 44,6 prosenttia. Valtaosa kasvusta on liittynyt puupolttoaineiden käytön lisääntymiseen. Viime vuosina myös muiden uusiutuvien energialähteiden ja erityisesti tuulivoiman määrä on kasvanut nopeasti.

Uusiutuvan energian kasvu näkyy myös primäärienergian kulutuksessa, jossa sen osuus on tällä hetkellä lähes 40 prosenttia. Kuva 9 havainnollistaa viime vuosien osuuksia sekä mallinnettuja kehityskulkuja, joista poliittikkaskenaariossa osuus nousee melko nopeasti yli 50 prosenttiin ja perusskenaariossakin päästään nopeasti yli 40 prosentin.

Kansallisessa energia- ja ilmastosuunnitelmassa (NECP) Suomi ilmoitti vuodelle 2030 kansalliseksi tavoitteeksi 51 prosentin uusiutuvan energian osuuden kokonaisloppukulutuksesta. Poliittikkaskenaariossa tämä ylittyy reippaasti osuuden saavuttaessa 60 prosentin tason vuonna 2030.



Kuva 9. Uusiutuvan energian osuudet primäärienergiasta perus- ja politiikkaskenaarioissa.



Kuva 10. Uusiutuvan primäärienergian hankinta perusskenaariossa.

Kuva 10 esittää uusiutuvan primäärienergian hankintaa energialähteittäin perusskenaariossa. Sen vuotuinen määrä kasvaisi nykyisestä noin 140 TWh:sta noin 190 TWh:iin vuoteen 2035 mennessä. Suurin osa kasvusta selittyy puupolttoaineiden, tuulivoiman sekä lämpöpumppujen käytön kasvulla.

Sektoreittain katsottuna sähkön tuotannosta jo yli 80 prosenttia on hiilidioksidivapaata (sisältäen ydinvoiman). Merkittävä osuus uusiutuvasta energiasta on edelleen bioperäistä. Suomessa puupolttoaineiden käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa pohjautuu pääsääntöisesti metsäteollisuuden sivuvirtojen eli mustalipeän ja kiinteiden puupolttoaineiden, kuten kuoren ja purun, käyttöön. Näiden osuus uusiutuvan energian tuotannosta on yhteensä yli 70 prosenttia. Jotta bioenergia lasketaan mukaan EU:n uusiutuvan energian tavoitteisiin, tulee uusiutuvan energian direktiivin kestävyysvaatimusten täyttyä.

Suomalaisen metsäbiomassan katsotaan täyttävän direktiivin vaatimukset maatasolla. Kestävyysskriteerit on kuitenkin avattu uudelleen tarkasteluun 55-valmiuspaketissa.

Teollisuuden, lämmityksen ja liikenteen sähköistyessä uusiutuviin energialähteisiin perustuvan sähköntuotannon kysyntä kasvaa merkittävästi tulevaisuudessa. Valtaosa tuotannon kasvusta tulee perustumaan markkinaehtoiisiin ratkaisuihin. Tuuli- ja aurinkoenergia nousevat erityisesti politiikkaskenaariossa merkittävään asemaan uusiutuvan energian hankinnassa. On kuitenkin hyvä pitää mielessä, että uusien tuulivoimalainvestointien kohdentumista Pohjoismaisilla markkinoilla on vaikea arvioida, minkä vuoksi myös tuloksiin sisältyy tältä osin epävarmuutta. Poliitiikkaskenaarion laskentaoletuksissa on huomioitu julkisiin lähteisiin perustuvat tiedot suomalaisista investointipäätöksistä vuoteen 2024 asti. Hankkeita on varsin runsaasti suunnitteilla, minkä vuoksi toteutuva kehitys saattaa osoittautua tässä arvioitua nopeammaksi. Tuulivoiman ja aurinkosähkön lisääntyessä erilaisten joustavien ratkaisujen merkitys korostuu. Tällaisia ovat esimerkiksi energiavarastot sekä järjestelmäintegraatoratkaisut.

Lämmityssektorillakin kehitys kohti uusiutuvia on kiihtynyt viime vuosina. Suuria kivihiilen ja turpeen käyttökohteita on jo alettu korvata uusiutuviin energialähteisiin perustuvilla ratkaisuilla ja esimerkiksi erilaisten hukkalämpöihin perustuvien hankkeiden määrä on kasvussa. Myös maalämpöjärjestelmät ja muut lämpöpumppuratkaisut ovat erilliskiinteistöjen lisäksi yleistymässä myös teollisuuskiihteistöissä ja kaukolämmöntuotannossa.

Suurin osa lämpösektorin kivihiilen ja turpeen jälkeisestä ajasta katetaan lähitulevaisuudessa kuitenkin puupolttoaineiden käyttöä lisäämällä, kuten 10 havainnollistaa. Vaikka puupolttoaineiden kysyntä kasvaa tulosten mukaan perusskenaariossa tuntuvasti vuoteen 2030 mennessä, kasvusta suuri osa syntyy suoraan metsäteollisuuden ja metsänhoidon sivuvirtoina. Skenaarioissa on oletettu, ettei runkopuuta polteta energiaksi merkittäviä määriä. Energiapuun lisätuonnilla sen energiakäyttöä voitaisiin kasvattaa, mutta kestävyysnäkökohtien perusteella tuonti on näissä tarkasteluissa rajoitettu korkeintaan noin 5 TWh:n määrään, kun se oli vuonna 2020 vajaat 4 TWh.

Etenkin biopolttoainekäytön kasvun seurauksena myös liikennesektorista jo noin viidennes perustuu uusiutuvaan energiaan. Suomi on globaalisti johtavia maita niin uusiutuvien energialähteiden käytössä kuin tuotannossa liikennesektorilla. Nestemäisten biopolttoaineiden, biokaasun sekä uusien esimerkiksi vetyperusteisten sähköpolttoaineiden rooli korostuu etenkin raskaassa tieliikenteessä, meriliikenteessä sekä lentoliikenteessä henkilöautoliikenteen sähköistyessä.

4.3.2 Tukiohjelmista

Uusiutuvan energian valtiontuissa on Suomessa siirrytty tuotantotuista kohti investointitukia ja tukia on kohdistettu suhteellisesti aikaisempaa enemmän uuden energiateknologian edistämiseen. Bioenergian hyödyntäminen erityisesti lämmöntuotannossa on ollut jo pitkään markkinaehtoista ja esimerkiksi metsähakkeen tuotantotuesta on juuri luovuttu. Tuen tarkoituksena oli korvata turvetta monipolttoainelaitoksissa. Päästöoikeuden korkean hinnan takia tukea ei enää tarvita. Tuulivoiman syöttötariffi sulkeutui uusien voimalaitosten osalta vuonna 2017 ja järjestelmän korvanneen premiojärjestelmän puitteissa järjestettiin ainoastaan yksi tarjouskilpailu vuonna 2018. Siten uudet tuulivoimalat rakennetaan nykyisin ilman tukia.

Valtaosan uudesta energiantuotantokapasiteetista tulisi perustua markkinaehtoiisiin ratkaisuihin ja suoria tukia tulisi välttää nykytilanteessa, jossa myös uusiutuviin energialähteisiin perustuvia tuotantoteknologioita voidaan rakentaa pääsääntöisesti ilman valtiontukea. Valtiontuki on kuitenkin perusteltu tilanteissa, joissa katsotaan, että kyseisellä teknologialla tai konseptilla voisi olla merkittävä vaikutus pitkän aikavälin kansallisiin tavoitteisiin, globaalia kysyntää tai muuten poikkeuksellista merkitystä,

eikä kyseisiä investointeja voitaisi esimerkiksi korkeamman riskitason tai ensimmäisten hankkeiden heikon kannattavuuden takia käynnistää ilman valtiontukea. Keskeisimmät tällaiset teknologiat liittyvät etenkin liikenteen uusiutuviin polttoaineisiin ja muuhun kuin polttoon perustuviin lämmöntuotantoratkaisuihin. Varsinkin vakiintuneiden teknologioiden osalta tulisi ensi sijassa arvioida rahoitukseen liittyvien instrumenttien käyttöönottoa suorien tukien sijaan.

Uusiutuvan energian tuotantolaitosten kannattavuuden parannuttua entistä enemmän tulisi kiinnittää huomiota muihin edistämiskeinoihin. On tärkeää pyrkiä luomaan investointimyrönteinen ilmapiiri ja toimintaympäristö, joka osaltaan pienentää hankkeiden riskiä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että sääntely ei muutu jatkuvasti ja että sääntely on ennakoitavaa pitkällä aikavälillä. Lisäksi on syytä varmistua, että uusiutuvan energian hankkeille on saatavilla yksityistä rahoitusta.

4.3.3 Energiatuki

Energiatukea voidaan myöntää sellaisiin investointi- tai selvityshankkeisiin, jotka edistävät:

1. uusiutuvan energian tuotantoa tai käyttöä;
2. energiansäästöä tai energian tuotannon tai käytön tehostamista; taikka
3. muutoin energiajärjestelmän muuttumista vähähiiliseksi.

Energiatukea voidaan myöntää yrityksille, kunnille ja yhteisöille. Tukea ei myönnetä asunto-osakeyhtiöille, asuinkiinteistöille tai maatiloille taikka niiden yhteyteen toteutettaville hankkeille, lukuun ottamatta sellaisia maatilan yhteydessä toteutettavia hankkeita, joissa tuotettava energia käytetään maatalouden tuotantotoiminnan ulkopuolella. Energiatuen myöntäminen perustuu niin sanottuun energiatakiasetukseen (VNA 1098/2017), jossa säädetään tarkemmin tukiohjelmasta. Tukihakemukset käsittelee pääsääntöisesti Innovaatorahoituskeskus Business Finland. Työ- ja elinkeinoministeriö päättää tuen myöntämisestä investointihankkeeseen, jos hankkeen hyväksyttävät kustannukset ylittävät 5 miljoonaa euroa taikka hanke liittyy uuteen teknologiaan ja sen hyväksyttävät kustannukset ylittävät miljoona euroa. Energiatukeen on varattu tyypillisesti 35-40 miljoonaa euroa vuodessa, josta valtaosa käytetään pienen mittakaavan hankkeisiin. Erillisistä määräaikaisista lisätuista johtuen energiatauen valtuusmäärä on viime vuosina ollut huomattavasti edellä mainittua suurempi.

Vuonna 2019 otettiin käyttöön niin sanottu suurten demonstraatiohankkeiden investointituki, joka on osa energiataukea. Suurilla demonstraatiohankkeilla tarkoitetaan sellaisia energiatakiahankkeita, joiden investointikustannukset ovat vähintään 5 miljoonaa euroa ja ne sisältävät uutta energiataknologiaa. Tuki perustuu hankkeiden väliseen kilpailuun. Hankkeita arvioidaan ensi sijassa demonstraatioarvon perusteella, mutta arvioinnissa kiinnitetään huomiota myös hankkeiden toteutettavuuteen, energiavaikutuksiin, kustannustehokkuuteen sekä muihin vaikutuksiin. Painopiste on ollut etenkin uusiutuvien liikennepolttoaineiden tuotantolaitoshankkeissa sekä muuhun kuin polttoon perustuvissa lämmöntuotantohankkeissa. Tukivaltuutta varattiin neljälle vuodelle yhteensä 200 miljoonaa euroa.

Tukiohjelman etuna on se, että harkinnanvarainen investointituki voidaan kohdistaa hankekohtaisesti tehokkaasti tarpeen mukaan ja erilaisia painotuksia voidaan tehdä joustavasti. Jälkikäteen ja toteutuneita kustannuksia vastaan maksettava investointituki on myös valtiolle melko riskitön. Hankkeiden peruuntuessa tukea ei makseta.

4.3.4 Maa- ja metsätalousministeriön tuet energiakohteisiin

Manner-Suomen maaseudun kehittämissuohjelman 2014-2022 ja sen siirtymäkauden 2021-2022 toimenpiteillä edistetään eri tavoin uusiutuvaa energiaa ja energiatahokkuutta maaseutuyrityksissä ja maatiloilla.

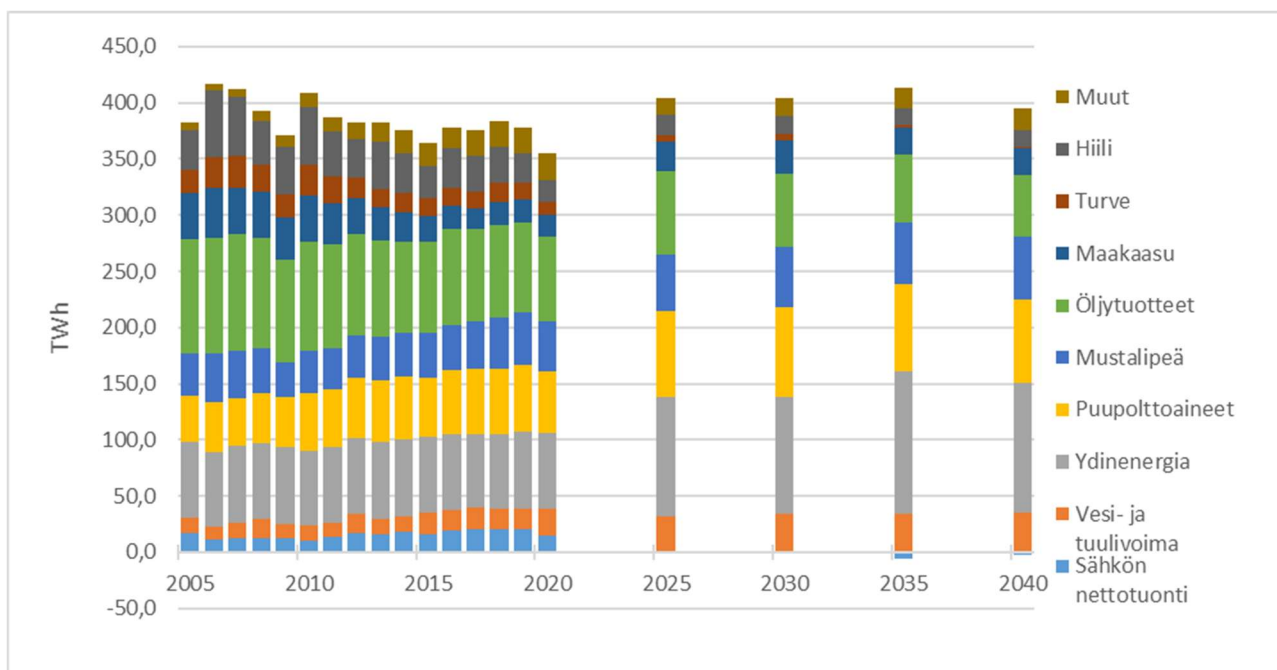
Maatalouden investointituella ja maaseudun yritysrahoituksella voidaan tukea uusiutuvaa energiaa tuottavien laitosten investointeja. Yritysrahoitusta voidaan hakea maaseutualueella sijaitsevien mikro- tai pienyritysten laitosinvestointeihin, joissa tuotetaan energiaa myyntiin. Maatalouden rakennetuet koskevat taas investointeja maatilojen kohteisiin, joilla tuotetaan maataloustuotannossa tarvittavaa uusiutuvaa energiaa tai parannetaan tilan energiatehokkuutta. Ohjelman kautta voi rahoittaa myös koulutus- ja tiedonvälitys- sekä yhteistyöhankkeita, jotka tukevat esimerkiksi uusiutuvan energian tuotannon ja käytön lisääntymistä, energia- ja resurssitehokkuutta tai hajautettuja energiaratkaisuja. Myös maatiloille räätälöityä energianeuvontaa tuetaan ohjelman kautta

Joulukuussa 2021 lähetettiin komissiolle Suomen esitys vuosien 2023-2027 CAP-suunnitelmasta, joka on jatkoa nykyiselle maaseutuohjelmalle. Edellä esitelyjen nykyisen kauden energiatoimenpiteiden on suunniteltu jatkuvan pääpiirteissään samanlaisina. Tarkat sisällöt, tuettavat kohteet ja tukiprosentit selviävät syksyn 2022 aikana, kun suunnitelma on käsitelty ja hyväksytty komissiossa.

4.4 Energian käyttö ja energiatehokkuus

4.4.1 Energian kokonaiskulutus ja loppukulutus

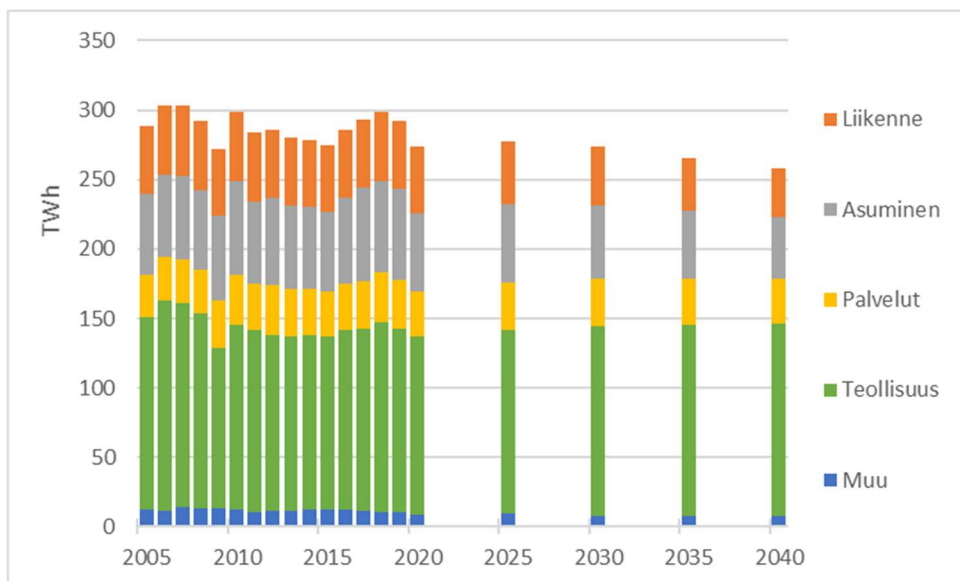
Kuva 11 esittää primäärienergian kokonaismäärän ja sen hankinnan energialähteittäin perusskenaariossa. Kokonaiskulutus on korkeimmillaan runsaat 400 TWh vuonna 2035, jonka jälkeen kulutus alkaa pienentyä. Uudet ydinvoimalaitosyksiköt, jotka on oletettu otettavan käyttöön vuosina 2022 ja 2032, ovat suurin yksittäinen primäärienergian määrää lisäävä tekijä – politiikkaskenaariossa kokonaiskulutus on lisätehostumisen myötä 2030–2040 noin 2 prosenttia perusskenaariota pienempi. Primäärienergian kokonaiskulutuksesta fossiilisten polttoaineiden ja turpeen osuus oli vuonna 2019 noin 42 prosenttia, kun niiden osuus oli vielä vuonna 2010 noin 54 prosenttia. Niiden osuus laskee perusskenaariossa vuonna 2030 edelleen noin kolmannekseen, vuonna 2040 noin neljännekseen ja 2050 noin 20 prosenttiin. Ydinenergian ja uusiutuvan energian osuudet vastaavasti kasvavat. Vuoteen 2030 mennessä eniten vähenevät turpeen ja kivihiilen energiakäyttö, mutta maakaasun kokonaiskäyttö sen sijaan voisi jopa hieman kasvaa vuoden 2020 tasosta. Eniten turpeen ja kivihiilen käytön väheneminen heijastuu kuitenkin bioenergian, etenkin puupolttoaineiden, käytön kasvuna.



Kuva 11. Primäärienergian hankinta 2005–2020 sekä kehitys perusskenaariossa.

Energian loppukulutus on ollut Suomessa viime vuosina tyypillisesti vajaat 300 TWh, josta sähkön osuus on ollut luokkaa 30 prosenttia, lämmön runsaat 10 prosenttia ja suoran polttoainekäytön yli puolet. Perusskenaariossa kokonaiskulutus pysyy melko vakiona vuoteen 2035. Sähköistyminen on keskeinen muutostrendi kaikilla sektoreilla niin perus- kuin politiikkaskenaariossakin, mikä johtaa sähkönkulutuksen kasvamiseen, polttoaineiden ja lämmön käytön laskemiseen ja lopulta koko energian loppukäytön tehostumiseen, jolloin kokonaiskulutus alkaa laskea vuoden 2035 jälkeen. Sähkön loppukulutus kasvaa erityisen merkittävästi liikenteessä ja teollisuudessa.

Perusskenaarion sektorikohtaista energian loppukulutusta tarkasteltaessa (kuva 12) liikenteen ja asumisen energiakäyttö tehostuu voimakkaasti, mikä näkyy niiden kokonaiskulutuksen pienenemisenä. Palveluissa ja teollisuudessa hyötyenergian kysynnän kasvu lähes kumooa tehostumisen vaikutuksen, jolloin kokonaiskulutus ei muutu merkittävästi. Asumisen ja palvelujen loppukulutuksessa sähköä lukuun ottamatta kaikki muu energian käyttö vähenee lämmityksen ominaiskulutusten putoamisen myötä, mikä on huomattavaa sekä uudisrakennuksissa että verrattain laajan energiakorjaustoiminnan ansiosta myös vanhemmassa rakennuskannassa. Teollisuudessa keskeisiä vaikutuksia ovat kaikissa skenaarioissa sähköistyminen prosessilämmön tuotannossa ja fossiilisten polttoaineiden korvaaminen biopolttoaineilla.



Kuva 12. Energian loppukulutus sektoreittain 2005-2019 ja kehitys perusskenaariossa.

4.4.2 Energiatehokkuus

Suomessa on energiategokkuuteen panostettu määrätietoisesti lähes 50 vuoden ajan, eli ensimmäisestä energiakriisistä (1973–74) lähtien. Energiategokkuutta edistetään monin keinoin ja kaikilla sektoreilla. Teollisuus on suuri energiategokkuuskäyttäjä, mutta myös samalla suuri energiategokkuustoimien tekijä. Liikenteessä energiategokkuus on monella tapaa mukana. Ajoneuvon hankinnan verotuksella ohjataan vähäpäästöisiin eli energiategokkaisiin ajoneuvoihin. Liikennevälineiden valinnassa ja niiden käytössä voidaan huomioida energiategokkuus. Kotitalouksilla ja palveluilla on myös paljon ja laajoja energiategokkuustoimia käytettävissä.

Suomen merkittävin energiatehokkuuskokonaisuus ovat vapaaehtoiset energiatehokkuussopimukset. Ne aloitettiin jo 1990-luvulla. Laajat energiatehokkuussopimukset tehtiin kaudelle 2008–2016. Ne uusittiin vuosille 2017–2025. Energiatehokkuussopimukset kattavat teollisuuden, palvelut, kunnat ja kiinteistöt, hyvänä esimerkkinä öljylämmitysala (Höylä IV). Suomi on käyttänyt vapaaehtoisia energiatehokkuussopimuksia laajasti Energiatehokkuusdirektiivin (EED) energian myyjien energiansäästövelvoitetta koskevan säännöksen täyttämiseen. Energiatehokkuussopimusten riittävä raportointi on tälle tärkeä ehto.

Energiatehokkuuden mittaaminen ja vertaaminen esim. yritysten tai maiden välillä ei ole helppoa ja yksiselitteistä. Energiatehokkuussopimuksissa mukana olevat raportoivat tekemistään energiatehokkuustoimista ja investoinneista. Nämä ovat kuvaavia energiatehokkuuslukuja, mutta nekään eivät mahdollista suoraa vertailua sektoreiden kesken.

Erinäisiä indikaattoreita on esitetty kuvamaan energiatehokkuutta, mutta ne eivät pysty seuraamaan suuria rakennemuutoksia, joita Suomenkin talouselämä on kokenut. Bruttokansantuote tai arvonlisä eivät kuvaa kuin rahamäärää tai sen muutosta. Tuotetut tonnitkaan eivät aina ole vertailukelpoisia. Tiivistäen voidaan sanoa, että Suomi on energiatehokkuudessa hyvä, mutta parannettavaa on joka tapauksessa.

Teknologia kehittyy jatkuvasti ja sen pitäisi olla samalla helppokäyttöistä ja kestävä. Valitettavasti kaikki kuluttajalle suunnattu teknologia ei aina ole kaikkein helppokäyttöisintä ainakaan aluksi. Myös valinta eri teknologioiden välillä voi olla kuluttajalle vaikeaa. Alueellinen, puolueeton energianeuvonta antaa näihin ongelmiin ratkaisuja tai ohjaa lähteille, mistä voi ratkaisun löytää.

Perinteisesti energianeuvontaa ei ole nähty kovin tarpeelliseksi rahoittaa valtion talousarviosta. Energiankäyttö ja päästöjen vähentäminen on kuitenkin tullut tärkeäksi ja läheiseksi jokaiselle kansalaiselle, mutta samalla vaihtoehdot ja niiden monimutkaisuus estävät tai hidastavat toimeenpanoa. Puolueettomalla energianeuvonnalla voidaan tätä potentiaalia ottaa käyttöön. Energianeuvonta on aina ollut tärkeää, mutta ratkaisujen ja teknologioiden tullessa yhtä monimutkaisemmaksi ja vaihtoehtojen kasvaessa on ensiarvoisen tärkeää, että kansalaisille jaetaan puolueetonta tietoa energiatehokkuustoimista, uusiutuvan energian käytöstä sekä muusta kestävästä kehityksen mukaisesta toiminnasta ja valinnoista.

Energiatehokkuus ensin – Energy Efficiency First –periaate on vahvasti esillä uudessa energiatehokkuusdirektiiviehdotuksessa. Ajatus on hyvä, mutta sen toteuttaminen ei aina ole helppoa tai yksiviivaista. Energiatehokkuus tulisi ottaa huomioon kaikissa energiaratkaisuissa, mutta esimerkiksi ilmaston kannalta olennaisinta on löytää vähäpäästöisimmät ratkaisut.

Suuren mittakaavan energiatehokkuustoimi, mitä Suomessa ei edes yleensä sellaiseksi havaita on sähkön ja lämmön yhteistuotanto (Combined Heat and Power, CHP). Lämmöntuotanto tulee samalla hyötysuhteella CHP-voimalassa ja erillisessä lämmöntuotannossa, mutta hyöty tulee sähköntuotannosta. Kaukolämmöstä suurin osa tehdään CHP-voimalaitoksissa. Teollisuudessa, erityisesti metsäteollisuudessa CHP-voimalat ovat itsestään selvyyttä, koska prosessit tarvitsevat sekä sähköä että lämpöä ja raaka-ainehankinnasta tulee sivutuotteena polttoainetta (kuoret, sahanpuru, oksat, latvustot jne.). Sähkön alhainen hinta on heikentänyt CHP:n kannattavuutta eivätkä kaukolämpöyhtiöt ole sen takia uudistaneet CHP-voimalaitaan.

Vuosina 2008–2016 vapaaehtoisissa energiatehokkuussopimuksissa oli mukana noin 650 yritystä noin 5000 käyttöpaikalla sekä 132 kuntaa ja kuntayhtymää. Tämän sopimusjakson lopussa mukana olevat säästivät vuodessa 15,4 TWh energiaa ja 529 miljoonaa euroa energia- ja polttoainelaskuissa. Toimet vähensivät päästöjä noin 4,6 miljoonaa tonnia CO₂-ekv.

Vuosien 2017–2025 sopimuskaudesta on saatu tuloksia vuosilta 2017–2020. Liittyneitä on noin 700 yritystä noin 6 700 käyttöpaikalla. Vuoden 2020 lopulla sopimuskauden toimilla oli säästetty energiaa 8,9 TWh vuosittain, niiden rahallinen säästö oli 351 miljoonaa euroa ja ne vähensivät päästöjä laskennallisesti noin 2 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. vuodessa. Vaikka säästetty energiamäärä oli suurempi kuin aiemmalla sopimuskaudella, oli laskennallinen päästövähennys pienempi, koska mm. sähkön käyttäminen on tullut vähäpäästöisemmäksi.

Suomi on ilmoittanut komissiolle kansallisessa ilmasto- ja energiasuunnitelmassaan vuonna 2019 että vuoteen 2030 saavutetaan runsaan 80 TWh energiasäästöt. Tämä on arvio siitä, kuinka suuri eri sektoreiden energiasäästöjen summa on. Energiatehokkuussopimusten tuoma säästö on helpoin todentaa. Muilta osin säästöt joudutaan arviomaan. Energiatehokkuustoimet ja niiden tuomat säästöt on eritelty taulukossa 5.

Taulukko 5. Energiatehokkuustoimet ja niiden tuomat säästöt vuoteen 2030. TAULUKKO KÄÄNNETÄÄN SUOMEKSI

Energy Efficiency Measures	Savings 2030GWh/y
Energy Efficiency Agreements	25,770
Energy Efficiency Agreements / Customer Advice Services	83
Energy Efficiency Agreements Increasing the coverage	1,095
Energy Efficiency Agreements: Improved reporting	1,078
Energy Audit Programme	1,420
Energy Audit Programme: Increasing volumes	1,817
Waste heat project	1,600
Energy efficiency measures in agriculture sector	3,889
Energy efficiency measures in agriculture sector: farming land arrangement	278
Energy efficiency investments of farms	99
EU binding CO ₂ thresholds: Cars	8,671
EU binding CO ₂ thresholds: Light-duty vehicles	285
EU binding CO ₂ thresholds: Heavy-duty vehicles	604
Campaign of wrecking old cars (2015 and 2018)	35
State aid for full electrical vehicles (until 2021)	0.1
Fuel tax for cars	1,236
Mass and measure modifications in truck transport	20
Implementation of eco-design directive	7,075
Heat pumps for detached and terraced houses	11,956
Building code, energy efficiency in new buildings	9,337
Building code, energy efficiency in renovation	3,810
Total	80,159

4.4.3 Liikenne

Liikennevälineiden energiatehokkuus

Autokannan uusiutuminen on keskeinen tekijä liikenteen energiatehokkuuden parantamiseksi. Uudet autot ovat keskimäärin energiatehokkaampia kuin vanhat autot, ja siirtyminen uusiin, entistä energiatehokkaampiin teknologioihin kuten vaikkapa sähköön tapahtuu pääosin uusien autojen kaupan kautta.

Autokanta uusiutuu kuitenkin Suomessa hyvin hitaasti. Ensirekisteröintien määrä vaihtelee tavallisesti noin 100 000–120 000 kappaleen välillä/vuosi, kun taas autokannan nuorentamiseen tarvittaisiin keskimäärin noin 150 000 auton vuosittainen myyntivauhti. Suomeen myös tuodaan huomattava määrä, noin 35 000–45 000 käytettyä autoa ulkomailta joka vuosi. Suomalainen autokanta on vuosina 2010–2020 entisestään vanhentunut. Myös 2010-luvulla toteutunut hyvä kehitys ensirekisteröityjen polttomoottoriautojen

energiankulutuksessa ja CO₂-päästöissä on hidastunut. Dieselkäyttöisten autojen osalta kulutus ja päästöt ovat kääntyneet jopa kasvuun, koska diesel on poistunut pienempien autojen valikoimista.

Vaikka polttomoottoriautojen energiatehokkuus ei Suomessa ole edennyt toivotulla tavalla, liikenteen sähköistyminen tuo apua energiatehokkuustavoitteiden toteutumiseen. Sähköautojen osuus uusmyynistä ja käytettyinä maahantuoduista autoista on Suomessa kasvanut viime vuosina erittäin ripeästi. Sähköautojen osuus ensirekisteröidyistä henkilöautoista vuonna 2019 oli noin 7 prosenttia. Vuonna 2020 osuus oli noin 18 prosenttia ja 2021 jo noin 32 prosenttia. Täyssähköautojen osuus vuonna 2021 oli noin 10 prosenttia ja viimeisellä vuosineljänneksellä se oli lähes 20 prosenttia. Joulukuun 2021 lopussa liikenteessä oli 99 911 sähkökäyttöistä henkilöautoa, joista 22 921 oli täyssähköautoja ja 76 990 ladattavia hybridejä. Yhdessä ne olivat 3,6 prosenttia kaikista henkilöautoista.

Liikenteen nopeasti etenevän sähköistymisen pääajurina toimii EU:n autovalmistajia velvoittava CO₂-raja-arvolainsäädäntö. Olemassa olevan lainsäädännön mukaan uusien henkilöautojen keskimääräisten CO₂-päästöjen tulee vuonna 2030 olla vähintään 37,5 prosenttia pienemmät kuin vuonna 2021. Komission kesällä 2021 antaman ehdotuksen mukaan velvoitetta kiristettäisiin niin, että päästöt vuonna 2030 olisivat 55 prosenttia pienemmät kuin vuonna 2021. Tämän ehdotuksen mukaan vuonna 2035 kaikkien uusien henkilöautojen tulisi olla nollapäästöisiä (joko täyssähkö- tai vetyautoja).

Uudet raja-arvot huomioon ottaen tavoitteena on, että Suomessa olisi liikenteessä vuonna 2030 noin 750 000 sähkökäyttöistä henkilöautoa, noin 40 000 sähkökäyttöistä pakettiautoa ja noin 8 000 sähkökäyttöistä kuorma-autoa ja -bussia. Vähintään puolet sähkökäyttöisistä henkilö- ja pakettiautoista olisi täyssähköautoja.

Kestävät kulku- ja kuljetusmuodot

Suomi on harvaan asuttu maa ja auto on monelle ihmiselle välttämätön liikkumisväline nyt ja tulevaisuudessa. Erityisesti kaupunkiseuduilla ja kaupunkien välisessä liikenteessä autolle on kuitenkin myös vaihtoehtoja, kuten joukkoliikenne, jaetut kyydit, kävely ja pyöräily. Valtio ja kunnat voivat omilla toimillaan ohjata ihmisiä siirtymään enenevässä määrin näihin kestäviin liikennemuotoihin. Myös tavarankuljetuksia voidaan tehostaa tai siirtää teiltä raiteille tai vesille. Ajoneuvokilometrit vähenevät, kun kuljetukset tehostuvat ja osittain siirtyvät kestävämpiin liikennemuotoihin. Kestävällä liikkumisella tai kuljettamisella tarkoitetaan yleensä liikkumista, joka minimoi ympäristöhaitat ja resurssien käytön. Useimmiten siihen luetaan ainakin jalankulku, pyöräily ja joukkoliikenne sekä muut liikenteen palvelut henkilöliikenteessä sekä vesi- ja raideliikenne tavaraliikenteessä.

Kaupunkiseuduilla ja kaupunkien välisessä liikenteessä on määrätietoisesti siirryttävä pois nykyisestä auto-keskeisestä järjestelmästä kohti kestävästi liikkumisen järjestelmää. Kyseessä on merkittävä systeminen muutos tavassa hoitaa liikkumiseen ja kuljettamiseen liittyviä tarpeita. Kestävän liikkumisen järjestelmässä liikkumis- ja kuljetustarpeet hoidetaan useita eri liikennemuotoja ja erilaisia liikenteen palveluita hyödyntämällä ja yhdistelemällä. Digitalisaatio ja liikenteeseen liittyvä tieto ovat tässä ratkaisevassa roolissa. Myös automatisaatio voi auttaa liikenteen päästövähennystavoitteiden saavuttamista, jos sen avulla voidaan parantaa esimerkiksi joukkoliikenteen kilpailukykyä ja houkuttelevuutta.

Liikennejärjestelmän tehostamiseen liittyviä toimenpiteitä on kartoitettu valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman valmistelun yhteydessä. Niitä on täydennetty fossiilittoman liikenteen tiekartassa erityisesti rahoituksen osalta. Valtakunnallinen liikennejärjestelmäsuunnitelma on liikennejärjestelmästä ja maanteistä annetun lain perusteella sovitettava yhteen julkisen talouden suunnitelman kanssa. Valtakunnallisessa liikennejärjestelmäsuunnitelmassa on tarkasteltu liikennejärjestelmää kokonaisuutena, ja kestävyden lisäksi suunnitelman tavoitteet liittyvät saavutettavuuteen ja tehokkuuteen.

Fossiilittoman liikenteen tiekartan tavoitteena on, että henkilöautojen suoritteen eli henkilöautoilla ajettujen kilometrien määrä ei enää kasva 2020-luvulla. Jos ihmisten liikkumistarve edelleen kasvaa, tavoitteena on, että tämä kasvu kaupunkiseuduilla ja kaupunkien välisessä liikenteessä ohjataan kestäviin kulkutapoihin. Tämä tarkoittaisi noin 10 prosenttia kasvua kunkin kestävän liikennemuodon suoritteissa vuonna 2030. Maaseudulla yksittäisten kotitalouksien osalta henkilöautosuoritteet voivat edelleen kasvaa, mutta väestön keskittyessä kaupunkiseuduille, kotitalouksien yhteenlasketut suoritteet koko maassa pysyvät vuoden 2019 tasolla.

Tavaraliikenteen tavoitteena on, että paketti- ja kuorma-autojen suoritteen kasvu hidastuu 2020-luvulla verrattuna tähänastiseen kehitykseen. Tavoite ei tarkoita tavarankuljetusten tai taloudellisen toimeliaisuuden vähentämistä, vaan tavaroiden entistä tehokkaampaa kuljettamista tieliikenteessä tai kuljetusten siirtymistä entistä kestävämpiin kuljetusmuotoihin. Keskeisiä keinoja tähän tavoitteeseen pääsemiseksi ovat esimerkiksi logistiikan digitalisaatio ja HCT-kuljetukset. Myös tieliikenteen päästökauppa, josta komissio antoi ehdotuksen kesällä 2021, tulisi toteutuessaan vaikuttamaan vahvasti myös raskaan kaluston käyttöön Suomessa.

4.4.4 Rakennukset ja rakentaminen

Rakennukset ja rakentaminen aiheuttavat kulutuspuolelta tarkasteltuna noin kolmanneksen Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Osa näistä päästöistä syntyy päästökaupparektorilla (mm. energia ja osa rakennustuotteista) ja osa taakanjakosektorilla (mm. valtaosa rakennustuotteista sekä kuljetuksen, työkoneiden sekä rakennus- ja purkujätteen käsittelyn ja kierrätyksen valmistelun päästöt).

Olemassa olevan rakennuskannan elinkaaren vähähiilisyden kannalta keskeinen toimenpide on energiatehokkuuden parantaminen. Tähän liittyvät sekä lämmityksen että jäähdytyksen energiantarpeiden pienentäminen rakentamisterveellisyydestä tinkimättä. Uusissa energiatehokkaissa rakennuksissa elinkaaren päästöistä merkittävä osa syntyy rakennusmateriaalien valmistuksesta. Lämmityksen osuus energiatehokkaiden rakennusten elinkaaren päästöistä on painunut jo alle puoleen. Väylärakentamisessa kuljetetaan suuria maamassoja, joiden päästöt aiheutuvat sekä kuljetuksesta että maaperän orgaanisen aineen hajoamisen muutoksista.

Jotta monesta eri lähteestä syntyviä ja rakennetun ympäristön pitkä elinkaaren ajalle jakautuvia päästöjä voitaisiin paremmin ohjata, on hallitusohjelman mukaisesti valmisteltu elinkaariarviointiin perustuvaa vähähiilisen rakentamisen säädösohjausta. Sen mukaisesti uusille rakennuksille asetettaisiin käyttötarkoituksiluokkiin perustuvat päästörajat, joita tarkistettaisiin määrävlein Suomen hiilineutraaliustavoitteen seurannassa.

Puurakennusjärjestelmät ja osaaminen ovat kehittyneet viime vuosina merkittävästi ja kaikkiin rakennustyyppisiin on markkinoilla kustannuskilpailukykyisiä puuratkaisuja ja järjestelmätoimittajia. Puurakentaminen ja puun käyttö rakentamisessa tukee ilmastotavoitteiden saavuttamista monin tavoin. Puun käyttö alentaa rakentamisen hiilijalanjälkeä. Teollinen puurakentaminen edistää materiaalin käytön ja työn tehokkuuden kehitystä. Pitkäkestoiset puutuotteet kasvattavat rakennuskannan hiilivarastoa. Teollisen puurakentamisen edistämistä pitää jatkaa erilaisin teollisuuden kehittämistoimin sekä yleisesti rakentamisen arvonkehittämistoimin. Puu- ja muiden biomateriaalien hankintaosaamista julkisella sektorilla pitää edistää osana vihreitä julkisia ja vähähiilisiä hankintoja.

Rakennustuotteiden ympäristötietoihin (mukaan lukien hiilijalanjälki) liittyvät arviointi- ja ilmoittamissäännöt tullaan sisällyttämään EU:n rakennustuoteasetuksen tai vaihtoehtoisesti kestävien tuotteiden aloitteesta johdettavaan EU:n säädösohjaukseen. Rakennustuotteiden hiilijalanjälkitietoja tullaan käyttämään lähtötietoina rakennustason hiilijalanjäljen arvioinnissa. Suomen kannalta tehokkaampi

ja nopeampi reitti olisi kattaa rakennustuotteiden ympäristötiedot EU:n rakennustuoteasetuksen säädöskehikon alla kuin odottaa kestävien tuotteiden aloitteen säädösohjausta.

Useat Euroopan maat kehittävät vähähiilisen rakentamisen säädösohjausta. Ranska ja Hollanti ovat jo ottaneet sen käyttöön. Ruotsissa säädökset tulevat voimaan 2022 ja Tanskassa 2023. Suomessa valmisteltu ohjaus on tehty yhteistyössä muiden pohjoismaiden ja Euroopan komission kanssa niin, että arviointiin käytettävät menetelmät ovat yhdenmukaisia EU Level(s) -kehikon kanssa. Ilmastovaikutusten arvioinnin yhteensovittamista tarvitaan kuitenkin vielä tuotetason, rakennustason ja kaavatason tarkastelujen välille.

4.4.5 Maatalouden energiatehokkuus

Joulukuussa 2021 on komission käsiteltäväksi toimitettu Suomen esitys vuosien 2023–2027 CAP-suunnitelmaksi. Siinä on esitetty jatkettavaksi erilaisia maatalojen energiatehokkuustoimia, joista useimpia on toteutettu jo aiemmillä maaseutukehittämisen ohjelmakausilla. Suunnitelmaan on kirjattu mm. investointitukia maatalojen energiatehokkuus- ja uusiutuvan energian investointeihin sekä tukea tilakohtaisen energianeuvonnan kustannuksiin. Kansallisella rahoituksella tuetaan lisäksi tilusjärjestelyjä ja peltojen kiinteistörakenteen kehittämistä, joilla voidaan vähentää mm. siirtoajosta aiheutuvaa työkoneiden polttoaineen kulutusta. Uutta maa- ja metsätalousministeriön ja valtakunnallisten maa- ja puutarhatalouden tuottajajärjestöjen välistä energiatehokkuussopimusta ollaan valmistelemaan.

4.4.6 Energiatehokkuustavoitteet

Energiatehokkuuden tavoitteenmäärittelyn tunnusluvuiksi on energiatehokkuusdirektiivissä määritelty loppukulutus, eli Final Energy Consumption (FEC), sekä primäärienergian kulutus, Primary Energy Consumption (PEC). Määritelmät poikkeavat energiatilastoinnin nykyisistä määritelmistä usealla tavalla, eikä luvussa 4.4.1 esitettyjä perus- ja politiikkaskenaarion energian kokonais- ja loppukulutuslukuja voi aivan suoraan verrata energiatehokkuustavoitteiden lukuihin.

FEC- ja PEC-tunnuslukuihin ei lasketa mukaan lämpöpumppuenergiaa, mutta sitä vastoin kyllä kansainvälisen lentoliikenteen käyttämä polttoaine. FEC-tunnuslukuun lasketaan varsinaiset loppukulutukset, kuten muun muassa sähkön ja kaukolämmön kulutus, liikennepolttoaineet, erillislämmityksen polttoaineet, mutta näiden lisäksi myös energian muuntosektorilta masuunien energiankulutus.

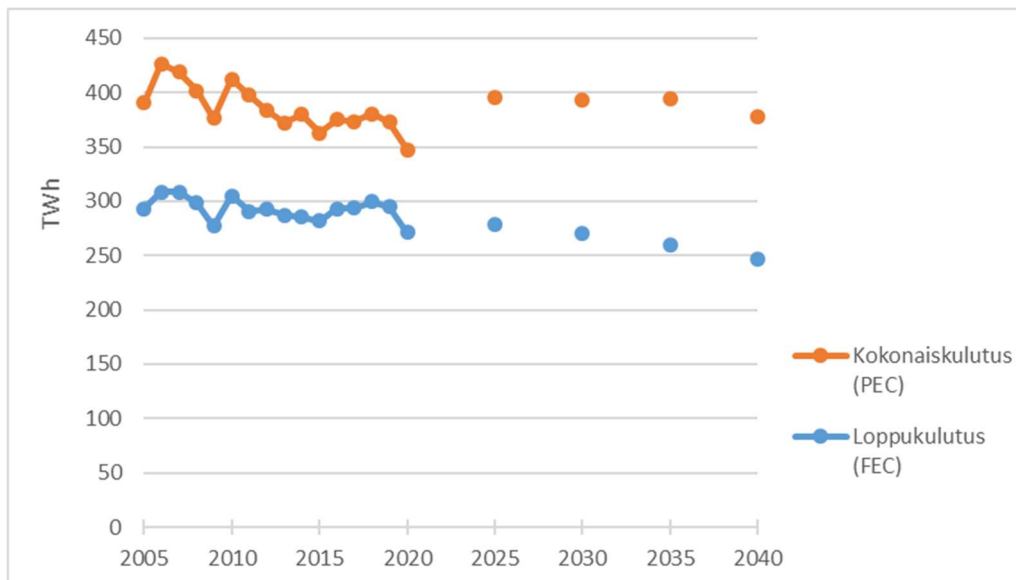
Kuvassa 13 on Eurostatin julkaisemat Suomen FEC- ja PEC-tunnusluvut vuosille 2005–2020 sekä arvio lukujen kehityksestä politiikkaskenaariossa. Loppukulutuksen tunnusluku on viimeisenä kymmenenä vuonna ollut tasaisesti 280–300 TWh paikkeilla. Poikkeuksen muodostaa vain vuosi 2020, jolloin FEC-tunnusluku oli vain 271 TWh. Alhaisen loppukulutuksen selittää sen vuoden poikkeuksellisen lämmin sää ja koronapandemian johdosta tavallista pienempi liikennemäärä.

55-valmiuspaketin ehdotuksen mukaan EU:n ohjeellinen tavoite energiankäytön tehostamisesta FEC-tunnuslukuna ilmaistuna johtaisi Suomelle noin 250 TWh tavoitteeseen. Poliitiikkaskenaariossa EU:n laskentasääntöjen mukainen loppuenergiankulutus Suomelle on noin 275 TWh. Perusskenaarion FEC-tunnusluku on tätä vajaa 10 TWh korkeampi. Ohjeellista noin 250 TWh tavoitetta ei siten saavutettaisi politiikkaskenaarion oletuksilla. Onkin oletettavaa, että hiilineutraalisuustavoitteet ovat vaikeasti sovitettavissa yhteen energiatehokkuusvaatimusten kanssa siitä huolimatta, että energiankäyttö tehostuu merkittävästi kaikilla energiasektoreilla. Energiajärjestelmän muuttaminen päästöttömään energiaan ja osin vetyyn ja sähköpolttoaineisiin perustuvaksi edellyttää entistä useampia energianmuunnoksia, jotka myös kuluttavat energiaa. Olennaisinta on joka tapauksessa vähentää päästöjä.

EU:lle vuonna 2019 toimitetussa kansallisessa energia- ja ilmastosuunnitelmassa Suomen energiatehokkuuden ohjeelliseksi EU-tavoitteeksi vuodelle 2030 ilmoitettiin enintään 290 TWh energian

loppukulutus. Siihen nähden politiikkaskenaarion FEC-tunnusluku on jo selkeästi alhaisempi, johtuen uusista politiikkatoimista ja päivitetystä skenaarioista.

Kokonaiskulutuksen PEC-tunnusluku on vuosien varrella vaihdellut enemmän kuin FEC-tunnusluku. 2010-luvulla se on ollut 350–410 TWh paikkeilla hieman laskevalla trendillä. Toisin kuin loppukulutus, kokonaiskulutus ei laske politiikkaskenaarioissa, vaan nousee lähelle 400 TWh kun lisädinvoima korvaa tuontisähköä tulevana vuosina. Ydinvoima lasketaan primäärienergiaksi kertomalla tuotettu sähkö kolmella.



Kuva 13. Energiatehokkuustunnusluvut 2005-2020 sekä arvioitu kehitys politiikkaskenaariossa. Energian kokonaiskulutus, Primary Energy Consumption (PEC) ja loppukulutus, Final Energy Consumption (FEC).

4.5 Energian huolto- ja toimitusvarmuus

4.5.1 Yleistä energian huolto- ja toimitusvarmuudesta

Pohjoisen sijainnin vuoksi Suomessa tarvitaan paljon energiaa. Lämmitykseen tarvittavan energian määrä on maailman suurimpia henkilöä kohti. Lisäksi teollisuus tarvitsee runsaasti energiaa käyttöönsä. Pitkien etäisyyksien takia myös liikenteen energiankulutus on suurta.

Suomen energiahuolto perustuu hajautettuun energiantuotantoon, monipuolisiin energialähteisiin ja toimintavarmaan siirto- ja jakelujärjestelmään.

Huoltovarmuus mitoitetaan siten, että yhteiskunnan toimintakyky voidaan ylläpitää normaaliolojen vakavissa häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa, myös maan ollessa poliittisen, taloudellisen ja sotilaallisen painostuksen alaisena pitkittyvissäkin kriiseissä.

Energiahuollon varautuminen perustuu normaaliolojen mahdollisimman häiriöttömään energiahuoltoon. Alalla on luotu varautumis- ja valmiussuunnitelmia tuotanto-, maahantuonti-, siirto- ja jakeluverkostojen sekä kuljetus- ja varastointijärjestelmien turvaamiseksi.

Energia-alan yritysten tuotannollista valmiutta, energiahuollon hallintoa ja huoltovarmuusvelvoitteita ohjaavat useat lait, asetukset ja säädökset kuten

- Valtioneuvoston asettamat huoltovarmuustavoitteet (VnP 1048/2018)

- Sähkömarkkinalaki (588/2013)
- Maakaasumarkkinalaki (587/2017)
- EU:n maakaasun toimitusvarmuusasetus (2017/1938)
- EU:n direktiivi 2009/119/EY), velvoite ylläpitää raakaöljyn ja /tai öljytuotteiden vähimmäisvarastoa
- Laki tuontipolttoaineiden velvoitevarastoinnista (1070/1994)
- Laki huoltovarmuuden turvaamisesta koskien valtion varmuusvarastoja (1390/1992)
- Kansainväliset sopimusvelvoitteet (IEA, EU) koskien energiahuollon kriisivalmiutta
- Työ- ja elinkeinoministeriön erillinen ohje voimayhtiöille ydinpolttoaineiden varastoinnista
- Valmiuslaki
- Laki polttoturpeen turvavarastoinnista (321/2007)

Huoltovarmuuskeskuksella on keskeinen rooli energiahuoltovarmuuden turvaamisessa. Sen tehtäviin kuuluu huolehtia mahdollisimman häiriöttömästä energian saatavuudesta, seurata energiamarkkinoiden kehityksen vaikutusta huoltovarmuuteen, edistää huoltovarmuuskäytännön huomioon ottamista päätöksenteossa, kehittää uusia toimivia keinoja huoltovarmuuden turvaamiseksi ja edistää laajasti alan varautumis- ja valmiussuunnittelua.

Energia-alan yritykset ja muut alan organisaatiot ovat keskeisiä huoltovarmuuden varmistamisessa. Suomen sähkön kantaverkon järjestelmävastaavaksi on määrätty Fingrid Oyj ja kaasun siirtoverkon järjestelmävastaavaksi Gasgrid Finland Oy. Järjestelmävastaava mm. vastaa verkon teknisestä toimivuudesta myös mahdollisissa häiriötilanteissa sekä häiriöiden selvittämisestä ja siirtojärjestelmän normaalitilaan palauttamisesta.

Energian saantihäiriön varalta ja kansainvälisten sopimusvelvoitteiden täyttämiseksi pidetään yllä keskimäärin viiden kuukauden normaalikulutusta vastaavat tuontipolttoainevarastot. Tavoite täytetään yritysten ylläpitämillä velvoitevarastoilla ja valtion varmuusvarastoilla.

Tuontipolttoaineiden velvoitevarastointi koskee kivihiiltä, raakaöljyä ja muita öljynjalostuksessa käytettäviä syöttöaineita, keskeisiä öljytuotteita ja maakaasua.

Kokonaisturvallisuuden kannalta yksi ilmastonmuutokseen liittyvä näkökohta on sen vaikutukset yhteiskuntien vakauteen ja turvallisuuteen. Hallitustenvälisen ilmastopaneelin (IPCC) mukaan muuttuva ilmasto muun muassa haittaa elinkeinoja, lisää pakotettuja muuttoliikkeitä ja saattaa olla yhtenä tekijänä kärjistämässä konflikteja. Ilmastonmuutoksella on seurauksia väestöryhmien välisiin jännitteisiin, kansainvälisiin suhteisiin, talouteen ja turvallisuuspolitiikkaan. Koska ilmastonmuutoksen turvallisuusvaikutukset ovat hyvin laaja-alaisia ja monimutkaisia, täytyy myös niihin varautumisen olla monialaista ja monenkeskistä. Tätä kokonaisuutta on selvitetty VN-TEAS selvityksessä Ilmastonmuutos ja Suomen turvallisuus: Uhat ja varautuminen kokonaisturvallisuuden toimintamallissa¹⁹.

4.5.2 Sähkön toimitusvarmuus

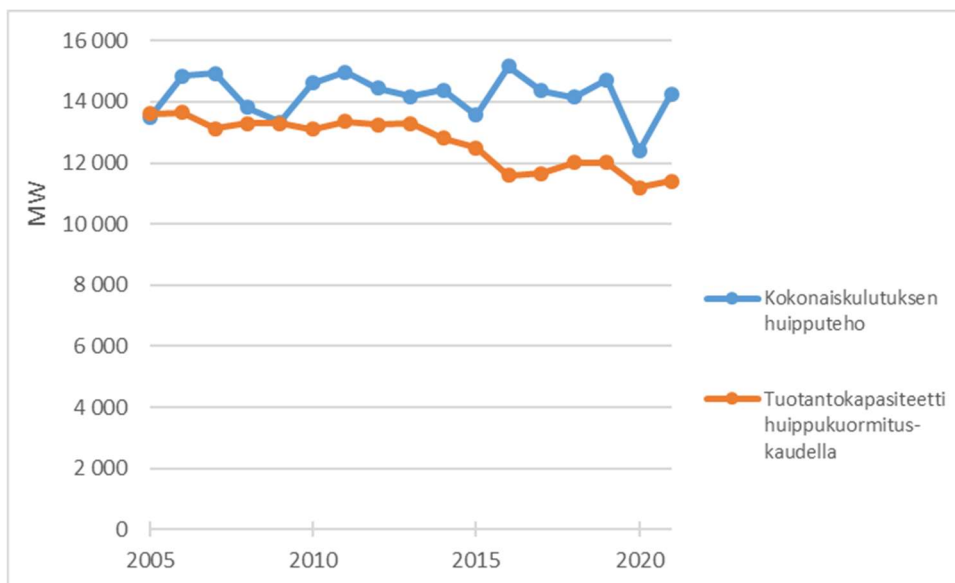
Sähkötehon ja siirtokapasiteetin riittävyys

Tuontiriippuvaisena maana erilaiset yksittäiset häiriötilanteet vaikuttavat merkittävästi sähkön riittävyyteen Suomessa. Myös sääoloilla, etenkin lämpötilalla, on merkittävä vaikutus sähkön riittävyyteen. Sähkön kulutus on Suomessa suurimmillaan kylmien talvikuukausien aikana. Tuntikohtainen sähkön huippukulutus on vuosina 2005–2019 vaihdellut 13 300 MW ja 15 100 MW välillä (kuva 141414). Vuonna 2020 sähkön huippukulutus oli 2000-luvun alhaisin (12 400 MW) poikkeuksellisen leudon talven vuoksi, kun se vuonna 2019 oli yli 14 700 MW. Energiavirasto on kuitenkin arvioinut, että sähkön kulutushuiput voivat yltää

¹⁹ <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-386-9>

lähivuosina 15 300–15 500 MW kylmänä talvipäivänä sähkön lisääntyvän kulutuksen myötä. Talven 2020-2021 huippukulutus osui tammikuulle 2021 ja oli suuruudeltaan noin 14 200 MW.

Suomessa käytössä oleva sähköntuotantokapasiteetti on merkittävästi sähkön huippukulutusta pienempi. Vaikka voimaloiden nimellinen sähköntuotantokapasiteetti on yhteensä noin 17 500 MW, huippukuormituskaudella sähkömarkkinoiden käytettävissä oleva sähköntuotantokapasiteetti on suurella todennäköisyydellä alle 12 000 MW. Tämä johtuu siitä, että koko tuotantokapasiteetti ei ole käytännössä koskaan käytettävissä samaan aikaan, sillä tuotantoon vaikuttaa muu muassa sääolot ja vesitilanne. Kuvasta 14 käy ilmi Tilastokeskuksen julkaisema niin sanottu *huippukuormituskaudella käytettävissä oleva sähköntuotantokapasiteetti* ja sen kehitys vuosien varrella. Ero toteutuneeseen huippukulutukseen on kasvanut huomattavasti vuoden 2013 jälkeen ja on nykyisellään 2 000–3 000 MW. Kun Olkiluodon kolmas voimalaitosyksikkö tulee markkinakäyttöön, ero kaventuu jälleen merkittävästi. Huippukuormituskauden kapasiteettilukuun eivät sisälly järjestelmäreservit, lisäksi vesivoimakapasiteetti vastaa kapasiteettia kuivana vesivuotena ja tuulivoimasta lasketaan mukaan 6 prosenttia tuulivoiman nimellistehosta.



Kuva 14. Sähkön kokonaiskulutuksen huipputeho ja tuotantokapasiteetti huippukuormituskaudella. Lähde: Tilastokeskus.

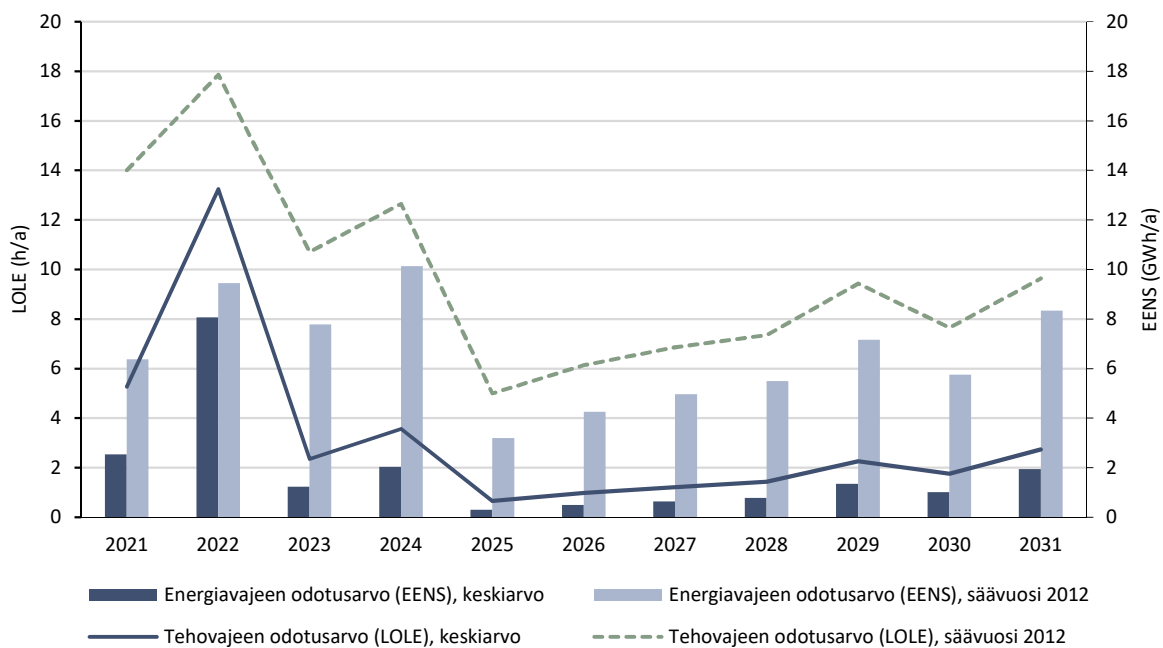
Suomella on sähkönsiirtoyhteyksiä naapurimaihin yhteensä noin 5 100 MW edestä, josta Venäjälle noin 1 400 MW. Siirtokapasiteettia Suomen ja Pohjois-Ruotsin välillä rajoitetaan noin 300 MW Olkiluodon kolmannen voimalaitosyksikön tullessa käyttöön johtuen sähköverkon tekniseen vakauteen liittyvistä vaatimuksista. Nykyisen arvion mukaan Olkiluodon kolmas voimalaitosyksikkö otetaan kaupalliseen käyttöön vuoden 2022 kesällä. Suomen ja Ruotsin kantaverkkoyhtiöt ovat päättäneet vahvistaa maiden välistä vaihtosähköyhteyttä vuoteen 2025 mennessä uudella, kapasiteetiltaan Ruotsista Suomeen 800 MW ja Suomesta Ruotsiin 900 MW yhteydellä. Muita merkittäviä muutoksia siirtokapasiteetin määrään ei ole toistaiseksi tiedossa lähivuosien aikana.

Energiavirasto on arvioinut, että Ruotsista erityisesti SE3-hinta-alueelta poistuva tuotantokapasiteetti vaikuttaa tehovajeen odotusarvoon ja tehoreservin tarpeeseen. Tilanne, jossa sähköntuonti keskeytyisi pelkästään Venäjältä tai Ruotsista, ei vielä yksinään aiheuta suurta ongelmaa sähkön riittävyyden suhteen, mutta jos sähköntuonti keskeytyisi samanaikaisesti molemmista, olisi tehovajeen riski jo merkittävä. Tällainen tilanne arvioidaan kuitenkin harvinaiseksi ja lyhytkestoiseksi. Energiaviraston tehoreservin tarpeesta vuonna 2019 tekemän päätöksen mukaan Olkiluodon kolmannen voimalaitosyksikön valmistumisella on merkittävä positiivinen vaikutus Suomen sähkötehon riittävyyteen. Voimalaitoksen

ollessa talvikuukausina käytössä, ei tehovajeen riskiä juuri olisi, kun taas päivävastaisessa tilanteessa resurssien riittävyys on aiheellinen.

Suomessa on käytössä tehoreservijärjestelmä, jonka tavoitteena on turvata sähkön toimitusvarmuutta talviaikana, jos kotimainen sähköntuotanto ja tuontisähkö eivät riitä kattamaan sähkön kysyntää. Keskeisenä tehoreservijärjestelmän periaatteena on ollut, että sen vaikutukset sähkömarkkinoiden hinnanmuodostukseen tulee pitää rajattuina. Ylläpidetyn sähköntuotannon tehoreservin määrä on vuosina 2012–2020 vaihdellut 299 MW ja 729 MW välillä. Järjestelmän kustannukset viimeisinä kolmena hankintajaksona ovat olleet noin 2 miljoonaa euroa 100 MW kohden. Tehoreservikaudelle 2020–2022 tehoreservin määrä on 611 MW ja kustannukset säilyivät aiemmalla tasolla.

Alla olevassa kuvassa on esitetty todennäköisyyksiä sähkön riittävydestä vuoteen 2031 saakka ilman tehoreservikapasiteettia. Kuvassa on esitetty tehovajeen odotusarvo, joka kuvastaa tuntien määrää, joina sähköstä olisi todennäköisyysslaskennan perusteella pulaa. Energiavajeen odotusarvo kuvastaa sähköpulan aikana toimittamatta jääneen energian määrää. Kuvasta nähdään Olkiluoto 3 y-yksikön merkittävä vaikutus tehovajeen odotusarvoon, samoin kuin vuonna 2025 Suomen ja Ruotsin välille käyttöönotettavan kolmannen vaihtosähköyhteyden vaikutus. Kuvasta näkyy myös kylmän ja vähätuulisen vuoden (säävuosi 2012) vaikutus sähkön riittävyteen. Yleisesti Euroopassa tavoitellaan noin 2-5 tunnin tehovajeen odotusarvoa.



Kuva 15. Tehovajeen ja energiavajeen odotusarvo keskimääräisenä säävuotena ja kylmänä talvena (säävuosi 2012). Lähde: AFRY, 2021.

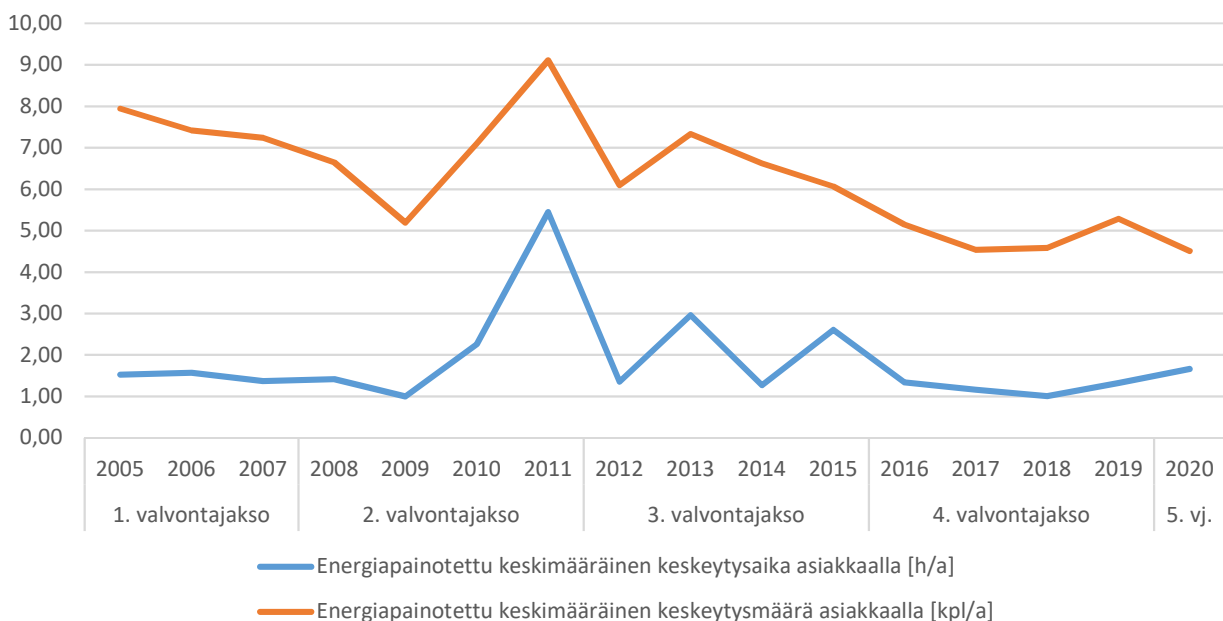
Vuonna 2019 hyväksytyssä EU:n sähkömarkkina-asetuksessa 2019/943 säännellään erilaisia reservijärjestelyitä yksityiskohtaisesti. Asetuksen vaatimusten mukaisesti tehoreservilaki muutettiin vuoden 2022 alussa. Asetuksen vaatimusten mukaisesti tehoreservijärjestelmä tulee myös hyväksyttäväksi valtioneuvoston päätöksellä. Tämä prosessi on Suomen osalta vielä kesken.

EU:n yksityiskohtainen sääntely koskee ennen kaikkea reservitarpeen määrittelyä ja reservin käynnistämisperiaatteita. Jatkossa tarpeen arviointi tulee perustua eurooppalaiseen menetelmään, joka määrittelee myös ne tilanteet, joista jäsenvaltiot voivat katsoa olevansa huolissaan. Tehoreservi voidaan käynnistää, kun kantaverkkoyhtiö on todennäköisesti käyttänyt kaikki säätöresurssinsa. Kun

tehoreserviyksiköitä otetaan ajoin, tulee tasepoikkeamat tällöin hinnoitella toimittamatta jääneen sähkön mukaisesti. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tehoreservin käynnistyessä sähkön hinta on niin korkea poikkeaman aiheuttajalle, että kuluttajan kannattaa jättää sähkö ostamatta. Käyttösääntöjen ja arviointimenetelmien muutosten takia tehoreservin käyttökelpoisuus erilaisiin riskitilanteisiin varautumisessa heikkenee.

Sähkön jakeluverkkojen toimitusvarmuus

Sähköverkkojen toimitusvarmuus ja sähkön laatu ovat ensiarvoisen tärkeitä koko yhteiskunnan toiminnan kannalta. Sähkönjakeluverkkojen toimitusvarmuuden kehittyminen Energiaviraston neljän valvontajakson aikana vuodesta 2005 eteenpäin on esitetty kuvassa 16. Kuvassa on esitetty toimitusvarmuutta kuvaavat tunnusluvut keskimääräinen keskeytysaika asiakkaalla sekä keskimääräinen keskeytysmäärä asiakkaalla energiapainotettuina.



Kuva 16. Sähkönjakeluverkkojen toimitusvarmuutta kuvaavat tunnusluvut vuosina 2005-2020.

Keskeytysmäärissä ja –ajoissa esiintyy huomattavaa vuosittaista vaihtelua ja vaihtelua on myös eri sähkönjakeluverkonhaltijoiden verkkojen välillä. Keskeytyksiin vaikuttavia tekijöitä ovat verkon rakenne, sijainti, ilmastolliset olosuhteet sekä esimerkiksi varasyöttöyhteyksien ja automaation määrä.

Suuret keskeytysmäärät kertovat yleensä jakeluverkonhaltijan vastualueella sattuneista poikkeuksellisen voimakkaista myrskyistä tai lumikuormista. Erityisesti ilmastollisille vaihteluille alttiit ilmajohdot ovat vikaherkempiä tällaisissa olosuhteissa.

Esimerkkinä laajoja keskeytyksiä aiheuttaneista myrskyistä voi mainita Tapaniksi ja Hannuksi nimetyt talvimyrskyt jotka iskivät joulukuussa 2011 laajoille alueille Lounais- ja Etelä-Suomessa. Myrskyjen kaatamien puiden sähkönjakeluverkkojen ilmajohtoille aiheuttamat vauriot johtivat laajoihin ja osaksi pitkäkestoisiin sähkökatkoihin haja-asutusalueella ja maaseututaajamissa. Myrskyjen seurauksena aiheutui sähkökatkoja yhteensä 570 000 sähkökäyttäjälle eli noin 17 prosentille kaikista keski- ja pienjänniteverkkoihin liittyneistä sähkökäyttäjistä. Enimmillään ilman sähköä oli yhtäaikaaisesti 300 000 sähkökäyttäjää eli noin 9 prosenttia kaikista sähkökäyttäjistä. Pitkäaikaisimmat raportoidut sähkökatkot kestivät 15 vuorokautta. Monet yhteiskunnan toiminnot, kuten esimerkiksi viestintäverkot, kokivat sähkökatkoista aiheutuneita häiriöitä. Suurhäiriöitä tai muutoin laajoja häiriöitä sähkönjakeluverkoille

aiheuttaneita myrskyjä tai raskaita lumikuormia on esiintynyt 2000-luvulla ainakin vuosina 2001, 2004, 2005, 2010 ja 2011 sekä myöhemminkin.

Uusi sähkömarkkinalaki (588/2013) tuli voimaan 1.9.2013. Laki sisälsi uuden laajan säännöskokonaisuuden, jonka tavoitteena oli sähköverkkojen ja erityisesti jakeluverkkojen toimitusvarmuuden parantaminen sekä sähköverkonhaltijoiden varautumisen tehostaminen. Toimitusvarmuustavoitteiden asettamisen tavoitteena oli vastata yhä sähköriippuvaisemmaksi kehittyvän yhteiskunnan edellyttämiin kasvaviin toimitusvarmuustarpeisiin, ehkäistä korjausvelan syntymistä sähkönjakeluverkkoihin sekä varautua ilmastonmuutoksen aiheuttamien sään ääri-ilmiöiden lisääntymiseen.

Toimitusvarmuuden parantamisesta syntyy kustannuksia ja eräät sähkön ja maakaasun jakelijat ilmoittivat asiakkailleen talvella 2016 poikkeuksellisen suurista jakeluhintojen korotuksista. Erityisesti kahden jakeluyrityksen korotukset aiheuttivat laajan julkisen kohun ja suuren joukon valituksia kuluttajariitalautakuntaan ja kuluttaja-asiamiehelle. Mainittujen jakeluyritysten hinnankorotusten vaikutuspiirissä oli satojatuhansia asiakkaita. Sähkön siirtohinnan kehitystä on tarkasteltu tarkemmin kuvassa 21

Sähkönjakelun luotettavuuden kannalta olennaista on saada riskialttiissa ympäristössä kuten metsässä sijaitsevat johto-osuudet luotettavammiksi. Maakaapelointi on tehokas ja laajasti käytetty keino toimitusvarmuuden parantamiseen sekä jakeluverkkojen toiminnan laatuvaatimusten täyttämiseen. Maakaapeloinnin lisäksi on myös muita vaihtoehtoja toimitusvarmuuden parantamiseksi ja eri sähkönjakeluverkonhaltijat käyttävät eri keinoja verkkojen laatuvaatimusten täyttämiseksi.

Verkonhaltija raportoivat Energiavirastolle kahden vuoden välein toimittamissaan kehittämissuunnitelmissa minkälaiset tavoitteet esimerkiksi keskijänniteverkon maakaapeloinnille on asetettu sekä raportoivat maakaapelointiasteen. Energiaviraston tietojen mukaan keskijänniteverkon maakaapelin osuus Suomessa on vuosien 2016 ja 2020 välillä lähes kaksinkertaistunut samalla, kun ilmajohdon osuudet metsässä, tienvarressa sekä muilla avoimilla alueilla on pienentyneet. Pienjänniteverkossa maakaapelin osuus on jo aiemmin ollut suurempi, joten kasvu ei ole ollut aivan yhtä suurta. Suurimmalla osalla verkonhaltijoista tavoite maakaapeloinnin osalta on alle 50 prosenttia.

Viime vuosina toimitusvarmuusinvestoinneista johtuen on ollut havaittavissa keskimääräisen keskeytysajan vaihtelun ja tason pienentymistä.

4.5.3 Lämmön toimitus- ja huoltovarmuus

Lämmön toimitus- ja huoltovarmuus perustuu Suomessa tällä hetkellä pitkälti puupolttoaineiden, öljyn, maakaasun ja kivihiilen saatavuuteen. Öljyn ja etenkin maakaasun saatavuudessa voi esiintyä lyhyellä aikavälillä muutoksia tai ainakin voimakkaita hintavaihteluita. Energiaturpeen saatavuus on pienentynyt koko ajan markkinaehtoisesti sen käytön ja tuotannon vähentyessä, ja samalla on vähentynyt myös sen merkitys huoltovarmuuden kannalta. On kuitenkin toistaiseksi nähtävissä, että osalla energiayhtiöistä on edelleen halua ja kattilakapasiteettia käyttää energiaturvetta ainakin lämmityskaudella 2022-2023 tuontihakkeen saatavuuden heikentyneen näkymän vuoksi. Kivihiilen energiakäytöstä luovutaan lakisääteisesti vuoteen 2029 mennessä ja käytännössä pitkälti jo vuoteen 2025 mennessä, mitä pyritään kompensoimaan kehittämällä metsäbiomassan toimitusketjuja.

Kokonaiskuvassa turpeen energiakäyttö laskee jo lähivuosina hallitusohjelman vuoden 2030 vähimmäistavoitetasoa pienemmäksi markkinaehtoisesti päästöoikeuden hintatason ennusteita huomattavasti merkittävämmän nousun vuoksi, millä on myös vaikutusta lähivuosien toimitus- ja huoltovarmuuteen. Läheskään kaikki lämmöntuottajat, joiden on välttämätöntä käyttää turvetta (yleensä

seospoltossa) kattiloissaan, eivät pysty tekemään vaadittavia investointeja turpeesta irti pääsemiseksi näin nopealla aikataululla. Tämän vuoksi kevään 2021 puoliväliriihessä päätettiin turpeen verottoman energiakäytön ylärajan nostamisesta entisestä 5 000 MWh:sta vuodessa 10 000 MWh:iin ja sen laajentamisesta koskemaan myös yli 10 000 MWh:n vuotuista käyttöä. Toimi on määräaikainen, ja sillä pyritään antamaan kustannushelpotusta, kunnes lämmöntuottajat siirtyvät täysin pois turpeesta.

Koska päästöoikeuden hinnan odotetaan pysyvän korkealla ja syksyllä 2020 päätetty lattiahintamekanismi nostaa turveveroa päästöoikeuden hinnan ollessa matalalla, verottoman käytön ylärajalla ei odoteta olevan merkittävää vaikutusta päästökauppasektorin energiaturpeen käyttöön. Päästökaupan ulkopuolella (johon monen pienen kunnallisen energiayhtiön turvekattilat kuuluvat) toimenpiteellä pyritään hieman hidastamaan turpeen kysynnän ja tuotannon voimakasta romahdusta ja siten turvaamaan toimitusvarmuutta lähivuosina, jolloin kaikki turvekattilat eivät ole vielä korvautuneet muilla vaihtoehdoilla. Toimella olisi onnistuessaan vaikutusta myös huoltovarmuuteen, sillä em. kattilat perustuvat yleensä turpeen ja biomassan seospolttoon. Mikäli esimerkiksi metsäbiomassan saatavuus tilapäisesti estyisi, voisi em. kattiloissa polttaa tällaisessa poikkeustilanteessa normaalia seospolttoa enemmän turvetta, kunnes ne korvataan uudella lämmöntuotantokapasiteetilla. Turpeen kysyntä on kuitenkin viime aikoina laskenut niin nopeasti ja rajusti, että turpeen saatavuus ja siten myös sen rooli pitemmän aikavälin huoltovarmuuspolttoaineena alkaa olla uhattuna. Turpeen tuotannon ja kysynnän nopea väheneminen heikentävät myös polttoturpeen turvavarastoinnista annetun lain (321/2007) mukaisen turpeen turvavarastointijärjestelmän toimivuutta olennaisesti.

Lämmön huoltovarmuuden turvaamiseksi polttoainemarkkinoiden muutosten ja tuotanto-olosuhteiden vaihteluiden varalta olisikin tarpeen pohtia uusia toimintamalleja. Huoltovarmuuskeskus on perustamassa energiaturpeelle varmuusvaraston. Syynä on erityisesti venäläisen tuontihakkeen saatavuuden heikentyneenä näkyvä ja uusien metsähakkeen hankintaketjujen kehittämisen viemä aika.

Edellä mainituista toimista huolimatta pitemmällä aikavälillä on kuitenkin nähtävissä riski siitä, että energiaturpeen käyttö ja siten myös tuotanto romahtaa niin merkittävästi, ettei sitä ole enää saatavissa merkittäviä määriä edes poikkeustilanteisiin. Täten energiaturpeen ja kivihiielen käytön vähentyessä metsähakkeen rooli toimitus- ja huoltovarmuudessa kasvaa öljyn ja kaasun rinnalla.

Metsäteollisuuden sivuvirtojen ja metsähakkeen osuus kaukolämmön energialähteenä on kasvanut vuosittain ja oli 37 prosenttia vuonna 2021, mikä kuvaa niiden merkittävää roolia lämmöntuotannossa. Kivihiielen ja turpeen käytöstä luopuminen pienentää lämpöhuollon polttoainevaihtoehtoja ja lisää merkittävästi tarvetta lisätä energiapuun käyttöä jo lähivuosina. Puupolttoaineiden merkitys energiantuotannossa säilyy suurena useiden skenaarioiden mukaan ainakin 20-30 vuotta ellei pitempäänkin, koska polttoon perustumattomat tekniikat kehittyvät vielä.

Huoltovarmuuden kannalta metsähakkeen laajamittaiseen käyttöön sisältyy haasteita. Metsähake menettää lämpöarvoa varastoitaessa, minkä lisäksi sen varastointi vie paljon tilaa matalahkon lämpöarvon vuoksi. Metsähakkeen raaka-aineiden on yleensä myös kuivuttava kesän yli, ellei lämpö- tai voimalaitoksessa esimerkiksi savukaasupesurin vuoksi ole mielekästä käyttää kostea polttoainetta. Keskimäärin biomassan tuotannon lisääminen sisältää kuitenkin merkittävän viiveen huoltovarmuuden näkökulmasta, mikä tarkoittaa käytännössä, että metsähakkeen tuotannon lisäämisellä voidaan vaikuttaa osin vasta seuraavan lämmityskauden tilanteeseen. Metsähakkeelle ei ole lakiin perustuvaa velvoite- tai turvavarastointia kuten kivihiielle ja energiaturpeelle, vaan varautuminen perustuu energiayhtiöiden ja polttoainetoimittajien omiin toimenpiteisiin. Kotimaisen metsähakkeen tarjonnan parantamiseksi edistetään pienpuun keruuta nuorilta metsänhoitokohteilta osana nykyistä Kemera-tukijärjestelmää ja arvioidaan mahdollisuutta sisällyttää em. tuet vuoden 2023 jälkeen uuteen kestävä metsätalouden

kannustejärjestelmään. Tukien ensisijainen tarkoitus on kannustaa oikea-aikaiseen metsänhoitoon huomioiden EU:n valtiontukisuuntaviivat sekä luonnon monimuotoisuus.

Metsähakkeen hankintaketjussa merkittäviä tekijöitä ovat varastointi ja kuljetus toimitusketjuissa. Haketta ei voi varastoida pitkiä aikoja sen laadun heikkenemisen takia. Toisaalta energiakäyttöön menevää metsäbiomassaa on tehokkainta kuljettaa hakkeena sen loppukäytön näkökulmasta. Tähän mennessä metsähaketta on ollut suurimmassa osassa maata runsaasti saatavilla kysyntään nähden, jolloin tienvarsihaketus on ollut yleisesti toimiva hankintaketju taaten riittävän toimitusvarmuuden edullisesti, kun taas terminaalihaketus vaatii suurempaa volyyymiä ja hyvät kulkuyhteydet käyttäjille. Kasvava metsäbiomassan kysyntä energiantuotannossa kuitenkin muuttanee tilannetta tulevaisuudessa, kun kysyntä ylittää joillain alueilla lähiseudun tarjonnan. Tällöin toimitusvarmuudesta muodostuu kriittisempi tekijä ja metsäbiomassaa tulee tuoda aiempaa kauempaa sekä varastoida tasaisen ympärivuotisen syötön varmistamiseksi.

Terminaaliverkkoon nojaava metsäbiomassan hankintaketju mahdollistaisi energiapuun ja hakkuutähteiden paremman varastoinnin, kustannustehokkaan haketuksen sekä kuljetuksen hakkeena, vaikkakin terminaalissa tapahtuva biomassan siirtely myös lisää ketjun kustannuksia. Kotimaisten kiinteiden puupolttoainejakeiden saatavuuden parantamisen lisäksi tarkastellaan mahdollisuutta vahvistaa biomassaterminaalien ja lastauspaikkojen verkostoa sekä parantaa niihin liittyvien huoltovarmuuden kannalta tärkeiden, kaikkina vuodenaikoina liikennöitävien väylien kuntoa. Biomassaterminaalit tulee ottaa huomioon jo maakuntakaavoissa tai jo valtakunnallisissa maankäyttötavoitteissa ja yhtenäistämällä kaavamerkintöjä. Ympäristölupaprosessia kehitetään niin, että lupaprosessin kesto ei kaada energiahuoltovarmuuden kannalta tärkeitä biomassaterminaalihankkeita.

Puupolttoaineiden kokonaiskäytön kasvaessa myös metsähakkeen tuonti on kasvanut vuodesta 2017 alkaen ja oli vuonna 2020 24 prosenttia energiahakkeen kokonaismäärästä. Metsähakkeen tuonnin suurta osuutta voidaan pitää riskinä energiahuoltovarmuuden kannalta. Konsulttiyhtiö AFRY on mallintanut asiaa keväällä 2021 julkaisemassaan selvityksessä metsähakkeen saatavuudesta. Mallinnustuloksien perusteella tuontibiomassa käyttö energiantuotannossa on keskittynyt pääasiassa itärajalle ja rannikkoalueen laitoksiin. Tuonti vähentää Suomen energiaomavaraisuutta, mutta toisaalta se samalla myös mahdollistaa suuremmat kertaerät ja hajauttaa saatavuuteen liittyvää riskiä. Baltian maista hankittuun energiapuuhun voidaan katsoa sisältyvän periaatteessa samanlaiset markkinoinhin ja hankinnan tilapäisiin häiriöihin liittyvät riskit kuin kotimaan markkinoihinkin. Venäjältä tuodun biomassan osalta hankintaan sisältyy edellä mainittujen tekijöiden lisäksi jo toteutunut poliittinen riski ja epävarmuus. Vaikka itäisellä alueella kotimaan resurssit riittäisivätkin korvaamaan tuontibiomassan, kotimaiset hankintaketjut tuskin ovat ainakaan tällä hetkellä varautuneet nopeaan hankintamäärien lisäykseen tuontien energiapuun saatavuudessa tapahtuneiden nopeiden muutosten vuoksi. Siksi osa energiayhtiöistä on jo ilmoittanut korvaavansa metsähaketta energiaturpeella lämmityskaudella 2022-2023. Täten myös tuontihakkeen käyttö tukee argumenttia kiinnittää entistä enemmän huomiota energiapuun varastoinnin ja toimitusketjujen toimivuuteen.

Toisaalta Suomen hiilineutraaliustavoite tarkoittaa siirtymistä sähkön varassa oleviin ratkaisuihin myös lämmityssektorilla (kuten hukkalämpöjen hyödyntäminen lämpöpumppujen avulla ja geoterminen lämpö). Toimitus- ja huoltovarmuuden ennustetaan pysyvän hyvänä, mikäli sähkön kysynnän kasvu on maltillista, mutta tilanne voi olla huomattavasti hankalampi, mikäli sähkön kysyntä kasvaa merkittävästi ja niin sanotun peruskuormatuotannon määrä vähenee ja korvautuu lisääntyvässä määrin esimerkiksi tuulivoimalla. Tämä voi johtaa yhä nykyistä useammin tilanteeseen, jossa markkinoilla on toistuvia erittäin korkean sähkön hinnan jaksoja. Tällöin on todennäköisesti tarpeellista, että lämmityssektori varautuu näihin jaksoihin lämmön pitkäaikaisvarastoinnilla, joka on lisääntymässä jo nyt, sekä riittävällä varakapasiteetilla, jonka investointikustannus on matalan käyttöasteen vuoksi alhainen (tällä hetkellä

käytännössä öljy- ja maakaasukattilat sekä joissain tapauksissa myös pelletti- tai muuta biomassaa käyttävät kattilat).

4.5.4 Kaasun huoltovarmuus

Pääosa Suomeen tulevasta kaasusta syötetään Imatran rajapisteen kautta Venäjältä. Yhteyden syöttökapasiteetti on 220 GWh/d. Suomen ja Viron välille on lisäksi rakennettu Balticconnector-yhdysputki (kapasiteetti talvella 55 GWh/d), joka mahdollistaa kaasun hankinnan myös muista lähteistä. Yhteyden kapasiteetti on nousemassa 80 GWh/d:iin lähivuosina Baltiassa tehtävien investointien myötä. Lisäksi Haminaan on valmistumassa kesällä 2022 LNG-terminaali, josta voidaan syöttää kaasua verkkoon 5 GWh/d. Terminaalille on toteutettu tekninen varaus + 15 GWh/d lisähöyrystimille, joka mahdollistaisi kapasiteetin kasvattamisen 20 GWh/d tasolle.

Valtioneuvoston päätöksen (1048/2018) mukaisesti tuontiin perustuvan energian saantihäiriön varalta ja kansainvälisten sopimusvelvoitteiden täyttämiseksi Huoltovarmuuskeskus pitää tuontipolttoaineita valtion varmuusvarastoissa siten, että maassa on käytettävissä keskimäärin viiden kuukauden normaalikulutusta vastaavat tuontipolttoainevarastot. Varastomäärien mitoituksessa öljytuotteiden käyttö maakaasun varapolttoaineena otetaan huomioon ainoastaan yhdyskuntien energiahuollossa. Maakaasun maahantuonnin yrityksiin kohdistuvalla tuontipolttoaineiden velvoitevarastoinnista annetun lain mukaisella velvoitevarastoinnilla katetaan kolmen kuukauden keskimääräistä polttoainekäyttöä vastaava määrä. Veloitteen yhteismäärä vuodelle 2021 on 2,1 TWh. Velvoite- ja varmuusvarastoja ei ylläpidetä maakaasun teollisuuskäyttöä varten, jolloin teollisuus huolehtii tarvittavista varajärjestelyistä omaan harkintaansa perustuen. Maakaasun velvoitevarastointi tapahtuu pääasiassa kivihiilellä ja öljyllä, mutta vähäisemmässä määrin myös turpeella ja LNG:llä. Haminan LNG-terminaali mahdollistaa jatkossa LNG:n roolin kasvattamisen varautumisessa kaasun tuonnin häiriöihin.

4.5.5 Venäläisestä fossiilisesta energiasta irtautuminen

EU:n toimet

Kiristynyt geopoliittinen tilanne ja energian hintojen nousu ovat nostaneet esiin toimitus- ja huoltovarmuuden sekä energijärjestelmän kustannustehokkuuden tärkeyden ilmastonäkökulman rinnalle. Venäjän Ukrainaan kohdistuneen sotilaallisen hyökkäyksen jälkeen EU asetti kovia talouspakotteita Venäjälle.

EU:n komissio julkaisi 8.3.2022 REPowerEU-toimintasuunnitelman, jonka tavoitteena on riippumattomuus venäläisestä energiasta vuosikymmenen loppuun mennessä. Maaliskuun Eurooppa-neuvosto linjasi, että kaasun, öljyn ja hiilen tuontiriippuvuudesta Venäjältä pyritään eroon mahdollisimman nopeasti seuraavin keinoin:

- a) vähennetään entistä nopeammin yleistä riippuvuuttamme fossiilisista polttoaineista ottaen huomioon kansalliset olosuhteet ja jäsenvaltioiden valinnat eri energialähteiden käytössä
- b) monipuolistetaan toimituksia ja reittejä muun muassa käyttämällä nesteytettyä maakaasua ja kehittämällä biokaasua
- c) kehitetään edelleen Euroopan vetymarkkinoita
- d) nopeutetaan uusiutuvien energialähteiden kehittämistä ja niiden keskeisten komponenttien tuotantoa sekä yksinkertaistetaan lupamenettelyjä energiahankkeiden nopeuttamiseksi
- e) saatetaan loppuun Euroopan kaasu- ja sähköverkkojen yhteenliittäminen ja parannetaan sitä sekä synkronoidaan energiaverkot täydellisesti kaikkialla EU:ssa
- f) vahvistetaan toimitusvarmuutta koskevaa EU:n valmiussuunnittelua
- g) parannetaan energiatehokkuutta ja energiankulutuksen hallintaa sekä edistetään enemmän kiertotalouteen perustuvaa lähestymistapaa valmistus- ja kulutustottumuksiin.

Komissio aikoo esittää toukokuuhun mennessä suunnitelman siitä, kuinka EU pääsee asteittain irti riippuvaisuudesta Venäjän tuottamista fossiilisista polttoaineista vuoteen 2027 mennessä.

Tilanne Suomessa

Suomeen on tuotu merkittävä määrä energiaa Venäjältä. Erityisesti öljyn ja kivihiilen tuonti on perustunut kilpailukykyiseen hintaan ja lyhyeen kuljetusetäisyyteen eikä siihen, että olisimme olleet riippuvaisia juuri venäläisestä energiasta. Venäjältä tuotua raakaöljyä on jalostettu Suomessa kotimaista öljytuotteiden kysyntää varten, mutta myös suurelta osin öljytuotteiden vientiin maailmanmarkkinoille. Suomen energiatuonti Venäjältä on ollut taulukon 6 mukainen.

Taulukko 6. Suomen energiatuonti Venäjältä, miljoonaa euroa.

Energian tuonnin arvo, kaikista maista yhteensä, milj.euroa	Q1- 3/2021		Tästä Venäjältä, milj.euroa		Venäjän osuus, %	
	2020	3/2021	2020	3/2021	2020	3/2021
Hiili	258	206	75	72	29 %	35 %
Maakaasu	396	521	270	394	68 %	76 %
Öljy	5148	4593	2979	2450	58 %	53 %
Sähkö	625	1038	93	313	15 %	30 %
Ydinpolttoaine	84	151	27	32	32 %	21 %
Energiapuu	31	28	17	13	54 %	45 %
Yhteensä	6543	6538	3461	3273	53 %	50 %

Öljy ja kivihiili ovat globaaleja polttoaineita, jolla on useita hankintalähteitä. Useat yritykset, esimerkiksi Neste ja Helen, ovat ilmoittaneet ripeästi muuttavansa omia hankintalähteitään. Öljylle ja maakaasulle on velvoite- ja varmuusvarastointijärjestelyt. Maakaasun osalta tilanne on silti haastava, vaikka maakaasun osuus Suomen kokonaisenergian kulutuksesta on vain viisi prosenttia. Balticconnector-putken avaaminen kaksi vuotta sitten mahdollistaa vaihtoehdoisen kaasun hankintalähteen Baltian kautta, ja nesteytetyn maakaasun (LNG) olemassa olevaa infrastruktuuria voidaan myös hyödyntää. Nämä lähteet eivät kuitenkaan kata maakaasun koko kysyntää. Erityisesti teollisuuden käyttämän maakaasun korvaaminen lyhyellä aikavälillä on vaikea.

Siinä missä öljyllä ja kivihieillä on globaaleina polttoaineina useita hankintalähteitä, metsähakkeen ja turpeen saatavuus perustuu muuttuneessa tilanteessa vahvasti kotimaan markkinoihin. Hakkeesta noin neljännes on tuotu Venäjältä. Venäjän hallitus julkaisi 10.3.2022 asetuksen 313, jonka mukaan ”epäystävällisiin maihin”, ml. Suomi, kielletään hakkeen (tullikoodit 4401 21 sekä 4401 22), raakapuun (4403) sekä vanerointia varten tarkoitettujen viilujen (4408) vienti. Kansainväliset sertifiointijärjestelmät PEFC ja FSC ovat jo aikaisemmin ilmoittaneet venäläisen puuraaka-aineen määrittelystä konfliktipuoksi, mikä on johtanut yritysten päätöksiin keskeyttää raakapuun ml. energiahake tuonti Venäjältä. Tuonnin katkeaminen on katettava kotimaista hakkeen tarjontaa ja turpeen käyttöä lisäämällä.

Sähkön tuonnin loppuminen Venäjältä nostaisi selvitysten perusteella sähkön hintaa Suomessa vuositasolla noin 4-5 EUR/MWh. Venäjän sähköntuonnin loppuminen myös karkeasti tuplaa sähköpulan todennäköisyyden, joka ennen Olkiluoto 3:n täyttä käyttöönottoa on melko korkealla tasolla. Sähköpula on todennäköisin talvikaudella, joten tämän vuoden osalta toimitusvarmuus säilyy riittävällä tasolla sähkön tuonnin loppumisesta huolimatta. Talvikaudella 2022/23 Olkiluoto 3:n pitäisi olla käytössä, mikä korvaa Venäjän yhteyden täysimääräisesti.

Olkiluoto 3 aloitti sähköntuotannon 12.3.2022. Noin neljän kuukauden koekäyttövaiheen aikana OL3-laitosyksikön tehoa nostetaan portaittain 1600 MW:iin. Kyse on suuresta tuotantomäärästä, noin 3-4 terawattitunnista koekäyttöjakson aikana, joka vastaa noin 10 prosenttia Suomen sähköntarpeesta.

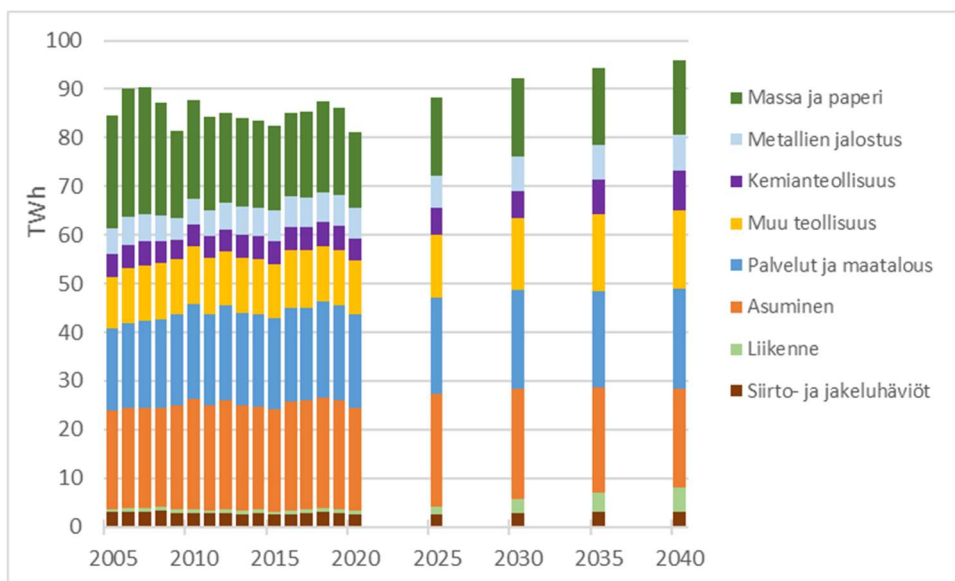
Tehotasot vaihtelevat koekäytön aikana merkittävästi. Suomeen on lisäksi valmistumassa markkinaehtoisesti lähes 2000 MW tuulivoimaa vuoden 2022 aikana, mikä parantaa tilannetta entisestään.

4.6 Energiamarkkinat

4.6.1 Sähkötmarkkinat

Sähkön käytön ja hankinnan nykytila ja kehitys

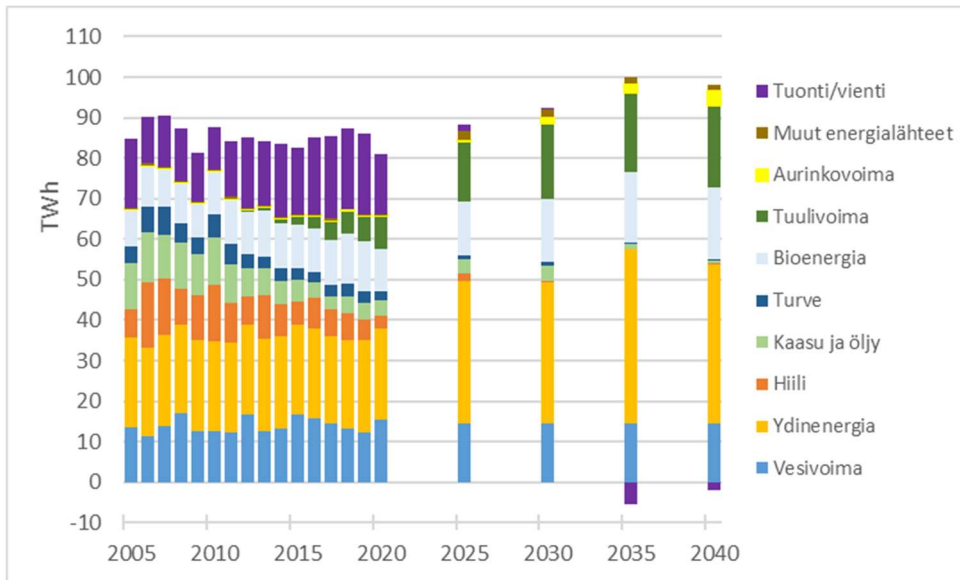
Sähkön käyttö on 2000-luvun alkupuolelta lähtien vaihdellut välillä 80–90 TWh. Vuotuisen vaihtelun aiheuttavat lähinnä lämmitystarpeen, talustilanteen ja teollisuustuotannon määrän heilahtelut. Sähköistyminen on keskeinen muutostrendi kaikilla sektoreilla. Sähkönkäytön arvioidaan perusskenaariossa kasvavan 92 TWh:iin vuonna 2030 ja 96 TWh:iin vuonna 2040 (kuva 17). Sähköistymisen kulutusta kasvattava vaikutus kompensoituu vain osittain energian käytön tehostumisella. Sähkön loppukulutus kasvaa erityisen merkittävästi liikenteessä ja teollisuudessa. Uutta sähkön kulutusta syntyy muun muassa digitalisaation, energian varastoinnin ja hiilineutraalien sähköpolttoaineiden jalostuksen laajenemisen myötä.



Kuva 17. Sähkön kulutus 2005-2020 ja kehitys perusskenaariossa 2025-2040.

Sähkön hankinta on perinteisesti ollut Suomessa monipuolista sekä energialähteiden että tuotantoteknologian osalta (kuva 18). Sähköntuotanto läpikäy parhaillaan suurta muutosta niin yhteiseurooppalaisilla sähkömarkkinoilla kuin Suomessakin. Lauhdelaistosten kannattavuus on romahtanut ja suurin osa Suomen laitoksista on poistettu käytöstä. Myös yhdyskuntien sähkön ja lämmön yhteistuotanto vähenee. Kivihiilen kielto lopettaa sen käytön sähkön ja lämmön tuotannossa viimeistään vuonna 2029. Uusiutuvista energialähteistä peräisin olevan sähköntuotanto on kasvanut tasaisesti ja sen osuus kaikesta sähköntuotannosta on nyt noin puolet. Sähkön tuonnin osuus on viimeiset kymmenen vuotta ollut varsin suuri – vuositasolla keskimäärin noin viidennes kokonaishankinnasta on katettu tuonnilla. Tämä muuttuu jo lähivuosina, kun rakenteilla oleva Olkiluoto 3 ydinvoimayksikkö tulee markkinakäyttöön ja tuulivoimaa rakennetaan jatkuvasti lisää.

Perusskenaariossa kasvava sähkönkysyntä katetaan pääosin ydinvoimalla ja tuulivoimalla. Kotimainen sähköntuotanto lisääntyy niin paljon, että Suomesta tulee sähköhankinnassa vuositasolla omavarainen vuoteen 2030 mennessä ja jopa nettoviejä sen jälkeen.



Kuva 18. Sähköenergian kokonaishankinta 2005-2020 ja hankinnan kehitys perusskenaariossa 2025-2040. Huomaa sähkön vienti negatiivisina lukuina alimpana.

Strategiassa esitettyjen linjausten arvioidaan lisäävän sähkön kysyntää etenkin vuoden 2030 jälkeen. Poliittikkaskenarion sähkönkulutus on vuonna 2030 95 TWh ja vuonna 2035 jo 104 TWh, mikä on 3 TWh ja 9 TWh enemmän kuin perusskenaariossa. Sähkön käyttö lisääntyy suhteellisesti eniten ja nopeiten liikenteessä. Määrällisesti kasvu on puolestaan suurinta teollisuudessa. Kotitalouksien ja palvelusektorin sähkönkulutus pysyy suunnilleen nykytasolla, sillä vaikka rakennusten lämmityksessä sähkön osuus ostoennergiasta kasvaa edelleen, lämmityksen energiankulutus tehostuu lämpöpumppujen yhä laajenevan hyödyntämisen ja teknisen kehityksen ansiosta. Energiateollisuudessa sähkön kulutus kasvaa uusien polttoaineiden jalostus- ja varastointiteknologian käyttöönoton sekä lämpöpumppujen ja sähkökattiloiden hyödyntämisen myötä.

Poliittikkaskenarion perusskenaariota nopeampi energiatalouden sähköistyminen ja fossiilisista polttoaineista luopuminen heijastuu samalla erityisesti tuuli- mutta myös aurinkovoiman. Tuulivoiman vuosituotanto moninkertaistuu poliittikkaskenariossa nykyisestä määrästä ja on 23 TWh vuonna 2030 ja 30 TWh vuonna 2035. Aurinkovoiman vastaavat luvut ovat 2,4 TWh ja 3,4 TWh. Sähköistyminen ja päästöttömän tuotannon lisääntyminen kulkevat käsi kädessä. Jos eivät energiankäyttöprosessit sähköisty, niin ei tule lisää tuotantoa ja päinvastoin.

Sähköenergian hinnan kehitys

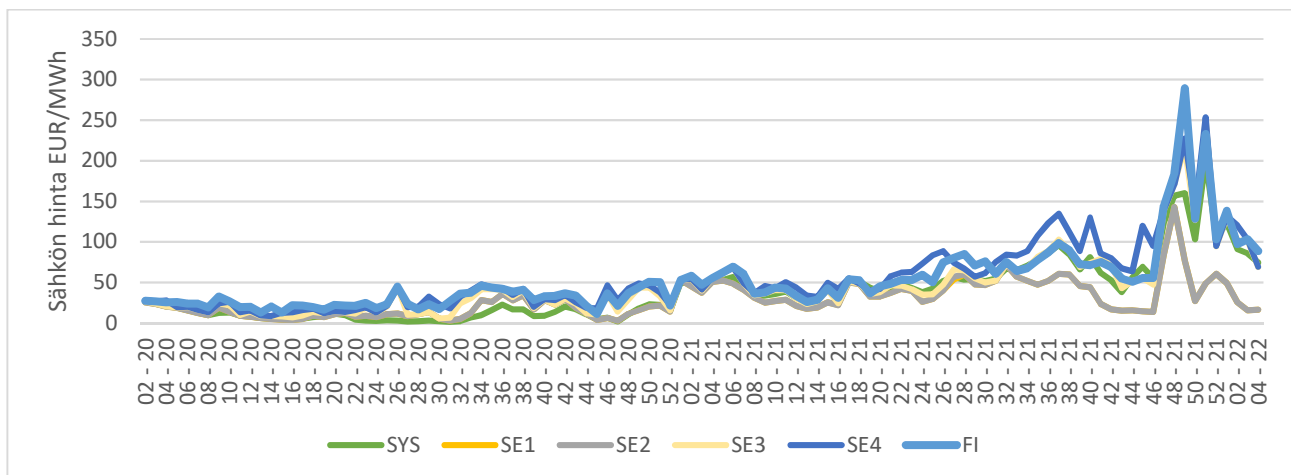
Sähkömarkkinoilla hinta muodostuu kullekin tunnille kysynnän ja tarjonnan perusteella kalleimman tuotantomuodon kustannusten mukaan. Tämä antaa tuottajille kannusteen tarjota kapasiteettinsa markkinoille tuotantolaitosten muuttuvien kustannusten mukaisesti. Järjestelmän on katsottu olevan tehokkain tapa taata, että markkinahinta kattaa toimijoiden investointikustannukset ja operointikulut mahdollisimman pienin kustannuksin kuluttajille.

Voimalaitoksen muuttuviin kustannuksiin vaikuttavat merkittävästi laitosten polttoaine- ja päästöoikeuskustannukset. Tuuli-, aurinko-, vesi- ja ydinenergialla on matalat muuttuvat

tuotantokustannukset, mutta investointikustannukset ovat korkeat. Jos kysyntään pystytään vastaamaan näillä sähköntuotantomuodoilla, markkinahinta jää matalaksi. Näin tapahtui esimerkiksi keväällä 2020, kun sähkön kysyntä oli alhainen. Kun kysyntä ylittää puhtailla energiamuodoilla tuotettavan sähkön tuotannon määrän, tarvittava lisätuotanto perustuu suurelta osin fossiilisia polttoaineita käyttäviin voimalaitoksiin. Näiden laitosten muuttuvat kustannukset koostuvat pääosin polttoaineen ja päästöoikeuksien kustannuksista.

Etenkin Keski-Euroopassa hiilellä ja kaasulla on keskeinen rooli sähköntuotannossa ja näiden polttoaineiden hinnannousu näkyy välittömästi myös sähkön hinnassa. Päästöoikeuden merkitys kaasuvoimalan sähköntuotantokustannuksiin on nykyisillä hintatasoilla suuruusluokaltaan alle 10 prosenttia. Pohjoismaissa hintaan vaikuttaa ennen kaikkea vesivoiman ja tuulivoiman saatavuus. Viime vuosi oli kuiva koko Pohjoismaissa, jolloin vesivoiman varastot jäivät huomattavasti keskimääräistä alemmaksi. Tällöin myös Pohjoismaissa fossiilisilla polttoaineilla toimivat voimalaitokset ovat usein asettaneet markkinahinnan. Tuulivoiman vaikutus näkyi parhaiten tammikuun puolen välin tienoilla, jolloin voimakkaat tuulet koko Pohjolassa laskivat sähkönhinnat useaksi päiväksi hyvin alhaiselle tasolle.

Alla olevassa kuvassa on esitetty sähkön pörssihinnan kehittyminen Suomessa ja Ruotsissa sekä Pohjoismaiden sähkömarkkinan systeemihinta viikkokeskiarvoina vuoden 2020 alusta alkaen. Vuoden 2020 alhaisten hintojen jälkeen hinnat lähtivät nousemaan vuoden 2021 aikana. Vuoden lopulla hinnat nousivat lähes koko Pohjolassa erittäin korkealle tasolle, hetkellisesti jopa noin 1000 euroa/MWh tasolle. Suomen, Etelä-Ruotsin ja Etelä-Norjan hinnat ovat olleet hyvin lähellä toisiaan koko talven ajan.

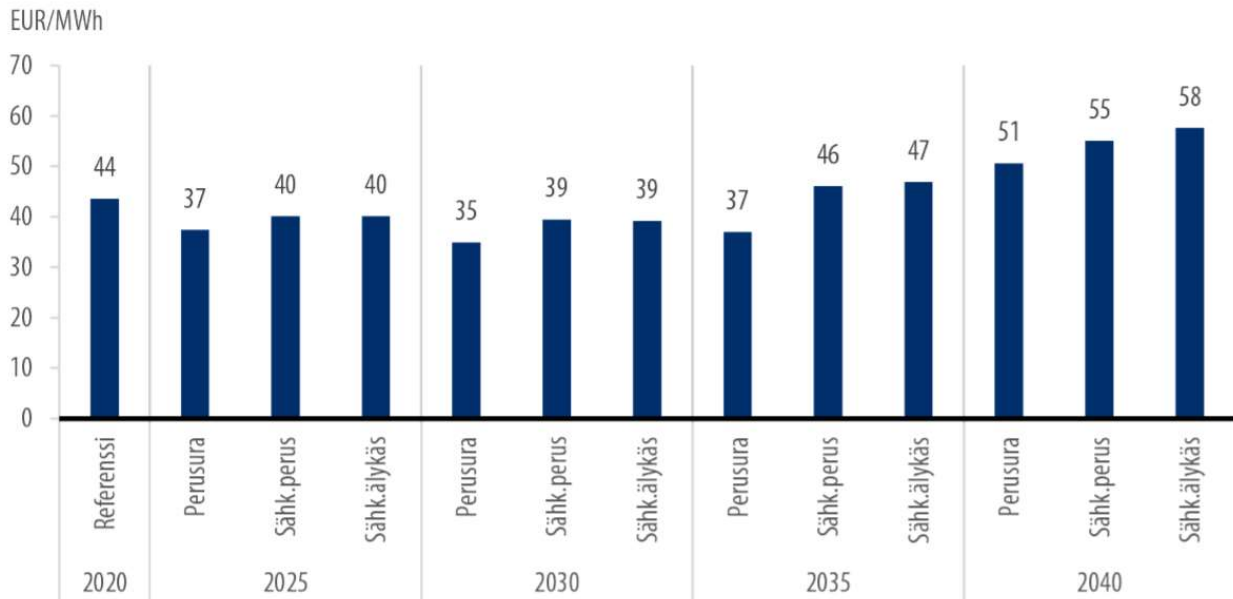


Kuva 19. Sähkön systeemihinta ja markkinahinta (viikkokeskiarvot) Suomessa ja Ruotsissa 2020-2022. Lähde: Nordpool.

Sähkön tukkimarkkinahintojen nousu on näkynyt myös vähittäismarkkinahinnoissa. Suurin vaikutus on näkynyt asiakkailta, jotka ovat valinneet joko toistaiseksi voimassa olevan tai pörssihintasidonnaisen sähkösopimuksen. Näillä asiakkailta korkeat pörssisähkön hinnat ovat nostaneet sähkölaskua merkittävästi. Syksyn aikana monet asiakkaat ovatkin siirtyneet määräaikaisten sopimusten piiriin hintavaihteluilta suojautuakseen. Energiaviraston hintatilastojen mukaan vuonna 2020 52 prosentilla asiakkaista oli määräaikaisten sopimusten piiriin siirtymisen jälkeen, 40 prosentilla toistaiseksi voimassa oleva sopimus ja 8 prosentilla pörssisidonnainen sopimus.

Viranomaistahot eivät laadi ennusteita polttoaineiden tai sähkön hinnan kehityksestä. Hintakehityksen suunnasta saa käsitystä seuraamalla johdannaismarkkinoiden tuotteiden hintojen kehittymistä. Johdannaismarkkinoiden perusteella nykyinen korkea hintataso normalisoituisi kesään 2022 mennessä Suomessa noin 60 euroa/MWh tasolle ja tulevina vuosina tätä alemmaksi.

AFRY:n hiilineutraalisuustavoitteen vaikutuksia sähköjärjestelmälle tutkineessa selvityksessä²⁰ tarkasteltiin mahdollisia hintakehityksiä ja muutoksia hinnan vaihtelussa eri skenaarioissa. Selvityksessä luotiin erilaisia skenaarioita sähkön käytön lisääntymisestä ja kulutuksen joustavuudesta. Alla olevassa kuvassa on esitetty selvityksessä mallinnettua hintakehitystä eri skenaarioissa. Kuvasta nähdään, että sähkön vuosikeskihinta Suomessa laskisi hieman jokaisessa skenaariossa vuoteen 2025 ja 2030 mennessä mallinnetusta referenssitasosta. Sähkön hintaan vaikuttavat nostavasti vuoteen 2030 mennessä nousevat polttoaine- ja päästöoikeushinnat ja laskevasti ydin- sekä tuulivoiman tulo markkinoille vuosiin 2025 ja 2030 mennessä. Ydin- ja tuulivoimatuotanto ovat marginaalikustannuksiltaan edullisia ja vähentävät Suomen (sekä koko Pohjoismaiden) tarvetta marginaalikustannuksiltaan kalliimmalle tuotannolle laskien sähkön hintaa.



Kuva 20. Sähkön spot-vuosikeskihinta Suomessa eri skenaarioissa 2020–2040. Lähde: AFRY 2021.

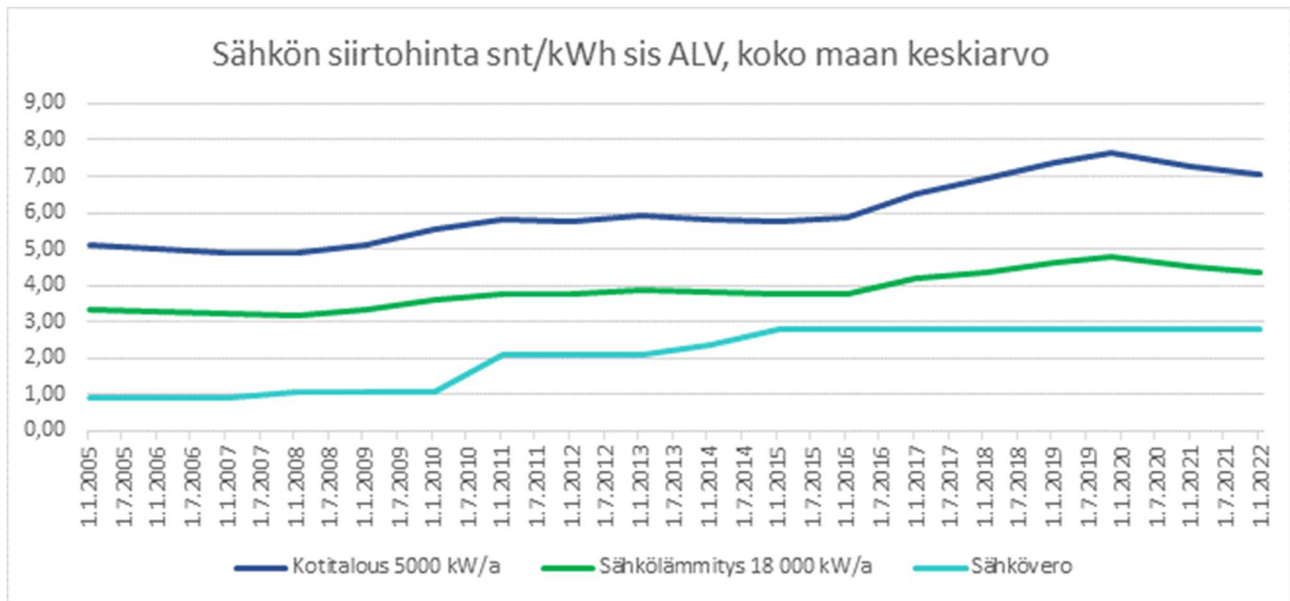
Siirtohintojen kehitys

Sähkönjakelun siirtomaksu koostuu tyypillisesti kahdesta komponentista, perusmaksusta ja energiamaksusta. Siirtomaksut vaihtelevat jakeluverkon mukaan. Perusmaksun kautta kaikki sähköjärjestelmän käyttäjät osallistuvat tasapuolisella ja oikeudenmukaisella tavalla sähköjärjestelmän kustannusten ylläpitämiseen. Sähköjärjestelmän kustannusten tasapuolinen kattaminen on tärkeää, koska energiajärjestelmän muutos tulee jatkossakin vaatimaan suuria investointeja ja toisaalta uudistettavasta sähköverkosta hyötyvät kaikki verkon käyttäjät. Suurilla asiakkaila siirtomaksun lisäkomponentteina on teho- ja loistehomaksuja. Tehomaksujen käyttö myös pienasiakkaiden siirtomaksuissa on ollut viime vuosina kehitteillä. Siirtomaksujen rakenteella ei ole vaikutusta verkkoyhtiölle sallitun kokonaisliikevaihdon määrään, mutta esimerkiksi tehomaksut ohjaavat verkonkäyttöä pois huippukulutustunneilta ja vähentävät verkon investointitarvetta.

Sähkön siirtohintojen (ilman sähköveroa) kehitys ajalta 1.1.2005–1.1.2022 on esitetty kuvassa 21. Kuvassa on esitetty myös sähköveron määrä samalla aikajaksolla. Sähkön kokonaishinta sisältäen siirron, energian ja veron nousi vuosien 2010 ja 2020 välillä noin 25 prosenttia ja siirtohintaa 30 prosenttia. Valmistus- ja arvonnäköalinen siirtohintaa nousi samaan aikaan lähes 50 prosenttia. Siirtohintojen korotuspainetta

²⁰ Hiilineutraalisuustavoitteen vaikutukset sähköjärjestelmään, AFRY 2021, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-029-5>

loivat erityisesti sähkömarkkinalain vuonna 2013 asetetut toimitusvarmuusvaatimukset, jotka ovat aiheuttaneet sähköyhtiöille aikaisempaa enemmän investointitarpeita: HE 20/2013 vp. arvioitiin, että toimitusvarmuusvaatimukset edellyttäisivät yhteensä noin 3,5 miljardin euron lisäinvestoinnit 15 vuodessa.



Kuva 21. Sähkön valtakunnallinen keskimääräinen arvonlisäverollinen siirtohintaa ja sähkövero vuosina 2005-2021. Lähde: Energiavirasto.

Sähkönjakelun verolliset hinnat kotitalouksille kääntyivät laskuun vuonna 2021 uusien politiikkatoimien johdosta. Sähkömarkkinoiden siirtohintojen hillitsemistä koskevat lakimuutos astui voimaan elokuussa 2021. Energiavirasto on päivittänyt lakimuutosten johdosta sähkönjakelun valvontamenetelmät. Laskentamenetelmien päivityksen jälkeen jakeluverkonhaltijoiden sallittu tuotto vuoden 2020 tasosta laskee noin 40 prosenttia vuonna 2022. Jakeluyhtiöt voisivat kerätä vuonna 2022 asiakkailtaan 378 miljoonaa euroa vähemmän jakelumaksuja kuin vuonna 2020. Valvontamenetelmän muutoksella parannetaan investointien kustannustehokkuutta päivittämällä verkkokomponenttien yksikköhinnat sekä lasketaan sallittua kohtuullista tuottoa pidentämällä toimitusvarmuusvaatimusten toteuttamisen aikataulua ja edellyttämällä, että riskittömän koron pitää riittävän nopeasti heijastaa markkinakorkojen muuttumista. Valvontamallin muutoksen myötä siirtohinnat alenevat portaittain.

Lakimuutos pienentää myös sallittujen kertakorotusten suuruutta 15 prosentista 8 prosenttiin. Hintojen korotuspainetta helpotettiin jatkamalla sähkönjakelun toimitusvarmuusvaatimusten täytäntöönpanoaikaa kahdeksalla vuodella vuoden 2036 loppuun saakka pääasiassa haja-asutusalueella toimiville jakeluverkonhaltijoille, jotka joutuvat tekemään isoja verkkorakenteen muutoksia verkoissaan 2020-luvulla. Laki myös edellyttää verkonhaltijalta kustannustehokkuutta sähköverkon suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa.

4.6.2 Kaasumarkkinat

Suomen maakaasumarkkinat avattiin kilpailulle Euroopan unionin maakaasun sisämarkkinoita koskevien säännösten mukaisesti, kun Balticconnector putkiyhteys Suomesta Baltian maiden kaasuverkkoon otettiin käyttöön vuoden 2020 alussa. Markkinoiden avaaminen mahdollistaa maakaasun tarjonnan monipuolistumisen, kun vaihtoehtoisia lähteinä venäläiselle putkikaasulle biokaasun ja nesteytetyn maakaasun ohella ovat maakaasun hankinta Baltiasta ja Liettuan-Puolan yhdysputken valmistumisen jälkeen Keski-Euroopasta. Liettuan-Puolan yhdysputken oletetaan valmistuvan vuoden 2022 puolivälissä.

Keskeisiä markkinoiden avaamiseen liittyviä muutoksia olivat avoin verkkoon pääsy maakaasun siirto- ja jakeluverkoissa, avoin pääsy maakaasuverkon ulkopuolella sijaitseviin nesteytetyn maakaasun käsittelylaitteistoihin sekä maakaasun siirtoverkkotoiminnan eriyttäminen maakaasun toimittamisesta ja tuotannosta. Lisäksi maakaasun tukku- ja vähittäismyynnin sääntelyä kevennettiin ja maakaasun tukku- ja vähittäismyynnin hinnoittelun erityissääntelystä luovuttiin suurelta osin.

Markkinoiden avaamisen jälkeen Suomi on ollut aktiivisesti mukana luomassa alueellisia kaasumarkkinoita Baltian maiden kanssa. Konkreettisenä tuloksena vuoden 2020 alusta markkinoiden vapautuessa Suomessa Suomi, Viro ja Latvia muodostivat yhteisen markkina-alueen, jossa käytetään yhteneviä syöttö- ja ottotariffeja kaasun siirtoverkossa. Tämä markkina-alue on ensimmäinen usean maan käsittävä kaasumarkkina koko Euroopassa. Myös Liettua on liittymässä markkina-alueeseen.

Markkina-alueen kehittämiseen on luotu alueellinen koordinaatioryhmä, jossa on mukana kunkin maan relevantit ministeriöt, sääntelyviranomaiset ja kantaverkonhaltijat. Koordinaatioryhmässä on luotu markkinoiden kehittämiseksi tiekartta, jonka kaikki osapuolet ovat hyväksyneet.

4.6.3 Lämpömarkkinat

Suomen kaukolämpömarkkinan nykytila, haasteet ja kehittämistarpeet

Kaukolämpö on pitkään ollut Suomen yleisin lämmityskeino vastaten vajaata puolta rakennusten lämmitystarpeesta toiminnan ollessa vakaata jo vuosikymmeniä. Kaukolämpöä tuotetaan tyypillisesti yhteistuotantolaitoksissa ja erillisissä lämpölaitoksissa eikä se ole riippuvainen yhdestä lämmönlähteestä. Tilastokeskuksen sähkön ja lämmön tuotantotilaston mukaan kaukolämpöä tuotettiin Suomessa 35,1 TWh vuonna 2020, josta uusiutuvien polttoaineiden osuus oli 44 prosenttia. Teollisuuslämmön tuotanto vuonna 2020 oli 51,1 TWh, josta 77 prosenttia perustui uusiutuviin polttoaineisiin. Kaiken kaikkiaan kaukolämmön ja teollisuuslämmön tuotannosta 63 prosenttia tuotettiin uusiutuvilla polttoaineilla. Kaukolämmön hiilidioksidipäästöt ovat vähentyneet kymmenessä vuodessa puoleen ja vähenevät kolmannekseen seuraavan 10 vuoden aikana. Keväällä 2021 tehdyn energia-alan tiekarttapäivityksen mukaan kaukolämmön päästöt tulevat putoamaan noin 80 prosenttia vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoteen 2017. Kaukolämpöyhtiöt ovat uudistaneet viime vuosina järjestelmiään tehokkaammiksi ja vähäpäästöisemmiksi. Monessa kaukolämpöverkossa tarjotaan hiilineutraalia kaukolämpöä jo nyt ja lopuissakin kaukolämpöverkoissa päästöt painuvat hyvin alas vuoteen 2030 mennessä. Energiateollisuuden mukaan päästöt vähenevät erityisen nopeasti vuosina 2021–2024. Näkymä päästöjen vähenemisen aikataulusta on kiristynyt viidellä vuodella keväästä 2021 ja vuoden 2030 ennuste saavutettaisiin 2025 ja vuoden 2035 vastaavasti vuonna 2030.

Suomessa lämmitysjärjestelmät voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan: kaukolämpöön ja kiinteistöjen erillislämmitykseen. Kilpailu lämmitysmarkkinoilla on kuitenkin kiristynyt viime vuosina voimakkaasti johtuen lämmön eri tuotantomuotojen teknologisesta kehityksestä, polttoainevalikoiman suppenemisesta ja päästöoikeuden hinnan voimakkaasta noususta sekä asiakkaiden kasvavasta kiinnostuksesta omaan hiilineutraaliin tuotantoon ja kustannusten ennustettavuuteen.

Sähköllä ja kaasulla on toimivat kansainväliset markkinamekanismit. Toimivien mekanismien kautta energiamuotoja voidaan markkinapohjaisesti muuttaa ja tuottaa hyötyjä eri energiajärjestelmiin. Energiajärjestelmien integraatiossa vähäpäästöinen sähköntuotanto mahdollistaa muiden energiamuotojen vähähiilisyden, mutta myös muiden sektoreiden joustavuuden avulla uusiutuvan sähkön tuotannon lisäämisen. Yhdistämällä esimerkiksi teollisuus, liikenne ja lämmitys energiaverkkojen kautta toisiinsa, voidaan eri toimialojen kulutusta ja tuotantoa tasapainottaa tehokkaasti.

Kaukolämpöjärjestelmät ovat Suomessa suljettuja ja hinnoittelu kiinteää, joten kaukolämpöjärjestelmien joustopotentiaalia eikä energiajärjestelmien integraatiota saada välttämättä nykyisellään hyödynnettyä

optimaalisesti. Suomessa on energiayhtiöiden toimesta viime vuosina etsitty kilpailukykyisiä lämmön tuotanto- ja hankintatapoja ja kehitetty eri liiketoimintamalleja, kuten kaksisuuntaista ja avointa kaukolämpöä kahdenvälisin sopimuksin. Lisäksi on tutkittu matalalämpöverkkoja sekä kaukolämpöverkon lämpötilan laskemista.

Jatkossa lämmityssektorilla toimijoita ja lämmön tuotantotapoja tulee olemaan nykyistä enemmän ja intressien sovittaminen vaatii uusia liiketoiminta- ja hinnoittelumalleja. Tämä vaatii myös toimijoilta tahtoa lähteä rakentamaan kaukolämpöjärjestelmästä muuntojoustavaa, sellaista joka ei sulje tulevaisuuden teknologioita ja toimijoita ulkopuolelle. Tämän vuoksi on nähty tarvetta selvittää vaihtoehtoja ja toimintatapoja, joilla lämmitysmarkkina kehittyisi siihen suuntaan, joka pystyisi joustavammin huomioimaan eri energijärjestelmien integraation, polttoon perustumattoman uusiutuvan lämmöntuotannon, uuden teknologian sekä hukkalämmön hyödyntämisen mahdollisimman energiatehokkaasti. Lämmityspuolella kannustettavana nähdään uuden teknologian ja järjestelmäintegraation ratkaisujen kehittäminen, joissa voidaan yhdistää niin kaukolämpöä kuin muitakin lämmönlähteitä, kuten rakennusten omaa energiantuotantoa optimoiden niiden käyttöä.

Työ- ja elinkeinoministeriö selvittää vaihtoehtoja ja toimintatapoja, jotta kaukolämpömarkkinassa pystyttäisiin joustavammin huomioimaan polttoon perustumaton uusiutuva lämmöntuotanto ja hukkalämmöt, kysyntäjoustopuon hyödyntäminen sekä eri energijärjestelmien integraatio. Työ- ja elinkeinoministeriön tehtävänä on myös huolehtia siitä, että Suomi täyttää jatkossakin EU-lainsäädännön edellytykset. Tähän liittyen työ- ja elinkeinoministeriö teetti syksyllä 2021 selvityksen kustannustehokkaista vaihtoehtoista ja toimintatavoista kaukolämmön toimintaedellytysten parantamiseksi sekä uusiutuvan ja muun päästöttömän energian ja hukkalämpöjen lisäämiseksi kaukolämpöverkkoon. Selvitys antaa monipuolisen kuvan mahdollisista vaihtoehtoista järjestelmäintegraation ja ratkaisujen kehittämiseksi.

4.6.4 Energiaköyhyys

Energiaköyhyydelle ei ole yhtä yhtenäistä määritelmää, mutta energiaköyhyydellä tarkoitetaan esimerkiksi korkeista energiakustannuksista johtuvaa perustarpeiden toteutumisen puutteita, ja joissain yhteyksissä energiaköyhyys määritellään energiamenojen suhteellisenä osuutena käytettävissä olevista tuloista. Suomessa energiaköyhyys voi ilmetä lähinnä taloudellisina vaikeuksina selviytyä asumisen ja liikenteen aiheuttamista energiakustannuksista.

Vuoden 2018 lopussa voimaan astunut energiaunionin hallintomalliasetuksen (2018/1999) 3.3 artiklan d) kohta edellyttää arvioimaan ”energiaköyhyydessä olevien kotitalouksien määrä” ja jos jäsenvaltiossa ”merkittävä määrä sen kotitalouksista on todennettavissa oleviin tietoihin perustuvan arvion mukaan energiaköyhyydessä, jäsenvaltion on sisällytettävä suunnitelmaansa kansallinen ohjeellinen tavoite energiaköyhyyden vähentämiseksi”. Suomessa ei ole kansallisia energiaköyhyyteen liittyviä tavoitteita.

Suomessa energiaköyhyyttä on selvitetty kahdessa eri tutkimuksessa^{21 22}, ja selvitysten mukaan energiaköyhyys ei ole Suomessa laaja ongelma. Energiaköyhyyteen liittyvät kysymykset on Suomessa hoidettu sosiaalipolitiikan osana, eikä energiaköyhyyden äärimuotoja kuten riittämätöntä lämmitystä juuri ilmene Suomessa yhteiskunnan tukiverkkojen ansiosta. Suomessa energiaköyhyys ilmiönä piiloutuukin osittain muun muassa maksettujen asumis- ja toimeentulotukien alle. Omistusasujista energiaköyhyyden riski kohdistuu 1960- ja 1970-luvun peruseräparantamattomissa kerrostaloissa asuviin pienituloisiin

²¹ Oja, L., Vaahtera, A., Vehviläinen, I., Ahvenharju, S., Hakala, L. 2013. Selvitys energiaköyhyydestä. Kotitalouksien energiakustannukset. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/41424>

²² Runsten, S., Berninger, K., Heljo, J., Sorvali, J., Kasanen, P., Vihola, J., Uotila, U. 2015. Pienituloisen omistusasujan energiaköyhyys. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/153653>

kotitalouksiin, sekä ennen vuotta 1980 rakennetuissa perusparantamattomissa pientaloissa asuviin pienituloisiin kotitalouksiin.

Energiaköyhyyttä ehkäistään Suomessa sekä lainsäädännöllisillä keinoilla että vapaaehtoisilla toimilla, kuten sähkö- ja maakaasumarkkina-alueissa energiayhtiölle määritetyt tarkat huomioitavat asiat ennen energijakelun katkaisua maksuvaikeuksissa olevalta kotitaloudelta. Lainsäädäntöön perustuvat myös asumismenoja alentavat ja toimeentuloa turvaavat tuet, joilla varmistetaan heikossa taloudellisessa asemassa oleville riittävä asunnon lämmitys sekä taataan sähkön saanti. ASSIST –Support Network for Household Energy Saving (2018) toteutetun tutkimuksen mukaan Suomessa on kattava sosiaaliturvajärjestelmä, jonka puitteissa erilaisilla asumiskustannuksiin kohdistetuilla tukimuodoilla vähennetään energiaköyhyyttä²³.

4.7 Tutkimus, innovointi ja kilpailukyky

4.7.1 Vähähiiliratkaisut ja hiilikädenjälki

Puhtaiden ratkaisujen markkinat kasvavat maailmalla kiihtyvällä tahdilla. Suomi on alan kiinnostavimpia innovaatiomaita, jonka osaiselle on globaalia kysyntää. Toimialakohtaisten vähähiilitiekarttojen valmistelu on osoittanut, että vähähiilinen teknologia on tulevaisuudessa suomalaisille yrityksille merkittävä kilpailuetu. Hallituksen kestävyystiekartan mukaan Suomen viennin kestävätkä ratkaisut perustuvat muun muassa puhtaaseen energiaan ja vähähiilisyteen, uusiutuviin raaka-aineisiin, kiertotalouteen, puhtaaseen ruokaan, elämänlaadun ja hyvinvoinnin parantamiseen sekä näihin liittyviin teknologioihin. Suomi kuuluu maailman kärkimaihin kiertotaloudessa, korkean jalostusarvon biotuotteissa, vähäpäästöisissä energijärjestelmissä sekä ilmasto- ja ympäristöratkaisuisissa.

Suomi ja suomalaiset yritykset ovat kokoaan suurempia toimijoita globaalien vähähiiliratkaisujen markkinoilla. Nämä ratkaisut synnyttävät merkittävää uutta liiketoimintaa ja uusia suomalaisen teollisuuden kasvutarinoita. Teknologiateollisuuden tiekartan mukaan vähähiiliratkaisujen globaali kysyntä nousee vuosittain vähintään 20 prosenttia jo tehtyjen ilmastositoumusten toteuttamiseksi. Tämä tarkoittaisi Suomen vuotuiselle viennille yli kolmen miljardin euron kasvua. Koronaepidemian jälkeisten elvytystoimien seurauksena vähähiiliratkaisujen kysyntä kasvaa jopa kaksinkertaiseksi, mikä nostaa Suomen vuotuisen vientipotentiaalin yli 30 miljardiin euroon. Suomessa kehitettyjen ratkaisujen kansainvälistymistä edistävät Team Finland –toimijat, kuten työ- ja elinkeinoministeriö, ulkoministeriö ja Business Finland.

Hiilikädenjälki kuvaa, mikä on tuotteen tai palvelun ilmastohyöty eli päästövähennyspotentiaali käyttäjälle. Kädenjälkeen ei lasketa ratkaisun tarjoavan toimijan omia päästövähennyksiä vaan ainoastaan muiden tuottamat päästövähennykset. Erityisesti vähähiilisen teknologiateollisuuden eturintamassa toimivilla yrityksillä on suuri kädenjälkipotentiaali ja merkittävä vientipotentiaali. Toimijoilla on mahdollisuus kasvattaa kädenjälkeään skaalaamalla innovaatiot globaaleilla markkinoilla. Mitä isompi kädenjälkivaikutus suomalaisyritysten ratkaisulla on, sitä suurempi voi myös olla ratkaisujen merkitys uusien työpaikkojen synnyssä. Suomi ja suomalaiset yritykset eivät välttämättä ota haltuunsa satojen miljardien eurojen massamarkkinoita, mutta erikoistuminen voi avata merkittäviä mahdollisuuksia esimerkiksi ankkuriin jääolosuhteisiin sijoitettavassa merituulivoimassa.

Toimialakohtaisissa vähähiilisyiden tiekartoissa metsäteollisuus arvioi kädenjälkivaikutukseksi 16 miljoonaa tonnia CO₂-ekv./v, kemianteollisuus 21 miljoonaa tonnia CO₂-ekv./v ja teknologiateollisuus vientituotteidensa potentiaaliseksi kädenjälkivaikutukseksi 20 miljoonaa tonnia CO₂-ekv./v. Teknologiateollisuus arvioi uusien ratkaisujen voivan kasvattaa kädenjälkeä lisää yli 50 miljoonaa tonnia

²³ http://www.assist2gether.eu/news-95-tilastoja_energiakoyhydesta

CO₂-ekv./v. Arvio keskeisten teollisuudenalojen kädenjälkipotentiaalista on huomattavan suuri verrattuna Suomen nykyisiin kasvihuonepäästöihin.

Myös Suomeen syntyvällä akkuteollisuuden arvoketjulla on EU:ssa merkittävä kädenjälkivaikutus, kun polttomoottorit korvautuvat liikenteessä akkuihin perustuvilla ratkaisuilla. Suomi laati vuonna 2020 kansallisen akkustrategian, jonka keskeisenä tavoitteena on tehdä Suomesta kestävä ja vastuullisen akkutuotannon kärkimaa. Suomella on akkutuotantoon poikkeuksellisen hyvät lähtökohdat, koska Suomen maaperässä on merkittäviä määriä keskeisiä litium-ioni-akuissa tarvittavia mineraaleja eli litiumia, nikkeliä ja kobolttia. Suomessa on myös vahvaa metallien jalostukseen ja kiertotalouteen liittyvää osaamista.

4.7.2 Puhtaan energian kansainvälinen yhteistyö

Suomi on tiiviisti mukana puhtaan energian kansainvälisessä yhteistyössä. Clean Energy Ministerial (CEM) on vuonna 2010 perustettu puhtaan energian foorumi, jossa G20-maat ja Pohjoismaat toimivat yhdessä kiihdyttääkseen siirtymistä maailmanlaajuiseen puhtaan energian talouteen jakamalla parhaita ratkaisuja ja yhteisiä toimintatapoja. CEM-maat tuottavat 75 prosenttia maailman kasvihuonekaasupäästöistä, mutta myös 90 prosenttia maailmanlaajuisista puhtaan energian investoinneista. CEM:n käytännön työ perustuu esimerkiksi sähköiseen liikenteeseen, vetyyn ja joustavaan sähköjärjestelmään liittyviin hankkeisiin.

CEM:ssä on puhtaan energian alueelta useita yhteistyöaloitteita, joihin osallistumisesta ja panostuksesta kukin maa päättää oman kiinnostuksensa pohjalta. CEM:n jäsenmaiden rahoittama sihteeristö toimii nykyisin IEA:n yhteydessä.

Keskeisen osan CEM:n toiminnasta muodostavat aloitteet, jotka kattavat teemoja kuten bioenergia, hiilidioksidin talteenotto, sähköinen liikenne, vetyratkaisut, uusiutuva energia, energiatehokkuus, älykkäät sähköverkot, kestävä kehitys sekä naiset ja energia. Suomi osallistuu muun muassa sähköautoiluun ja älykkäisiin sähköverkkoihin liittyviin aloitteisiin. Suomi on myös liittynyt naisten asemaa energia-alalla edistävään Equal by 30 -kampanjaan, jonka tavoitteena on muun muassa varmistaa yhtenäiset mahdollisuudet opiskeluun ja uraan energia-alalla.

Lisäksi Suomi on mukana Mission Innovation -aloitteessa (MI). Kyseessä on maailmanlaajuinen aloite, jonka tarkoituksena on nopeuttaa puhtaan energian innovointia ja hankkeita puhtaan energian saatavuuden parantamiseksi. Mission Innovation on Pariisin ilmastoneuvottelujen yhteydessä joulukuussa 2015 julkistettu kansainvälinen aloite, jonka tarkoituksena on lisätä ympäristöystävällisen energian innovaatioita ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja puhtaiden energialähteiden turvaamiseksi. Suomi liittyi mukaan syyskuussa 2016. Mission Innovation -yhteistyöllä edistetään suomalaisten cleantech-yritysten ja alan tutkimuslaitosten verkottumista ja kumppanuuksien luomista. CEM ja MI tarjoavat Suomelle mahdollisuuksia tuoda esiin osaamista esimerkiksi järjestelmäintegraatioon ja vetyyn liittyen.

5 Alueelliset suunnitelmat ja aluekehitysrahastot

Valtioneuvoston aluekehittämispäätöksen 2020-2023²⁴ tavoitteena on kestävä ja elinvoimaiset alueet. Aluekehittämispäätös sisältää hallituskaudella noudatettavat valtioneuvoston toimivallassa olevat painopisteet ja keskushallintotason tavoitteet, joihin ministeriöt ovat sitoutuneet. Aluekehittämispäätös ohjaa eri hallinnonalojen ja maakuntien alueiden kehittämistä ja niiden toimenpiteiden yhteensovittamista. Yhtenä aluekehittämisen painopisteenä on ilmastonmuutoksen hillinnän ja luonnon monimuotoisuuden turvaaminen.

²⁴ Aluekehittämispäätös 2020-2023 – Kestävä ja elinvoimaiset alueet

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162313/TEM_2020_21.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Aluekehittämisen toimia ilmastonmuutoksen hillitsemisessä ja hiilineutraaliin kiertotalouteen siirtymisessä vahvistetaan. Alueellisilla toimilla vähennetään päästöjä, kasvatetaan hiilinieluja, edistetään luonnonvarojen käytön kestävyyttä ja lisätään kilpailukykyä.
- Ilmastonmuutoksen vaikutukset huomioidaan sekä kansallisesti että alueilla strategisessa päätöksenteossa ja toiminnan suunnittelussa. Varautuminen ja sopeutuminen edellyttävät riskien analysointia sekä vaikutusten ennakoitua.
- Luonnon monimuotoisuuden köyhtymisen pysäyttämiseksi vahvistetaan aluekehittämistoimijoiden yhteistyötä. Monimuotoisuuden turvaaminen huomioidaan ennakkollisesti hankkeiden ja suunnitelmien valmistelussa ja päätöksenteossa.
- Ilmastovaikutusten arviointi ja seuranta huomioidaan osana aluekehittämisen toimeenpanoa.

Alueet voivat rahoittaa ilmastotoimiaan Uudistuva ja osaava Suomi 2021–2027–rakennerahasto-ohjelman avulla²⁵. Tavoitteena on edistää muun muassa energiatehokkuutta, kiertotaloutta ja ilmastonmuutokseen sopeutumista sekä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Alueille on myönnetty myös kansallista Alueiden kestävä kasvun ja elinvoiman tukeminen (AKKE) –määrärahaa, jonka käytöstä alueet päättävät itse. Määrärahalla voidaan tukea myös alueiden Ilmastonmuutoksen torjuntaa ja vihreää siirtymää.

Maakuntien ilmastotiekartoissa pyritään hiilineutraaliksi vuoteen 2030 tai viimeistään vuoteen 2035 mennessä. Hinku-maakunnat ovat sitoutuneet yhdessä alueen Hinku-kuntien kanssa vähentämään maakunnan kasvihuonekaasupäästöjä 80 prosenttia vuoteen 2030 mennessä vuoden 2007 tasosta. Niissä maakunnissa, joissa ei vielä ole ilmastotiekarttaa, ilmastotiekartan laadintaprosessi on käynnissä. Maakuntien keinoja ovat fossiilittoman, päästöttömän ja uusiutuvan energian monipuolinen tuotanto, hajautettu energiatuotanto, älykkäät energijärjestelmät ja –verkot ja energiatehokkuus.

Kuntapäätäjät pitävät vaikuttavimpana ilmastotekona kunnissa energiatehokkuuden edistämistä ja uusiutuvan energian käytön lisäämistä²⁶. Kunta-alan energiatehokkuussopimus (KETS) on työ- ja elinkeinoministeriön, Energiaviraston ja Kuntaliiton välinen sopimus energian tehokkaammasta käytöstä kunta-alalla vuosina 2017–2025. Sopimusten energiatehokkuustavoitteisiin on sitoutunut yli 120 kuntaa ja kuntayhtymää. Sopimukseen liittyneet raportoivat vuosittain tehdyistä energiatehokkuustoimenpiteistä ja muusta energiatehokkuuden parantamiseen tähtäävästä toiminnasta.²⁷

Yli 80 kuntaa kuuluu Hinku-verkoston, jossa tavoitteena on vähentää päästöjä 80 prosenttia vuoteen 2030 mennessä vuoden 2007 tasosta. Verkoston kunnat laativat vuosittain suunnitelma päästöjä vähentävistä investoinneista ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistoimista sekä raportoivat tehdyistä toimista.²⁸

Kestävää tulevaisuutta tekemässä – ihmisten ja alueiden parhaaksi on Aluehallintovirastojen ja ELY-keskusten yhteinen strategia vuosille 2020–2023. Siinä yhtenä strategisena painopisteenä on hiilineutraaliustavoite. Virastojen tulee tunnistaa toimintansa vaikutukset erilaisilla alueilla ja eri ihmisryhmiin sekä yrityksiin. Strategian toteutumista seurataan vuosittain.²⁹

²⁵ <https://valtioneuvosto.fi/-/1410877/uudistuva-ja-osaava-suomi-2021-2027-ohjelma-edistaa-alueiden-elinvoimaytyollisyytta-ja-hyvinvointia>

²⁶ Lehtonen et al. (2020): Ilmassa ristivetoa – Löytyykö yhteinen ymmärrys?

https://www.uwasa.fi/sites/default/files/2020-11/Ilmassa_ristivetoa%20loppuraportti_30_11_2020.pdf

²⁷ <https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/>

²⁸ <https://hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Hinku>

²⁹ <https://valtioneuvosto.fi/-/10623/aluehallintovirastojen-ja-ely-keskusten-yhteinen-strategia-antaa-suunnan-valtion-aluehallinnon-toiminnalle>

6 Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

Ilmastonmuutoksen vaikutuksiin ja seurauksiin liittyvä riskienhallinta ja niihin sopeutuminen on keskeinen osa ilmastopolitiikan kokonaisuutta. Ilmastokestävän yhteiskunnan saavuttamiseksi on vähennettävä päästöjä ja varauduttava käynnissä olevan ilmastonmuutoksen voimistuviin vaikutuksiin. Hillintätoimien onnistuminen maailmanlaajuisesti määrittää sen, millaisiin vaikutuksiin Suomessakin on tarve varautua eri aikajänteillä.

Suomessa keskilämpötilan on arvioitu nousevan vuosisadan loppuun mennessä 2–6 astetta vuosien 1981–2010 keskiarvoon verrattuna, kasvihuonekaasupäästöjen maailmanlaajuisesta kehityksestä riippuen. Sademäärien ennakoitaan kasvavan. Ilmastonmuutos ei kuitenkaan poista Suomen ilmastoon kuuluvaa sään vaihtelua, joten keskilämpötilan ja sateisuuden muutoksen rinnalla on jatkossakin odotettavissa kylmiä ja kuivia jaksoja. Ilmastonmuutos kuitenkin äärevöittää sää- ja vesiooloja. Siten energiasectoriin, teollisuuteen ja elinkeinoihin sekä suoraan että erilaisten sektorirajat ylittävien vaikutusketjujen myötä kohdistuvat sää- ja ilmatoriskit lisääntyvät ja muuttuvat.

Ilmaston muuttuessa sää- ja ilmatoriskien arviointi ja niihin varautuminen on yhä tärkeämpää hillintätoimien suunnittelun ja päätöksenteon tukena. Ilmastonmuutoksen myötä muuttuvilla olosuhteilla on vaikutusta muun muassa uusiutuvan energian tuotantoon. Kasvava sademäärä voi lisätä vesivoiman tuotantopotentiaalia, ja kasvukauden piteneminen voi lisätä metsäbiomassan tuotantoa, mitkä parantaisivat huolto- ja toimitusvarmuutta. Toisaalta muuttuvat ilmasto-olosuhteet voivat heikentää metsien terveyttä tauti- ja tuholaisriskien vuoksi, ja vaikeuttaa puunkorjuuta. Lisäksi ilmastonmuutos vaikuttaa energian jakeluinfrastruktuuriin sekä huolto- ja toimitusvarmuuteen äärimmäisten sääilmiöiden muuttuessa. Muutoksia on odotettavissa myös rakennusten energiankulutukseen lämmitystarpeen vähentyessä ja viilennystarpeen kasvaessa. Kansallisen sopeutumissuunnitelman väliarvioinnissa todetaan, että energiasectorilla ja teollisuudessa on puutteita yksityisten toimijoiden haavoittuvuustarkasteluissa.

Ilmastonmuutos lisää myös sellaisten riskien todennäköisyyttä, jotka heijastuvat Suomeen rajat ylittävien vaikutusten kautta. Siten rajojen sisällä tapahtuvien vaikutusten ja seurausten lisäksi on varauduttava maailmalta kohdistuviin heijastevaikutuksiin. Ilmastonmuutos voi vaikuttaa esimerkiksi maailmanlaajuisiin ja alueellisiin raaka-aineiden ja energian tuotanto- ja toimitusketjuihin ja siten energiahuoltovarmuuteen. Kansallisen sopeutumissuunnitelman väliarvioinnin tulosten perusteella energiasectorin ja elinkeinon kytkeytyneisyys ja riippuvuus kansainvälisistä markkinoista korostuvatkin yhtenä riskitekijänä.

7 Erikoisteemat

Tässä luvussa kuvataan keskeisiä uusia ja nousevia teknologioita ja ratkaisuja, joita tarvitaan siirtymässä hiilineutraaliin ja sen jälkeen hiileneutraaliseen yhteiskuntaan. Viime kädessä, pitkällä aikavälillä ratkaisujen käytön laajuuden ratkaisee niiden skaalattavuus, kaupallinen kilpailukyky ja kannattavuus, joita on vaikea täsmälleen ennustaa. Joka tapauksessa Suomessa on syytä olla valmiina ja mahdollistaa tilaisuuden tullen näiden ratkaisujen ripeä käyttöönotto.

Uusia teknologioita voidaan edistää muu muassa demonstraatiotukien ja sääntelyn avulla. Valtiovallan tehtävä ei ole kuitenkaan valita voittavia ratkaisuja. Teknologianeutraalius on tärkeä periaate, koska päästöjen vähentämisessä tarvitaan kaikkia puhtaita ratkaisuja.

7.1 Järjestelmäintegraatio, sähköistyminen

Sähkön merkityksen kasvu energijärjestelmässä

Päästötön ja kustannustehokas sähköntuotanto mahdollistaa päästöjen vähentämisen lisäämällä sähkön käytön osuutta energian loppukäytöstä. Kansainvälinen energijärjestö IEA:n mukaan sähkön osuus energian loppukäytöstä on ollut 2000-luvulla kasvussa, mutta on edelleen alle 20 prosenttia. Globaali hiilineutraali energijärjestelmä on järjestön skenaarioiden mukaan mahdollinen, kun sähkön osuus energiankulutuksesta nousee lähelle 50 prosenttia. Saman tyyppistä kehityskulkua Suomessa on ennakoitu esimerkiksi vähähiilitiekartoissa. Lisääntyvällä sähkön käytöllä voidaan vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä teollisuudessa, liikenteessä ja rakennusten lämmityksessä, jotka ovat merkittävimmät energiankäyttösektorit Suomessa.

Sähköistyminen teollisuudessa

Teollisuus käyttää energiasta Suomessa noin 45 prosenttia (loppukäyttö). Teollisuuden prosessien, kuten kuivaus-, lämmitys- ja haihdutusprosessien, höyryntuotannon sekä teollisuuden uunien energiankäyttöä voidaan sähköistää osittain tai kokonaan, joka vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Teollisuudessa sähköä käytetään lähinnä erilaisiin lämmitys- ja kuumennusprosesseihin.

Tekniset ratkaisut liittyvät niin sanottuun suoraan sähköistykseen tai epäsuoraan sähköistykseen. Suora sähköistäminen tarkoittaa sähkön hyödyntämistä teollisuusprosessissa esimerkiksi sähkövastuksien, sähkökattiloiden ja lämpöpumppujen avulla. Epäsuora sähköistyminen tarkoittaa sähköllä valmistetun raaka- tai polttoaineen, kuten vety tai sähköpolttoaineet, hyödyntämistä.

Sähköistyminen rakennusten lämmityksessä

Rakennusten, ja laajemmin rakennetun ympäristön hiilijalanjälki muodostuu Suomessa pääosin energiankäytöstä. Rakennusten lämmitys käyttää energiasta Suomessa noin 26 prosenttia (loppukäyttö), josta pääosa kulutetaan asuinrakennuksissa. Rakennuksissa energiaa käytetään muun muassa lämmitykseen, lämpimän käyttöveden tuotantoon ja käyttösähköön sekä jäähdytykseen.

Lämpöpumppuja voidaan pitää esimerkkinä järjestelmäintegraatiosta ja sähköistymisestä. Lämpöpumpputeknologiaan perustuva lämmitys on kasvanut merkittävästi. Tämä näkyy asumisen energiatilastossa sekä lämpöpumppuenergian että lämpöpumppujen sähkönkäytön kasvuna. Lämpöpumppuja voidaan hyödyntää myös kaukolämmön ja -jäähdytyksen tuotantoon. Lämpöpumput mahdollistavat muun muassa ylijäämälämmön ja geotermisen lämmön hyödyntämisen. Lämpöpumput mahdollistavat fossiilisten polttoaineiden käytön vähentämisen sekä toisaalta suoraa sähkölämmitystä tai sähkökattiloita energiatehokkaamman lämmöntuotannon.

Lämpöpumput yleistyvät tulevaisuudessa sekä erillislämmityksessä, että kaukolämmön tuotannossa. Lämmönlähteenä voidaan käyttää esimerkiksi ylijäämälämpöjä, maata (maalämpö), ilmaa (ilma-ilma- tai ilma-vesilämpöpumppu).

Sähköistyminen liikenteessä

Fossiilittoman liikenteen tiekartta eli valtioneuvoston periaatepäätös kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä ja muut liikenteen ilmastotavoitteisiin liittyvät toimenpiteet edistävät liikenteen sähköistymistä ja fossiilisten polttoaineiden korvaamista muilla vaihtoehtoisilla käyttövoimilla.

Sähköautoilu yleistyy tällä hetkellä nopeasti. Autoalan tiedotuskeskuksen tilastojen mukaan viisi vuotta sitten (huhtikuu 2016) ladattavien hybridien, täyssähköautojen ja kaasuautojen osuus ensirekisteröidyistä henkilöautoista oli yhteensä noin 1 prosentti. Vuonna 2021 ensirekisteröidyistä henkilöautoista

vaihtoehtoisilla käyttövoimilla (sähkö, ladattavat hybridit ja kaasu sekä vety) toimivien osuus oli 31,7 prosenttia. Sähköautojen määrän kasvu lisää kiinnostusta hyödyntää ajoneuvojen latausta joustomahdollisuutena.

Raskaassa liikenteessä, vesiliikenteessä ja lentoliikenteessä liikenteen sähköistyminen etenee henkilöautoliikennettä hitaammin muun muassa teknisistä rajoitteista johtuen. Raskaassa liikenteessä esimerkiksi vety ja sähköpolttoaineet voivat olla tulevaisuuden järjestelmäintegraatiota hyödyntäviä ratkaisuja suoran sähkökäytön (akut) sijaan tai lisäksi. Samoin vesiliikenteessä voidaan vedyllä ja siitä tehdyllä ammoniakilla tai metanolilla korvata fossiilisia polttoaineita.

Sähköjärjestelmän joustavuus

Sähkön vähähiilisyden ja kustannusten lisäksi on kaikissa olosuhteissa huolehdittava myös toimitusvarmuudesta. Sääriippuvaisen sähköntuotannon kasvu edellyttää sekä tuotannon että kulutuksen joustavuutta lisääviä ratkaisuja. Sääriippuvainen tuotannon lisääntyminen aiheuttaa joustotarpeita erityisesti kylminä ja tuulettomina ajanjaksoina. Kulutusjousto parantaa järjestelmän toimitusvarmuutta, mutta myös kustannustehokkuutta, sillä se mahdollistaa sähkön keskihinnan alemman tason. Toisaalta samaan aikaan tulee pitää huoli, että myös sähköntuotannon joustavat resurssit ovat käytettävissä. Vesivoima on vielä pitkään keskeisin joustava resurssi sähköjärjestelmässä ja avainasemassa sääriippuvaisen sähköntuotannon kasvun mahdollistajana.

Tulevaisuuden joustotarvetta kuvaa esimerkiksi VN TEAS-selvityksen ”Hiilineutraaliustavoitteen vaikutukset sähköjärjestelmään (AFRY, 2021)” älykkään sähköistyksen skenaariossa kuvattu sähkön kulutuksen muutos 6 GW tunnin aikana. Näin merkittävät kysyntämuutokset edellyttävät kulutusjouston lisäämistä. Sähkön huipputehon kokonaistarve Suomessa on nyt noin 15,1 GW kylmimpään vuodenaikaan ja huippukulutuksen aikainen markkinaehtoinen tuotantokapasiteetti on noin 10,8 GW.

Haasteellisimpia ovat pitkät kylmät ja tuulettomat jaksot, sillä kulutusjousto on usein selvästi helpompaa toteuttaa lyhyellä kuin pitkällä aikavälillä. Tällaisina ajanjaksoina erittäin korkea sähkön hinta mahdollistane säästä riippumattoman tuotannon kannattavuuden.

Dynaamisen sähköjärjestelmän ja joustojen hallinnan mahdollistavat uudet ICT-ratkaisut parempien mittaus- ja ohjausmahdollisuuksien muodossa. Tulevaisuuden järjestelmä tuottaa merkittävästi enemmän dataa järjestelmän eri tasoilta, tarjoten mahdollisuuksia uusien tekniikoiden kuten tekoälyn soveltamiseen. Erilaisten joustokohteiden tietojärjestelmien rajapinnat voivat toisaalta olla jouston toteutukselle haaste.

Jouston markkinaehtoisuus on tärkeä kysymys, sillä se mahdollistaa vapaaehtoisen, hyötyjen ja kustannusten punnintaan perustuvan jouston. Riittävän joustojen tarjonnan varmistaminen edellyttää aktiivista työtä markkinatoimijoilta, jotta hintasignaaleihin vastataan. Tämä edellyttää myös joustokykyjen huomiointia jo investointivaiheessa.

Esimerkiksi teollisuudessa jouston tulee huomioida primääriprosessin vaatimukset. Teollisuuden joustojen tunnistaminen ja hyödyntäminen edellyttävätkin aina hyvää teollisuusprosessien ja toimintaympäristöjen ymmärrystä.

Erilaisten vety- tai power-to-X-prosessien rooli joustojen lähteenä voi olla merkittävä. Kyse on pitkälti teollisen prosessin toiminnan taloudellisesta optimista, sillä kannuste joustoan syntyy vain, mikäli kulutusjousto on kokonaisuutena kannattavampaa kuin prosessin jatkuva käyttö.

Päästöttömän sähköntuotannon, sähkönsiirron ja -käytön alueelliset kysymykset

Järjestelmäintegraation edistyminen edellyttää puhtaan sähköntuotannon lisääntymistä. Suunnitteilla olevat uudet tuulivoimahankkeet sijoittuvat tyypillisesti Pohjanlahden rannikolle ja Lappiin. Myös Pohjois-

Ruotsissa ja Pohjois-Norjassa sijaitsee tuulivoiman tuotannon kannalta suotuisia alueita. Alueella sijaitsee myös merkittävä määrä muuta olemassa olevaa ja suunniteltua sähköntuotantoa. Sähkönkulutus puolestaan painottuu Etelä-Suomeen. Tuulivoimantuotannon lisäämispotentiaalin toteutuksen kannalta on oleellista turvata riittävät sähkönsiirtoyhteydet Pohjois- ja Etelä-Suomen sekä Suomen ja muiden Pohjoismaiden välillä. Itä-Suomessa tuulivoimaa voidaan lisätä puolustusvoimien tutkavalvonnan tarpeet huomioiden.

Siirtoverkkojen kapasiteetin riittävyys on tärkeää, jotta verkot mahdollistavat toimivat markkinat ja kannustavat investoimaan tuotantoon ja kulutukseen niiden oman kannattavuuden mukaan. Tavoiteltavaa on pitää Suomi jatkossakin yhtenä hinta-alueena, jolloin alueet ovat tasa-arvoisia sähkön hinnan näkökulmasta. Sähköjärjestelmän pitkän aikavälin suunnittelu onkin tärkeää ja samalla haastavaa: uuden tuotannon ja kulutuksen osalta on ennakoitava mihin ja milloin niitä tullaan asentamaan, millaisia niiden tuotanto- tai kulutusprofiilit ovat. Esimerkiksi teollisuuden suuren mittakaavan ratkaisut ja niissä tehtävät valinnat täyssähköistyksen ja vedyn välillä voivat olla tässä mielessä todella merkittäviä. Sähköverkon vahvistukset on suunniteltava näiden tietojen pohjalle, mikä korostaa toimivan tiedonvaihdon ja yhteistyön tärkeyttä. Lisäksi on tärkeä huomata, että pullonkauloja voi muodostua myös naapurimaihin, jolloin rajasiirtokapasiteetista huolimatta sähköä ei välttämättä saada siirrettyä haluttua määrää joko Suomeen tai Suomesta.

Sähkön jakeluverkkojen kapasiteetin riittävyys voi muodostua haasteeksi joillakin kaupunkien keskusta-alueiden kiinteistöillä, joiden liittymät voivat olla riittämättömiä suhteessa sähköautojen latauksen aiheuttamalle sähkötarpeelle. Tämä johtuu siitä, että aiemmin sähkönkulutus on rajautunut lähinnä kiinteistö sähköön.

7.2 Vety ja sähköpolttoaineet

Tausta

Vetyä voidaan hyödyntää monin tavoin. Sitä voidaan käyttää monipuolisesti raaka-aineena, polttoaineena, energiankantajana ja väliaineena energian varastointiin. Vedyllä voidaan korvata fossiilisten raaka-aineiden ja energialähteiden käyttöä useissa sovelluksissa, jos vety on tuotettu päästöttömästi. Päästöttömän vedyn edellytys on vedyntuotanto elektrolyysillä päästöttömän sähkön avulla tai muilla prosesseilla biopohjaisista raaka-aineista. Myös hiilidioksidin talteenotto ja varastointi on vaihtoehto siirtymäkaudella käytettäessä vielä maakaasua.

Vetyä nimitetään sen tekotapojen ja lähde-energian mukaan eri väreillä. Harmaa vety tehdään maakaasusta päästäten CO₂ ilmakehään. Jos CO₂ otetaan talteen ja varastoidaan, puhutaan sinisestä vedystä. Tärkein vedyn valmistuskeino tulevaisuudessa on elektrolyysi, jossa vesi hajotetaan sähköllä vedyksi ja hapeksi. Jos tässä käytetty sähkö on lähtöisin uusiutuvasta energiasta, puhutaan vihreästä vedystä. Vihreässä vedyssä on eri sävyjä sen mukaan, mitä uusiutuvan energian lähteitä käytetään tai kuinka lisäistä sähköntuotanto on. Värien lisäksi puhutaan puhtaasta (clean) vedystä. Tällöin viitataan elektrolyysillä valmistettuun vetyyn, jonka valmistuksessa käytetty sähkö on päästötöntä eli se on tuotettu joko eri uusiutuvilla tuotantotavoilla tai ydinvoimalla.

Ilmastonmuutoksen haasteen edessä energiatalous on suuren muutoksen edessä, mikä on herättänyt laajan kiinnostuksen vetyyn vähähiilisen talouden yhtenä mahdollistajana. Vetyä ovat omissa ilmasto- ja energiaskenaarioissaan tarkastelleet mm. hallitusten välinen ilmastopaneeli (IPCC) ja OECD- maiden välinen energiajärjestö (IEA). Lisäksi vetyä on tarkasteltu lukuisissa kansainvälisissä tutkimuslaitosten energiaskenaarioissa. Maailmanlaajuisesti päästöttömän vedyn merkitys alkaa korostua vasta pitkällä aikavälillä. Vielä toistaiseksi päästötön vety ei ole taloudellisesti kilpailukykyinen ilman merkittävää tukea.

Vety ei ole energialähde vaan energiansiirrin. Sen tekeminen puhtaasti ja muunto takaisin toiseen energiamuotoon, esimerkiksi sähköksi ja lämmöksi polttokennoilla tai monimuotoisempiin hiilivetyihin, vaatii energiaa ja sitä menetetään näissä muunnoksissa. Siksi vedyn käyttö ei saa olla itsetarkoitus, vaan sitä tulee käyttää tilanteissa, joissa ei esimerkiksi sähköllä tai muulla päästöttömällä energiamuodolla voida tuoda tarvittavaa energiaa.

Vety tarjoaa oivan vaihtoehdon energian varastointiin ja siirtoon. Sillä voidaan korvata fossiilisia vaihtoehtoja esimerkiksi teräksen valmistuksessa. Toisaalta vety on helposti syttyvä aine, jolla on omat turvallisuusvaatimuksensa.

Kansainvälisen kiinnostuksen vanavedessä kiinnostus vetyyn on kasvanut myös Suomessa. VTT on syksyllä 2020 laatinut Business Finlandin toimeksiannosta *kansallisen vetytiekartan*³⁰. VTT on tehnyt hyvin pitkään tutkimustyötä vetyteknologioihin liittyen ja ensimmäisen vetytiekartan tutkimuslaitos laati jo vuonna 2012. Sähköpolttoaineita tutkitaan myös muissa teknisissä tutkimuslaitoksissa ja yliopistoissa, kuten Lappeenrannan-Lahden teknillisessä yliopistossa.

Konsulttiyhtiö AFRY teki mittavan valtioneuvoston TEAS-selvityksen ”*Vetytalouden mahdollisuudet ja rajoitteet*”³¹. Työ valmistui maaliskuussa 2022. Hankkeen päätavoitteena oli luoda laaja kuva vetyteknologiasta ja sen tilasta. Selvityksessä arvioidaan vedyn mahdollisuuksia ja rajoitteita Suomessa ja kansainvälisesti. Hanke tuotti Suomeen vetytalousskenaarioita tulevien vuosien päätöksenteon perustaksi.

Työ- ja elinkeinoministeriön, valtioneuvoston kanslian ja valtionvarainministeriön yhteisvalmisteluna ollaan arvioimassa syksyn 2021 budjettiriihen kirjauksen mukaisesti vetyklusterin ja -infrastruktuurin kehittymistä, mukaan lukien yhtenä vaihtoehtona kansallisen vety-yhtiön perustamisen tarpeellisuutta.

Keväällä 2021 Suomeen perustettiin *Suomen vetyklusteri*, johon oli lokakuuhun 2021 mennessä liittynyt noin 50 vetyalan yritystä. Vetyklusteri tavoittelee Suomelle kansainvälistä kärkiasemaa vetyratkaisuiden kehittäjänä ja tarjoajana globaalisti. Vetyklusteri on julkaissut Suomen vetytalouden edistämistä koskevan *white paper* -asiakirjan syyskuussa 2021.

Pohjanmaan vetyasioita edistämään perustettiin keväällä 2021 Both2nia-brändi.

Vety osana EU:n ilmasto- ja energiapolitiikkaa

Useat maat Euroopassa ja maailmassa ovat laatineet kansallisia vetystrategioita ja -tiekarttoja viime vuosina. Jotkin maat ovat jo ennättäneet uusimaan strategioitaan tai tiekarttojaan, sillä alalla on oikean teknologisen ja taloudellisen kehityksen lisäksi erittäin paljon huomioita ja suuria odotuksia. Vety on kokenut aiempina vuosikymmeninä vastaavaa innostusta ja vetytaloudesta puhumista, mutta asia ei ole ottanut tuulta purjeisiinsa. Hyvää nykyisessä keskustelussa on, että se luo konkreettiset puitteet vedylle – se on energiansiirrin, sen tekeminen vaatii runsaasti energiaa ja energiaa menetetään muunnoksissa, joten vetyä ja sen muunnoksia tehdään pääsääntöisesti vain kohteisiin, joihin ei muuten saada energiaa kustannustehokkaammin.

Vetyä nähdään käytettäväksi teollisuudessa, liikenteessä ja energiajärjestelmien tasapainottamisessa sekä vaihtelevan energiantuotannon säilömisessä. Myös asuntokohtaisessa kaasulämmityksessä vedyllä tai siitä

³⁰ National Hydrogen Roadmap for Finland, https://www.businessfinland.fi/4abb35/globalassets/finnish-customers/02-build-your-network/bioeconomy--cleantech/alykas-energia/bf_national_hydrogen_roadmap_2020.pdf

³¹ Vetytalouden mahdollisuudet ja rajoitteet, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-413-2>

tehtävällä synteettisellä metaanilla katsotaan olevan suuri asema. Monet maat näkevät itsensä vedyn sekä sähköpolttoaineiden viejänä sekä myös alaan liittyvän teknologian viejänä.

Komissio julkisti ilmastoneutraalin Euroopan vetystrategian heinäkuussa 2020. Euroopan vetystrategian on tarkoitus edistää vedyn hyödyntämiselle suotuisan toimintaympäristön edistämistä. Sen jälkeen muutamat EU-maat ovat julkaisseet omia vetystrategioitaan. Komission vetystrategian suuntaisesti useissa EU-maissa nähdään, että vedyllä voi pidemmällä tähtäimellä olla merkittävä rooli osana energiaratkaisuja ja vähähiilistä tulevaisuutta.

Alankomaat esittää ainakin väliaikaisena ratkaisuna vähähiilisen (sinisen) vedyn käyttöä hyödyntämällä maakaasun yhteydessä hiilidioksidin talteenottoon (CCS) perustuvia ratkaisuja. Saksa, Espanja ja Italia eivät näe sinisellä vedyllä ja CCS:llä roolia. Ranskan energiantuotanto tukeutuu edelleen vahvasti ydinvoimaan, ja Ranskassa vetyä kaavaillaan tuotettavan elektrolyysillä pääosin ydinsähkön avulla.

Useimmissa EU-maissa halutaan kehittää vetyteknologiaa ja edistää teknologian vientiä. Erityisesti Saksa haluaa panostaa teknologiajohtajuuteen, mutta myös useat muut EU-maat (Ranska, Tanska, Alankomaat) näkevät teknologiaan panostamisessa mahdollisuuksia. Teknologiaviennissä nähdään potentiaalia talouskasvuun sekä työllisyyden lisäämiseen. Myös Italia, Espanja ja Portugali ovat julkaisseet vetystrategiat tai -tiekartat ja Tanska julkaisi vetystrategiansa 2021 loppupuolella. Eri vetystrategioissa asetetaan tavoitteita joko elektrolyysilaitteistojen kapasiteetille (MW) tai tuotetuille puhtaan tai vihreän vedyn tonnimäärille vuodessa tyypillisesti vuodelle 2030.

Norjassa hallituksen vuonna 2020 julkaisemaa vetystrategiaa kritisoitiin vision ja konkretian puutteesta. Hallituksen vuonna 2021 julkaistu vetytiekartta on vastaus tähän kritiikkiin. Vetytiekartassa esitellään hallituksen visio vetytalouden kehityksestä vuosille 2025, 2030 ja 2050 ja esitellään konkreettisia hankkeita vetyteknologian kehittämiseksi.

Norjan rannikolle on tiekartan mukaan vuoteen 2025 mennessä muodostunut viisi meriliikenteen vetykeskittymää, vedyntuotantolaitos ja vedyn ja ammoniakkin hyödyntämiseen keskittyvä tutkimuskeskus. Vuonna 2030 vety on tiekartan vision mukaan todellinen polttoainevaihtoehto merenkulussa. Vuonna 2050 vetyä käytetään teollisuudessa, polttoaineena laivoissa ja raskaan maaliikenteen ajoneuvoissa. Norjalaisyrietykset ovat jo nyt varteenotettavia vetyteknologian viejiä (mm. polttokennot), mutta tiekartan vision mukaan ne tulevat kansainvälisesti johtaviksi vedyn ja vetyteknologian viejiksi.

Komissio perusti joulukuussa 2020 akkuteknologian edistämisen viitoittamana vetyallianssin (European Clean Hydrogen Alliance), johon kuuluu jäsenmaiden, alueiden, tutkimuslaitosten ja yliopistojen lisäksi teollisuutta ja etujärjestöjä. Allianssi on ollut käynnistämässä vetyyn keskittyvää IPCEI (Important Project of Common European Interest) –prosessia, jonka tavoitteena on julkisen rahoituksen tukemana käynnistää mukana olevissa jäsenmaissa vetyyn liittyviä hankkeita. Suomi ja suomalaiset alan yritykset ovat mukana sekä allianssissa että vety-IPCEI-prosessissa.

Maailmalla on lisäksi lukuisia muita vety-yhteenliittymiä ja tutkimusohjelmia, mm. Clean Hydrogen Mission ja Clean Energy Ministerialin (CEM) vetyaloite. Kansainvälinen energijärjestö IEA on myös aktiivinen vetyasioissa.

Komissio on myös sääntelyn keinoin luomassa kysyntää vetyyn pohjautuville tuotteille. Komission oli uusiutuvan energian RED II -direktiivin mukaan määrä antaa vuoden 2021 loppuun mennessä delegoidut säädökset RFNBO-polttoaineiden (Renewable Fuels of Non-Biological Origins, mukaan lukien vety ja sähköpolttoaineet) uusiutuvan sähkön osuuden määrittämisestä ja polttoaineiden kasvihuonekaasupäästöjen laskentamenetelmistä.

RFNBO-polttoaineet on sisällytetty kansalliseen uusiutuvien polttoaineiden jakeluelvoitteeseen. Jakeluelvoitelain muutokset tulivat voimaan 30.6.2021. Jakeluelvoitelain siirtymäsäännösten mukaisesti RFNBO-polttoaineet lisätään jakeluelvoitteeseen 1.1.2023 alkaen. Vedyn valmistamisen kestävä kriteeristöä on määritelty myös taksonomia-asetuksessa.

Heinäkuussa 2021 julkaistun 55-valmiuspaketin ehdotukset vaikuttavat vedyn käyttöön useilla sektoreilla. Ehdotukseen sisältyy mm. ehdotus kunnianhimoisen vedyn tankkausverkoston rakentamisesta ja vedyn ottaminen paremmin huomioon energiaverotuksessa. Lisäksi vedyn käytölle teollisuudessa ja raskaassa liikenteessä ehdotetaan uusia tavoitteita. Vetyyn liittyvää päästökauppasääntelyä kehitetään.

Joulukuussa 2021 komissio antoi direktiiviehdotuksen kaasupaketista. Siinä on maakaasun lisäksi lainsäädäntöehdotuksia myös vetykaasun siirrosta ja varastoinnista. Voimaantulleessaan nämä ehdotukset luovat lainsäädäntökehikon vedyn ja muiden puhtaiden kaasujen siirrolle ja varastoinnille. Itse vedyn tekemiseen nämä säädökset eivät puutu.

Vedyn arvoketjut

Tuotanto

Elektrolyysilaitteistot ovat kalliita, joten niille tulee saada paljon käyttötunteja investoinnin kuolettamiseksi. Tällöin ilman verkkoyhteyttä oleva, esimerkiksi tuulivoimaan kytketty elektrolyysilaitteisto jää vajaalle käyttötunneille, vaikka säästäisi verkkoliittymämaksuissa. Sähköverkkoon liitetty elektrolyysilaitteisto käyttää verkosta saatavaa sähköä. Vedyn valmistaja voi halutessaan ostaa ja korvamerkitä lisäkustannuksilla mitä tahansa sähköntuotantoa – esimerkiksi tuulivoimaa, mikäli asiakas näin valmistettua vetyä haluaa. Tämä verkkosähkön merkitseminen ja esimerkiksi sen varmistaminen riittävän vihreäksi on yksi ratkaistava kysymys.

Elektrolyysin ja polttokennojen tekniikat on tunnettu jo pitkään, mutta edelleen teknologioissa on paljon kehitettävää: laitteistoista täytyy kehittää edullisempia, vähemmän arvokkaita metalleja sisältäviä, tehokkaampia, pitkäkestoisempia ja häiriöttömämpiä. Elektrolyysilaitteistojen hinnat ovat puolittuneet 2010-luvun aikana, ja hintojen odotetaan edelleen puolittuvan tällä vuosikymmenellä. Samalla laitteistojen ominaisuudet, esimerkiksi kestävyys, ovat paranemassa. Muutokset eivät tapahdu vuodessa tai parissa, ja hintojen lasku edellyttää suuria tuotantomääriä.

Elektrolyysilaitteistojen markkinoilla Kiina on toiminut määrätietoisesti ja aggressiivisesti. Alalla käynee kuten aurinkosähköpaneelissa, eli Kiina tuottaa halpaa bulkkitarveta ja Eurooppa kilpailee lähinnä kalliimmissa laitteistoissa.

Elektrolyysilaitteistoja ja polttokennoja on käytännössä kolme eri päätyyppiä. Eri laitteistotyyppit käyttävät eri lämpötiloja ja ovat eri kehitysasteilla. Polttokenno johtaa nimenä harhaan, sillä laitteistossa ei tapahdu vedyn paloa. Englanniksi laitteisto on osuvammin *fuel cell*. Elektrolyysituotannossa syntyy vedestä vedyn ohella happea ja lisäksi tulee lämpöä. Hapen ja lämmön hyödyntäminen samoin kuin polttokennoissa saatavan sähkön lisäksi lämmön hyödyntäminen alentavat kustannuksia.

Varastointi

Vety käy energiasiirtimeksi hyvin, mutta sen siirto ja varastointi on haasteellista. Vety nesteytyy vasta erittäin alhaisessa lämpötilassa, -253 C. Kaasumaisena se tihkuu läpi normaalista teräksestä haurastaen sitä. Vedyn siirtoa ja varastointia helpottaa, jos sen muuttaa toiseksi molekyyliseksi, esimerkiksi metaaniksi tai ammoniakiksi. Muunnoksessa tosin häviää energiaa. Vaikka vety tehtäisiin päästöttömästi, se vaatii runsaasti energiaa. Muunnokset esimerkiksi hiilivedyiksi ja mahdollisesti takaisin vedyksi hävittävät energiaa ja lisäävät kustannuksia.

Vetyä on esitetty kehitettävän synteettiseksi metaaniksi (CH₄), jolloin tähän tarvittavaa hiilidioksidia (CO₂) saataisiin biopolttoaineiden käytöstä. Myös hiilidioksidin ottaminen ilmasta (DAC, Direct Air Capture) on tulevaisuuden vaihtoehto. Toinen vaihtoehto on tehdä yhdessä ilman typen kanssa ammoniakki (NH₃). Sekä metaani että ammoniakki käyvät mm. suurin laivamoottoreihin. Myös metanolia (CH₃OH) voidaan tehdä vedystä ja hiilidioksidista. Se käy syötteenä kemianteollisuuteen tai sitä voi käyttää moottoreissa. Korkeimpia hiilivetyjä kuten kerosiinia tai dieseliä pystyy myös tekemään vedystä, mutta nämä tuotteet vaativat vielä enemmän energiaa kuin yksinkertaisempien metaanin tai ammoniakkin valmistus.

Muuntaminen sähköpolttoaineiksi mahdollistaa käyttämisen olemassa olevassa moottorikannassa. Se on toisaalta etu, mutta toisaalta se estää tai vähintään hidastaa moottorikannan muutosta. Polttomoottorilla on erittäin huono hyötysuhde, kun sitä vertaa polttokennoon tai sähkömoottoriin. Kun ensin tekee sähköllä vedestä vedyn, muuttaa sen sähköpolttoaineeksi ja lopulta muuttaa sen mekaaniseksi energiaksi polttomoottorilla, lähtöenergian sähköstä on hävinnyt suurin osa. Lämmön talteenotot eri vaiheissa ovat tärkeitä. Siirtymäkaudella sähköpolttoaineilla on biopolttoaineiden rinnalla sijansa. Molempia tarvitaan suoran sähköistämisen sekä pelkän vedyn käytön rinnalla mm. liikenteessä.

Kun hiilidioksidia otetaan talteen esimerkiksi biopolttoaineen polttamisesta syntyvistä savukaasuista ja käytetään hyödyksi edellä kuvatusti, puhutaan CCU-teknologioista (Carbon Capture and Utilization). Nämä teknologiat ovat vetyteknologian (elektrolyysit, polttokennot, siirto ja varastointi) ohella aktiivisen tutkimisen ja kehittämisen kohteina.

Jos hiilidioksidia ei voida tai ei ole tarvetta ottaa talteen ja käyttöön, sen voi varastoida geologiseen varastoon, jolloin puhutaan CCS-teknologioista (Carbon Capture and Storage). Jos varastoitava hiilidioksidi on peräisin biopolttoaineista, puhutaan teknisestä nielusta, BECCS (Bioenergy with CCS). BECCS:lle ei ole vielä olemassa lainsäädäntöä.

Teollisista laitoksista talteen otettua hiilidioksidia ryhdytään lähivuosina varastoimaan Pohjanmeren alle maakaasu- ja öljylähteisiin ainakin Norjassa ja Tanskassa sekä Alankomaissa. Öljyala on jo pitkään erottanut lähteestä tulevan hiilidioksidin ja pumpannut sen takaisin. Suomesta hiilidioksidi siirrettäisiin varastointipaikalle laivoilla, sillä Suomessa ei ole geologisia varastoja hiilidioksidille. Kuten vetyteknologiassa ja CCU:ssa, myös CCS-teknologiassa kaikki osa-alueet tunnetaan, mutta toiminta on edelleen kallista.

Vedyn siirtoverkosto

Vähähiilisen vedyn siirto alkaa todennäköisesti pilot-hankkeina, joissa vetyä siirretään lyhyitä matkoja esimerkiksi teollisuusalueen sisällä tai samassa kunnassa/alueella sijaitsevien teollisuuslaitosten välillä. Tällaiset hankkeet voivat edetä yksittäisten yritysten investointeina. Vastaavia hankkeita voi syntyä myös biokaasun, biometaanin tai hiilidioksidin siirtoon.

Myöhemmin, mikäli vedyn tuotanto ja kulutus kasvavat merkittävästi sekä Suomessa että kansainvälisesti, vetyä saatetaan siirtää suuria määriä pitkiä matkoja. Putkisiirto vaikuttaa olevan kannattavin tapa siirtää energiaa, kun välimatkat ja siirrettävät energiamäärät ovat hyvin suuria. Putkisiirto mahdollistaa myös markkinapaikkojen ja markkinahintojen muodostumisen.

Laajoissa putkiverkostoissa tärkeää on tuottajien ja käyttäjien syrjimätön kohtelu. Laajoilla putkiverkoilla on hyvin merkittävä energiajärjestelmän tasapainoon vaikuttava rooli. Laajennettaessa verkostoja toisiin maihin tulitisiin sopimuksia ja hanketoimintaa hoitamaan EU:n, toisten valtioiden ja näiden valtiomisteisten yhtiöiden kanssa yhteistyössä. Laajoihin putkiverkostoihin voi kohdistua ulkomaisten valtioiden ja organisaatioiden kiinnostusta. Tuleva vetymarkkinoita koskeva EU-sääntely voi edellyttää tiettyä

toimintaa ja omistus pohjaa keskeiseltä vedynsiirtoa toteuttavalta toimijalta (esimerkiksi niin sanottu vety-TSO).

Laajamittaisen vedynsiirtojärjestelmän perustaminen edellyttää laajoja investointeja sähköntuotantoon, vedyntuotantoon, vedynkäyttöön ja siirtoon. Kyseessä on kymmenien vuosien päähän yltävä visio. Siirtoputkiin ei kannata investoida ilman merkittävää varmuutta vedyntuotannon ja -käytön kasvusta.

Käyttökohteet

Vetyä käytetään teollisuudessa, liikenteessä ja energiajärjestelmissä, lähinnä sähköverkkojen tasapainottamisessa. Keski-Euroopassa vedyn käyttökohteena nähdään näiden kolmen sektorin lisäksi kaasulämmitys ja kotitalouskäyttö. Keski-Euroopassa suosittu suora kaasulämmitys ja kaasun jakelu asuntoihin kotitalouskäyttöön on vaikeasti vähähiiliseksi muutettava sektori, ja siksi vety tai siitä erityisesti tehty synteettinen metaani yhdessä biokaasun kanssa nähdään tässä ratkaisuna.

Teollisuudessa vetyä käytetään paljon öljynjalostuksessa sekä fossiilisten että biopolttoaineiden valmistuksessa. Lisäksi kemianteollisuudessa lannoitteiden, lähinnä ammoniakkin valmistu on toinen suuri vedyn käyttäjä. Nykyään tämä vety tehdään maakaasusta höyryreformilla päästään syntyvä CO₂ ilmaan. Teräksen tuotannossa ollaan pilotoimassa ratkaisua, jossa puhdasta vetyä käytettäisiin teräksen pelkistykseen fossiilisen koksien sijaan. SSAB:n Raahen terästehdas on Suomen suurin CO₂-pistelähde noin 4 miljoonaa tonnia CO₂ vuodessa päästöillä ja SSAB pilotoi vetypelkistystä Ruotsin tehtaillaan. Raahen osalta SSAB on harkitsemassa päästöjen vähentämistä niin sanotulla minimill-pohjaisella tuotannolla, jolloin siellä ei käytettäisi vetyä vaan sähköä. Myös sementin valmistuksessa puhdas vety voi vähentää päästöjä.

Liikenteessä vetyä voidaan käyttää joko suoraan polttokennoissa tuottamaan sähköä tai vedystä tehdyillä kaasu- tai nestemäisillä sähköpolttoaineilla mäntämootoreissa. Lisäksi vesiliikenteessä tutkitaan mahdollisuutta, että vedystä tehtyä ammoniakkia tai metanolia käytettäisiin laivan moottoreissa. Tieliikenteessä vedyn jakeluasemien rakentamisen kalleus on hidastamassa vedyn käyttöä tieliikenteessä. Keski-Euroopassa on vedyllä kulkevia busseja ja kuorma-autoja ja niille tankkausverkostoa.

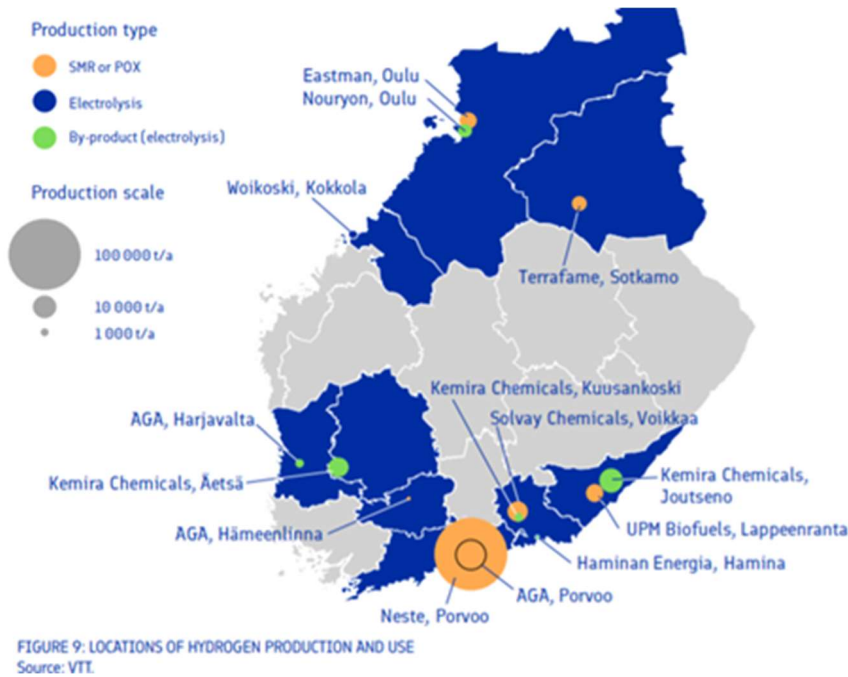
Puhdasta vetyä käytetään ensimmäisenä todennäköisesti laivaliikenteessä esim. lautoissa ja muussa vaikeasti sähköistettävässä raskaassa liikenteessä.

Vedyn tuotanto ja käyttö Suomessa – nykytila ja kehitysnäkymä

Tällä hetkellä vetyä tuotetaan Suomessa 140 000–150 000 t/a (4,7–5,0 TWh). Noin 99 prosenttia vedystä tuotetaan edelleen fossiilisista aineista, lähinnä maakaasusta. Suomessa tuotetaan myös pieniä määriä vetyä sähköllä teollisuuden tarpeisiin Suomen pohjoisosissa. Jos tämä vety tehtäisiin kaikki elektrolyysereillä, tarvittaisiin reilusti yli 7 TWh sähköä vuodessa.

Suomessa 88 prosenttia vedystä käytetään tällä hetkellä öljyn ja biopolttoaineiden jalostukseen. Suuria vedyn käyttäjiä ovat mm. Nesteen laitokset Porvoossa ja UPM:n biopolttoaineen tuotantolaitos Lappeenrannassa. Suomessa syntyy myös eri metsäteollisuuden ja kemianteollisuuden tuotantolaitosten yhteydessä vetyä sivutuotteena. Tulevaisuudessa vedyntuotanto ja käyttö voivat kasvaa selvästi. Uusia käyttökohteita voi löytyä esimerkiksi kemian- ja metalliteollisuudesta sekä liikenteestä. Mikäli Neste lisäisi vedyn käyttöä jalostamoalueella merkittävästi tai SSAB siirtyisi Raahen terästehtaalla vetypelkistykseen, vedyn valmistuksessa tarvittaisiin lisää sähköä kummassakin tapauksessa noin 10 TWh vuodessa.

Suomessa on tällä hetkellä suunnitteilla vajaan 20 vetyhanketta. Hankkeet sijoittuvat ympäri Suomea, pääosin suurimpien teollisuusseutujen yhteyteen etelä- ja länsirannikoiden läheisyyteen. Suomessa suunnitellaan myös vetyverkostoja, muun muassa Perämeren ympäristöön *Bothnia*-nimikkeen alla.



Kuva 22. Vedyntuotanto ja -käyttö nykyisin. Lähde: VTT:n laatima vetytiemap.

Suomen vetyklusterin mukaan Suomen vahvuutena on muun muassa vahva teollinen ja energia-alan osaaminen, esimerkiksi laajojen teollisuusprosessien, digitalisaation ja energiatehokkuutta parantavien ratkaisuiden suunnittelu, valmistus ja käyttöönotto. Suomessa on vahvaa osaamista mm. vetyä sisältäviin polttoaineisiin, kuten sähköpolttoaineisiin sekä polttokennoihin liittyen.

Suomella on osaamista vetyteknologian eri osa-alueilta sekä myös kokonaisten energiajärjestelmien hallinnasta. Suomi on ollut polttokennoteknologiassa aktiivinen jo vuosikymmeniä. Suomi voi viedä puhtaan vedyn tai siitä johdettujen sähköpolttoaineiden lisäksi vetyteknologiaa. Tässä ja muuallakin vetyteknologia sisältää vedyn lisäksi sähköpolttoaineiden valmistuksen, siirron ja varastoinnin. Monet muut maat tavoittelevat samoja asioita eli haluavat viedä vedyn ja sähköpolttoaineiden lisäksi vetyteknologiaa.

Vetytaloutta edistävät julkiset tuet

Vetyratkaisujen tutkimus- ja kehittämistoimintaa edistetään Business Finlandin kilpaillun TKI-rahoituksen puitteissa, jossa vihreä siirtymä on yksi suurimmista painopistealueista. Vetytalouden pilotti-, skaalaus- ja täyden mittaluokan investointihankkeet puolestaan soveltuvat hyvin Finnveran, Tesin ja Ilmastorahaston nykyiseen rahoitusfokukseen.

Suomen *kestävän kasvun ohjelmasta* on varattu 150 miljoonaa euroa vähähiiliseen vetyyn ja hiilidioksidin talteenottoon ja hyödyntämiseen. Lisäksi ohjelmasta edistetään muun muassa tutkimus- ja kehittämistoimintaa sekä energiainfrastruktuuri- ja uusia energiateknologiainvestointeja. Kokonaisuutena ohjelma tarjoaa hyvin merkittävän rahoituskokonaisuuden, joka mahdollistaa vetyratkaisujen edistämisen eri kohdissa arvoketjua. Lisäksi vetyhankkeita voidaan jatkuvasti rahoittaa työ- ja elinkeinoministeriön *energiatuella*.

Euroopan komission rahoitusta on saatavilla mm. Innovaatorahastosta, Horizon Europesta, vety-IPCEIstä ja useista muistakin rahoituskanavista käyttökohteen mukaisesti.

Yhteistä näille kansallisille ja komission rahoituksille on, että ne ovat pääosin investointiavustuksia. Vedyntuotannon haasteena ovat alkuvuosina alkuinvestointien lisäksi korkeat käyttökulut (sähkö vs.

vaihtoehtoinen vedyn energialähde esim. maakaasu), joten projektit hakevat myös tuotantoon perustuvia vaihtoehtoisia tukia. Näitä voisivat olla esim. hiilen hintaerosopimusten (CCfD) kautta myönnettävät tuet.

Johtopäätökset

Julkisin toimin on mahdollisuus synnyttää vähähiilistä vedyn tuotantokapasiteettia sekä vauhdittaa vähähiilisen vedyn hyödyntämistä teollisuudessa, liikenteessä ja energiaverkkojen, erityisesti sähköverkkojen tasapainottamisessa. Investointien käynnistyminen edellyttää julkista rahoitusta, koska vedyn tekeminen elektrolyysillä vedellä ja sähköllä on vielä kallista verrattuna vedyn valmistukseen maakaasusta.

Suomessa on edellytykset kehittää ja kaupallistaa vetyratkaisuja globaaleille markkinoille. Riittävä puhtaan sähkön tuotantokapasiteetti ja investoinnit siirtoverkkoihin mahdollistavat myös sen, että Suomesta voi pitkällä aikavälillä kehittyä teknologisten ratkaisujen lisäksi vedyn ja sähköpolttoaineiden vientimaa.

Vetytalouden edistämiseksi Suomi on jo nykyisellä hallituskaudella allekirjoittanut yhdessä 22 muun EU:n jäsenvaltion kanssa joulukuussa 2020 vetymanifestin ja sitoutui osallistumaan vety-IPCEI-prosessiin. Kestävän kasvun ohjelmassa vetyhankkeille ja hiilidioksidin talteenoton ja hyödyntämisen hankkeille on kohdistettu 150 miljoonan euron rahoitus. Sähköpolttoaineet on päätetty ottaa mukaan liikennepolttoaineiden jakeluvaihtoehtoon vuoden 2023 alusta.

Vetyyn ja siihen liittyvien sähköpolttoaineiden ja muun vetyteknologian linjaukset on esitetty luvussa 2.3 muiden energia- ja ilmastopoliittisten linjausten kanssa.

7.3 Tulevaisuuden lämpöjärjestelmä

Lämmitysmarkkinan kehittäminen

Sähkön ja lämmön tuotannon tulee olla Suomessa lähes päästötöntä 2030-luvun loppuun mennessä huolto- ja toimitusvarmuusnäkökulmat huomioiden. Kivihiilen käyttäminen sähkön tai lämmön tuotannon polttoaineena päättyy lain mukaan viimeistään 1. toukokuuta 2029. Polttoon perustumattomien uusien kaukolämmön tuotantotapojen ja varastoinnin käyttöönottoa ja pilotointia edistetään sekä kehitetään pohjoismaisia sähkömarkkinoita ja energiajärjestelmien integraatiota.

Suomessa yhä useampi kaupunki ja kunta on sitoutunut hiilineutraaliin lämmitykseen ja ilmoittanut viimeisimpienkin kivihiilivoimalaitosten sulkemisista lähivuosina. Siirtyminen fossiilisesta perustuotannosta kohti hiilineutraalia ja polttoon perustumatonta lämmöntuotantoa on jo alkanut. Tulevaisuudessa lämpö hankitaan sieltä, mistä sitä on tehokkaimmin saatavilla, eikä sitä välttämättä jatkossa tuoteta samaan tapaan kuin aiempina vuosikymmeninä. Tulevaisuuden kaukolämmössä fossiilinen polttoaine korvataan muun muassa älykkäillä ja joustavilla sähköön perustuvilla ratkaisuilla, jotka hyödyntävät hukkalämpöjä, geo- ja merivesienergiaa, mutta myös bioenergiaan perustuvia ratkaisuja. Tulevaisuudessa on mahdollista, että myös perinteisistä lämmönkuluttajista tulee lämmöntuottajia, jotka tulevat hajautetuilla ratkaisuillaan tuomaan lisää joustoa.

Lämpöpumppujen rooli tulee olemaan suuri myös osana hukkalämpöjen hyödyntämistä ja hiilineutraalia energiajärjestelmää. Tulevaisuudessa lämpöpumppujen merkitys kasvaa entisestään, kun aiemmin kannattamattomat lämmönlähteet muuttuvat hyödynnettävyydeltään kannattavaksi tekniikan ja toimintaympäristön muuttuessa. Muutokset lisäävät järjestelmäintegraatiota lämmitys- ja sähkömarkkinoiden välillä, mikä mahdollistaa päästöjen vähentämisen lisäksi uudenlaisten energiaratkaisujen kehittymisen ja kilpailukyvyn kasvun.

Järjestelmäintegraation kokonaisuuden kannalta tulevaisuuden lämmitysinvestoinneissa mahdollisuudet ovat kaukolämpö- ja muiden lämmitysratkaisujen kuten maalämpöratkaisujen yhdistämisessä. Yhdistelevillä ratkaisuilla lämpöä voisi tuottaa kohteisiin päästöohjatusti niin kaukolämmöllä kuin paikallisesti maalämmöllä ja muilla lämmönlähteillä.

Tulevaisuuden lämmitysmallissa toimijoita on nykyistä enemmän ja intressien sovittaminen vaatii uusia liiketoimintakehikkoja. Tämä vaatii tahtotilaa lähteä rakentamaan kaukolämpöjärjestelmästä muuntojoustavaa, joka ei sulje tulevaisuuden teknologioita ja toimijoita ulkopuolelle.

Tämän vuoksi onkin syytä tarkastella vaihtoehtoja ja toimintatapoja, jotta kaukolämpömarkkinassa pystyttäisiin joustavammin huomioimaan polttoon perustumaton uusiutuva lämmöntuotanto ja hukkalämmöt, kysyntäjouaston hyödyntäminen sekä eri energiajärjestelmien integraatio. Tällöin tulevaisuudessa kaukolämpöverkot voisivat toimia alustoina optimoiduille, eri lähteistä tuleville energiavirtojen siirrolle.

Uudet ratkaisut vaativat merkittäviä investointeja uusiin lämmönlähteisiin sekä infrastruktuuriin, sillä lämmitysjärjestelmät ja järjestelmiin liittyvät uudet toimijat muodostuvat entistä monimutkaisemmaksi verkon operoinnin näkökulmasta. Ohjattavien muuttujien määrän lisääntyessä, tarve automaatiolle energiainfrastruktuurissa kasvaa, jotta lämpöjärjestelmä voidaan pitää tasapainossa.

Kivihiilen energiakäyttöä korvaavat ratkaisut lämmöntuotannossa

Kivihiilen energiakäytöstä luopuminen ja kivihiilen korvaaminen uusiutuvilla energialähteillä vähentää lämmityksen kasvihuonekaasupäästöjä merkittävästi. Vaihtoehtoja kivihiilen energiakäyttöä korvaaville ratkaisuille on useita. Lämmöntuotannossa kivihiili pyritään jatkossa korvaamaan ensisijaisesti polttoon perustumattomilla ratkaisuilla kuten lämmön kierrättämisellä, merivesilämpöpumpuilla, energian varastoinnilla, geoenergialla sekä hukkalämmöillä. Biolämpölaitoksia tarvitaan kuitenkin jatkossa, jotta Suomessa voidaan turvata lämmönsaanti talvipakkasilla. Merkittävimmät uusiutuvan energian lähteet, joiden käyttöä voitaisiin Suomessa lisätä lämmöntuotannossa ovat biomassa ja geoenergia.

Kivihiilen käytön lopettaminen vaatii kuitenkin merkittäviä panostuksia ja investointitukea uuden teknologian investointihankkeisiin, jotka edistävät jatkossa uusien ratkaisujen kaupallistumista ja uutta liiketoimintaa. Investointituen avulla toteutettavilla uusiutuvaan energiaan ja energiatehokkuuteen perustuvilla hankkeilla voidaan edistää asetettujen tavoitteiden saavuttamista kasvihuonekaasujen vähentämisessä, käynnistää hankkeita, joita ei muutoin toteutettaisi sekä lisätä työllisyyttä niin investointien rakennusaikana kuin käytön aikana. Lisäksi uusilla energiaratkaisuilla tulee olemaan suurta vientipotentiaalia niin lämmitysjärjestelmien asiantuntijatason kuin laitevalmistajien sekä konseptien kehittämisen osalta.

Kaikki ratkaisut eivät kuitenkaan ole vielä kypsiä markkinoille ja osa potentiaalisista vaihtoehdoista on vielä selvitys- ja pilotointivaiheessa eivätkä näin ollen ennätä korvaamaan kivihiilen käyttöä vuonna 2029. Tällaisia ratkaisuja ovat mm. pienet modulaariset ydinreaktorit. Kivihiilen korvaavat ratkaisut tulevat koostumaan useiden hankintalähteiden yhdistelmästä jossa hyödynnetään sekä pieniä että suuria ratkaisuja. Kokonaisuuden arviointi on tärkeää, jossa tulee huomioida päästötavoite, lämmön toimitusvarmuus sekä tulevaisuuden toimintaympäristön, markkinoiden ja teknologian kehittyminen.

Hukkalämpöjen hyödyntämismahdollisuudet kaukolämpöverkossa

Vuonna 2020 Suomessa arvioitiin hukkalämmön ja vielä hyödyntämättömän hukkalämpöpotentiaalin olevan noin 130 TWh, josta nykyisin kaukolämpönä hyödynnettävän hukkalämmön määrä on noin 3 TWh. Vielä hyödynnettävissä olevan hukkalämmön potentiaalin arvioidaan olevan noin 35 TWh. Hukkalämpöjä hyödyntämällä Suomi voisi luopua kokonaan kivihiilen käytöstä.

Suomessa syntyy merkittävästi sellaista hukkalämpöä, jota voitaisiin hyödyntää kaukolämpönä teknisesti kohtuullisen helposti. Suurin hukkalämmön potentiaali syntyy ydinvoimaloissa ja teollisuuslaitoksissa, joiden yhteenlaskettu noin 30 TWh:n teknisesti hyödynnettävissä oleva potentiaali vastaa miltei koko Suomen kaukolämmön kulutusta.

Vielä hyödynnettävissä olevaan hukkalämmön potentiaaliin liittyy kuitenkin haasteita kannattavuuden tai liiketoiminnallisten riskien osalta. Myös hukkalämpöjen hyödyntämismahdollisuuksiin liittyy suuria epävarmuuksia energian saatavuuden ja tuotannon ajoittumisen kannalta. Teollisuuslaitosten hyödynnettävissä olevaksi hukkalämpöpotentiaali on noin 15 TWh, mutta tämä edellyttää mittavia investointeja. Kaukolämmöllä tulee kuitenkin olla tarpeeksi kysyntää, jotta hukkalämpöratkaisuun investointi on kannattavaa. Hukkalämpöjen hyödyntämisessä merkittävä kuluerä muodostuu siirtoverkon rakentamisesta ja lämpöpumpuista. Hukkalämpöjen hyödyntämismahdollisuus on arvioitava aina tapauskohtaisesti. Vuonna 2020 hukkalämpöjen osuus kaukolämmön kokonaistuotannosta Suomessa oli 11 prosenttia. Lämpöpumppujen avulla hyödynnettävien ylijäämä- ja hukkalämpöjen lisäpotentiaali on merkittävä.

Työ- ja elinkeinoministeriön teettämän selvityksen perusteella kustannustehokkaimmassa lämmitysjärjestelmässä hukkalämmöt tulisi hyödyntää mahdollisimman kattavasti. Muita lämmitysjärjestelmien tehostamismahdollisuuksia on arvioitu olevan kaukolämpöverkoston lämpötilan laskemisessa sekä lämmön varastoinnissa. Matalampi lämpötila mahdollistaa hukkalämpöjen paremman hyödyntämisen. Kaukolämpövarastojen avulla taas voidaan pienentää huippukattiloiden tarvetta, mikä voi vähentää fossiilisten polttoaineiden käytön tarvetta. Lisäksi sähköön perustuvat lämmitysteknologiat voivat toimia sähköjärjestelmälle jouston lähteenä, millä on yhä suurempi merkitys sähköjärjestelmän kannalta.

Energiateollisuus ry on selvittänyt kaukolämpöverkon mitoituslämpötilan alentamista. Uudet lämpötilataso-ohjeistukset tulivat voimaan vuoden 2022 alusta. Matalampi lämpötila mahdollistaa hukkalämpöjen, uusiutuvan energian ja lämpöpumppuratkaisujen paremman hyödyntämisen. Lisäksi matalampi lämpötila mahdollistaa yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon rakennusasteen noston. Tuotantolaitoksilta tulevan kaukolämpöverkon menolämpötilan alenemista rajoittaa kuitenkin ensisijaisesti nykyisten asiakaslaitteiden (lämmönjakokeskus, lämmönvaihtimet) mitoituslämpötila sekä osin myös kaukolämpöverkon siirtokyky.

Hukkalämpöjen alueellinen hyödynnettävyys

Energiankäytön perusteella suurimmat teollisuustoimialat Suomessa ovat metsäteollisuus, kemianteollisuus ja metallien jalostus. Toimialat kattavat noin 90 prosenttia teollisuuden energiankäytöstä joilla myös hukkalämpöjen potentiaali on merkittävä. Toimialojen laitoksia ovat mm. sellutehtaat, öljynjalostamot sekä terästehtaat.

Porvoon Kilpilahden teollisuusalueen hukkalämpöjen hyödyntämistä pääkaupunkiseudulle on selvitetty. Selvityksen mukaan kasvihuonekaasujen vähenemä olisi noin 3-5 prosenttia Suomen kokonaispäästöistä. Kilpilahden lisäksi Suomessa on tunnistettavissa muita merkittäviä teollisuusalueen ja kaupungin mahdollista yhdistelmää, joissa kytkentä teollisuuden ja kaukolämmön kanssa voisi olla mahdollinen.

Hukkalämmön hyödyntämisratkaisut työllistävät teknologiatoimittajia ja työvoimavaikutus kohdistuu ensisijaisesti teknologian asennukseen, huoltoon ja kunnossapitoon ja välillisesti teknologian kehitykseen.

Geoenergiapotentiaali Suomessa

Geoenergiaan perustuvan energian tuotantopotentiaalin on arvioitu olevan noin 2 TWh vuoteen 2030 mennessä. Arvio perustuu oletukseen, että tuolloin olisi käytössä muutama syvä ja keskisyvä geoterminen lämpökaivo.

Suomessa on tällä hetkellä kasvavassa määrin geoenergiaan perustuvia hankkeita käynnissä, mutta pidemmältä käyttöajalta ei vielä ole kokemuksia. Espoon Otaniemessä on valmistumassa toistaiseksi suurin geoenergiaan perustuva lämmöntuotantolaitos. Muita pienempiä, keskisyviä energiakaivoja on toteutettu ja ollaan toteuttamassa Espooseen, Mänttä-Vilppulaan, Tampereelle ja Vantaalle. Myös Helsingin Ruskeasuolla on käynnissä geolämpöpilottilaitoksen poraaminen.

Käynnissä olevien hankkeiden myötä kehitetään poraustekniikkaa ja lämmönkeräysjärjestelmän tekniikkaa, jotta lämpö saadaan kerättyä mahdollisimman vähin lämpöhäviöin. Toistaiseksi kaikkia valmistuneita ja käynnissä olevia hankkeita on tuettu valtion tuella. Valtion tukitoimilla on merkittävä vaikutus geoenergian lisäämisessä vuoteen 2030 mennessä.

Tarve kustannustehokkaille vaihtoehdoille kaukolämmön toimintaedellytysten parantamiseksi

Yhteiskunnassa on käyty aktiivista keskustelua kaukolämpömarkkinan avaamisesta kilpailulle ja toimimisesta alustana uusille palveluille. Kaukolämpömarkkinan avaamisen kilpailulle toivotaan mm.

- johtavan asiakashintojen laskuun,
- johtavan toimijoiden kiinnostukseen kehittää uusia ratkaisuja ja palveluita lämmityssektorilla,
- edistävän uusiutuvan energian ja hukkalämpöjen hyödyntämistä entistä paremmin ja parantavan ulkopuolisten lämmöntuottajien asemaa,
- johtavan asiakkaan vapautteen valita kaukolämmöntoimittaja.

Euroopan komissio julkaisi heinäkuussa 2021 55-valmiuspaketin, jonka mukaan jäsenvaltioille saattaa tulla velvoite kaukolämmitys- ja jäähdytysverkkojen avaamisesta kolmansille osapuolille tietyin poikkeuksin. Lisäksi kaukolämpö ja –jäähdytysyhtiöiden yhteistyötä sekä potentiaalisten hukkalämmön tuottajien, että kantaverkkoyhtiön ja jakeluverkonhaltioiden kanssa tulisi vahvistaa. Alan toimijat ovatkin jossain määrin jo avanneet verkkojaan kolmansien osapuolten lämmöntuotannolle vapaaehtoisesti.

Nykyisellään lämmitysmarkkinoilla kilpailua syntyy eri lämmitysmuotojen välillä. Kaukolämpömarkkina mahdollistaa osassa kaukolämpöverkoista kolmansien osapuolien tuotannon vapaaehtoisin sopimuksin niin sanotulla yhden ostajan mallilla. Kolmansien osapuolien tuotannon liittämiseen ei kuitenkaan ole toistaiseksi käytössä yhteisiä julkisia ehtoja. Pienemmillä paikkakunnilla aitoa kilpailua ei ole toistaiseksi nähty syntyvän johtuen kaukolämmön markkinapaikkojen paikallisuudesta ja tuottajien vähäisestä määrästä.

Työ- ja elinkeinoministeriön teettämässä selvityksessä tuodaan esille vaihtoehtoja ja toimintatapoja, jotta uusiutuvan energian tuotantoa ja hukkalämpöä saataisiin lisättyä kaukolämpöverkoissa ja jotta lämmitysmarkkina pystyisi joustavammin huomioimaan eri energiajärjestelmien integraation. Tarkoituksena on myös arvioida, voidaanko nykyistä mallia laajentaa esimerkiksi säädellyllä tuotannon julkisella liittämisvelvoitteella ja uuden tuotannon kilpailutuksella, ja lisäksi se merkittävästi uusiutuvan energian tuotantoa ja hukkalämpöjä kaukolämpöverkoissa. Kaukolämpömarkkinan avaamisen malleja harkittaessa tarvitaan kattava tieto muutosten vaikutuksista kuluttajien valinnanmahdollisuuksiin ja hintoihin. Tavoitteena on myös ratkaista, voidaanko säätelyn keinoin ohjata yhdistettyjen energiaratkaisujen käyttöön ja lisäksi se järjestelmäintegraatiota.

Kaukolämpöjärjestelmän mitoituslämpötilan alentaminen

Kaukolämpöverkon lämpötilan alentaminen sekä lämmön varastointi on tunnistettu olennaisimmiksi keinoiksi parantaa kaukolämpöjärjestelmien tehokkuutta. Matalampi lämpötila mahdollistaa hukkalämpöjen, uusiutuvan energian ja lämpöpumppuratkaisujen paremman hyödyntämisen.

Energiateollisuus ry on selvittänyt kaukolämpöverkon edellytyksiä matalampiin toimintalämpötiloihin ja sen vaikutuksia asiakkaalle. Selvityksen mukaan kaukolämpöjärjestelmät voivat toimia tulevaisuudessa nykyistä matalammilla lämpötilatasoilla mahdollistaen uusien vähäpäästöisten tuotantomuotojen lisääntymisen kaukolämpöjärjestelmään. Tämän mahdollistamiseksi ensimmäinen käytännön toimenpide on lämmönjakokeskusten mitoituslämpötilan muutos. Lämmönjakokeskusten tulomitoituslämpötilaa on mahdollista alentaa nykyisestä 115 °C:sta 90 °C:een ilman, että kiinteistön sisäiseen lämmönjakoon tarvitaan investointeja. Kiinteistöön tulevan tulolämpötilan alentaminen edellyttää asiakkaan lämmönjakokeskuksen lämmönsiirtimien lämmönsiirtopinta-alojen kasvattamista. Arvion mukaan laitehankintakustannukset kasvaisivat laskennallisesti keskimäärin viidellä prosentilla. Lisäkustannus voidaan kuitenkin usein välttää suunnitelmallisella rakennuksen todelliseen tehontarpeeseen perustuvalla laitemitoituksella.

Uudet lämmönjakokeskusten mitoituslämpötilat tulevat voimaan uusiin suunnittelukohteisiin helmikuussa 2022. Uudiskohteissa mitoitusperusteen muutos otetaan heti käyttöön ja olemassa olevilla kaukolämpöasiakkailla muutos tapahtuu laitteiden luonnollisen uusiutumisen kautta. Kaukolämpöasiakkaalle muutos on vaivatonta. Lämmönjakokeskus toimitetaan uusien mitoitusarvojen mukaisina, kun laitteita uusitaan vikaantumisen tai ikääntymisen vuoksi. Siirtymää uuteen matalampaan kaukolämpöveden lämpötilatasoon tapahtuu asteittain 2030-luvun lopulle asti, aikataulu vaihtelee eri kaukolämpöverkkojen välillä lähtötilanteesta ja tarpeista riippuen. Lämmönjakokeskusten mitoituslämpötilan muutos on valmisteltu Energiateollisuus ry:n lämmönkäyttöryhmän toimesta julkaisuun K1/2020 ”Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet”.

Kaukolämpöverkon lämpötilatasojen alentamiseen liittyen työ- ja elinkeinoministeriö ja ympäristöministeriö ovat kiinnostuneita tarkastelemaan, miten asiakkaiden lämmönjakokeskusten uusiminen voitaisiin toteuttaa mahdollisimmin nopeasti ja kuluttajaystävällisesti ottamalla samanaikaisesti huomioon myös muut tehokkuustoimet. Jatkossa on myös tarpeen tarkastella, voiko kaukolämpöverkon lämpötilan alentamisella ja hukkalämpöjen paremmalla hyödyntämisellä edistää laajamittaisen lämmön kulutusjoustopalveluiden käyttöönottoa ja yhdistettyjä lämmitysratkaisuja, kuten kaukolämpö yhdistettynä omaan uusiutuvaan tuotantoon.

Hukkalämpöjen liittäminen kaukolämpöverkkoon ja siitä sopiminen

Energiateollisuus ry ja SYKE yhteistyössä asiakastahojen kanssa selvittävät kokonaisuuksia, joilla hukkalämpöjen liittämistä kaukolämpöverkkoon voisi huomattavasti helpottaa. Näitä ovat muun muassa sopimiseen liittyvät käytännöt sekä tuotannon kaukolämpöverkkoon liittämisen selkeät ja avoimet ohjeet ja reunaehdot. Tällä tavoin tuotantoa liittävä asiakkaan olisi mahdollista arvioida ja suunnitella ja kehittää hankkeitaan. Energiateollisuus ry tulee syksyyn 2022 mennessä täydentämään ja selkeyttämään ohjeita yhdessä sidosryhmien kanssa, jotta hukkalämpöjen ja muun uusiutuvan tuotannon tarjoajalle voidaan tarjota selkeät ja avoimet liittymis- ja sopimishjeet jatkossa.

Lämpöpumppujen ja konesalien energiaverotus

Hallitusohjelmassa asetettiin tavoitteeksi, että Suomi saavuttaa hiilineutraaliuden vuonna 2035. Yhtenä keinona tavoitteen edistämiseksi hallitusohjelmaan kirjattiin kaukolämpöverkkoon lämpöä tuottavien lämpöpumppujen ja konesalien siirtäminen alempaan sähköveroluokkaan II. Tällä toimenpiteellä tavoitellaan poltton perustumattomien lämmöntuotantotapojen edistämistä, ja sillä voidaan edistää hukka- ja ylijäämlämpöjen hyödyntämistä.

Vuoden 2022 alusta voimaan tulleen energiaverolain muutoksen mukaan sähköveroluokkaan II on siirretty sähkö, joka käytetään kaukolämpö- tai kaukokylmäverkkoon lämpöä tuottavissa lämpöpumpuissa ja

sähkökattiloissa³². Myös näiden verkkojen ulkopuolella olevissa ja kokonaisteholtaan vähintään 0,5 MW lämpöpumpuissa sekä geotermisten lämmön kiertovesipumpuissa käytettävä sähkö kuuluu jatkossa alempaan sähköveroluokkaan.

Alempaan sähköveroluokan piiriin kuuluvien konosalien piiriä on laajennettu, jotta ylijäämälämpöä kannustettaisiin hyödyntämään enemmän. Jatkossa myös nykyistä pienemmät konesalit ovat oikeutettuja hankkimaan alemman sähköveroluokan sähköä, jos ne täyttävät palvelinlaitetehoon, ylijäämälämmön hyötykäyttöön ja energiatehokkuuteen perustuvia vaatimuksia.

Lämpöpumppujen ja konosalien kilpailukyky

Lämpöpumppujen käyttämän sähkön kustannus on yksi keskeinen lämpöpumppujen kannattavuuteen vaikuttava tekijä, ja sähköveron osuus kustannuksesta on nykyisellä sähköveron tasolla usein merkittävä. Kaukolämmön tuotannossa käytettyjen lämpöpumppujen siirtäminen alhaisempaan sähköveroluokkaan II laskee erilaisten lämpöpumppuratkaisuiden keskimääräisiä tuotantokustannuksia ja voi lisätä kiinnostusta niiden entistä laajempaan käyttöön.

Lämpöpumppujen sähköveron laskeminen tukee lämpöpumppujen kilpailukykyä ja voi osin kompensoida muita hankkeisiin liittyviä riskejä ja epävarmuuksia kuten toimitusvarmuuteen ja investointikustannuksiin liittyviä riskejä. Kaukolämpöverkko tarjoaa energiajärjestelmään enemmän joustoa ja mahdollisuuden osin varastoida energiaa. Sähköverkon toiminnan ja sähkön tuotannon kannalta on kaukolämmön tehokas hyödyntäminen ja joustavuus tärkeää.

Siirtämällä kaukolämpöä tuottavat lämpöpumput ja konesalit alemman sähköveroluokan piiriin, voidaan suurempi osa uudesta, suurelta osin metsähakkeeseen pohjautuvasta kaukolämpökapasiteetista korvata kilpailukykyisesti lämpöpumpuilla. Tämä voi jossain määrin vähentää painetta metsähakkeen hinnan nousulle. Samalla uusi kohtuuhintainen kaukolämmöntuotanto lämpöpumpuilla pitäisi kaukolämmöntuotannon kustannukset matalampina. Näin ollen kaukolämmön tuotannossa käytettävien lämpöpumppujen, sekä mahdollisesti muiden sähköä käyttävien ratkaisuiden siirto alhaisempaan veroluokkaan II voi vaikuttaa kaukolämmön hintaan laskevasti.

Biomassojen rooli tulevaisuuden lämpöjärjestelmässä

Suomen energiahuollon huoltovarmuus perustuu hajautettuun energiantuotantoon ja monipuolisiin energialähteisiin. Kotimaiset polttoainevarat rajoittuvat nykyisellään bioenergiaan, turpeeseen ja jätteen energiahyödyntämiseen. Kotimaisten polttoaineiden rooli on keskeinen myös tulevaisuuden lämpöjärjestelmässä, jota on käsitelty tarkemmin luvussa 4.5.3 Lämmön toimitus- ja huoltovarmuus.

7.4 Merituulivoima

Merituulivoiman tuotanto kasvaa maailmalla voimakkaasti ja EU:n merienergiastrategiassa on esitetty kunnianhimoisia tavoitteita merituulivoimakapasiteetin nostamiseksi. Päästöttömän sähkön tuotannon kasvulla on ratkaiseva merkitys teollisuuden ja liikenteen sähköistyessä. Suomessa on merkittävä merituulivoimapotentiali ja tuulivoimatuotannon kannalta otollisia alueita ovat erityisesti Suomen läntiset merialueet. Hankkeiden toteuttamista tukevat hyvä tuulisuus, rakentamisen kannalta sopivan syvyiset merialueet sekä olemassa oleva satamainfrastruktuuri. Merien jäätyminen talvella edellyttää arktisiin olosuhteisiin soveltuvia teknisiä ratkaisuja. Merituulivoimahankkeet voivat sijoittua joko lähempänä rannikkoa sijoittuville aluevesille tai kauempana rannikosta sijoittuvalle talousvyöhykkeelle.

³² Lämpöpumppujen ja sähkökattiloiden osalta laki saatetaan voimaan asetuksella sen jälkeen, kun ECOFIN neuvosto on tehnyt valtiotukea koskevan hyväksynnän.

Tavoitetilana nähdään, että vuoteen 2030 mennessä ensimmäiset teollisen kokoluokan merituuli-voimahankkeet Suomessa olisivat tuotannossa ja vuoteen 2035 mennessä hankkeita olisi rakennettu jo useita niin aluevesille kuin talousvyöhykkeellekin. Merituulivoima-ala luo kasvaessaan yhä enemmän työpaikkoja paikallisille yrityksille ja osaaminen merituulivoimasta erityisesti arktisissa olosuhteissa kasvattaa alalla ansioituneiden yhtiöiden vientimahdollisuuksia.

Merituulivoimakapasiteetin kasvaminen liittyy vahvasti hankkeiden taloudellisen kannattavuuden nousuun teknologian kehittyessä ja yksittäisten tuulivoimaloiden tuotannon kasvaessa. Suomessa ei nähdä tarkoituksenmukaisena merituulivoimahankkeiden laajamittaista tukemista, vaan kapasiteetin kasvu nojaa markkinaehtoisuuteen.

Ensimmäisten demonstraatiohankkeiden osalta tukitoimet nähdään kuitenkin tarpeellisina. Merituulivoiman kustannukset ovat viime vuosina alentuneet globaalisti nopeasti, mutta tuotantoteknologiat ovat osin vielä kehitysasteella. Lisäksi EU:n merialueet ovat hyvin erilaisia ja siten yhdellä alueella toimivia ratkaisuja ei voida sellaisenaan hyödyntää toisilla alueilla. Suomessa on yksittäisiä merelle rakennettuja tuulivoimaloita, mutta vain yksi merituulivoimapuisto. Suomessa kokonaiskustannuksia lisää etenkin se, että talvisin jäätyvän meren takia vaaditaan jääolosuhteet kestäviä perustuksia. Lisäksi, vaikka Suomessa on erityisosaamista ja infrastruktuuria esimerkiksi telakoilla, niin erityisesti merituulivoimaan liittyvää osaamista sekä merelle rakentamiseen ja huoltoon liittyvää infrastruktuuria ja toimintoja tulisi vielä lisätä. Tätä kehitystä edistää vähintään yhden demonstraatiohankkeen rakentaminen lähivuosina. Demonstraatiohankkeiden tukeminen pyritään toteuttamaan ensisijaisesti EU-rahoituksella Suomen kestävän kasvun ohjelmasta tai unionin uusiutuvan energian rahoitusmekanismilla.

Alueiden käyttöoikeuden hankkiminen sekä tutkimukseen ja rakentamiseen tarvittava luvitus eroavat olennaisesti riippuen siitä, sijaitseeko merituulivoimahanke aluevesillä vai talousvyöhykkeellä. Aluevesillä olennainen toimija on Metsähallitus, joka hallinnoi Suomen aluevesiä ja voi vuokrata merialueita tuulivoimahankkeille. Aluevesillä toimimiseen tarvittavia lupia myöntävät esimerkiksi kunnat ja aluehallintovirastot. Talousvyöhykkeellä keskeisessä asemassa on työ- ja elinkeinoministeriö, joka vastaa talousvyöhykkeen hyödyntämistä koskevasta luvituksesta.

Euroopassa ja Itämeren alueella kiinnostus merituulivoimaan ja muuhun merellä tuotettavaan energiaan on kasvanut selvästi viime vuosina. Samalla merellä sijaitsevien energiaverkkojen ja erityisesti sähköverkkojen kehittäminen on noussut aiempaa vahvemmin esiin. Lisäksi Euroopassa on kehitetty ja kehitetään valtioiden välisiä yhteisiä merituulivoima- ja verkkohankkeita. Tällaiset hankkeet voivat johtaa myös energijärjestelmän kannalta uusiin kysymyksenasetteluihin. Ahvenanmaalla on laajamittaisia suunnitelmia merituulivoiman rakentamiseksi, mitkä toteutuessaan voivat vaikuttaa merkittävästikin Suomen sähkön vientiin ja tuontiin sekä kantaverkon rakenteeseen.

Merituulivoimahankkeet ovat usein kooltaan merkittäviä, jopa useita gigawatteja, mikä aiheuttaa haasteita niiden liittämiseksi sähköjärjestelmään. Sähköjärjestelmässä varaudutaan siihen, että suurin yksittäinen tuotantoyksikkö voi irtautua verkosta ilman, että sähköjärjestelmän toiminnalle aiheutuu häiriöitä. Tätä suurempia yksiköitä ei voida liittää ilman liittyjän erityistoimenpiteitä. Suomessa ja Pohjoismaissa suurin kytkettävä yksikkö voi olla 1 300 MW.

7.5 Ydinenergian rooli energiataloudessa

Sähkötuoannon varmistaminen kaikissa olosuhteissa ilmastoneutraalilla tuotannolla on yhteiskunnan kannalta tärkeää. Tämä korostuu siirryttäessä suuremmissa määrin säästäriippuvaan tuotantoon, jolloin ydinvoima on osaltaan mahdollistamassa tätä siirtymää. EU:n jäsenvaltioista puolet käyttää ydinenergiaa

osana energiapalettiaan ja pitkän aikavälin ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Käytön edellytyksenä on korkean turvallisuustason ylläpito ja ydinjätehuollon järjestäminen.

Pitkäaikaisen ydinenergian käytön ja uudenlaisten teknologioiden mahdollistamiseksi on käynnistetty ydinenergialain kokonaisuudistus. Ydinjätehuollon järjestäminen kattavasti otetaan huomioon ydinenergialain kokonaisuudistuksessa. Kokonaisuudistus on erittäin laaja ja vie useiden vuosien ajan. Tavoitteena on kokonaisuudistuksen voimaantulo vuoden 2028 alussa. Ydinvastuulain uudistaminen tapahtuu jo vuonna 2021, mikä liittyy kansainvälisen Pariisin sopimuksen ratifiointiin.

Nykyisten voimalaitosten käyttö Suomessa ulottuu vuoteen 2038 asti voimassa olevilla käyttöluvilla. Uusimman voimalaitosyksikön, Olkiluoto 3:n, käytön ennakoitaan jatkuvan aina 2080-luvulle asti. Rakentamisluvan hakemusvaiheessa olevan yksikön suunniteltu käyttöikä on noin 60 vuotta käyttöönotosta. Ydinjätehuollon osalta loppusijoituslaitokset tulevat toimimaan vuosikymmeniä pidempään kuin voimalaitokset, jolloin kaikki käytetty polttoaine, ydinjäte ja voimalaitosten purkujäte on loppusijoitettu. Tämä merkitsee nykyisten voimalaitosten ydinjätehuollon ulottuvan aina 2120-luvulle asti.

7.5.1 Ydinenergian käytön nykytila

Suomessa ydinenergialla tuotetun sähkön osuus kaikesta tuotetusta sähköstä on noin 34 prosenttia (2020) ja 28 prosenttia kulutetusta sähköstä. Tuotantoyksikköjä on neljä, kaksi Loviisan voimalaitoksella ja kaksi Olkiluodon voimalaitoksella. Kaikki laitokset ovat olleet käytössä jo yli 40 vuotta. Olkiluoto 3 - ydinvoimalaitoksen käyttöönotto kasvattaa vuoden 2022 aikana ydinenergian osuuden sähköntuotannossa yli 40 prosenttiin.

Ydinenergian käytön ja sääntelyn perustana ovat turvallisuus, turvajärjestelyt ja ydinmateriaalivalvonta. Ydinenergian käytössä näitä valvotaan ydinvoimalaitosten luvilla ja luvanhaltijoiden jätehuoltovelvollisuudella sekä varautumisvelvollisuudella ydinjätehuollon kustannuksiin. Lisäksi on huolehdittava alan osaamisen ylläpidosta ja kehittämisestä. Ydinvoimalaitosten jatkuvatoiminen tuotanto ja suunnitelmallisuus tukevat energiantuotannon huoltovarmuutta.

Ydinenergian tuotanto on perusvoimaa ja tuotantoteho on tasainen suunniteltuja vuosihuoltoja tai käyttökatkoksia lukuun ottamatta. Tyypillisesti ydinvoimalaitosten käyttöaste on Suomessa hyvin korkea (jopa 95 prosenttia). Nykyiset voimalaitokset tuottavat sähköä, lämmöntuotantoon laitoksia ei ole käytetty. Taloudellinen kaukolämmön tuotanto edellyttäisi laitosten sijoittamista kaupunkien läheisyyteen.

Suomessa ydinenergia-alan osaamista on ylläpidetty ja kasvatettu kansallisten tutkimusohjelmien kautta. Lisäksi Suomi osallistuu merkittäviin kansainvälisiin tutkimusohjelmiin (IAEA ja OECD NEA) sekä Euratomin tutkimusohjelmiin.

7.5.2 Ydinenergian käytön kehitys

Merkittävin kehitystyö ydinenergia-alalla Suomessa on tehty käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa. Voimayhtiöt Fortum ja TVO perustivat Posiva Oy:n vuonna 1995 vastaamaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituskonseptin ja –laitoksen kehitystyöstä ja 2000-luvulla laitoksen rakentamisesta ja sen käyttöönotosta. Posivan loppusijoituslaitokselle on haettu käyttö lupaa vuoden 2021 lopussa ja loppusijoitustoiminnan ennakoitaan käynnistyvän vuonna 2025 ensimmäisenä maailmassa. Tällä ratkaisulla on erittäin suuri merkitys ydinenergian tuotannolle kestävästi ja osoittaa että loppusijoitusratkaisu on toteutettavissa voimalaitosten käytön aikana. Ydinjätehuollon osaamisen ja viranomaistoiminnan vientimahdollisuuksien tukeminen on tarpeellista, sillä osaamiselle on kysyntää myös kansainvälisesti.

2020-luvulla on syntynyt kasvava tarve ottaa käyttöön uusia fossiilisia polttoaineita korvaavia luotettavia energiantuotantomuotoja. Suurin mielenkiinto maailmanlaajuisesti reaktoriteknologian kehittämisessä kohdistuu niin sanottuihin pienvoimaloihin eli pieniin ja modulaarisiin laitoksiin (SMR). Nämä laitokset voivat hyödyntää nykyistä reaktoriteknologiaa, mutta ne toteutetaan nykyisiä voimalaitoksia pienemmässä mittakaavassa teollisuuden sarjatuotantona ja modulaarisesti rakennettuina.

SMR-tekniikalla saavutettaisiin etuja lisääntyvän uusiutuvan ja säästä riippuvan energiantuotannon kanssa yhteensovittamisessa ja laitokset pystyisivät vastaamaan myös lämmöntuotannon tarpeisiin tai yhteistuotantoon. SMR-tekniikkaa pyritään hyödyntämään maailmalla myös etäisten paikkojen sähköistämiseksi tai esimerkiksi vedyntuotannon tarpeisiin. Teknologian arvioimiseksi vuonna 2021 käynnistyi valtioneuvoston tutkimushanke (VN TEAS) SMR-laitosten sääntelyn kehittämiseksi.

Ydinenergian turvallinen käyttö ja kehitys pitkällä aikavälillä edellyttävät Suomen osallistumista merkittäviin kansainvälisiin kehityshankkeisiin ja kansainvälisten tutkimusinfrastruktuurien hyödyntämistä. Ydinturvallisuusosaaminen Suomessa on korkeatasoista ja sen myyminen kansainvälisesti on tavoiteltavaa sekä oman osaamisemme kasvattamiseksi että kansainvälisen ydinturvallisuuden parantamiseksi.

8 Liitteet

8.1 Ilmasto- ja energiastrategian lausuntoyhteenvedo

- Täydennetään lausuntokierroksen jälkeen

8.2 Ilmasto- ja energiastrategian valmisteluun liittyvät selvitykset ja tilaisuudet

- **Ilmasto- ja energiastrategian valmistelun aloitusseminaari.** Ilmasto- ja energiastrategian valmistelun aloitusseminaari järjestettiin 25.9.2020. Aloitusseminaari järjestettiin webinaarina ja se oli suunnattu sidosryhmille ja asiantuntijoille. Tilaisuudessa kuultiin elinkeinoministeri Mika Lintilän ja ympäristö- ja ilmastoministeri Krista Mikkosen puheenvuorojen lisäksi puheenvuoroja strategian valmisteluun osallistuvista ministeriöistä ja taustalaskelmia tekevästä VTT:ltä. Odotuksia Ilmasto- ja energiastrategialle esittivät Elinkeinoelämän keskusliitto EK, Energiateollisuus ry, Suomen ammattiliittojen keskusliitto SAK, Ilmastopaneeli ja Suomen nuorisovaltuuston kattojärjestö Allianssi ry. Tilaisuuteen liittyvät esitykset ja videotallenteet on talletettu työ- ja elinkeinoministeriön kotisivuille osoitteeseen <https://tem.fi/tilaisuudet>
- **Hiilineutraali Suomi 2035 – ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset (HIISI).** Hiilineutraali Suomi 2035 – ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset (HIISI) -hankkeen tavoitteena oli tuottaa arviot, kuinka Suomi voisi saavuttaa kestävästi kansalliset ja Euroopan unionin asettamat ilmasto- ja energiavoitteet vuosina 2030, 2035, 2040 ja 2050. HIISI-hanke antoi vahvan tietopohjan ilmasto- ja energiapolitiikan kattavalle ja pitkäjänteiselle kehittämiselle ja palveli tutkimus- ja selvitystarpeita ajallisesti rinnan laadittujen kansallisen ilmasto- ja energiastrategian ja keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman valmistelussa. Hankkeessa arvioitiin laskennallisesti ja laadullisesti paitsi suoria ja myös epäsuoria vaikutuksia kustannuksiin ja talouteen, kasvihuonekaasupäästöihin ja -poistumiin, luonnonvarojen käyttöön ja ympäristöön, terveyteen ja yleisesti kansalaisten hyvinvointiin. Hankkeen yhteydessä järjestettiin kaksi sidosryhmätilaisuutta 16.2.2021 (Ilmasto- ja energiaskenaariot nykytoimin) ja 11.6.2021 (WAM-skenaarioiden alustavia lähtöoletuksia ja tuloksia energia- ja kansantalouden näkökulmista sekä eri päästösektoreilla). <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-257-2>
- **HIISI-jatkohanke.** HIISI-hankkeen jälkeen oli tarpeen toteuttaa vielä HIISI-jatkohanke, joka valmistui helmikuussa 2022. Syyskuussa 2021 pidetyssä budjettiriihessä hallitus linjasi joukon uusia ilmasto- ja energiapolitiittisia toimia joista kaikkia ei aikataulusyistä ollut mahdollista ottaa huomioon HIISI-hankkeessa. Hallitus teki budjettiriihessä myös kirjauksen ilmastotoimien riittävyden arvioimisesta KAISU-suunnitelmassa esitetyin toimin ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. HIISI-jatkohankkeen tavoitteena oli arvioida hallituksen ilmasto- ja energiapolitiittisten päätösten vaikutuksia Suomen kasvihuonekaasupäästöihin sekä energia- ja kansantalouteen. HIISI-jatkohankkeen raportissa on esitetty ainoastaan ne keskeiset lähtöoletukset ja laskelmien tulokset, jotka poikkeavat HIISI-hankkeessa laadituista lähtökohdista sekä liittyvät energia- ja kansantalouden sekä kasvihuonekaasupäästöjen kehityksiin. <https://publications.vtt.fi/pdf/technology/2022/T402.pdf>
- **Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma (KAISU).** Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma on laadittu rinnakkain työ- ja elinkeinoministeriön ilmasto- ja energiastrategian kanssa ja siinä kuvataan taakanjakosektorin toimenpiteet, joilla Suomi saavuttaa vuoden 2030 päästövähennystavoitteen sekä tavoitteen olla hiilineutraali vuonna 2035. Eri osapuolien näkemyksiä tarvittavista päästövähennystoimista kerättiin valmistelua varten esimerkiksi satunnaisotannalla muodostetussa kansalaisraadissa, sidosryhmätapaamisissa, ilmastopolitiikan pyöreän pöydän käsittelyssä, oikeudenmukaisuutta ja yhdenvertaisuutta koskevissa tilaisuuksissa sekä

Saamelaiskäräjien neuvottelutilaisuudessa. Kansalaisten mielipiteitä suunnitelman toimenpiteistä kartoitettiin verkkokyselyllä, johon tuli 18 000 vastausta.

- **Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma (MISU).** Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmassa määritetään ne keinot, joihin panostamalla vähennetään maankäyttösektorin ilmastopäästöjä sekä vahvistetaan hiilinieluja ja -varastoja. Suunnitelma edistää osaltaan Suomen tavoitetta saavuttaa hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä ja sen avulla toteutetaan myös Euroopan unionin ilmastotavoitteita ja kansainvälisen tason sitoumuksia. Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma kattaa maatalousmaiden hiilidioksidipäästöihin, metsiin, maankäytön muutoksiin ja ilmastokosteikkoihin kohdentuvat toimenpiteet. Suunnitelmaa laadittaessa otetaan huomioon johdonmukaisuus ilmasto- ja energiastrategian sekä keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman kanssa. Suunnitelmassa hyödynnetään näiden valmisteluaineistoja, kuten Hiilineutraali Suomi 2035 (HIISI) -hanketta. Työn yhteydessä on järjestetty useita kuulemistilaisuuksia ja muita osallistavia tapahtumia.
- **Fossiilittoman liikenteen tiekartta:** Valtioneuvoston teki periaatepäätöksen kotimaan liikenteen kasvihuonepäästöjen vähentämisestä 22.06.2021. Hallitusohjelman mukaisesti liikenne- ja viestintäministeriössä on valmisteltu fossiilittoman liikenteen tiekartta liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Fossiilittoman liikenteen tiekartta pitää sisällään kolme eri vaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa hallitus panee toimeen lukuisia erilaisia tukia ja kannustimia, joilla edistetään liikenteen päästöttömyyttä. Toisessa vaiheessa keinovalikoimaan lisätään keinoja, joiden vaikutuksista päästöihin tarvitaan vielä lisää tietoa ennen päätöksentekoa. Kolmannessa vaiheessa hallitus arvioi ja päättää mahdollisesta kansallisten lisätoimien tarpeesta liikennettä koskien. Tämä tehdään sen jälkeen kun EU-tason toimien, muissa yhteyksissä päätettävien prosessien ja vaiheiden 1 ja 2 kaikki toimet vaikutuksineen ovat tiedossa. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-588-0>
- **Toimialojen vähähiilitiekartat.** Neljällä energiaintensiivisellä teollisuuden ja yhdeksällä muulla toimialalla on valmisteltu tiekartat, joilla tähdätään merkittäviin vähenemiin kasvihuonekaasupäästöissä vuoteen 2035 mennessä. Tiekarttatyö alkoi syksyllä 2019 ja toimialat esittelivät tuloksiaan työ- ja elinkeinoministeriön webinaarissa 9.6. 2020. Työ- ja elinkeinoministeriö on julkaissut 22.10.2020 raportin, joka tiivistää toimialojen tiekarttojen päätulokset. Raporttiin sisältyy myös tiivistelmät julkaistuista tiekartoista, hankkeen keskeiset johtopäätökset, kuvaus työprosessista sekä arviot jatkotyöstä sekä siitä, miten tiekarttojen antia hyödynnetään Suomen ilmasto- ja energiatiyössä kohti vähähiilisyttä. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-525-6>
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-796-0>
<https://tem.fi/tiekartat>
- **Sektori-integraatiotyöryhmä.** Työ- ja elinkeinoministeriön asettama energia-alan sektori-integraatiotyöryhmä selvitti mahdollisuuksia ja haasteita sektori-integraatiolle sekä toimenpidevaihtoehtoja sektori-integraation edistämiseksi ja luovutti loppuraportin julkistamistilaisuudessa 30.6.2021. Työryhmän tärkeimmät toimenpide-ehdotukset liittyvät uusien ratkaisujen käyttöönottoon kaukolämpöjärjestelmässä, vetyratkaisujen käyttöönottoon ja skaalaukseen, sektori-integraation rakennuksissa ja energiaverkkojen yhteissuunnitteluun. Työryhmän ehdotukset loivat pohjaa ilmasto- ja energiastrategian valmistelulle ja erityisesti strategian sektori-integraatiota käsittelevälle erikoisteemaluvulle. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-697-0>
- **Laaja-alainen turvetyöryhmä.** Työ- ja elinkeinoministeriö asetti kansallisen laaja-alaisen turvetyöryhmän 31.3.2020 valmistelemaan toimenpide-ehdotuksia hallitusohjelman kirjausten mukaisesti turpeen energiakäytön vähenemisen haittavaikutusten hillitsemiseksi. Työryhmän toimikausi päättyi 31.3.2021. Työryhmä katsoi, että merkillepantavinta on se, kuinka nopeasti energiaturpeen kysyntä on alkanut vähentyä pelkästään työryhmän toimikauden aikana – erityisesti päästöoikeuden hinnan aiempia ennusteita huomattavasti nopeamman nousun vaikutuksesta.

Työryhmä totesi, että merkittävimmät haasteet liittyvät turveyrittäjien tilanteen parantamiseen sekä huolto- ja toimitusvarmuuden turvaamiseen tilanteessa, jossa turpeen energiakäyttö vähenee jyrkästi jo lähivuosina. Turveyrittäjien tilanteen parantamiseksi tarkoitetut esitykset koostuvat turveliiketoiminnan lopettaville yrittäjille suunnatusta luopumispaketista erilaisine kertaluontoisine korvauksineen sekä esityksistä tukea turveyrittäjien siirtymistä uuteen yritystoimintaan. Hallitus päätti vuoden 2021 puoliväliriihessään panna toimeen turvetuotantokoneiden romutustuen, turveyrittäjien luopumistuen sekä erilaisten uuden liiketoiminnan neuvonta- ja kehittämispalveluiden valmistelun. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-856-1>

- **Energiaverotuksen uudistamista selvittänyt työryhmä.** Valtiovarainministeriö asetti työryhmän toimikaudelle 18.11.2019–1.9.2020 valmistelemaan hallitusohjelmakirjausten toimeenpanoa ja arvioimaan energiaverojärjestelmän kehitystarpeita. Työryhmä antoi ehdotuksensa hallitusohjelman kirjausten ja tavoitteiden toteuttamisesta sekä energiaverotuksen muusta kehittämisestä. Työryhmän työn aikana järjestettiin neljä kuulemistilaisuutta ja kirjallinen kuulemiskierros, johon osallistui kahdeksan tahoa. Työryhmän työskentelyn aikana oli lisäksi käytössä avoin kysely otakantaa.fi portaalissa. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-367-299-4>