



SUOMEN
ILMASTOPANEELI
The Finnish Climate
Change Panel

Oikeudenmukainen energiasiirtymä aluetasolla

Suomen ilmastopaneelin julkaisuja 2/2023

Muistio

Peter Lund

1.	JOHDANTO	2
2.	VIHREÄN ENERGIASIIRTYMÄN VAIKUTUKSIA	3
3.	TURPEEN ENERGIÄKÄYTTÖ JA KORVAAMINEN KANSALLISELLA TASOLLA.....	4
4.	TURPEEN JA TUULIVOIMAN TARKASTELU PAIKALLISTASOLLA.....	6
	Turve.....	6
	Tuulivoima	10
5.	MUITA TEKNISIÄ RATKAISUMAHDOLLISUUKSIA	13
6.	BIOENERGIAN KESTÄVYYS JA SEN MAHDOLLISET VAIKUTUKSET	14
7.	OIKEUDENMUKAISEN ENERGIASIIRTYMÄN POLITIIKKATOIMIA JA SUOSITUKSIA	15
	LÄHTEET.....	18

1. Johdanto

Suomen ilmastopaneelin Ilmastopolitiikan oikeudenmukaisuus –hankkeessa pyritään lisäämään ymmärrystä siitä, mitä oikeudenmukaisuudella tarkoitetaan ilmastopolitiikan yhteydessä. Oikeudenmukaisuuden arvioinnin perustana toimivat perus- ja ihmisoikeudet sekä oikeudenmukaisuuden kolmijako, joka on esitelty Ilmastopaneelin keskustelunavauksessa 2/2021. Kolmijaossa oikeudenmukaisuutta tarkastellaan jako-oikeudenmukaisuuden, tunnustavan oikeudenmukaisuuden ja menettelytapojen oikeudenmukaisuuden kautta. Jako-oikeudenmukaisuuden yhteydessä on nostettu esiin myös hyvittävä oikeudenmukaisuus, jolla tarkoitetaan toteutuneiden haittojen kompensointia tai niiden vaikutusten lievittämistä erilaisten jakovaikutuksia tasaavien keinojen avulla. (Kivimaa ym. 2021). Tässä muistiossa keskitytään jako-oikeudenmukaisuuteen, jossa kiinnitetään huomiota politiikkatoimien vaikutusten jakautumiseen yhteiskunnassa, esimerkiksi alueiden välillä.

Ilmastopolitiikalla voi olla epäoikeudenmukaisia vaikutuksia, jos osa ihmisistä kärsii kohtuuttomasti muita enemmän ilmastopolitiikan seurauksista. Toisaalta ilmastopolitiikalla voidaan myös vähentää epäoikeudenmukaisuutta, esimerkiksi vähentämällä fossiilisiin polttoaineisiin liittyviä haitallisia ympäristövaikutuksia ja parantamalla ilmastonmuutokseen sopeutumista erityisen haavoittuvien alueiden tai ihmisryhmien kohdalla. Euroopan komissio on nostanut vihreän kehityksen ohjelmassaan sosiaalisen oikeudenmukaisuuden ja kestävyuden keskeiseksi teemaksi (Euroopan komissio 2019).

Huomattava osa suorista kasviuonekaasupäästöistä tulee energiasektorin kautta. Energiasektorin osuus Suomen hiilidioksidipäästöistä on noin 70 prosenttia. Hiilineutraaliuden saavuttaminen edellyttää merkittäviä muutoksia energiasektorilla, jotka heijastuvat laajemmin koko yhteiskuntaan. Tässä muistiossa tarkastellaan hiilineutraaliuteen tähtäävän energiasiirtymän vaikutuksia aluetasolla Suomessa. Näkökulmana ovat energia- ja taloudelliset vaikutukset, sekä miten muutoksessa mahdollisesti syntyvää alueellista taloudellista epäoikeudenmukaisuutta voitaisiin korjata esimerkiksi uusien energiainvestointien kohdentamisella ja näitä hidastavien esteiden poistamisella. Painopiste on turpeessa, joka on tärkeä paikallinen kotimainen polttoaine, ja jonka käyttöä tulisi Sanna Marinin hallitusohjelman mukaan vähentää vähintään puoleen vuoteen 2030 mennessä (Valtioneuvosto 2019).

EU:n oikeudenmukaisen siirtymän rahastolla (Just Transition Fund, JTF) pyritään vastaamaan vähähiilisen siirtymän sosioekonomisiin ja ympäristöllisiin vaikutuksiin EU-jäsenmaissa. Tukea kohdistetaan kaikkein haastavimmissa tilanteissa oleville alueille, toimialoille ja työntekijöille työllisyyden ja kestävien aluetalouksien turvaamiseksi. Suomessa rahoitus kohdistuu erityisesti turvealueille, joilla turpeen energiakäytön alasajon välittömät ja välilliset haittavaikutukset ovat merkittäviä. JTF-rahoitusta kohdentuu erityisesti Pohjois-Pohjanmaalle, Pohjois-Savoon, Pohjois-Karjalaan, Lappiin, Keski-Suomeen, Etelä-Savoon ja Etelä-Pohjanmaalle. Pirkanmaalta on mukana muutama turvetuotantokunta. (TEM 2022b) Rahoitettavat toimet eivät rajaudu pelkästään turvealueisiin, sillä turpeen energiakäytön vähentämisen vaikutukset voivat ulottua maantieteellisesti laajallekin alueelle. JTF-rahoitusta suunnataan muun muassa tutkimus- ja kehitystoimintaan, uudelleen koulutukseen sekä turvetuotantoalueiden ennallistamiseen ja jälkikäyttöön.

Alueellinen oikeudenmukaisuus käsitteenä on moniselitteinen ja sisältää monia kohderyhmiä, kuten yksilöt, kuntalaiset, yrittäjät, jne. Useimmiten alueilla tarkoitetaan maakuntatasoa. Siirtymän aiheuttamat taloudelliset ja sosiaaliset negatiiviset vaikutukset ovat merkittäviä erityisesti menetettävien työpaikkojen osalta. Viime kädessä alueellinen oikeudenmukaisuus liittyy yksilöiden väliseen oikeudenmukaisuuteen, sillä eri alueilla asuu erilaisia ihmisiä, joihin siirtymä hiilineutraaliuteen vaikuttaa eri tavalla. Tässä muistiossa alueellisuutta käsitellään suuralue-, maakunta- ja kuntatasolla.

2. Vihreän energiasiirtymän vaikutuksia

Hiilineutraaliuteen pyrittäessä fossiilisia polttoaineita korvataan päästöttömillä vaihtoehdoilla. Suomen ilmastolain mukainen tavoite on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä (Ilmastolaki 423/2022). Ilmastopaneeli on arvioinut tavoitteen edellyttävän päästöjen vähentämistä vähintään 70 prosenttia vuoden 1990 tasosta, riippuen hiilinielun tasosta (Suomen ilmastopaneeli 2021).

Vihreässä energiasiirtymässä politiikkatoimilla ajetaan fossiilista energiatuotantoa alas samalla, kun lisätään päästöttömän tuotannon määrää. Tästä syntyy erilaisia, esimerkiksi taloudellisia, vaikutuksia niin kansallisella kuin paikallisella tasolla, ja ne voivat olla erilaisia eri ihmisryhmissä. Koko energiasiirtymän onnistumisen kannalta on keskeistä, että ihmiset hyväksyvät siirtymän ja kokevat sen oikeudenmukaiseksi. Tämän vuoksi painotetaan sosiaalisesti oikeudenmukaisen energiasiirtymän merkitystä pelkkien päästövähennyksen sijaan (SAPEA 2021, Grobert ym. 2021).

Oikeudenmukaisen siirtymän kannalta Suomessa keskeisiä huomiota vaativia energianlähteitä ovat kotimainen turve ja bioenergia. Niitä tuotetaan ja käytetään paikallisesti, joten niillä on laajempia vaikutuksia työllisyyteen ja talouteen kuin tuontipolttoaineilla. Tässä muistiossa pääpaino on turpeessa, jonka käyttöä vähennetään Marinin hallitusohjelman tavoitteiden mukaisesti, ja jonka käyttö vähenee myös markkinaehtoisesti EU:n korkean päästöoikeushinnan vuoksi. Bioenergian osalta työssä pohditaan sen tulevaisuuden näkymiä muun muassa hiilinielun ja biomassan ilmastollisesti kestävä käytön kannalta. Eriyisen hankaluuden tuo turpeen korvaaminen puuhakkeella samalla, kun Suomessa paine metsien käyttöön kasvaa eikä hakkuumääriä voida kasvattaa ilman kielteisiä vaikutuksia metsien hiilinieluun ja luonnon monimuotoisuuteen. Esimerkiksi osassa JTF-alue-suunnitelmia nojataan bioenergiaan turpeen korvaamisessa. Näissä suunnitelmissa tulisi tarkastella tarvittavia puumassan volyymeja tulevaisuudessa suhteessa käytettävissä olevaan bioenergiaresurssiin tehottomien investointien välttämiseksi. Hallitsematon siirtymä turpeesta puuhakkeeseen saattaa aiheuttaa tulevaisuudessa lisäkustannuksia yhteiskunnalle, mikäli valtio joutuu sen seurauksena esimerkiksi tekemään kalliimpia päästövähennyksiä muualla tai hankkimaan nieluksiköitä muista EU-maista.

Energiasiirtymä voi aiheuttaa paikallisesti kielteisiä vaikutuksia ja lisäkustannuksia, kun fossiilisesta polttoaineesta tai turpeesta luovutaan. Energiasiirtymässä tapahtuu energiapoistumia, joiden energiataloudelliset vaikutukset ovat erilaisia. Energiantuotannossa pienin suora energiataloudellinen vaikutus syntyy, jos pelkkä polttoainevaihto riittää, jolloin vaikutus rajoittuu yleensä polttoaineiden hinnan erotukseen. Sen sijaan, jos energiapoistuma edellyttää kokonaista laitosinvestointia, taloudelliset vaikutukset käsittävät sekä uuden investoinnin että mahdollisen käyttöömaisuuden arvonmenetyksen (jos käytössä olevilla laitoksilla on vielä jäännösarvoa). Jos polttoainetuotanto on paikallista, siirtymässä menetetään usein työpaikkoja, myös välillisesti tuotantoketjujen kautta. Tuotantoon investoineet yritykset, kuten koneurakoitsijat, saattavat tehdä merkittäviä tappioita. Kunnat menettävät verotuloja siirtymässä, esimerkiksi yhteisö- ja kiinteistöveron kautta.

Energiasiirtymällä on myös paljon myönteisiä vaikutuksia, koska se tuo mukanaan merkittäviä investointeja puhtaaseen energiantuotantoon tai puhtaisiin polttoaineisiin, jotka merkitsevät alueille ja kunnille esimerkiksi uusia työpaikkoja ja verotuloja, jotka puolestaan lisäävät muun muassa osaamista ja hyvinvointia. Sen lisäksi polttoainekustannukset energiantuotannossa voivat laskea, kun ei jouduta maksamaan päästöoikeusmaksuja suuremmissa energialaitoksissa ja pystytään välttämään kalliita tuontipolttoaineita.

Oikeudenmukaisessa siirtymässä pyritään siihen, ettei millekään ryhmälle syntyisi kohtuuttomia rasituksia vihreästä siirtymästä. Kohtuuttomaksi arvioituja vaikutuksia voitaisiin hyvittää taloudellisesti tukien kautta tai epäsuorasti esimerkiksi uusien työpaikkojen tai osaamisen kasvattamisen muodossa. Sen sijaan vähemmän on tullut esille mahdollisuus uusien energiainvestointien suuntaamiseen tai tällaisten investointien esteiden poistamiseen siten, että niiden kautta luotaisiin myös myönteisiä vaikutuksia siirtymän vuoksi taantuvilla alueilla. Esimerkiksi investoinnit tuulivoimaloihin ovat Suomessa nyt pari miljardia vuodessa (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2022). Investoinnit eivät kuitenkaan kohdistu alueellisesti tasaisesti. Esimerkiksi tuulivoiman rakentamiseen Itä-Suomessa kohdistuu merkittäviä esteitä muun muassa kantaverkkoon sekä puolustushallinnon kysymyksiin liittyen ja investoinnit jäävät siten vähäisiksi, vaikka energiasiirtymän haitat alueella ovat ilmeisiä. Toisaalta muut uudet teknologiset ratkaisut, kuten aurinkosähkö, vetyteknologia tai lämpöpumput, voivat avata uusia

mahdollisuuksia myös niillä paikkakunnilla, joilla tuulivoiman rakentaminen ei olisi mahdollista. Valtion ohjaukskeinoilla voitaisiin vaikuttaa kyseisten investointien ja uusien ratkaisujen tasaisempaan alueelliseen jakautumiseen.

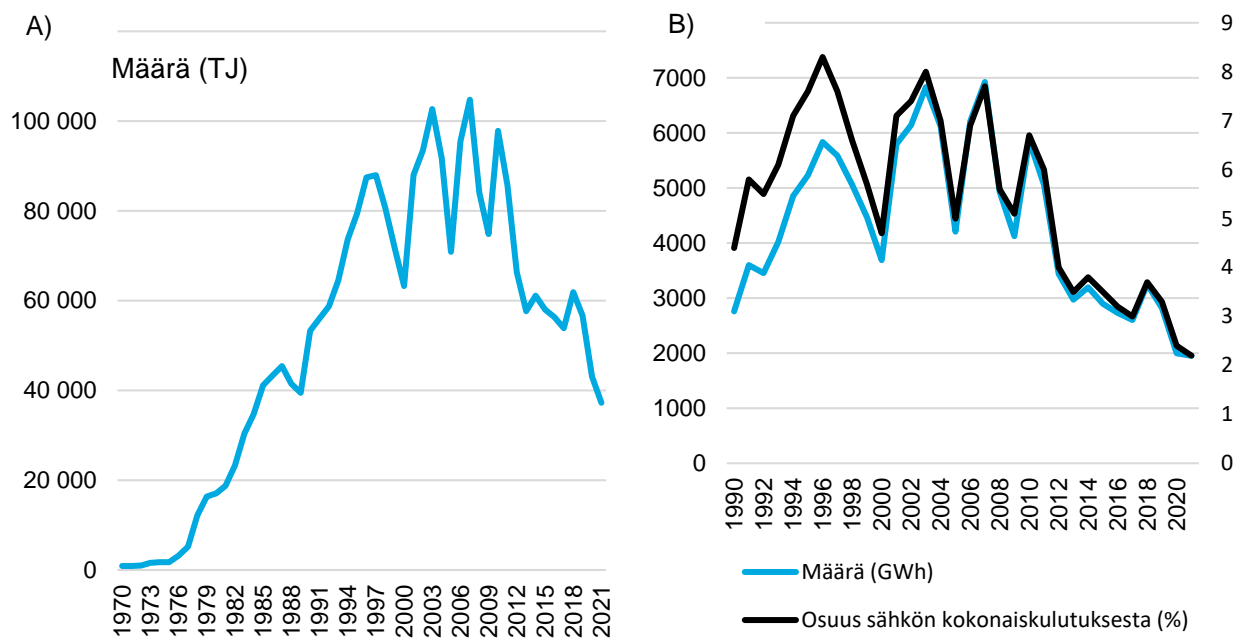
3. Turpeen energiakäyttö ja korvaaminen kansallisella tasolla

Päästöttömään energiaan siirtyminen vaikuttaa taloudellisesti erityisesti alueilla, joilla tuotetaan runsashiilisiä päästökaupan alaisia polttoaineita. Suomessa tämä koskettaa turpeen energiantuotantoa. Turpeen päästökerroin (103–107 tCO₂/terajoule TJ) on jopa korkeampi kuin kivihiilen (93 tCO₂/TJ) (Tilastokeskus 2022a). Tätä kautta turpeelle muodostuu merkittävä lisäkustannus, kun päästöoikeuden hinta EU:n päästökaupassa on noussut huomattavasti viime vuosina (vuoden 2020 marraskuun 24 eurosta/tCO₂ 76 euroon/tCO₂ marraskuussa 2022) (Trading Economics 2022). Turpeen hinta nousi pääosin päästöoikeuksista johtuen yli 70 prosenttia vuodesta 2019 vuoden 2021 loppuun mennessä. Tämä heikentää turpeen kilpailukykyä ja vähentää sen käyttöä markkinaehtoisesti. Lisäksi Marinin hallitusohjelmaan on kirjattu, että turpeen energiakäyttö tulee vähintään puolittaa vuoteen 2030 mennessä. Työ- ja elinkeinoministeriön asettaman kansallisen laaja-alaisen turvetyöryhmän raportissa on laajasti käsitelty turpeen käytön vähenemisen vaikutuksia myös aluetasolla (AFRY 2020, TEM 2021).

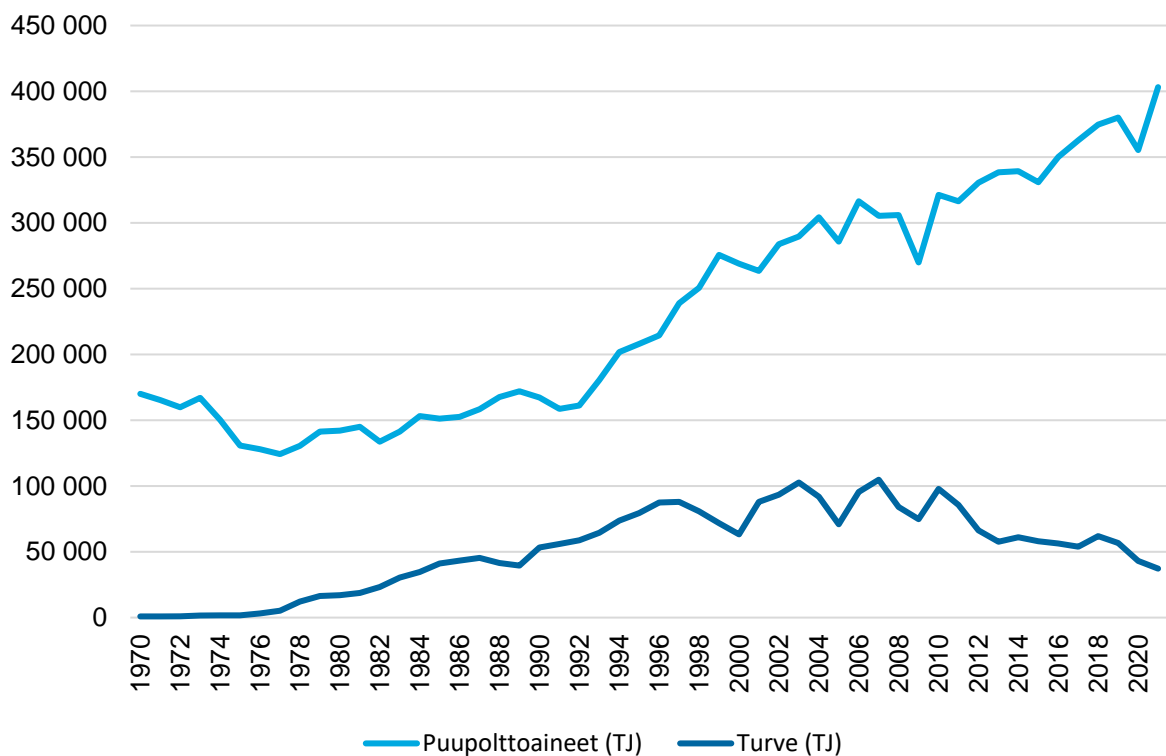
Turpeen laajempi energiakäyttö alkoi Suomessa 1970-luvun öljykriisin yhteydessä (kuva 1A), jolloin energiapolitiikan keskeisenä tavoitteena oli energiansaannin turvaaminen, joka painotti kotimaisten energiavarojen hyödyntämistä. Suomen turvevarat ovat maailman suurimmat eli lähes puolet kaikista maailman tunnetuista varoista (tilavuuden suhteen) (U.S. Geological Survey 2022). Ennen öljykriisiä turpeen käyttö oli vain noin 0,1 prosenttia energian loppukulutuksesta. Turvetta voidaan hyvinkin kuvata Suomessa 'kriisiajan' polttoaineeksi. Tätä kuvaa vahvistaa myös turpeeseen liitetyt huoltovarmuuskohdat nykyisen energiakriisin yhteydessä. Toisaalta turpeen asteittainen alasajo vähentää sen merkitystä huoltovarmuudessa tulevaisuudessa. Turpeen käytön huippu saavutettiin Suomessa vasta kolmisen kymmentä vuotta öljykriisin jälkeen vuonna 2007, jolloin se vastasi seitsemää prosenttia energian loppukulutuksesta. Tämän jälkeen turpeen käyttö on laskenut jyrkästi etenkin vuoden 2018 jälkeen päästöoikeuksien hinnan noustessa, mikä on heikentänyt turpeen taloudellisuutta. Energiaturpeen käyttö väheni 34 prosenttia vuosien 2019–2021 aikana ja vuonna 2021 sen osuus energian loppukulutuksesta oli enää 2,7 prosenttia. Turpeen osuus sähkön kokonaiskulutuksesta (kuva 1B) noudattaa samaa trendiä kuin energian kokonaiskulutuksessa. Sen huippu oli vuonna 2007 (7,7 %) ja vuonna 2021 se oli pudonnut 2,2 prosenttiin.

Tilastojen valossa turpeen merkitys koko kansallisessa energiahuollossa on pieni ja vähenevä. Vuonna 2021 turpeen energiakäyttö oli 10 353 gigawattituntia (GWh) (37 268 TJ). Marinin hallituksen asettama tavoite puolittaa turpeen käyttö vuoteen 2030 mennessä vähentäisi turpeen käyttöä 7 868 GWh:lla (28 326 TJ). Paikallisesti lämmityspolttoaineena turpeen merkitys on joillekin alueille edelleen merkittävä, vaikka sen merkitys sähköntuotannossa on vähäinen.

Turvevoimalaitosten ja lämpölaitosten tarvitsema polttoaine korvataan tällä hetkellä pääosin bioenergialla, jonka käyttö on kasvanut moninkertaisesti turpeen vähenemiseen verrattuna (kuva 2). Nykyisen turpeen käytön täysimääräinen korvaaminen bioenergialla vastaisi bioenergian käytön kasvua vuosina 2017–2021. Bioenergian käyttö kasvaisi noin 9 prosenttia vuoteen 2021 verrattuna. Turpeen korvaaminen kokonaan kotimaisella puuperäisellä bioenergialla (esim. metsä- ja puutähteet) edellyttäisi metsien hakkuuvolyymien kasvattamista tai puunkäytön nykyistä suuremman ohjautumisen puun polttoon muiden käyttökohteiden sijaan. Hakkuiden kasvattamisella voisi olla haitallinen vaikutus metsänieluun. Myös ulkomailta tuotavaan biomassaan voi liittyä ongelmia. Tästä syystä turpeen korvaamista monipuolisemmin muillakin energianlähteillä ja toimilla tulisi tarkoin pohtia osana oikeudenmukaisen siirtymän toimia.



Kuva 1. Turpeen energiakäytön kehittyminen Suomessa.; A) turpeen määrä (TJ) energian kokonaiskulutuksesta, B) turpeen määrä (gigawattitunti, GWh) ja osuus sähkön kokonaiskulutuksesta. (Tilastokeskus 2022b)



Kuva 2. Turpeen ja puupolttoaineiden energiakäytön kehittyminen Suomessa. (Tilastokeskus 2022b)

Suomessa meneillään oleva nopea tuulivoiman rakentaminen korvaa helposti turpeen tuottaman sähkön. Pelkästään vuonna 2021 rakennettiin tuulivoimaloita 671 megawatin (MW) edestä, joka ylittää nykyisen turvesähkön määrän (alle 2 000 GWh, kuva 1B). Alustavien tilastotietojen perusteella tuulivoimaa rakennettiin 2 430 MW vuonna 2022 investointien noustessa 2,9 miljardiin euroon. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2022) Luonnollisesti tuulivoiman tuotanto ei ajallisesti kohtaa aina nykyistä turvesähkön tuotantoa, joskin turpeen lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitosten (myöh. yhteistuotantolaitos) sähköntuotanto laskee kesää kohden ja nousee syksyllä lämmön tarpeen kasvaessa samaan tapaan kuin tuulivoiman tuotanto.

Merkittävä osa turpeen energiakäytöstä on lämmön muodossa. Yhteistuotantolaitoksissa oli 3 621 GWh ja 1 189 GWh kaukolämmön erillistuotantoa vuonna 2020 (Energiateollisuus ry 2021). Lämmön korvaaminen uusilla tuotantomuodoilla on mahdollista. Esimerkiksi lämpöpumpuilla tuotettiin vuonna 2019 yhteensä vajaat 7 000 GWh lämpöä (Tilastokeskus 2022b). Vuosien 2012–2020 tilastojen valossa noin 1 000 GWh lisäys lämpöpumpputuotannossa vuodessa olisi mahdollista (Tilastokeskus 2022b).

Vuonna 2022 lämpöpumppujen myynti kasvoi yli 50 prosenttia edellisvuoteen verrattuna (Suomen Lämpöpumppuyhdistys ry 2023), mikä vastaisi 1 500 GWh vuosilisäystä eli enemmän kuin turpeen kaukolämmön erillistuotanto on vuodessa. Koko turpeen yhteistuotannon (lämpö) ja kaukolämmön erillistuotannon korvaaminen lämpöpumpuilla vastaisi alle neljän vuoden lämpöpumpputuotannon lisäystä. Lämpöpumput tarvitsevat 1 200–1 600 GWh (COP 3-4) sähköä, joka vastaisi 300–400 MW tuulivoimatuotantoa, joka on alle viidennes 2022 aikana valmistuneista tuulivoimaloista. Turpeen korvaamisessa käytettäisiin todennäköisesti suurempia lämpöpumppuyksiköitä ja talven lämmöntuotannon takaamiseksi voitaisiin käyttää esimerkiksi syvälämpökaivoja (a' 100–200 kilowattia, kW) tavanomaisten vesi-ilma-lämpöpumppujen rinnalla tai sijasta. Tuulivoima ja lämpöpumput yhdessä voisivat siis teoriassa korvata turpeen energiakäytön.

Näiden lisäksi energiankäytön tehostaminen ja aurinkosähkö voisivat täydentää turpeen korvaamista. Julkisessa keskustelussa esiin nousseet pienydinvoimalat eivät vielä ole tarpeeksi teknis-taloudellisesti kypsää teknologiaa, jotta niillä voitaisiin lähivuosina korvata turvetta. Vedyllä ja synteettisillä sähköpoltoaineilla, kuten pilotointivaiheessa olevilla metaanilla tai metanolilla, ei tällä vuosikymmenellä ole todennäköisesti vielä merkitystä turpeen korvaamisessa.

Ilmastopaneelin sähköistämishankkeen skenaariotarkasteluissa, joissa vahvemman sähköistämisen kautta leikattaisiin energiantuotannon päästöjä yli 90 prosenttia vuoteen 2050 mennessä, turve poistuu kokonaan energiantuotannosta korvautuen muun muassa lämpöpumpuilla, tuulisähköllä ja bioenergialla (Lund 2022). Työ- ja elinkeinoministeriön kansallisessa ilmasto- ja energiastrategiassa (TEM 2022a) turve poistuu energiakäytöstä vuoden 2040 jälkeen ja korvautuu muun muassa puupolttoaineilla. Kun turpeen poistumista Suomen energiajärjestelmästä verrataan kansainväliseen muutosvauhtiin, se ei edustaisi poikkeuksellista muutosta eikä ylittäisi energiajärjestelmien ja -muotojen havaittuja muutosnopeuksia (Lund 2010a, Lund 2010b).

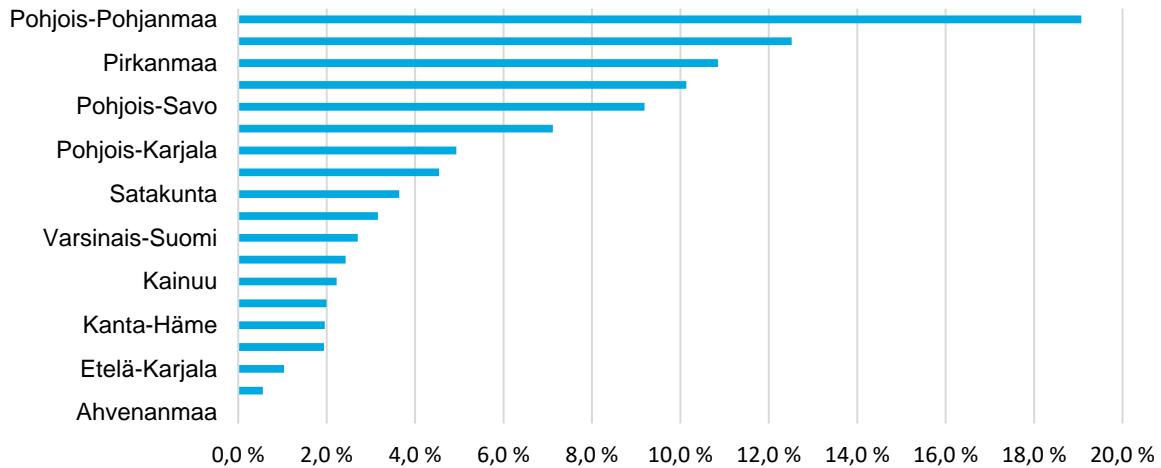
Turpeen täysimääräiselle korvaamiselle löytyy käsillä olevan tarkastelun pohjalta erilaisia vaihtoehtoja. Lyhyellä aikavälillä bioenergia, tuulivoima ja lämpöpumput ovat varteenotettavimmat vaihtoehdot energiantuotannon puolelta. Energiankäytön tehostamisella voidaan vähentää tarvittavan tuotannon määrää. Marinin hallituksen tavoitteesta vähentää turpeen käyttöä puoleen vuoteen 2030 mennessä oli toteutunut vuoden 2021 lopussa jo lähes 70 prosenttia (Tilastokeskus 2022b).

4. Turpeen ja tuulivoiman tarkastelu paikallistasolla

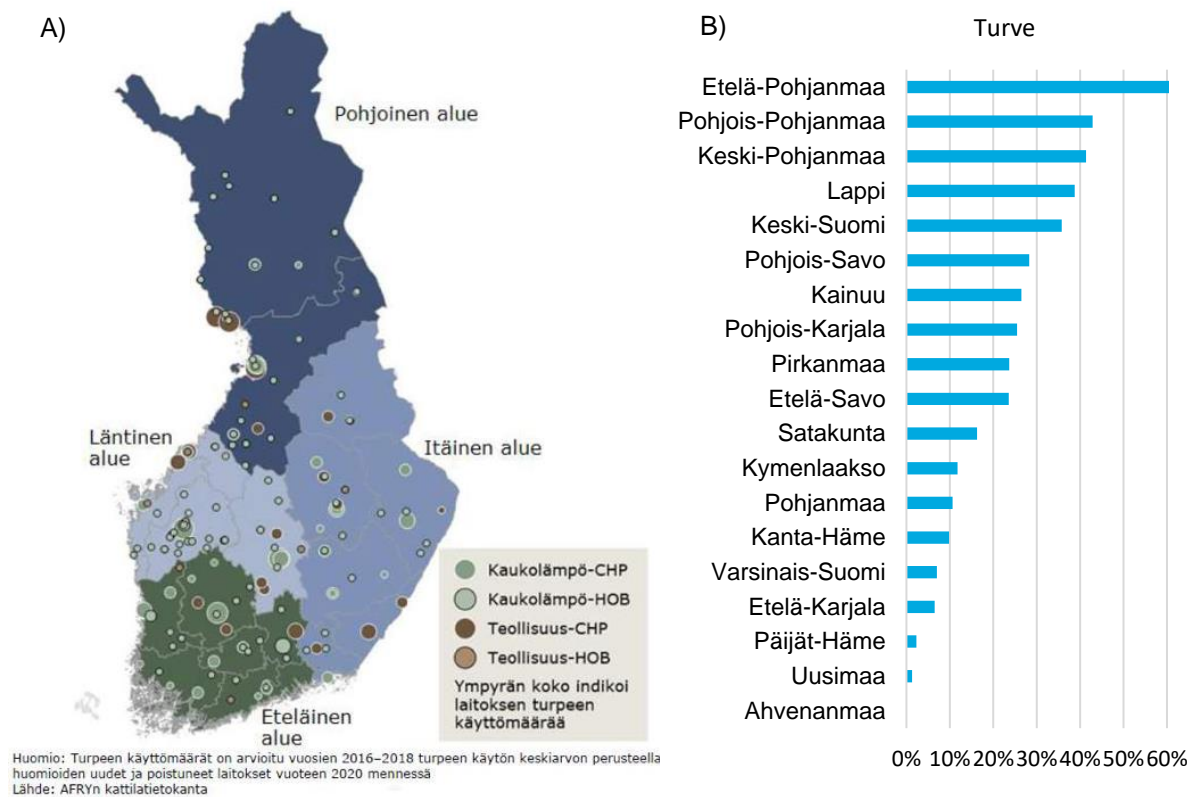
Turve

Turpeen koko energiankäytön jakautuminen maakunnittain on esitetty kuvassa 3. Määrällisesti eniten turvetta käytetään Pohjois-Pohjanmaalla (19 %), Keski-Suomessa (13 %), Pirkanmaalla (10 %) ja Etelä-Pohjanmaalla (10 %), jotka vastaavat yli puolesta kaikesta turpeen käytöstä. Puolessa maakunnista käyttö on alle kolme prosenttia koko maan turpeen energiakäytöstä. (Energiateollisuus ry 2021)

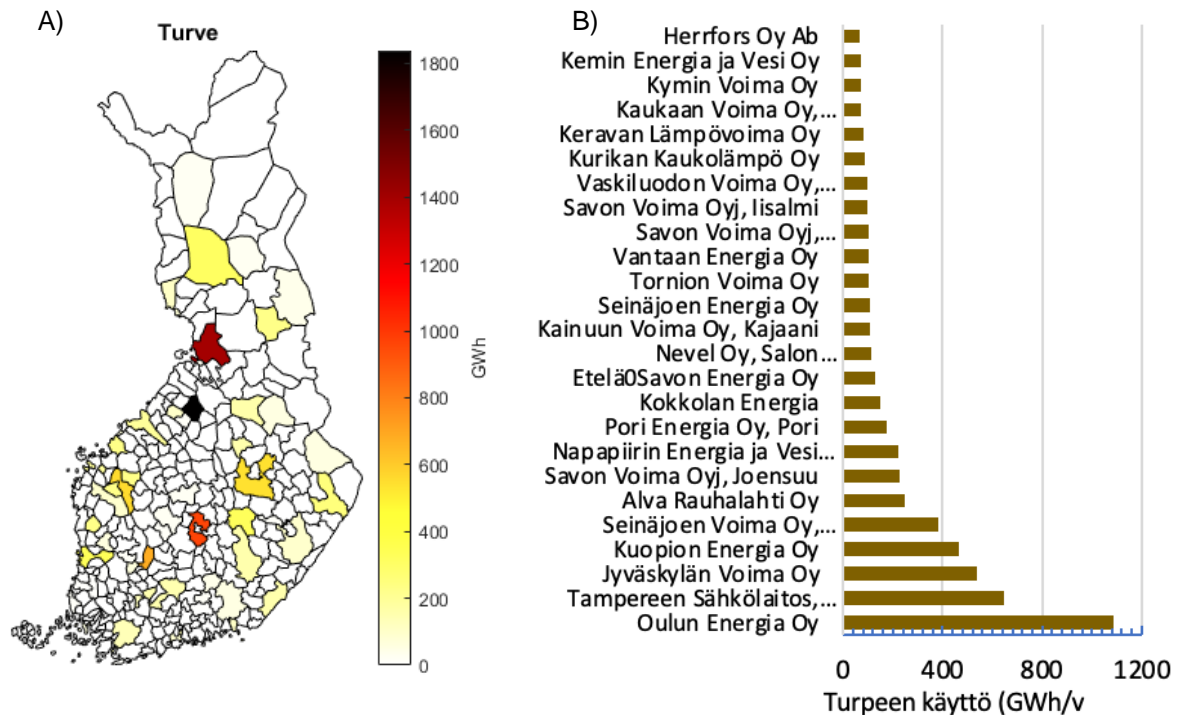
Vaikka tilastojen valossa turpeen merkitys koko kansallisessa energiahuollossa on pieni ja vähenevä, voi sen merkitys paikallisessa energiantuotannossa olla suuri. Kuvassa 4 on esitetty turpeen energiankäytön jakautuminen kunta- ja suuraluetasolla. Turpeen käyttö kaukolämmössä ja yhteistuotannossa on huomattava Länsi-, Itä- ja Pohjois-Suomessa. Turpeen hyödyntäminen korostuu Pohjanmaalla (osuus >40 %), Lapissa (lähes 40 %) ja Keski-Suomessa (noin 35 %). Sen sijaan väkirikkaassa Etelä-Suomessa turpeen käyttö on pientä (<10 %), Uudenmaan osuus on vain yksi prosentti. Ahvenanmaalla ei käytetä turvetta. (Energiateollisuus ry 2021)



Kuva 3. Turpeen koko energiankäytön jakautuminen maakunnittain (kaukolämmön ja yhteistuotannon sähkön polttoaineet). (Energiateollisuus ry 2021)



Kuva 4. Turpeen käyttömäärät kaukolämmön ja yhteistuotantosähkön polttoaineista suuralueittain (A) (TEM 2021) ja osuus maakunnittain (B). (Energiateollisuus ry 2021)



Kuva 5. A) Turpeen energiakäyttö kaukolämmössä ja yhteistuotannossa kunnittain (Vesa 2022) ja B) kuntakohtaisissa energialaitoksissa (Energiateollisuus ry 2021).

Kuntatason tarkastelussa kuvassa 5 nähdään yhtäältä turpeen energiakäytön laajuus sen kannalta keskeisissä maakunnissa ja toisaalta suuret yksittäiset käyttökohteet, kuten Oulun ja Jyväskylän seutu. 20 suurinta turvelaitosta vastaa noin 75 prosentista ja kuusi suurinta turvelaitosta 50 prosentista kaikesta turpeen energiakäytöstä Suomessa. (Vesa 2022, Energiateollisuus ry 2021). Energijärjestelmän muutosten ja tarvittavien investointien kannalta nämä suurkohteet muodostavat oman erityisryhmänsä, jolloin yhdellä ratkaisulla ei pystytä välttämättä korvaamaan turpeen käytön puolittamista, vaan tarvitaan useampi osaratkaisu. Turpeen korvaaminen bioenergialla olisi nopea ja teknisesti helppo ratkaisu, mutta sen saatavuus suuressa kohteessa saattaa olla haastavaa. Sen sijaan yhdistelmä, jossa käytetään bioenergiaa ja lämpöpumppuja, ehkä myös tuulivoimaa omaan käyttöön (Power Producer Agreement -malli), voisi olla toimivampi ratkaisumalli.

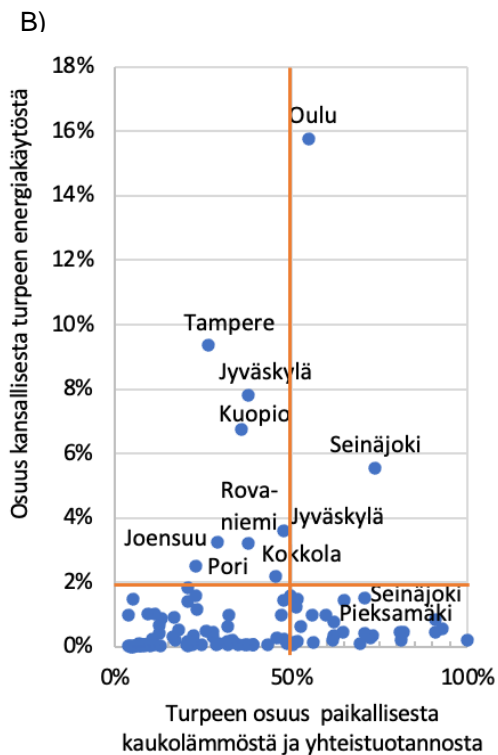
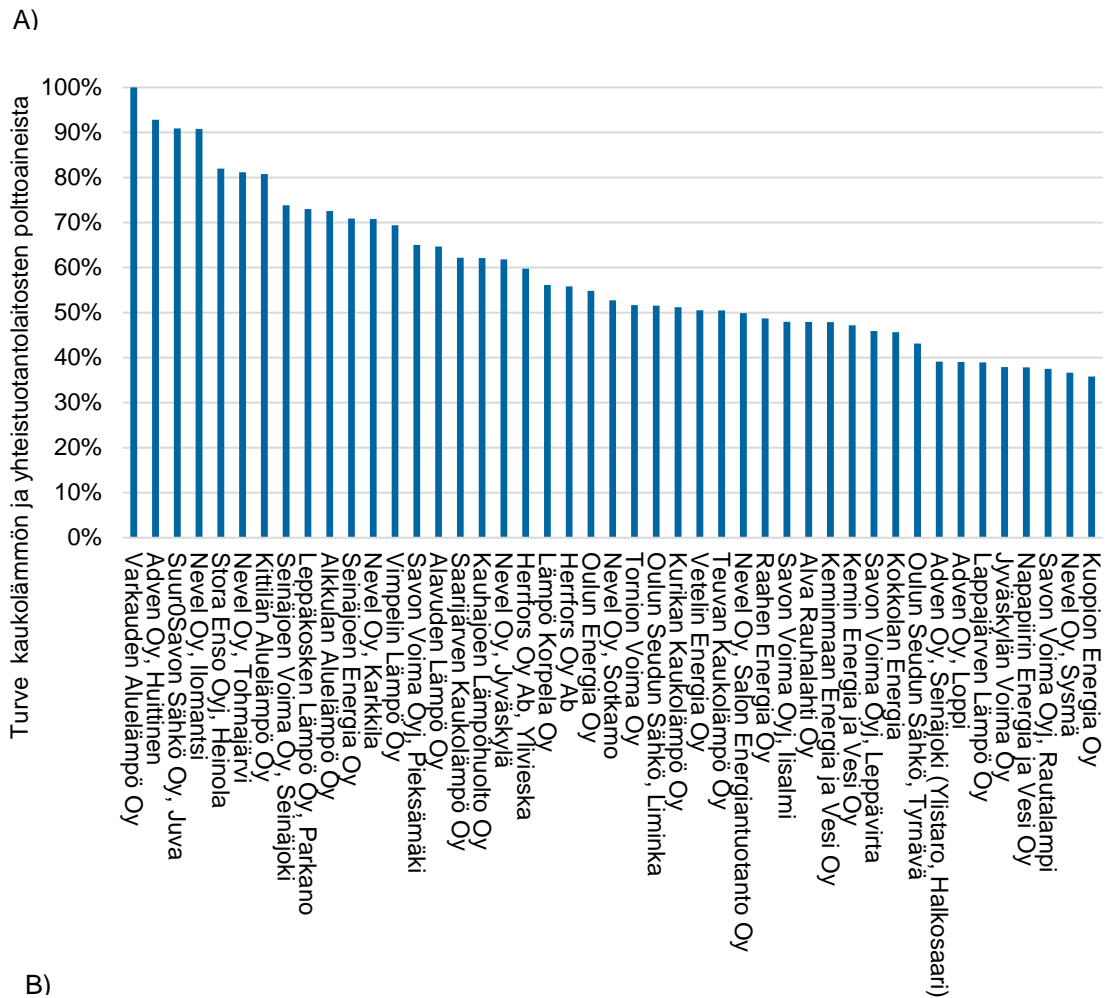
Turpeen määrän lisäksi tärkeää on sen osuus koko paikallisesta energiantuotannosta, erityisesti lämmöstä. Lämmön osuus loppuenergian käytöstä on korkea. Kuvassa 6 on analysoitu turpeen merkitystä paikallisesti (kuva 6A) ja paikallinen käyttö verrattuna kansalliseen turpeen käyttöön (kuva 6B). Kuvasta 6 nähdään, että ympäri maata löytyy merkittäviä 'turvepaikkakuntia', joissa turpeen merkitys kaukolämmön ja yhteistuotannon polttoaineena on suuri. Esimerkkeinä Varkaus/Pohjois-Savo (100 %), Huittinen/Satakunta (93 %), Juva/Etelä-Savo (91 %), Heinola/Päijät-Häme (82 %), Parkano/Pirkanmaa (73 %), Karkkila/Uusimaa (71 %) ja Salo/Varsinais-Suomi (50 %), jotka sijoittuvat laajasti ympäri Suomen. Suurimmat turpeen käyttäjät Suomessa ovat (Energiateollisuus ry 2021):

>50 prosenttia*: Oulu (16 %) **, Jyväskylä (11,6 %), Seinäjoki (7 %), Pieksämäki (1,5 %)

<50 prosenttia: Tampere (9 %), Kuopio (7 %), Joensuu (4 %), Rovaniemi (3,2 %), Pori (2,5 %), Kokkola (2,2 %)

* Turpeen osuus paikallisesta kaukolämmöstä ja yhteistuotannosta

** Suluissa osuus kansallisesta turpeen energiakäytöstä (kaukolämpö + yhteistuotanto)



Kuva 6. Turpeen energiakäyttö kaukolämmön ja yhteistuotannon polttoaineena. A) Osuus kunnittain, B) paikallinen vs. kansallinen osuus. (Energiateollisuus ry 2021)

Taulukko 1. Mahdollisia ratkaisumalleja turpeen korvaamiseksi energialähteenä.

Osuus kansallisesta energiakäytöstä	Turpeen osuus paikallisesta kaukolämmöstä ja yhteistuotannosta		
		SUURI	PIENI
	SUURI	Useamman teknologian ratkaisumalli Turpeen käytön vähentäminen ja alasajo strategisesti	Turpeen korvaaminen osittain bioenergialla Käytössä olevien muiden ratkaisujen lisääminen korvaamaan turvetta
PIENI	Turpeen korvaaminen asteittain bioenergialla Uudet teknologiset ratkaisut	Turpeen korvaaminen bioenergialla Uusi korvaava teknologiaratkaisu	

Taulukossa 1 on pohdittu mahdollisia ratkaisumalleja turpeen korvaamiseksi riippuen sen paikallisesta ja kansallisesta merkityksestä. Vaihtoehdossa, jossa turve vaihdetaan biopolttoaineeseen, vaikutukset ovat useimmiten suhteessa samat eri tapauksissa ja mahdolliset erot näkyvät lähinnä bioenergian hankinnassa ja saatavuudessa. Pienet kattilalaitokset lämmityksessä eivät ole mukana päästökaupassa toisin kuin suuremmat laitokset, esimerkiksi yhteistuotantolaitokset, mikä voi vaikuttaa merkittävästi taloudelliseen kiinnostukseen vaihtaa polttoainetta tai teknisiä ratkaisuja.

Turpeen alkutuotantoarvo energiahankinnassa on vajaat 130 miljoonaa euroa vuodessa (12,3 €/MWh ilman veroja). TEM:n turvetyöryhmän mukaan turpeen tuotannon bruttoarvo on noin 500 miljoonaa euroa ja tuotantoketjun työllistävä vaikutus on noin 2 500 henkilötyövuotta vuodessa (htv/v), välillisesti <4 200 htv/v (TEM 2021). Muita taloudellisia vaikutuksia turvetuotannon mahdollisesti päättyessä olisivat:

- Voittojen ja käyttöomaisuuden arvonmenetykset 800 milj.€
- Yrityksille maksettavaksi jäävät velat 275 milj. €
- Kuntien menetetyt verotulot 29 milj.€/v
- Kuntien tytäryhtiöiden lisäkustannukset 54–59 milj.€/v

Mikäli turve korvattaisiin kokonaan kotimaisella metsähakkeella, koituisi siitä arviolta 126 milj.€/v (hakkeen hinta 24,6 €/MWh) lisäkustannus. Nämä vaikutukset näkyisivät erityisesti Pohjois-Pohjanmaalla, Keski-Suomessa, Pirkanmaalla, Etelä-Pohjanmaalla, Pohjois-Savossa ja Lapissa, jossa turpeen energiakäyttö on korkea.

Tuulivoima

Tuulivoima on hajautettua paikallista sähköntuotantoa, joka voi osaltaan kompensoida turpeen energiakäytön vähentämisestä aiheutuvia menetyksiä alueille ja kunnille. Tuulivoimaa on rakennettu Suomessa 4 037 MW (30.6.2022) ja pääosa siitä sijaitsee länsirannikolla Pohjanmaalla ja Lapissa. Pohjois-Pohjanmaa, Pohjanmaa, Etelä-Pohjanmaa ja Lappi yhdessä kattavat 70 prosenttia kaikesta tuulivoimasta. Itä- ja Keski-Suomessa on hyvin vähän tuulivoimaa. Suuria tuulivoimakuntia ovat Simo, Pyhäjoki ja Raahe, joissa kussakin on yli 250 MW tuulivoimaa vastaten kukin investointeina yli 300 miljoonaa euroa (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2022).

Suomeen on suunnitteilla valtavasti uutta tuulivoimaa, jonka sijoittumisella on huomattavaa taloudellista ja energiavaikutusta paikallisesti. Suomessa on 44 466 megawatin (MW) edestä maatuulivoimahankkeita, joiden sähköntuotanto vastaisi noin kaksi kertaa Suomen sähkönkulutusta.

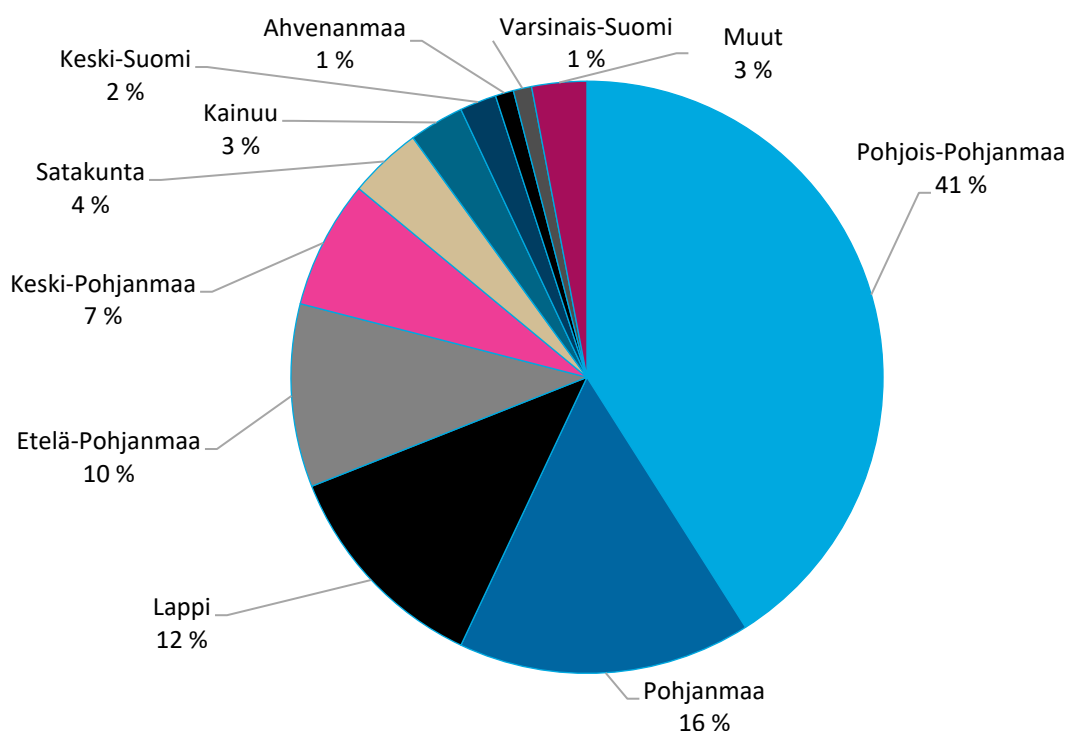
Merelle suunniteltuja hankkeita on 9 905 MW. Kuvassa 8 näkyy hankkeiden sijoittuminen alueellisesti – kategoriassa (c) ja (d) olevat hankkeet ovat alkuvaiheessa ja (b) kategoriassa olevat ovat konkretisoitumassa. Kartasta näkyy hankkeiden painottuminen erityisesti Pohjanmaalle, mutta Itä-, Keski- ja Kaakkois-Suomessa on hyvin vähän hankkeita. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2022)

Maatuulivoimaa on rakenteilla 4 252 MW, josta Pohjanmaalle sijoittuu peräti 84 prosenttia (kuva 9). Itä- ja Keski-Suomessa hankkeita on hyvin vähän, mikä voi selittyä osin heikommalla sähköverkolla ja liittymismahdollisuuksilla verkkoon sekä puolustushallinnon asettamilla rajoituksilla. Kyseisellä kapasiteetilla tuotetaan 14–17 TWh sähköä vuodessa. Investointien kokonaisarvo on 5 000–6 000 milj. euroa ja tuotetun sähkön omakustannusarvo on yli 500 milj. euroa/v, markkina-arvon ollessa tällä hetkellä moninkertainen.

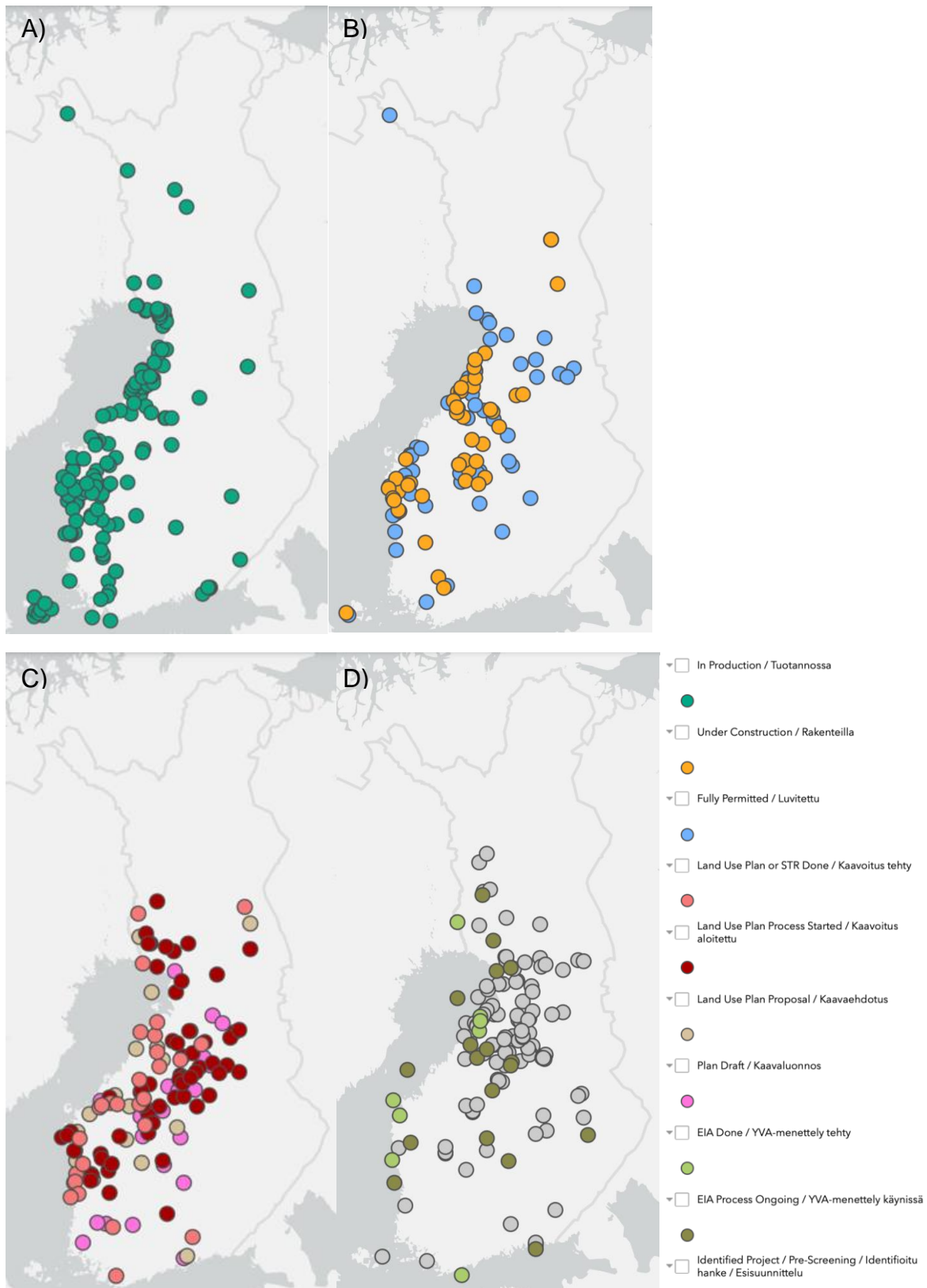
Tuulivoima työllistää projektin monessa vaiheessa. Suhteutettuna aiempaan tutkimukseen (Alkula ym. 2019) rakenteilla olevan tuulivoimakapasiteetin työllisyysvaikutukset ovat arviolta seuraavat:

- työtä syntyy yhteensä 6 100 htv/vuosi (20 vuoden aikana)
- kerrannaisvaikutukset 5 800 htv/vuosi
 - o käyttövaiheessa 4 381 htv/vuosi
 - o 280 suoraa työpaikkaa

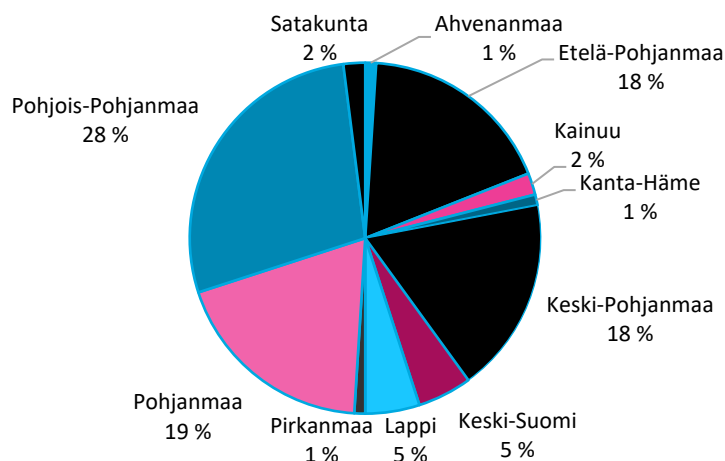
Tuulipuistoista kertyy kunnille veroa muun muassa kiinteistö- ja yhteisveron kautta. Tuulipuistossa sijaitsevasta maatuulivoimalasta kertyy sen elinkaaren aikana kiinteistöveroa yli 0,4 milj. euroa/voimala, mikäli kunta on ottanut käyttöön korkeimman mahdollisen voimalaitoksen kiinteistöveroprosentin (3,1 %). Toteutuneiden kiinteistöverotietojen perusteella kiinteistöveroa maksettiin 17 000–28 000 euroa voimalaa kohden vuonna 2021 (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2022). Vuosina 2022–2025 rakenteilla olevista voimaloista kertyy arviolta 15–25 milj. euroa/v kiinteistöveroa. Muita paikallisia tuulivoimaloista saatavia tulonlähteitä ovat maanvuokratulot.



Kuva 7. Tuulivoimalakapasiteetin jakautuminen maakunnittain (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2023).



Kuva 8. Tuulivoimaloiden hanketilanne maaliskuussa 2022. A) Nykyiset tuulivoimalat, B) Rakenteilla ja luvitetut, C) Kaavoitus tehty, kaavoitus aloitettu, kaavaehdotus, kaavaluonnos, D) YVA-menettely tehty, YVA-menettely käynnissä, identifioitu hanke. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2022)



Kuva 9. Rakenteilla olevat tuulivoimahankkeet (4 381 MW) maakunnittain 2022–2025. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2022)

Rakenteilla olevien tuulivoimaloiden vaikutukset näyttäisivät ylittävän turpeen käytön vähenemisestä tai lopettamisesta aiheutuvat kokonaisvaikutukset (energia, työpaikat, talous) kansallisella tasolla, mutta tuulivoimasta saatava kompensatio jakautuu varsin epätasaisesti maakuntien ja kuntien välillä suhteessa menetyksiin. Jos verrataan kuvan 9 jakaumaa kuvan 4 turpeen käytön jakautumiseen maakunnittain, nähdään, että turpeen suurimman käyttäjän (Pohjois-Pohjanmaa) alueelle tulee myös suurin osan rakenteilla olevista tuulivoimaloista. Tämä todennäköisesti kompensoisi turpeen käytön vähenemisestä tai lopettamisesta aiheutuvat taloudelliset ja työpaikkamenetykset Pohjanmaalla. Tuulivoimala vastaisi menetettyä energiaa hyvinkin valtakunnan tasolla, mutta ei kohtaisi välttämättä poistuvan turpeen kysyntää alueellisesti, esimerkiksi kuntien lämmön tuotannossa. Edelliset päätelmät päteisivät koko Pohjanmaalla, osittain Lapissa ja jossain määrin Keski-Suomessa. Sen sijaan Itä-Suomessa tuulivoimaa rakennetaan niin vähän, ettei siitä juuri ole apua turpeen poistumisen taloudellisten ja energiavaikutusten kompensoimisessa.

5. Muita teknisiä ratkaisumahdollisuuksia

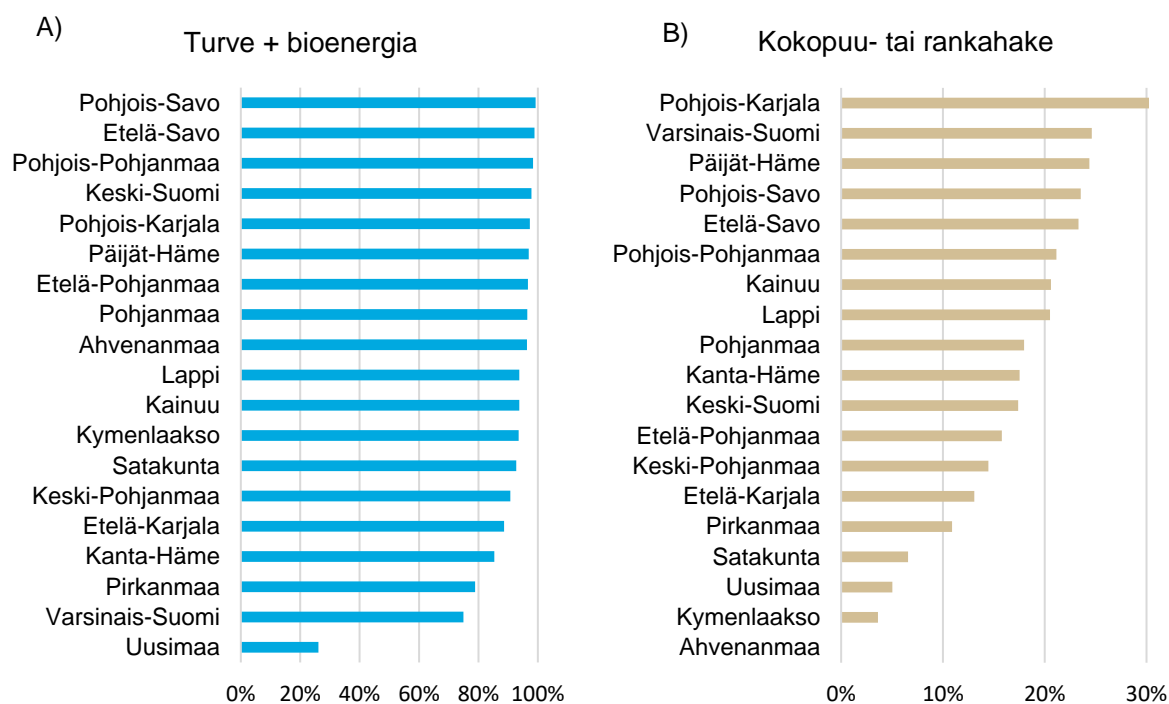
Turpeen korvaamisessa mainittiin aiemmin joukko erilaisia polttoon perustumattomia energiaratkaisuja. Koska lämpö on tärkein loppuenergian muoto Suomessa, lämmöntuotannon merkitys korostuu tässä yhteydessä. Lämpöpumppuratkaisut ja lämpövarastot, kaukolämpöverkkojen parannustoimet, kuten matalalämpöverkot, julkisten rakennusten energiatehokkuusinvestoinnit sekä kiertotalouden hyödyntäminen energiantuotannossa, ovat varteenotettavia ratkaisumalleja, joita voidaan hyödyntää laajasti paikallisesti. Lämmöntuotannon sähköistäminen avaa mahdollisuuksia polttoaineettomuuteen, mutta voi myös edellyttää parannuksia niin paikallisessa sähköverkossa kuin kantaverkossa. Monien uusien tekniikoiden kohdalla pitää myös arvioida skaalautuvuus, esimerkiksi kohteisiin, joissa käytetään paikallisesti paljon turvetta, ja joiden osuus kansallisesta turpeen käytöstä on suuri (kts. kuva 6). Erityisesti suurten lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitosten korvaaminen on haasteellista.

Sähköntuotannon puolella Suomessa on kasvava kiinnostus suuriin aurinkosähkövoimaloihin. Näitä suunnitellaan joutomaille kymmenien ja jopa sadan hehtaarin kokoisille alueille. Aurinkosähkön hinta tässä kokoluokassa on kilpailukykyinen (PPA-hinta noin 45–55 €/MWh). Julkista tukea tullaan kuitenkin tarvitsemaan ensimmäisissä laitoksissa riskipreemioiden kattamiseksi, kunnes käyttökokemuksia on riittävästi. Kantaverkkoyhtiö Fingrid Oy on saanut kyselyjä tällaisten suurien laitosten kytkemiseksi verkkoon noin 12 000 MW:n edestä vuoteen 2030 mennessä, joka vastaisi yli kuusinkertaisesti nykyistä turvesähkön tuotantoa (Tanskanen 2022). Aurinkosähkö on täydentävä sähköntuotantomuoto eikä korvaa täysimääräisesti polttoainepohjaista sähköntuotantoa. Aurinkosähkölaitosten alueellisella sijoittumisella voisi olla myönteisiä taloudellisia vaikutuksia, esimerkiksi alueilla, jonne rakennetaan vähemmän tuulivoimaa, kuten Keski- ja Itä-Suomessa.

6. Bioenergian kestävyys ja sen mahdolliset vaikutukset

Näyttää siltä, että turvetta on korvattu energiantuotannossa ennen kaikkea puupohjaisella bioenergialla (ks. esim. kuva 2). Se lisää bioenergian tarvetta samalla, kun puun tuonti Venäjältä on loppunut ja Suomen metsiin kohdistuva käyttöpaine kasvaa. Puuperäisen biomassan riittävyys ja kestävyys on keskiössä, kun otetaan huomioon hiilinielu, luonnon monimuotoisuus ja metsien tarjoamat ekosysteemipalvelut. Metsät muodostavat merkittävän hiilinielun ja -varaston ja erilaisilla puunkorjuutavoilla ja -määrillä on niihin merkittävä vaikutus (European Academies' Science Advisory Council 2019). Kun Suomen energiahuolto tulee tarvitsemaan jatkossakin jonkin verran polttoaineita sähköistymisestä huolimatta, tarvitaan tarkempaa tietopohjaa kestävästä bioenergian määrästä ja tuotantomahdollisuuksista. Kysymys nopeakiertoisesta bioenergiasta, kuten energiaviljelmät (mm. paju) tai biokaasu, ja näiden tuotannon mahdollinen lisääminen on siten ajankohtainen. Sähköön ja vetyyn pohjautuvat polttoaineet, kuten synteettinen maakaasu tai metanoli, ovat myös varteenotettavia pidemmän aikavälin vaihtoehtoja.

Bioenergian osuus kaukolämmön ja yhteistuotannon polttoaineista oli noin 50 prosenttia (22 181 GWh) vuonna 2020, kun turpeen oli vastaavasti 15 prosenttia. Kokopuu- ja rankahakkeen osuus biomassasta oli neljännes. Energian kokonaiskulutuksesta bioenergian määrä oli yli kymmenkertainen turpeeseen verrattuna. Turvetta ja bioenergiaa käytetään yhtä aikaa alueellisesti merkittävästi kaukolämmössä ja yhteistuotannossa (kuva 10). Uuttamaata lukuun ottamatta turve ja bioenergia yhdessä vastaavat Suomessa yli 75 prosentista kaukolämmön ja yhteistuotannon polttoaineista, mutta pääosassa alueita näiden osuus on yli 90 prosenttia bioenergian ollessa hallitseva tuotantomuoto. Siten turpeen korvaaminen puuperäisellä biomassalla voi edellyttää hankintaa alueen ulkopuolelta, erityisesti suurissa turvemaakunnissa, kuten Etelä-, Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla, Keski-Suomessa ja Lapissa. Lähtökohdat ja vaikutukset ovat hyvin erilaisia riippuen siitä, perustuuko bioenergian käyttö paikallisen metsäteollisuusintegraatin hyödyntämiseen vai bioenergian hankintaan muualta. Siten vaihtoehdot perinteisen puubiomassan käytön lisäämiselle ovat erityisen tärkeitä. Huomattavaa on myös kokopuu- ja rankahakkeen jo varsin suuri osuus bioenergiasta (yli 20 prosenttia) eräissä turvetta hyödyntävissä maakunnissa, kuten Pohjois-Karjalassa, Pohjois- ja Etelä-Savossa, Pohjois-Pohjanmaalla, Kainuussa ja Lapissa.



Kuva 10. Bioenergian ja turpeen osuus kaukolämmön ja yhteistuotannon polttoaineista (A) ja kokopuu- ja rankahakkeen osuus bioenergiasta (B). (Energiateollisuus ry 2021)

7. Oikeudenmukaisen energiasiirtymän politiikkatoimia ja suosituksia

Fossiilisten polttoaineiden käytön lopettaminen tulee aiheuttamaan suuria paikallisia vaikutuksia talouteen ja työllisyyteen. Systemiset vaikutukset voivat olla myös merkittäviä. Siirtymä päästöttömään energiaan tuo mukanaan myös runsaasti myönteisiä vaikutuksia ja uusia mahdollisuuksia. Energiasiirtymän oikeudenmukaisuuskysymysten ratkominen tulee olemaan keskeisessä roolissa siinä, miten siirtymässä loppujen lopuksi onnistutaan. Sosiaalisesti oikeudenmukainen energiasiirtymä on tässä yhteydessä avainasemassa (SAPEA 2021). Ketään ei jätetä -periaate on oikeudenmukaisen siirtymän perustana (ks. esim. Euroopan komissio 2023). Energiasiirtymän oikeudenmukaisuuskysymyksissä kyse on usein jako-oikeudenmukaisuudesta, jossa kiinnitetään huomio politiikkatoimien vaikutusten oikeudenmukaiseen jakautumiseen. Tässä muistiossa on käsitelty vain jako-oikeudenmukaisuutta, mutta oikeudenmukaisuusvaikutuksia voidaan eritellä myös tunnustavaa ja menettelytapojen oikeudenmukaisuuden ulottuvuuksia hyödyntäen. Ilmastopaneeli on esittänyt joukon arviointikysymyksiä ilmastotoimien oikeudenmukaisuuden arvioinnin kehittämiseksi oikeudenmukaisuuden kolmijakoon nojaten (Kivimaa ym. 2023).

Turpeen alasajon yhteydessä on tärkeää huolehtia korvaavista energiantuotantomahdollisuuksista, erityisesti lämmityksessä, joka koskettaa suoraan ihmisten terveyttä ja hyvinvointia. Tarvittavia uusia investointeja tulisi ohjata erityisesti polttoaineettomaan lämmöntuotantoon, kuten lämpöpumppulaitoksiin, mutta samalla tulee huolehtia riittävästä energiaturvallisuudesta huippukulutuksen aikana, esimerkiksi lämmönvarastoinnin tai huippukattilalaitosten kautta. Sähkön kulutushuippuja lämpöpumppulämmityksessä voidaan pienentää syvälämpökaivojen kautta tai suuremman mittakaavan lämmönvarastoinnilla. Näiden käyttöönottoa kannattaisi jouduttaa. Turpeen nopeasta markkinaehtoisesta alasajosta johtuen turvetta korvataan nyt usein puuperäisellä bioenergialla, jonka käytön lisääminen ei ole välttämättä kestävää mahdollisten kielteisten ilmasto- ja luontovaikutusten takia. Biomassan käyttö turvetta korvaavana polttoaineena tulisi nähdä siten vain välivaiheena, josta siirrytään polttoon perustumattomiin uusiin energianlähteisiin ja energiaratkaisuihin. Valtion toimet turpeen korvaamiseksi eivät saisi vaarantaa biomassan käytön kestävyyttä eivätkä pienentää hiilinieluja.

Valtion kannattaisi ohjata enemmän TKI- ja pilotointiresursseja kestävien polttoaineiden kehittämiseen ja käyttöönottoon, koska tulevaisuudessa niitä tullaan tarvitsemaan energijärjestelmissä ja poistuvilla turvealueilla. Sähkölöpolttoaineet, joita tehdään päästöttömästä sähköstä vesielektrolyysin, vedyn ja synteettisten polttoaineprosessien kautta, sekä ilmaston ja luonnon kannalta kestävä bioenergia olisivat myös tärkeitä energiahuoltovarmuuden ja -turvallisuuden kannalta. Ne voisivat palvella laajemmin myös paikallista tarvetta entisillä turvealueilla. Osaamisen ja osaajien kasvattaminen näille uusille tekniikan alueille olisi tässä yhteydessä erittäin tärkeää.

Alueiden välisen oikeudenmukaisuuden kannalta on tärkeää huolehtia, että vihreän energian tulevat investoinnit kohdentuvat myös niille alueille, joilla turvetuotannon ja käytön menetykset ovat suhteellisesti erityisen suuret. Tuulivoimainvestoinnit Suomessa ovat tällä hetkellä miljardiluokkaa vuodessa ja kompensoivat merkittävästi turpeen alasajon menetyksiä kansallisella tasolla, mutta alueellisesti hyvin epätasaisesti. Esimerkiksi Itä- ja Keski-Suomi näyttävät jäävän paitsi näistä investoinneista, etenkin tuulivoimasta, mutta osin myös aurinkosähköstä, muun muassa puuttuvien sähköverkkoliitännämahdollisuuksien, heikkojen verkkoyhteyksien ja puolustushallinnon tarpeiden vuoksi. Valtio voisi omilla toimillaan edesauttaa tarvittavan sähköinfrastruktuurin parantamisessa esimerkiksi Fingrid Oy:n kautta. Sähköverkon liittämismahdollisuuksiin ja kestävyyspitäisiin kiinnittää enemmän huomiota uusien vihreän sähkön investointien mahdollistamiseksi laajemmin maakunnissa, joissa turvetuotanto on ollut tärkeä elinkeino. Tässä yhteydessä on myös syytä painottaa, että vaarana on jo nyt heikommassa asemassa olevien alueiden talouden heikkeneminen edelleen, jos ne eivät pääse kunnolla kiinni vihreän energiasiirtymän positiivisiin vaikutuksiin.

Euroopassa on meneillään energiakriisi, joka lisää epäoikeudenmukaisuutta alueiden, yritysten ja kuluttajien välillä kasvaneiden energianhintojen vuoksi. Energiakriiseissä paikalliset energiantuotantolaitokset sekä polttoaine- ja energiantuotanto lisäävät huoltovarmuutta, joka painottaa kotimaisten energiavarojen hyödyntämistä lyhyellä aikavälillä. Tämä voi hetkellisesti helpottaa turvealueiden taloutta. Kuitenkin päästöjen vähentämisen kannalta on ensisijaisen tärkeää, ettei kriisi johda sellaisiin investointeihin, jotka lukitsevat kehityksen turpeen käyttöön tai jopa sen lisäämiseen.

Oikeudenmukaisessa siirtymässä toimien pääpaino on usein tuotannollisissa investoinneissa, ja energiankulutukseen ja loppukäyttöön liittyvät toimenpiteet jäävät vähemmälle huomiolle. Energiakriisin aikana on energiansäästöillä ja käytön tehostamisella pystytty vähentämään sähkönkulutusta nopealla aikataululla huomattavasti. Vuonna 2022 sähkönkulutus putosi kuusi prosenttia edellisvuoteen verrattuna, mutta joulukuussa peräti 16 prosenttia viime vuoden joulukuuhun verrattuna (Energiateollisuus ry 2023). Erilaiset energian loppukäytön tehostamistoimet olisivatkin tässä yhteydessä kannatettavia JTF-aluesuunnitelmissa osana alueiden energiasiirtymää ja turpeesta luopumista. Tehostamistoimien kautta voitaisiin vähentää tuotannollisten investointien ja lisäinfrastruktuurien tarvetta. Tehostamismahdollisuuksia on runsaasti erityisesti rakennetussa ympäristössä ja lämmityksessä.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tuulivoimatuotannon ja lämpöpumppujen nykyiset markkinanäkymät ylittävät kansallisella tasolla turpeen energiavaikutukset. Kuitenkaan alue- ja paikallisella tasolla niiden tarjonta ja kysyntä eivät välttämättä kohtaa, mistä johtuen seuraavat lyhyen (vuoteen 2030 mennessä) ja pitkän aikavälin (vuoden 2030 jälkeen) täydentävät ratkaisut ovat alueille tarpeen osana oikeudenmukaista energiasiirtymää;

Lyhyt aikaväli

- Energiankäytön tehostaminen ja energiansäästötoimenpiteet erityisesti rakennetussa ympäristössä;
- Polttoaineettomien uusiutuvien energianlähteiden, kuten tuulivoiman ja aurinkoenergian, sekä lämpöpumppujen ja lämpövarastojen hyödyntäminen;
- Kestävien bioenergiamuotojen kuten biokaasun paikallinen käyttö;
- Puupohjaisen bioenergian tilapäinen ja tarkoin harkittu käyttö turpeen korvaamisessa ottaen huomioon sen saatavuus ja rajoitukset.

Pitkä aikaväli

- Yllä mainitut ratkaisut tulevat kyseeseen myös pitkän aikavälin energiaratkaisuina, mutta puupohjaisen bioenergian rajallisuus erityisesti luonnon monimuotoisuuden ja hiilinielun vuoksi tulee ottaa tarkasti huomioon;
- Osana energijärjestelmien sähköistymistä arvioidaan, että sähkön pohjautuvat synteettiset polttoaineet, kuten vety (IRENA, 2022) saavuttaisivat kannattavuusrajan 2030-luvun alussa. Suomessa on jo käynnissä toistakymmentä suurempaa pilottihanketta, joilla todennetaan teknologian käytettävyyttä ja etsitään optimaalisia käyttökohteita. Sähköpolttoaineilla on potentiaalia korvata energijärjestelmien tarvitsemia fossiilisia tai biopohjaisia polttoaineita. Itse tuotantoprosessi tuottaa myös paljon käyttökelpoista jätelämpöä, jota voidaan hyödyntää paikallisessa yhdyskunnassa. Hiiltä sisältävien sähköpolttoaineiden (synteettinen maakaasu, metanoli) valmistuksessa tarvitaan lisäksi hiilidioksidilähde, esimerkiksi biotuotetehdas, johon liitetään hiilidioksidin talteenotto (CCU), mikä voi asettaa rajoituksia tällaisten laitosten sijoittumiselle;
- Pienydinvoimaloiden (SMR) käyttökelpoisuus voidaan tarkemmin arvioida, kun ensimmäiset amerikkalaiset prototyyppilaitokset valmistunevat 2030-luvun alkupuolella. Haasteena ovat tällä hetkellä muun muassa SMR-reaktorien taloudellisuus ja erilaiset turvallisuuskysymykset.

Ilmastopaneelin Ilmastopoliitiikan oikeudenmukaisuus -hanke

Ilmastopoliitiikan oikeudenmukaisuus –hankkeessa (2021–2023) pyritään lisäämään ymmärrystä siitä, mitä oikeudenmukaisuudella tarkoitetaan ilmastopoliitiikan yhteydessä. Oikeudenmukaisuutta jäsennetään perus- ja ihmisoikeuksien sekä tutkimuskirjallisuudesta johdettujen eri oikeudenmukaisuuden ulottuvuuksien eli jako-oikeudenmukaisuuden, tunnustavan ja menettelytapojen oikeudenmukaisuuden kautta. Jako-oikeudenmukaisuus tarkastelee ilmastotoimista aiheutuvien hyötyjen ja haittojen jakautumista. Osana jako-oikeudenmukaisuutta tarkastellaan myös hyvittävän oikeudenmukaisuuden kysymyksiä eli toteutuneiden haittojen kompensointia tai haittavaikutusten lievittämistä. Tunnustava oikeudenmukaisuus kohdistaa huomionsa siihen, miten ihmisten erilaiset asemat ja esimerkiksi sosiokulttuuriset tekijät vaikuttavat ilmastopoliitiikan seurausten kohdentumiseen. Menettelytapojen oikeudenmukaisuuden avulla tarkastellaan sitä, miten reiluja erilaiset poliittisen päätöksenteon vaiheet ovat.

- Ilmastopoliitiikan oikeudenmukaisuuden arviointi –raportissa (Kivimaa ym. 2023) esitellään arviointikysymyksiä, joita voidaan hyödyntää ilmastopoliitiikan oikeudenmukaisuuden arvioinnin kehittämisessä. Raportin tueksi toteutettiin sidosryhmätyöpajojen sarja, joista löytyy lisätietoa raportin liitteestä.
- Oikeudenmukainen energiasiirtymä aluetasolla –muistiossa (Lund 2023) tarkastellaan energiasiirtymän vaikutuksia aluetasolla Suomessa. Näkökulmana ovat energia- ja taloudelliset vaikutukset, sekä miten muutoksessa mahdollisesti syntyvää alueellista taloudellista epäoikeudenmukaisuutta voitaisiin korjata.
- Sopeutumiseen keskittyneessä työpaketissa muodostettiin yhteensä 16 oikeudenmukaisen sopeutumisen indikaattoria, joiden avulla analysoitiin eri maiden ja kaupunkien sopeutumissuunnitelmia. Analyysin tulokset löytyvät Juhola ym. (2022) artikkelista. Suomeksi lisätietoa myös Ilmastopaneelin blogissa.
- Kansalaisten näkemyksiä Suomen ilmastopoliitiikan oikeudenmukaisuudesta selvitettiin kansalaiskyselyn avulla. Aineisto kerättiin sähköisenä kyselynä kesäkuussa 2022 kolmelta valitulta tutkimusalueelta: Helsingistä, Pohjois-Pohjanmaalta ja Varsinais-Suomesta. Kyselyn vastaukset analysoitiin käyttäen määrällisiä, laadullisia ja paikkatietomenetelmiä. Kyselyn tuloksia esitellään Kansalaisten kokemukset Suomen ilmastopoliitiikan oikeudenmukaisuudesta -raportissa (Vainio ym. 2023).
- Saamelaisten erityiskysymyksiä ilmastonmuutoksen sopeutumis- ja hillintäpolitiikassa tarkastellaan työpaketissa Oulun yliopiston ympäristöterveyden ja keuhkosairauksien tutkimuskeskuksessa CERH:ssä. Työpaketista tullaan julkaisemaan muistio vielä myöhemmin keväällä 2023.

Hankkeen raportit ja muut julkaisut löytyvät [Ilmastopaneelin verkkosivuilta](#).

Lähteet

AFRY. 2020. *Selvitys turpeen energiankäytön kehityksestä Suomessa*.

Alkula V-P.; Hokkanen J.; Rautiainen M.; Savikko H. 2019. *Tuulivoiman aluetalousvaikutukset*.

Energiateollisuus ry. 2021. *Kaukolämpötilastot 2020*.

Energiateollisuus ry. 2023. *Energiavuosi 2022 – sähkö*. Saatavilla: <https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/energiavuosi_2022-sahko.html#material-view> Haettu 23.2.2023

Euroopan komissio. 2019. Komission tiedonanto. *Euroopan vihreän kehityksen ohjelma*. COM (2019) 640 final. Saatavilla: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=EN>>

Euroopan komissio. 2023. *Oikeudenmukaisen siirtymän mekanismi – ”ketään ei jätetä”*. Saatavilla: <https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/finance-and-green-deal/just-transition-mechanism_fi> Haettu 3.2.2023.

European Academies' Science Advisory Council. 2019. *Forest bioenergy update: BECCS and its role in integrated assessment models*.

Grobert, N. ym. 2021. *A Systemic Approach to the Energy Transition in Europe*. doi:10.2777/70358.

Ilmastolaki 423/2022. Annettu Naantalissa ja Helsingissä 10.6.2022.

Kivimaa, P., Huttunen, S., Lähteenmäki-Uutela, A., Heikkinen, M., Juhola, S., Kaljonen, M., Käyhkö, J., Lund, P., Näkkäläjärvi, K. ja Vainio, A., 2021. Kuinka oikeudenmukaisuus voidaan huomioida ilmastopoliitikassa? Suomen ilmastopaneelin julkaisuja 2/2021.

Kivimaa, P., Heikkinen, M., Huttunen, S., Jaakkola, J. J. K., Juhola, S., Juntunen, S., Kaljonen, M., Käyhkö, J., Leino, M., Loivaranta T., Lundberg, P., Lähteenmäki-Uutela, A., Näkkäläjärvi, K., Sivonen, M. H., Vainio, A. 2023. Ilmastopoliitikan oikeudenmukaisuuden arviointi. Suomen ilmastopaneelin raportti 1/2023.

Lund, P. 2010a. Exploring past energy changes and their implications for the pace of penetration of new energy technologies. *Energy* **35**, 647–656.

Lund, P. 2010b. Fast market penetration of energy technologies in retrospect with application to clean energy futures. *Appl Energy* **87**, 3575–3583.

Lund, P. 2022. *Sähköistämisen vaikutuksia ja mahdollisuuksia Suomen energijärjestelmässä – skenaariotarkasteluja*.

Science Advice for Policy by European Academies (SAPEA). 2021. *A systemic approach to the energy transition in Europe*. doi:10.26356/energytransition.

Suomen ilmastopaneeli. 2021. Ilmastolakiin kirjattavat pitkän aikavälin päästö- ja nielutavoitteet – Ilmastopaneelin analyysi ja suositukset. *Suomen ilmastopaneelin raportti 1/2021*.

Suomen Lämpöpumppuyhdistys ry. 2023. *Lämpöpumppuja myytiin viime vuonna lähes 200 000 kappaletta. Kasvu 50 %*. Saatavilla: <<https://www.sulpu.fi/lampopumppuja-myytiin-viime-vuonna-lahes-200-000-kappaletta-kasvu-50/>> Haettu 23.2.2023.

Suomen Tuulivoimayhdistys ry. 2022. *Tuulivoimatilastot*. Saatavilla: <https://tuulivoimayhdistys.fi/kategoria/tilastot-2>

Suomen Tuulivoimayhdistys ry. 2023. *Tuulivoima Suomessa 2022*. Saatavilla: https://tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoima_vuositilastot_2022-1.pdf Haettu: 28.2.2023

Tanskanen, J. 2022. Kallis sähkö sai sijoittajat liikkeelle – Suomeen nousee suuria aurinkosähköpuistoja. *Helsingin Sanomat*.

Tilastokeskus. 2022a. *Polttoaineluokitus*.

Tilastokeskus. 2022b. *Energiatilastot*. Saatavilla:

<https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ehk/statfin_ehk_pxt_12vq.px/>

Trading Economics. 2022. *EU Carbon Permits*. Saatavilla:

<<https://tradingeconomics.com/commodity/carbon>>

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM). 2021. *Turvetyöryhmä, työpaperi 30.3.2021*.

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM). 2022a. *Kansallinen ilmasto- ja energiastrategia*.

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM). 2022b. Oikeudenmukaisen siirtymän rahasto tukee alueita uudistamaan elinkeinorakennetta ja vahvistamaan työllisyyttä. *Tiedote 20.10.2022*.

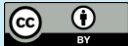
U.S. Geological Survey. 2022. *Mineral Commodity Summaries*.

Valtioneuvosto. 2019. Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Pääministeri Marinin hallitusohjelma 2019. Saatavilla:

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-808-3>.

Vesa, A. 2022. Teknicaloudellinen kartoitus bio- ja turve-energiälaitoksista Suomessa. (Aalto-yliopisto, 2022).

© Suomen ilmastopaneeli



Suomen ilmastopaneelin julkaisuja 2/2023
Muistio

Oikeudenmukainen energiasiirtymä aluetasolla

Tekijät:
Peter Lund

ISSN: 2737-0984
ISBN: 978-952-7457-20-7
DOI: [lisätään myöhemmin]

Viittausohje:
Lund P. 2023. Oikeudenmukainen energiasiirtymä aluetasolla. Suomen ilmastopaneelin julkaisuja 2/2023.

Suomen ilmastopaneeli edistää tieteen ja politiikan välistä vuoropuhelua ilmastokysymyksissä. Se antaa suosituksia hallituksen ilmastopoliittiseen päätöksentekoon ja vahvistaa monitieteellistä otetta ilmastotieteissä. Ilmastopaneelin selvitykset ja kannanotot tehdään tieteellisin perustein.

info@ilmastopaneeli.fi

www.ilmastopaneeli.fi

[@Ilmastopaneeli1](https://twitter.com/Ilmastopaneeli1)