

# Suomen maakuntien uusiutuvan energian potentiaalien laskentaperiaatteet

Tässä dokumentissa kuvataan uusiutuvan energian alueellisen potentiaalien, kustannusten, työllisyysvaikutusten ja päästövaikutusten laskentamenetelmät. Laskennassa tarkastellaan tilannetta vuonna 2030.

Lisätiedot: Santtu Karhinen, Suomen ympäristökeskus, [santtu.karhinen@ymparisto.fi](mailto:santtu.karhinen@ymparisto.fi)

## 1 Aluetason valinta

Uusiutuvan energian potentiaalit sekä niiden käyttöönottoon liittyvät työllisyysvaikutukset ja päästövaikutukset laskettiin erikseen kaikissa Manner-Suomen 18 maakunnassa. Potentiaalit voidaan arvioida myös kuntatasolla, mutta työllisyysvaikutusten arvioinnissa maakuntataso on pienin mahdollinen tarkastelutaso mallinnuksessa käytettävän panos-tuotosaineiston saatavuuden ja luotettavuuden kannalta.

Maakunnat eroavat väestöltään, taloudeltaan ja maantieteellisiltä ominaisuuksiltaan, mikä vaikuttaa merkittävästi tässä selvityksessä laskettuihin uusiutuvan energian määriin. Esimerkiksi, koko Suomen rakennuskannasta 27 % sijaitsee Uudellamaalla, kun taas Keski-Pohjanmaan osuus rakennuskannasta on vain 1,3 % (Suomen virallinen tilasto, 2020a). Pinta-alaltaan suurimpia maakuntia ovat Lappi (27,4 %), Pohjois-Pohjanmaa (10,9 %) ja Kainuu (6 %) (Suomen virallinen tilasto, 2020b). Väestötiheys on suurin Uudellamaalla (186,5 henkilöä/km<sup>2</sup>) ja pienin Lapissa (1,9 henkilöä/km<sup>2</sup>) (Suomen virallinen tilasto, 2020b).

## 2 Uusiutuvan energian määrien laskennan oletukset

### 2.1 Tuulivoima

Tuulivoimapotentiaalia rajoittavat maankäyttö sekä muut ympäristökijät. Tässä selvityksessä maakunnittaisten tuulivoimapotentiaalien arvioinnin lähtökohtana käytetään Suomen tuulivoimayhdistyksen suunnittelussa olevien hankkeiden hankelistausta (STY, 2020), jossa jokaisen hankkeen osalta on ilmoitettu sijaintikunta, turbiinien lukumäärä ja suunniteltu kokonaisteho. Lisäksi listauksessa on raportoitu kunkin hankkeen vaihe kuusiportaisella luokitteluasteikolla: 0 = identifioitu hanke / esiselvitys, 1 = maankäyttösuunnittelu aloitettu, 2 = ympäristövaikutusten arviointi käynnissä, 3 = ympäristövaikutusten arviointi tehty, 4 = maankäyttösuunnitelma tehty, 5 = täysin luvitettu, 6 = rakenteilla. Hankelistauksessa on yhteensä 209 hanketta, joista 158 hankkeessa on jo tehty ympäristövaikutusten arviointi. Kaikkien hankkeiden yhteenlaskettu teho on noin 18 400 MW.

Vuonna 2030 tuotetun tuulivoiman määrästä on esitetty useita arvioita, jotka ennustavat tuotannon kattavan 30-50 % sähkön kulutuksesta (ks. esim Fingrid, 2020). Määrään vaikuttavat useat markkinatekijät, joiden kehityksen ennustaminen on erittäin haastavaa. Tässä selvityksessä valinta on tehty siten, että kaikesta sähkönkulutuksesta tuulivoimalla tuotetaan noin 45 %. Tarkasteltu tuulivoimapotentiaali sisältää hankkeet, jotka ovat tällä hetkellä vähintään vaiheessa 3. Vähintään vaiheessa 3 olevien suunniteltujen voimaloiden yhteenlaskettu teho on noin 12 400 MW.

Tuulivoimaenergian laskennassa oletamme, että toteutunut tuulivoimatuotanto on 35 % maksimaalisesta tuotannosta (kapasiteettikerroin). Hankekohtaisista odotetuista tuotantomääristä ei ole koottua tietoa, minkä vuoksi kaikkiin hankkeisiin käytetään samaa kapasiteettikerrointa. Todellisuudessa kapasiteettikerroin vaihtelee alueittain, mutta osa vaihtelusta tasoittuu



yhdistettäessä yksittäiset hankealueet maakuntatasolle. Laskennassa oletetaan, että tuulivoimakapasiteetti on täysimääräisesti käytössä vuoteen 2030 mennessä.

## 2.2 Aurinkosähkö

Aurinkosähkön tuotannon potentiaalille hyödynnetään koko maalle arvioitua tuotanto-odotusta 2 724 GWh vuonna 2030. Tämä perustuu Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategiassa esitettyyn arvioon (Kangas ym., 2020). Strategiassa on arvioitu erikseen tuotantomäärät asuinrakennuksissa (40 %), ei-asuinrakennuksissa (30 %) ja energiateollisessa tuotannossa (30 %). Asuinrakennuksien aurinkosähköstä pientaloissa tuotetaan 72,5 %, rivitaloissa 22,5 % ja asuin kerrostaloissa 5 %. Tässä selvityksessä huomioidaan asuinrakennusten ja ei-asuinrakennusten energiantuotanto (70 %).

Maakunnittaisten aurinkosähköenergiamäärien laskennassa oletamme, että tuotanto jakautuu tasaisesti maakuntiin perustuen rakennuskannan kerrosaloihin (Suomen virallinen tilasto, 2020a). Tuotettujen energiamäärien perusteella arvioidaan asennettujen aurinkosähköjärjestelmien lukumäärät ja tehot. Laskennassa käytetään keskimääräisiä auringon säteilymääriä kussakin maakuntakeskuksessa (PVGIS, 2020). Pientaloihin asennettavien järjestelmien keskimääräisen kokoluokan oletetaan olevan 4 kW, rivi- ja kerrostaloihin 15 kW ja ei-asuinrakennuksiin 50 kW. Aurinkosähköjärjestelmien yhteenlaskettu teho on 2 053 MW.

## 2.3 Lämpöpumput

Laskennassa keskitytään öljylämmitteisiin kiinteistöihin, joihin asennetaan porakaivoista ilmaisenergiaa kerääviä maalämpöjärjestelmiä. Laskennassa oletetaan, että 50 % öljylämmitteisistä kiinteistöistä siirtyy maalämpöön vuoteen 2030 mennessä.

Kunkin maakunnan rakennuskannan lämmitystarve lasketaan käyttäen rakennustyyppikohtaisia energiankulutuskertoimia (kWh / k-m<sup>2</sup>). Lämmitysjärjestelmän mitoitustehon laskennassa huomioidaan rakennuskannan keski-ikä (Suomen virallinen tilasto, 2020a) sekä maakuntien säävyöhykkeet (Suomen rakentamismääräyskokoelma, 2011). Porakaivojen syvyydet lasketaan erikseen kullekin rakennustyyppille lämmitystarpeiden ja säävyöhykekohtaisten maaperästä saatavien lämpöarvojen perusteella (NIBE, 2018).

Ilmalämpöpumppuja asennetaan sekä sähkö- että öljylämmitteisiin pien- ja rivitaloihin tukilämmitysmuodoksi. Sähkölämmitteisten kohteiden osalta oletetaan, että ilmalämpöpumppu on asennettu jokaiseen kohteeseen vuoteen 2030 mennessä. Lähtötilanteessa arvioidaan, että vuonna 2020 ilmalämpöpumppu on jo asennettu 53 % kohteista. Lisäksi oletetaan, että öljylämmitteisistä kohteista 25 % asennetaan ilmalämpöpumppu vuoteen 2030 mennessä. Laskennassa ilmalämpöpumppu vähentää muun lämmitysenergian käyttöä 25 % (Laitinen, 2016).

## 3 Investointikustannukset

### 3.1 Tuulivoima

Tuulivoiman investointikustannustiedot perustuvat Suomessa toimivalta hankekehittäjältä saatuihin tietoihin. Investointikustannus 1,304 miljoonaa euroa / MW koostuu useista tekijöistä, joista suurin osa (70 %) liittyy turbiinin hankintaan. Suomessa ei valmisteta tuulivoimaloita, joten kyseinen hankinta kohdistuu

Suomen ulkopuolelle eikä siten aikaansaa taloudellista aktiviteettia Suomessa. Loppuosa kustannuksista muodostuu muun muassa maansiirtotöistä, perustuksista sekä sähkötöistä. Työllisyysvaikutusten laskennassa oletetaan, että kyseiset materiaalit ja palvelut voidaan hankkia maakunnan alueelta, joten niiden hankintaan liittyvät työllisyysvaikutukset syntyvät maakunnassa.



## 3.2 Aurinkosähkö

Aurinkosähköinvestointi jaetaan laitteisiin (sis. paneelit, kattotelineet ja invertteri) ja asennukseen. Suurien järjestelmien tehoyksikkökohtainen hankintakustannus on alhaisempi kuin pienempien järjestelmien: 785 €/kW pientaloissa, 626 €/kW rivi- ja kerrostaloissa sekä 578 €/kW ei-asuinrakennuksissa (perustuu eri toimittajien hintatietoihin).

Laskennassa oletetaan, että laitteistot hankitaan Suomen ulkopuolelta, jolloin maakuntaan laitteiston hankintakustannuksesta kohdistuu vain jälleenmyyntikate (20 %). Asennus sen sijaan hankitaan täysimääräisesti maakunnasta: 226 €/kW pientaloissa, 182 €/kW rivi- ja kerrostaloissa sekä 133 €/kW ei-asuinrakennuksissa (perustuu eri toimittajien hintatietoihin).

## 3.3 Lämpöpumput

Maalämpöpumppujen hankintakustannukset jaetaan kolmeen osaan: laitteistoon, pumpun asennustyöhön ja porakaivon poraukseen. Laitteiston tehoyksikkökohtaisen hankintakustannuksen oletetaan laskevan laitteiston kokonaistehon suhteessa: laitteistokustannus on 676 €/kW, kun laitteiston teho on 7 kW, ja laskee lineaarisesti 355 €/kW, kun laitteiston teho on vähintään 30 kW, minkä jälkeen lisätehoyksiköiden hinta on vakio 355 €/kW (perustuu eri toimittajien hintatietoihin). Laitteistot tuodaan Suomen ulkopuolelta, mutta maakuntaan kohdistuu 20 % jälleenmyyntikate. Porauksen kustannukset laskettiin olettaen kiinteä metrikohtainen kustannus 30 euroa/metri. Poraus hankitaan täysimääräisesti maakunnasta. Lopuksi, täysimääräisesti maakunnasta hankittavan asennustyön kustannukseksi oletettiin kiinteä 571 €/kW.

Ilmalämpöpumpun hankintakustannukset eroteltiin kahteen osaan: laitteistoon ja asennukseen. Laitteistokustannus on 1140 €/pumppu, josta 20 % jää alueelle jälleenmyyntikatteenä. Asennuskustannus 456 €/pumppu sen sijaan kohdistuu täysimääräisesti maakuntaan (perustuu eri toimittajien hintatietoihin).

## 4 Työllisyys- ja päästövaikutusten laskenta

### 4.1 Työllisyysvaikutukset

Työllisyysvaikutusten laskennassa käytetään maakunnittaisia panos-tuotosaineistoja, jotka kuvaavat aluetalouksien rakenteita vuonna 2014 (ALTA, 2019). Maakuntien panos-tuotosaineistot sisältävät 30 toimialaa. Panos-tuotoslaskennassa tarkastellaan tuotteiden ja palveluiden tuotantotoiminnassa käytettyjen tuotantopanosten käytöstä seuraavia välittömiä ja välillisiä talousvaikutuksia sekä maksettujen palkkojen kulutuksesta seuraavia tulovaikutuksia. Panos-tuotusmallit kuvaavat aluetalouden kytkentöjä euromääräisesti, mutta ne voidaan muokata työllisyysvaikutuksiksi toimialoittaisilla työllisyyskertoimilla. Työllisyyskertoimet ilmaisevat, kuinka monta henkilötyövuotta tarvitaan, jotta tietyllä toimialalla saadaan tuotettua tietyn arvoinen tuotos.

**Välittömät vaikutukset** syntyvät suoraan siinä yrityksessä, josta toinen yritys hankkii omassa tuotantotoiminnassaan tarpeellisia tuotantopanoksia. Välittömät vaikutukset eivät kohdistu tarkasteltavalle alueelle, mikäli tuotantopanoksia ei voida hankkia kyseiseltä alueelta, vaan ne joudutaan tuomaan tarkastelualueen ulkopuolelta. Uusiutuvan energian käyttöönotossa käytettyjä välittömiä hankintoja ovat esimerkiksi tuulivoimainvestointeihin käytetyt perustuksien betonituotteet.

**Välilliset vaikutukset** kuvaavat alkuperäisestä välittömästä kysyntäisyksestä liikkeelle lähteneitä taloudellisia vaikutusketjuja. Toisin sanoen, jotta tietylle toimialalle kohdistuva välitön kysyntäisyys voidaan tyydyttää, muiden toimialojen tuotoksia tarvitaan tuotantotoiminnassa välituotteina. Siten syntyy pitkä tavarointa ja palveluita koskeva vaimeneva hankintaketju, joka suuntautuu tuotantoyrityksessä ns. taaksepäin. Tarkasteltavan alueen koko ja tuotantotoimintojen kytkeytyneisyys vaikuttavat välillisten vaikutusten suuruuteen. Tyypillisesti, tuotantotoiminnan kerrannaisvaikutukset ovat sitä suurempia mitä suurempi tarkasteltava alue on, ja mitä tiheämpi toimialojen välinen riippuvuusverkosto on. Välillisiä vaikutuksia syntyy esimerkiksi betonituotteiden valmistuksessa tarvittujen laitteistojen hankinnasta.



LIFE17 IPC/FI/000002 LIFE-IP CANEMURE-FINLAND Projekti on saanut rahoitusta Euroopan unionin LIFE-ohjelmasta. Sisältö edustaa ainoastaan CANEMURE-projektin näkemyksiä ja EASME / Komissio ei ole vastuussa projektin sisältämän informaation mahdollisesta käytöstä.

hiilineutraalisuomi.fi

CANEMURE

*Tulovaikutukset* kuvaavat niitä välittömiä ja välillisiä kulutuskysynnän vaikutuksia, joita muodostuu, kun työntekijät käyttävät yrityksen maksamia palkkatuloja alueella tuotettujen hyödykkeiden kulutukseen. Palkkojen maksun seurauksena tarkasteltavan alueen toimialojen tuotoksen kysyntä kasvaa, minkä tyydyttämiseksi tarvitaan lisää tuotantopanoksia. Tulovaikutusten laskennassa maksetuista palkoista ja palkkioista poistetaan verot ja muut veronluonteiset maksut sekä tuloista säästetty osuus. Palkkasummasta osa kohdistuu tarkastelualueella tuotettujen hyödykkeiden kulutukseen, osa muualla Suomessa tuotettujen hyödykkeiden kulutukseen ja loppuosa ulkomailla tuotettujen hyödykkeiden kulutukseen. Aluetaloudellisia vaikutuksia syntyy tarkastelualueella tuotettujen hyödykkeiden kulutuksesta, minkä vuoksi verojen jälkeisestä palkkasummasta lasketaan alueella tuotettujen hyödykkeiden kulutukseen kohdistuva osuus. Tämän palkkasumman käytön oletetaan noudattavan tarkasteltavan vaikutusalueen keskimääräistä kotitalouksien kulutuksen jakaumaa.

Panos-tuotosmalli kuvaa talouden tilannetta tietyssä ajanhetkenä, eli mallin rakenne ei muutu ajassa. Mallin toinen puute liittyy tarjontapuolen rajoitteiden puutteeseen – malli ratkeaa myös niissä tilanteissa, joissa esimerkiksi alueellinen tuotantopanosten tai työn tarjonta eivät todellisuudessa riittäisi kattamaan kasvanutta kysyntää. Tämän vuoksi panos-tuotosmallit eivät sovellu suurten rakenteellisten muutosten tarkasteluun. Sen sijaan tässä selvityksessä kuvattujen investointien työllisyysvaikutusten laskentaan malli soveltuu, koska olemassa oleva työvoima kykenee suorittamaan vaaditut, pääasiassa asennustyöhön liittyvät, työtehtävät.

## 4.2 Hiilidioksidipäästöt

Maalämpöpumppujen ja ilmalämpöpumppujen korvatesa öljyn käyttöä, päästövähennyksien laskennassa käytetään polttoöljyn päästökerrointa 0,267 tCO<sub>2</sub>/MWh ja öljypolttimen hyötysuhteena 80 %. Sähkön käyttöön liittyvät päästövaikutukset lasketaan tuntitasolla, jotta tunneittain vaihteleva sähköntuotannon päästökerroin tulee huomioiduksi. Uusiutuvan energian tuotantoprofiilit vaihtelevat vuodenajoinnain sekä vuorokaudenajoinnain, minkä vuoksi riittävä aikatarckuus on tärkeää tulosten tarkkuuden kannalta.

Sähköntuotannon päästöt ennustettiin vuodelle 2030 olettaen, että sähkön kulutus on 100 TWh (Koljonen ym., 2019). Vuonna 2019 sähkön kulutus oli 86,1 TWh, eli kulutuksen oletetaan kasvavan 16,1 %. Sähköntuotannon päästöjen ennustemalli kalibroitiin käyttäen vuosien 2015-2017 aineistoja (Energiateollisuus, 2020a; Energiateollisuus, 2020b). Ekonometrisessa mallissa tuntikohtaisia päästöjä ( $E_t$ ) selitetään tuntikohtaisella sähkönkulutuksella ( $Kulutust_t$ ) ja tuulivoimatuotannolla ( $Tuulivoimatt_t$ ), samalla kontrolloiden vuodenaikojen kausivaihtelut viikkoindikaattoreilla:

$$E_t = \beta_0 + \beta_1 Kulutust_t + \beta_2 Kulutust_t^2 + \beta_3 Tuulivoimatt_t + \beta_4 Tuulivoimatt_t^2 + \sum_{w=1}^{51} \theta_w Viikko_{wt} + \varepsilon_t,$$

missä  $t$  on tuntien lukumäärä vuodessa (8760),  $Viikko_{wt} = 1$  viikoille  $w = 1, \dots, 51$  ja muuten 0,  $\beta_0$  on vakiotermi ja  $\varepsilon_t$  on virhetermi. Estimointitulokset on esitetty Taulukossa 1. Esimerkiksi, Vuoden 2030 lähtötilanteessa vuoden 2017 kulutusprofiilia skaalataan ylöspäin siten, että vuoden kokonaiskulutus on 100 TWh. Sähköverkosta siirretyn sähkön kulutusmuutoksien (aurinkosähkö, lämpöpumput) päästövaikutukset lasketaan estimoituihin kertoimiin  $\beta_1$  ja  $\beta_2$  perustuen. Tuulivoimatuotannon kasvun vaikutus päästöihin lasketaan puolestaan kertoimilla  $\beta_3$  ja  $\beta_4$ .



Taulukko 1. Päästöjen regressiomallinnustulokset.

	Selitettävä muuttuja: CO <sub>2</sub> päästöt (tonnia)	
	Malli 1	Malli 2
Vakiotermi	0,390*** (0,068)	0,436*** (0,064)
Kulutus	-0,143*** (0,013)	-0,123*** (0,012)
Kulutus <sup>2</sup>	0,020*** (0,001)	0,019*** (0,001)
Tuulivoima		-0,164*** (0,014)
Tuulivoima <sup>2</sup>		-0,100*** (0,011)
Viikkoindikaattorit	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	26 304	26 304
Korjattu R <sup>2</sup>	0,746	0,775

Tuntikohtaisten tuulivoimatuotantojen laskennassa käytettiin seuraavia tietolähteitä ja menetelmiä:

- ▼ Maakunnittaisten tuulivoiman tehojen sekä odotettujen tuotantomäärien määrittelyt ja laskentatavat esitettiin luvussa 2.1.
- ▼ Tuntikohtaiset tuulen nopeustiedot haettiin Ilmatieteen laitoksen avoimesta tietokannasta (Ilmatieteen laitos, 2020) jokaiselle maakunnalle.
- ▼ Tuulen nopeustiedot syötettiin edustavan tuulivoimalan (Vestas 136-3.45) tehokäyrään, jonka avulla nopeus muunnetaan energiaksi. Nimellistehon sijaan tehokäyrän muoto on laskennan kannalta keskeisin tekijä. Useimpien tuulivoimaloiden tehokäyrien muodot ovat suhteellisen samankaltaisia.
- ▼ Tehokäyrän avulla saadaan ensimmäinen arvio maakunnan tuntikohtaisista tuulivoimatuotannoista. Tämän jälkeen tuotannot summataan yli tuntien ja summaa verrataan luvussa 2.1 arvioituun vuosituotantoon. Tuntikohtaisia tuotantoja skaalataan vakiokertoimella siten, että tuntituotantojen summa on yhtä kuin luvussa 2.1 arvioitu vuosituotanto.

Tuntikohtaisten aurinkosähkötuotantojen laskennassa käytettiin seuraavia tietolähteitä ja menetelmiä:

- ▼ Maakunnittaisten aurinkopaneelitehujen ja aurinkosähkötuotannon määrien laskentatavat esitettiin luvussa 2.2.
- ▼ Tuntikohtaiset aurinkosähkötuotannot haettiin kunkin maakuntakeskuksen osalta PVGIS-tietokannasta (PVGIS, 2020).
- ▼ Tuntikohtaiset tuotannot summataan yli tuntien ja summaa verrataan luvussa 2.2 arvioituun vuosituotantoon. Tämän jälkeen tuntikohtaisia tuotantoja skaalataan siten, että tuntituotantojen summa on yhtä kuin luvussa 2.2 arvioitu vuosituotanto.



Tuntikohtaisten lämpöpumppujen sähkönkulutuksen laskennassa käytettiin seuraavia tietolähteitä ja menetelmiä:

- ▼ Ensin laskettiin rakennusten vuotuinen lämmitystarve, joka hajautettiin tuntikohtaiseksi lämmitystarpeeksi kääntäen verrannollisesti maakuntakeskuksen ulkolämpötilan (FMI, 2020) suhteen. Toisin sanoen, tuntikohtainen lämmitystarve on suurin talvella ja pienin kesällä.
- ▼ Maalämpöpumppujen lämpökertoimeksi (coefficient of performance, COP) oletettiin kiinteä 4. Tuntikohtainen maalämpöpumpun sähkönkulutus on siten 25 % tunnin lämmitystarpeesta.
- ▼ Ilmalämpöpumppujen tapauksessa lämpökertoimen oletettiin vaihtelevan ulkolämpötilan funktiona (Laitinen, 2016) seuraavasti:

$$COP_t^k = 2,7535e^{0,0209 \times \text{lämpötila}_t^k},$$

missä  $t$  on vuoden tunti ja  $k$  on maakunta. Tuloksena lämpökertoimien arvot vaihtelevat alueittain. Esimerkiksi, Uudellamaalla tuntikohtaisten lämpökertoimien minimi oli 1,79, maksimi 4,5 ja keskiarvo 3,2. Toisaalta Lapissa minimi oli 1,56, maksimi 4,37 ja keskiarvo 2,96. Tuntikohtainen sähkönkulutus saadaan siten jakamalla lämmitystarve lämpökertoimella.

## 5 Menetelmällisten valintojen tarkastelu

Lasketut maakunnittaiset uusiutuvan energian potentiaalit perustuvat kansallisiin arvioihin teknologioiden yleistymisestä vuoteen 2030 mennessä. Potentiaalit eivät ole maksimaalisia potentiaaleja, vaan niissä huomioidaan teknistaloudellisia reunaehtoja. Esimerkiksi, on todennäköistä, että kaikki tällä hetkellä kehityksessä olevat tuulivoimainvestoinnit eivät tulisi toteutumaan taloudellisesti kannattavina hankkeina. Toiseksi, laskennassa ei oleteta, että aurinkopaneelit asennetaan kaikille kattopinta-aloille. Vaikka aurinkosähköjärjestelmien kustannukset laskevat jatkuvasti, lienee selvää, että jokaiseen rakennukseen järjestelmiä ei tulla asentamaan seuraavien 10 vuoden aikana.

Öljylämmitteisten kiinteistöjen omistajilla on maalämmön lisäksi muita päälämmitysmuotovaihtoehtoja, kuten kaukolämpö sekä ilma-vesilämpöpumput. Tässä tutkimuksessa oletimme, että 50 % öljylämmitteisistä kohteista asennetaan maalämpöjärjestelmät, mutta emme ota kantaa mitä lopuille 50 % tapahtuu.

Työllisyyden osalta keskityimme investoinnin aikaansaamien vaikutusten laskentaan. Käytönaikaisten työllisyysvaikutusten laskentaan liittyy huomattavasti enemmän epävarmuuksia, erityisesti lämpöpumppujen osalta. Laskennassa tulisi huomioida mm. öljypoltinten vähentyneet huollot sekä maalämpöjärjestelmien kasvaneet huollot.

Työllisyysvaikutusten tulkinnassa tulee huomioida, että tulokset eivät esitä lisävaikutuksia olemassa olevan politiikan päälle. Toisin sanoen, tulokset kuvaavat vain uusiutuvan energiaan liittyvien investointien kaikkea työllisyyspotentiaalia. Työllisyysnäkökulmasta katsottuna on mahdollista löytää myös muita kulutuskohteita, jotka tuottavat vähintään saman työllisyysvaikutuksen.



## Lähdeluettelo

ALTA (2019). Alueellisen taloustilastojen tietokanta. Saatavilla: <https://www.ptt.fi/julkaisut-ja-hankkeet/kaikki-hankkeet/alueellisen-taloustilastojen-tietokanta-alta.html>. Viitattu 5.11.2020.

Energiateollisuus (2020a). Sähkön tuotannon ja kulutuksen tuntidata. Saatavilla: [https://energia.fi/tilastot/sahkotilastot/sahkon\\_tuntidata](https://energia.fi/tilastot/sahkotilastot/sahkon_tuntidata). Viitattu 5.11.2020.

Energiateollisuus (2020b). Sähkön tuotannon päästökertoimet.

Fingrid (2020). Verkkovision skenaarioluonnokset. Saatavilla [https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/fingrid\\_verkkovision\\_skenaarioluonnokset.pdf](https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/fingrid_verkkovision_skenaarioluonnokset.pdf). Viitattu 9.11.2020.

Ilmatieteen laitos (2020). Sääolosuhteiden tuntihavainnot. Saatavilla: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/avoin-data>. Viitattu 5.11.2020.

Kangas, H.-L., Vainio, T., Sankelo, P., Vesänen, S. & Karhinen, S. (2020). Suomen korjausrakentamisen strategia 2020-2050: tavoitteiden laskenta ja aineisto. Saatavilla: <https://www.ym.fi/download/noname/%7BB9249D63-2E21-463D-AAC1-07FAEE3680C3%7D/157750>. Viitattu 5.11.2020.

Koljonen, T., Soimakallio, S., Lehtilä, A., Similä, L., Honkatukia, J., Hildén, M., Rehunen, A., Saikku, L., Salo, M., Savolahti, M., Tuominen, P. & Vainio, T. (2019). Pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 24/2019.

Laitinen, A. Ilma-ilmalämpöpumppujen energiankulutusvaikutukset pientaloissa. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. VTT Technology 262.

NIBE (2018). Pientalojen maalämpöpumppuopas. Saatavilla: <https://partner.nibe.eu/upload/haato/Ohjeet/PIENTALOJEN%20NIBE%20MLP%20OPAS%201420-7.pdf>. Viitattu 5.11.2020.

PVGIS (2020). Photovoltaic Geographical Information System. Saatavilla: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>. Viitattu 5.11.2020.

Suomen rakentamismääräyskokoelma D3. Rakennusten energiatehokkuus. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.

Suomen tuulivoimayhdistys (2020). Suunnittelussa olevat hankkeet. Saatavilla: <https://tuulivoimayhdistys.fi/tuulivoima-suomessa>. Viitattu 30.9.2020.

Suomen virallinen tilasto (2020a). Rakennukset ja kesämökit. Helsinki, Tilastokeskus. Saatavilla: <http://www.stat.fi/til/rakke/index.html>. Viitattu 5.11.2020.

Suomen virallinen tilasto (2020b). Väestörakenne. Helsinki, Tilastokeskus. Saatavilla: <http://www.stat.fi/til/vaerak/index.html>. Viitattu 5.11.2020.

