

Joonas Silvander

HAJAUTETTU ENERGIANTUOTANTO SUOMESSA

HAJAUTETTU ENERGIANTUOTANTO SUOMESSA

Joonas Silvander
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Energiatekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Energiatekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä: Joonas Silvander

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Hajautettu energiantuotanto Suomessa

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Distributed generation of energy in Finland

Työn ohjaaja: Veli-Matti Mäkelä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2017

Sivumäärä: 35

Tavoitteena työssä oli kartoittaa hajautetun pienenergian tuotannon nykytila ja tulevaisuudennäkymät Suomessa. Työssä keskityttiin kotitalouksille, maataloille ja pienyrityksille oleelliseen tietoon tutkimalla sopivia pienenergian tuotantomuotoja ja lakisääteisiä kysymyksiä niihin liittyen.

Työssä tutkittiin useita kansallisen tason raportteja, visioita ja tutkielmia hajautetusta ja pienenergian tuotannosta. Tavoitteena oli tuoda esille hajautettua tuotantoa koskevia erityiskysymyksiä. Tuotannon tekniikan kehityksen lisäksi ulkoiset tekijät, kuten poliittiset linjaukset ja sosiaalinen hyväksyntä tulevat vaikuttamaan sen tulevaisuuteen.

Eri raporttien ja tutkielmien perusteella hajautettu pientuotanto tulee yksiselitteisesti kasvaamaan lähes jokaisella energian tuotantomuodolla. Erityisesti huomioitavaa on aurinkoenergian suuri kasvu ja tulevaisuudenennusteet. Ulkopuoliset tekijät, kuten EU:n ja kansalliset säädökset ja älyverkon energiajärjestelmälle asettamat uudet vaatimukset tulevat olemaan esillä hajautetun tuotannon lii- sääntyessä.

Asiasanat: hajautettu energiantuotanto, älyverkko, rahoitus, kestävä kehitys

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Energy Technology Bachelor

Author: Joonas Silvander
Title of thesis: Distributed generation of energy in Finland
Supervisor(s): Veli-Matti Mäkelä
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019
Pages: 35

Aim of this thesis was to investigate current and future potential of distributed generation of energy in Finland. The focus was on small-scale distributed production from viewpoint of domestic use, farms and small businesses by investigating different energy sources legal questions.

The thesis investigated various national level reports, visions and investigations regarding distributed and small-scale energy production. The goal was to bring together a cohesive overview regarding the subject. Presented in the work are some key issues regarding the spreading and increased popularity of distributed generation.

According to various studies and reports distributed generation will increase in the future. Special mention goes to solar energy, which has increased in popularity in recent years and looks to continue doing so. Outside factors, such as EU and national directives and new demands from the energy system in the form of smart grids will be a focal point in the future regarding distributed generation.

Keywords: distributed energy generation, smart grids, funding, sustainable development

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 HAJAUTETUN ENERGIANTUOTANNON ERITYISKYSYMYKSET JA NYKYTILANNE	8
2.1 Älyverkko	8
2.2 Energian varastointi	9
2.3 Hajautetun tuotannon energian muodot	10
2.3.1 Aurinkosähkö	11
2.3.2 Pientuulivoima	12
2.3.3 Pienvesivoima	13
2.3.4 Pien-CHP	15
2.3.5 Aurinkolämpö	16
3 PIENTUOTTAJAN LAKISÄÄDÖKSET JA TUET	17
3.1 Energiatuki	19
3.2 Tuotantotuet	21
3.3 Nettolaskutus	25
3.4 Verotuet	25
3.5 Hajautettu lämmöntuotanto	26
4 TULEVAISUUDENNÄKYMÄT	27
5 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	31

1 JOHDANTO

Hajautettu energiantuotanto on ollut viime vuosina keskeinen puheenaihe energiajärjestelmän muuttuessa ja uusia ratkaisuja haettaessa. Perinteisessä keskitetyssä tuotantojärjestelmässä energia tuotetaan suurissa laitoksissa, josta se siirretään verkkoa pitkin kuluttajille pitkienkin matkojen päähän. Tässä järjestelmässä kuluttajat ovat passiivisia energian vastaanottajia ja riippuvaisia ulkoisesta verkosta. Hajautetut tuotantolaitokset ovat vanhasta mallista poiketen kaksisuuntaisia järjestelmiä levittäytyneenä ympäri siirtoverkkoa, jossa sähkön- ja lämmön- tuotantoa käytetään ensisijaisesti paikallisesti. Oman kulutuksen jälkeen ylijäävä osuus voidaan myydä eteenpäin ja siirtää sähköverkkoon.

Suomalainen energiajärjestelmä on menneiden vuosikymmenen aikana siirtynyt kohti keskitettyä tuotantoa, mutta tähän on alkanut ilmetä muutoksia ja kehityksen suunta on kääntymässä takaisin. Vaikka hajautetun tuotannon kasvu on ollut huomattavaa lähivuosina, se kattaa kokonaistuotannosta edelleen hyvin vähäisen määrän. Uudet tekniikat ja halpuvat hinnat yhdistettynä energiapolitiittisiin päätöksiin ovat olleet lähivuosina ajamassa tätä muutosta enemmän hajautettuun energiajärjestelmään.

Tämän työn tavoiteena on tarkastella hajautettua energian pientuotantoa kotitalousten, maatalouden ja pienyrityksien näkökulmasta. Työssä on kerrottu yleisimmistä hajautetun energian tuotantomuodoista, niiden määrästä ja kehityspotentiaalista. Hajautetun tuotannon lisääntyessä vaaditaan koko energiajärjestelmältä muutoksia ja sovittamista uusien erityiskysymyksien ilmetessä. Työssä on tuotu esille näistä keskeisimpiä. Lisäksi on kerrottu hajautetun tuotannon kanalta oleellisista tuki- ja tariffijärjestelmistä.

Hajautetusta energiantuotannosta käytetään usein myös nimitystä energian pienimuotoinen- tai pientuotanto. Pientuotannon nimellistehon yläraja-arvon määrittely vaihtelee suuresti eri selvityksissä 1 - 20 MW:n välillä. Motivan pientuotannon opas käsittää enintään 50 kVA:n suuriset sähköntuotantolaitteistot, kun taas sähkömarkkinalain määrittelemänä pientuotantolaitoksia ovat alle 2 MVA:n ja

mikrotuotantolaitoksia alle 50 kVA:n laitokset. (1.) Energiaviraston sivuilta saatavissa piensähköntuotannon tilastoissa ylärajana on 1 MW (2). Tässä työssä on karkeasti rajattuna tarkasteltu 2 MVA:n ylärajan alittavia laitoksia.

Hajautetuksi energiantuotannoksi voidaan käsittää sekä omakotitalon katolle sijoitettu aurinkopaneelijärjestelmä kuin useamman megawatin tuulivoimalat, jotka niin ikään ovat sijoitettuna hajautetusti ympäri sähköverkkoa. Työssä on käsitelty tuotantolaitoksia, joiden pääasiallinen tarkoitus on tuottaa sähköä paikallisesti. Näin käsiteltynä hajautettu energiantuotanto mahdollistaa energiansiirron yhteydessä tapahtuvien häviöiden ja muiden kustannuksien pienenemisen sekä oma-varaisuuden kasvamisen ja ulkopuolisesta verkosta riippumattomuuden.

Käytetyt energianmuodot hajautetuissa tuotantolaitoksissa ovat usein uusiutuvia energianlähteitä, joskaan eivät aina. Paikallisesti hyödynnettävät energianmuodot ovat usein aurinko-, tuuli-, vesi-, ja bioenergiaa. (3, s. 5.)

2 HAJAUTETUN ENERGIANTUOTANNON ERITYISKYSYMYKSET JA NYKYTILANNE

Hajautettu energiantuotanto, jota ei ohjata keskitetysti tuo yleistyessään mukanaan monia haasteita. Suuri osa tuotannosta on tuuli- ja aurinkovoimaa, jotka ovat molemmat sääriippuvaisia ja aiheuttavat vaihtelullaan vaatimuksia tehotasapainon hallintaan. Tästä syntyy tarve joustavalle tuotannolle ja kulutukselle, jotka vaativat uusia teknisiä menetelmiä. Tulevaisuudessa hajautetun pientuotantolaitoksen omistajan toiminnalla sekä tuottajana, varastona että kuluttajana on suuri merkitys. (4, s. 9.)

Pienimuotoisen sähköntuotannon yleistyminen voi johtaa sähkönsiirron tarpeen vähenemiseen, kun välimatkat hajautetuilta tuotantolaitoksilta ovat lyhyempiä kuin perinteisestä keskitetystä laitoksesta. Tämä voi asettaa haasteita verkoston suunnittelulle ja rahoitukselle siirrettävän energian määrän pienentyessä ja verkoston omistajan siirtotulojen vähentyessä. Verkostoa ei kuitenkaan voida helposti mitoittaa pienemmälle kapasiteetille laskemalla sitä vaihtelevatuottoiseen hajautetun tuotannon varaan. Tästä voi seurata sähkönsiirtokustannusten määrän kasvua.

Kun hajautettu tuotanto ja energiavarastointitekniikka kehittyvät ja varastojen määrä lisääntyy, mahdollistaa se sähkönjakelussa luotettavuuden ja turvallisuuden paranemisen. Yleisestä sähköverkosta erillään olevat itsenäiset saarekkeet voivat tämän seurauksena taata sähkönsaannin tärkeille kulutuskohteille esimerkiksi valtakunnan verkossa olevan häiriön aikana. (3, s. 32.)

2.1 Älyverkko

Perinteinen sähköverkko on suunniteltu keskitettyjä tuotantolaitoksia, kuten hiili- ja ydinvoimaloita varten. Tässä sähkönsiirto tapahtuu yksisuuntaisesti, tuotanto-

laitokselta kuluttajalle. Keskeinen käsite hajautetussa sähköntuotannossa on älykäs sähköverkko, eli älyverkko, joka mahdollistaa siirron molempiin suuntiin. Hajautettu energiantuotanto tarkoittaa sellaista tuotantoa, jonka ajoa ei suunnitella keskitetysti vaan ohjaus tapahtuu paikallisesti. Hajautetun tuotannon leviäminen laajalle edellyttää verkon omistajalta energian hallintajärjestelmän ulottamista kuluttajille asti. Älyverkko mahdollistaa energiatehokkuutta ja sähkömarkkinoiden toimivuutta ehostavia toimia, kuten kuormanohjausta ja hajautettujen tuotantolaitosten joustavaa verkkoonliityntää. Älykkäät energiamittarit ja kaksisuuntainen tiedonsiirto verkon omistajan ja asiakasliittymän välillä ovat oleellisenä osana järjestelmää. (3, s. 32.)

Älykäs sähköverkko mahdollistaa uusiutuvan energian laajamittaisen hyödyntämisen ja tekee siitä taloudellisesti kannattavampaa. Kulutuksen ja tuotannon eriaikaisuus aiheuttaa haasteita sähkönsiirtojärjestelmälle. Keskeisimpiä asioita sähköenergian tehokkaammalle hyödyntämiselle tällä hetkellä on energian varastointiin liittyvät kysymykset. (5.)

2.2 Energian varastointi

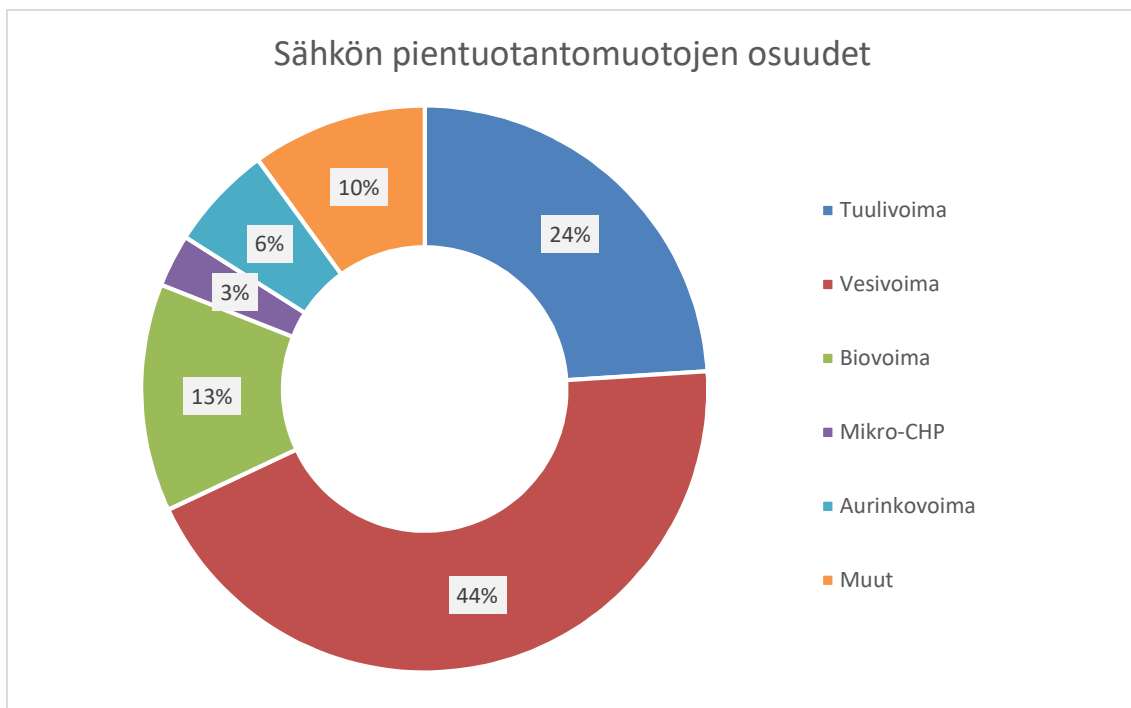
Tällä hetkellä sähköön varastointi suuressa määrin ei ole järkevää teknistaloudellisista syistä. Jakeluverkkoon kytkettyjen energiavarastojen määrä on vielä vähäinen, mutta niiden määrä tulee kasvamaan tulevaisuudessa sillä energiavarastojen yksikköhinta on laskenut tasaista tahtia jo vuosikymmenien ajan.

Sähköön kulutushuiput ja usean uusiutuvan energianlähteen vaihteleva tuotto aiheuttavat taloudellisia ja teknisiä haasteita sähköverkon haltijalle. Huippukulutusta varten tulee koko kapasiteetti pystyä edelleen tuottamaan keskitetyillä tuotantolaitoksilla, eikä sitä voida laskea uusiutuvien lähteiden varaan. Kehittyvä energiavarastotekniikka ja halpuvat hinnat voivat tuoda tähän tulevaisuudessa muutosta. Varastointia voidaan hyödyntää tuotannon sekä kulutuksen ohjaamisessa, huippukapasiteetin leikkauksessa, sähköön säädössä ja sähkötaseen hallinnassa.

Pumppuvoimalaitokset ovat tällä hetkellä merkittävin varastointiteknologia, mutta akkutekniikka kehittyvän litiumteknologian johdosta on ollut kasvussa lähi-vuosina. Lisäksi keskeisenä menetelmänä tulevaisuudessa voi olla Power to X -periaate, jossa X voi olla esimerkiksi vetyä. Suomalaisessa kehitteillä olevassa projektissa sähköä tuotetaan aurinko- ja tuulivoimalla, joka varastoidaan synteet-tiseen maakaasuun. Tätä voidaan syöttää suoraan jo olemassa olevaan maa-kaasuverkkoon. (4, s. 17.)

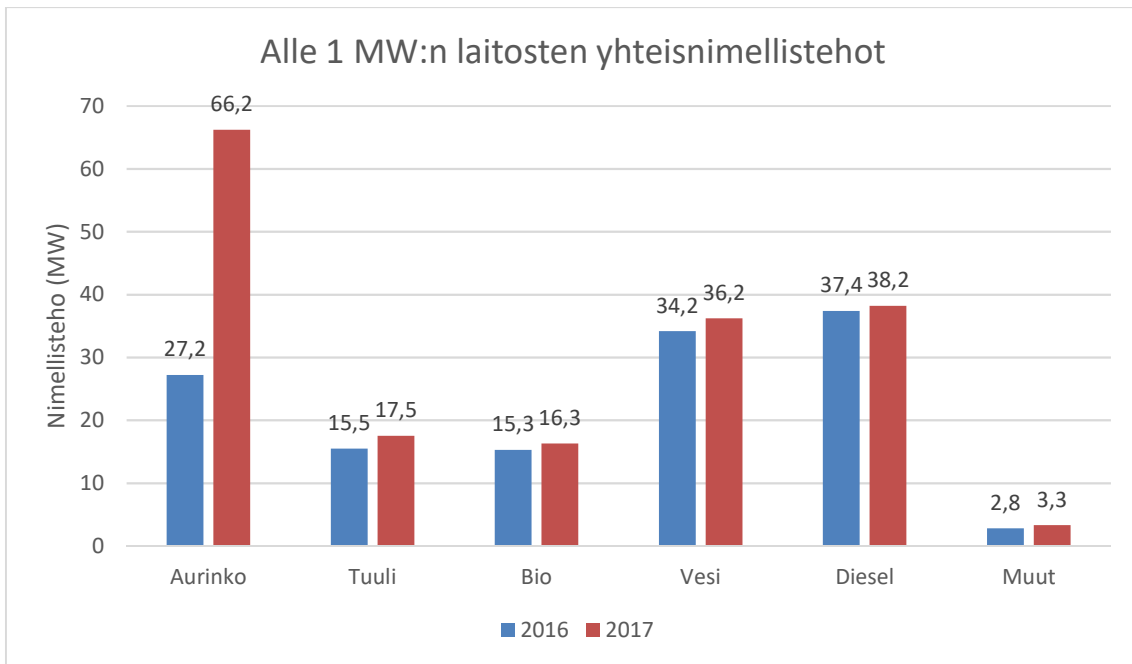
2.3 Hajautetun tuotannon energian muodot

Suomessa energian pientuotantoa on lähes jokaisessa tuotantomuodossa. Vuoden 2017 lopussa sen kokonaiskapasiteetti oli energiaviraston mukaan noin 178 MW. Pientuotannon ylärajana selvityksessä pidettiin 1 MW:a. Kuvassa 1 on nähtävissä piensähkön tuotantomuotojen osuudet vuoden 2015 lopussa. Tuuli-, vesi- ja biovoima kattoivat yli 80 % kokonaistuotannosta. Vain 6% kokonaistuotannosta oli aurinkovoimaa vuonna 2015.



KUVA 1. Sähkön pientuotantomuotojen osuudet (7.)

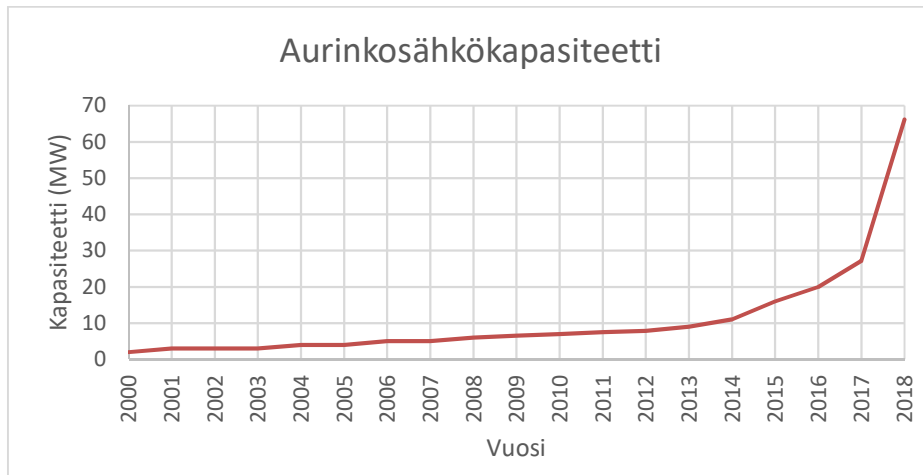
Kuvassa 2 on nähtävillä eri tuotantomuotojen kokonaisnimellistehon kehitys vuodesta 2016 vuoteen 2017. Jokaisen tuotantomuodon yhteissumman suunta on kasvuun päin, mutta suurin vaikutus ja potentiaali hajautetussa energiantuotannossa on aurinkosähköllä. Aurinkosähkökapasiteetti kasvoi lähes 2,5-kertaiseksi vuoden kuluessa, ja saman trendin arvioidaan jatkuvan tulevaisuudessakin. Aurinkosähkö on kolmessa vuodessa noussut neljänneksi suurimmasta piensähkön tuotantomuodosta suurimmaksi.



KUVA 2. Sähkön pientuotannon kasvu 2016 - 2017

2.3.1 Aurinkosähkö

Sähkön pientuotannossa kaikkein voimakkain kasvu on tällä hetkellä aurinkosähkön mikrotuotannossa, jonka tehorajana pidetään 100:aa kVA. Tyypillisesti teho on muutamista kilowateista muutamiin kymmeniin kilowatteihin. Mikrotuotantolaitoksilla tehdään yleisesti sähköä laitoksen yhteydessä sijaitsevaan kulutuskohteeseen, kuten omakotitaloon tai yritykseen. (6.)



KUVA 3. Asennettu aurinkosähkökapasiteetti Suomessa (1; 2)

Lukuun ottamatta yhtä laitosta, jäävät kaikki Suomen yksittäiset aurinkosähkön tuottajat alle 1 MW:n pientuotannon rajan. Aurinkosähkön merkitys on ollut nousussa merkittävästi pitkän aikaa, ja se kattoi prosenttiosuutena yli 15 % pientuotannosta joulukuussa 2017. Vuoden päästä vastaava osuus oli 37 %. Yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti alle 1 MW:n laitoksille kasvoi 2,5-kertaiseksi 2017 vuoden alusta 2018 vuoden alkuun. (2.)

Pelkästään rakennusten katoille sijoitettavien aurinkopaneelien teoreettinen kapasiteetti on 2016 arvion mukaan Suomessa 14,2 GW. Tähän arvioon on huomioitu talotyypistä riippuen 10 - 40% peitto talojen kokonaiskattopinta-alasta aurinkopaneelleja varten. Pelkästään tällä kohtuullisella peittoprosentilla kattaisi pelkästään aurinkoenergia Suomen kesäajan keskimääräisen 8 GW:n sähkönkulutuksen (7, s. 11.)

2.3.2 Pientuulivoima

Tuulivoimayhdistyksen mukaan pientuulivoimaloita ovat alle 200 neliömetrin potkurin pinta-alaiset voimalat, jotka vastaavat nimellisteholtaan 50 kW:n voimalaa. Tyypillisesti pientuulivoimaloita käytetään Suomessa lämmitysenergian tuottamiseen käyttövesivaraajaan ja rakenuksen lämmitysjärjestelmän vesi- ja massavaraajaan. Lisäksi sillä voidaan korvata aurinkosähkön tavoin osaa käyttökohteen sähköntarpeesta. (8.)

Sähköverkkoon liitettyjen pientuulivoimaloiden lukumäärä on Suomessa vähäinen. Verrattuna aurinkosähkön merkittävästi kasvavaan suosioon pientuulivoima ei ole levinnyt lähellekkään vastaavalla tavalla. Suomen tuulivoimayhdistyksen mukaan syynä tähän ovat Suomen sääolosuhteet, hankala lupaprosessi ja huoltotoimenpiteet. Taloudelliset syyt ovat myös merkittävänä osana, ja nyrkkisääntönä voidaan pitää, että pientuulivoima maksaa kaksin tai kolminkertaisesti vastaavakapasiteettiseen aurinkosähköjärjestelmään verrattuna. (9.)

Lisäksi pientuulivoiman potentiaalin arvioimista hankaloittaa oleellisen datan puute tuulen nopeudesta niillä korkeuksilla, joihin pienvoimala yleensä asennetaan. Säähavaintoasemat sijaitsevat usein tuulivoimalle optimaalisella tasaisella alueella, ja siten mittausdata ei vastaa tyypillisiä olosuhteita pientuulivoimaloiden läheisyydessä.

Pöyryn arvion mukaan pientuulivoimala tulee kannattavaksi vasta keskituulennopeuden ylittäessä 6 m/s, joka saavutetaan lähinnä saaristoalueilla. Pientuulivoiman ollessa taloudellisesti varteenotettava vaihtoehto hajautettua pienenergian tuotantoa ajatellen, tulisi tekniikan kehittyä huomattavasti, jotta alhaisemmista tuulennopeuksista saataisiin energia kannattavasti hyödyksi. Vaihtoehtoisesti investointikustannusten tulisi puolittua nykyisestä 3900 - 7200 €/kW määrästä. Tästä huolimatta pientuulivoima voi olla teknistaloudellisesti kannattavaa aurinkosähköjärjestelmän tukena. Pientuulivoiman suurin hyödyntämispotentiaali on sähköverkon ulkopuolella sijaitsevissa kohteissa, kuten tietoliikennemastoissa ja saaristoalueilla. (7, s. 12.)

2.3.3 Pienvesivoima

Pienvesivoimalaitokset jakaantuvat kahteen teholuokkaan. Minivesivoimalaitoksien nimellistehon rajana on 1 MW, ja varsinaisilla pienvesivoimalaitoksilla 1 - 10 MW. Vuonna 2016 Suomessa sijaitsi minivesivoimalaitoksia 67 kpl, jotka kattivat noin yhden prosentin kaikesta vesivoimalla tuotetusta energiasta. Pienvesivoimalaitoksia oli 83 kappaletta ja ne kattivat kokonaistuotosta noin 8 prosenttia.

TAULUKKO 1. Olemassa oleva ja potentiaalinen mini- ja pienvesivoima (7, s. 13.)

Pien- ja minivesivoima	Olemassa olevat laitokset			Lisäpotentiaali	
	Laitosten lukumäärä	Yhteiskapasiteetti	Tuotanto GWh/a	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/a
Minivesivoima (1 MW)	68	34	133	144	1021
Pienvesivoima (1-10 MW)	83	274	953	144	392
Yhteensä	151	308	1086	288	1413

Pienvesivoiman potentiaalia rajoittavat ympäristönsuojelulliset tekijät, ja monien periaatteessa kannattavien vesistöjen ympäristöön rakentamiseen on asetettu rajoitteita. (10) Kuitenkin Suomen suojelemattomissa vesistöissä on edelleen merkittävää vesivoimapotentiaalia. Hyödyntämätöntä potentiaalia on arvon mukaan yhteensä 663 MW, josta minivesivoimaa on 144 MW / 1021 GWh/a, ja pienvesivoimaa 144 MW / 392 GWh/a. Selvitysten mukaan on minivesivoimasta taloudellisesti kannattavaa ottaa käyttöön vuoteen 2020 mennessä noin 22 - 75 MW, ja pienvesivoimaa noin 61 MW.

Vanhoissa hylätyissä vesivoimaloissa, kuten padoissa ja myllyissä on mahdollisuuksia vesivoiman pientuotannolle peruskorjaamalla ja uudistamalla jo olemassa olevia rakennuksia. Näitä kohteita hyödyntämällä jäävät ympäristövaikutukset pienemmiksi kuin luonnontilaisiin koskiin rakennettavissa uusissa voimaloissa. Yhteensä kannattavaksi arvioituja minivesivoimalakohteita on yhteensä noin 350 kpl. (11.)

2.3.4 Pien-CHP

Erilaisiin polttoprosesseihin perustuvat tekniikat ovat suurin osa hajautetun lämmöntuotannon potentiaalista. Tuotettua lämpöä voidaan muuntaa myös generaattorin avulla sähköenergiaksi, jolloin puhutaan sähkön ja lämmön yhteistuotannosta eli CHP:stä. Bioenergia on Suomessa pitkään ollut merkittävänä osana energijärjestelmää. Vuonna 2015 bioenergiaan perustuvat energian muodot kattoivat 85 % uusiutuvista energianlähteistä Suomessa.

Lämmönlähteenä käytettäviä biopolttoaineita kategorisoidaan monella eri tavalla, esimerkiksi olomuodon tai alkuperän mukaan. Kiinteitä polttoaineita ovat muun muassa halot, rangat, pilkkeet, hakkeet, murskeet, kuoret, sahanpurut, lastut ja muut metsäteollisuudesta peräisin olevat tähteet. Lisäksi pelloilla kasvatetaan energiakäyttöön soveltuvia kasveja, kuten ruokohelpeä, viljakasveja ja olkea.

Nestemäisiä biopolttoaineita ovat muun muassa bioetanoli, -diesel ja -polttoöljy. Kaasumaisessa olomuodossa olevia polttoaineita ovat esimerkiksi mädättämällä tuotettu biokaasu ja puukaasu eli synteetikaasu. Kaasumaisten ja nestemäisten polttoaineiden lämpöarvo on jalostuksen vuoksi korkeampi, ja täten niiden potentiaali on laajempi

Suomessa suurimman käyttö- ja kehityspotentiaalini muodostavat pienissä laitoksissa tuotetut kaasumaiset biopolttoaineet ja matalan jalostusasteen kiinteät biopolttoaineet. (3. s. 16-18) Esteenä pien-CHP:n yleistymiselle on ollut sen huono taloudellinen kannattavuus johtuen sähkön hinnan halpuudesta. Itse tuotettu polttoaine tekee kuitenkin toiminnasta kannattavaa esimerkiksi mautilojen yhteydessä. (12. s. 26) Maatalouden ruoantuoton ohessa syntyviä sivuvirtoja, kuten lantaa ja olkea voidaan käyttää energian tuottamiseen. Mautilojen lämpöenergian omavaraisuusprosentti on 40, joka syntyy pääasiassa puu- ja peltoenergialla. Enimmäkseen polttoaineena käytetään haketta, mutta myös jonkin verran pellettejä, olkea ja jätteitä.

Pien-CHP:den yleistyminen auttaa saavuttamaan maatilojen ja maaseudun energiaomaisuuden tavoitteen, ja auttaa kasvattamaan tuloja myymällä sähkön ylijäämätuottoa ulkopuoliseen verkkoon. Sivuvirtojen valjastaminen energiakäyttöön tulee arvion mukaan lisääntymään tulevaisuudessa. (13,. s. 34.)

2.3.5 Aurinkolämpö

Ilmastollisten olosuhteiden vuoksi aurinkolämmön kehitys on ollut Suomessa muita Euroopan maita hitaampaa. Pohjoisella pallonpuoliskolla lyhyet kesät ja pimeät talvet eivät ole otollisia aurinkolämpökeräimille. Aurinkolämmön tuotanto painottuu kesäaikaan, jolloin se soveltuu erinomaisesti kulutuskohteiden käyttöveden lämmitykseen. Lämpöenergiaa voidaan varastoida helposti lämminvesivaraajaan, toisin kuin aurinkosähkön tapauksessa, joka vaatii merkittäviä investointeja akustoa varten. Aurinkolämpöjärjestelmä sopii täydentäväksi lämmitysjärjestelmäksi päälämmitysjärjestelmän rinnalle. Se ei kuitenkaan pienennä päälämmitysjärjestelmän mitoitusta johtuen kulutushuippujen sijoittumisesta talviaikaan, jolloin aurinkokeräimien tuottama energia on minimaalista.

Aurinkolämmön kannattavuus riippuu käyttökohteesta. Pientaloissa aurinkolämpöjärjestelmän rakentaminen päälämmitysjärjestelmän rinnalle nostaa lämmityskustannuksia, ja ei ole täten kannattavaa kaikilla päälämmitysjärjestelmän energian muodoilla, paitsi ilma-vesilämpöpumpulla. Arvion mukaan tilanne muuttuu kuitenkin vuoteen 2030 mennessä, jolloin aurinkolämpöjärjestelmän rakentaminen päälämmitysjärjestelmän rinnalle on kannattavaa jokaisella pääjärjestelmän energianmuodolla lukuun ottamatta kaukolämpöä. Rivitaloissa tilanne on hyvin samanlainen kuin pientaloissa, joskin aurinkolämpöjärjestelmä saattaa tulla kannattavaksi hieman pientaloja ennemmin. Kerrostaloissa aurinkolämpö on jo nyt kannattava lisä, erityisesti lämpöpumppujen yhteydessä (7, s. 45 - 48.)

3 PIENTUOTTAJAN LAKISÄÄDÖKSET JA TUET

Kaikilla on oikeus alkaa sähköntuottajaksi ja myydä ylijäämänsähkö pientuotantoa ostavalle sähkönmyyjälle. Verkonhaltijan tulee tarjota pientuotantoa tukeva verkko ja varmistaa sen turvallisuus. Sähköverkkoon liittämistä varten tulee pientuotantolaitoksen omistajan selvittää liittämistä koskevat ohjeet ja velvoitteet. Kun tuotantolaitos kytketään verkkoon siten, että sillä tuotettua energiaa voidaan siirtää jakeluverkkoon, tulee tehdä verkkopalvelusopimus sähköverkon haltijan kanssa. (14.)

Ennen tuotantolaitoksen hankintapäätöstä on otettava selvää mahdollisesti tarvittavista rakennus- ja toimenpideluvista, jotka vaihtelevat kunnittain. Tuotantolaitoksen verkkoon kytkemistä varten tulee olla yhteydessä alueella toimivaan sähköverkon haltijaan, jotta voidaan varmistua tuotantolaitoksen soveltuvuudesta ja asetetuista teknisistä vaatimuksista. Tuotantolaitoksen kytkemisen tulee tehdä ammattitaitoinen sähköasennusluvalla omaava henkilö.

Piensähkön tuotantolaitoksen tulee erottautua sähköverkosta samanaikaisesti kun verkon muu syöttö katkeaa. Yleisen jakeluverkon kunnossapitotöiden aikana voi pientuotantolaitos jatkaa sähkön tuottoa muusta verkosta erotetulle saarekkeelle, esimerkiksi omakotitalolle. Tuotantolaitoksen omistaja on sähkönmyyntitapauksessa vastuussa standardien- ja vaatimustenmukaisuudesta sekä korvausvelvollinen, mikäli laitteiston toiminta aiheuttaa vahinkoa verkonhaltijalle tai muille käyttäjille. (15.)

Kotitalouksien harjoittamaa sähköntuotantoa enintään 100 kVA:n tuotantolaitteistolla, tai sitä suuremmilla laitoksilla joiden vuosituotanto jää alle 800 MWh, ei pidetä elinkeinotoiminnan harjoittamisena, vaan se luetaan kuuluvan yksityistalouden toimintaan. Tällainen pientuotanto, joka kohdistuu pääasiassa kotitalouden omaan käyttöön, on verovapaata elantomenojen säästöä.

Sähkön tuotannon ylittäessä paikallisen kulutuksen kotitalous voi syöttää ylijäämänsähköä verkkoon. Sähkön tuottajalla on oikeus valita sähköyhtiö, jolle hän myy

tätä tuotantoa, ja saada tästä myynnistä korvaus. Mahdollista on myös, että ylijäämä sähkö siirretään verkkoon ilman korvausta laitteiston haltijan suostumuksella.

Vuoden 2015 muutoksen jälkeen sähköntuottajat jakaantuvat kolmeen eri kategoriaan:

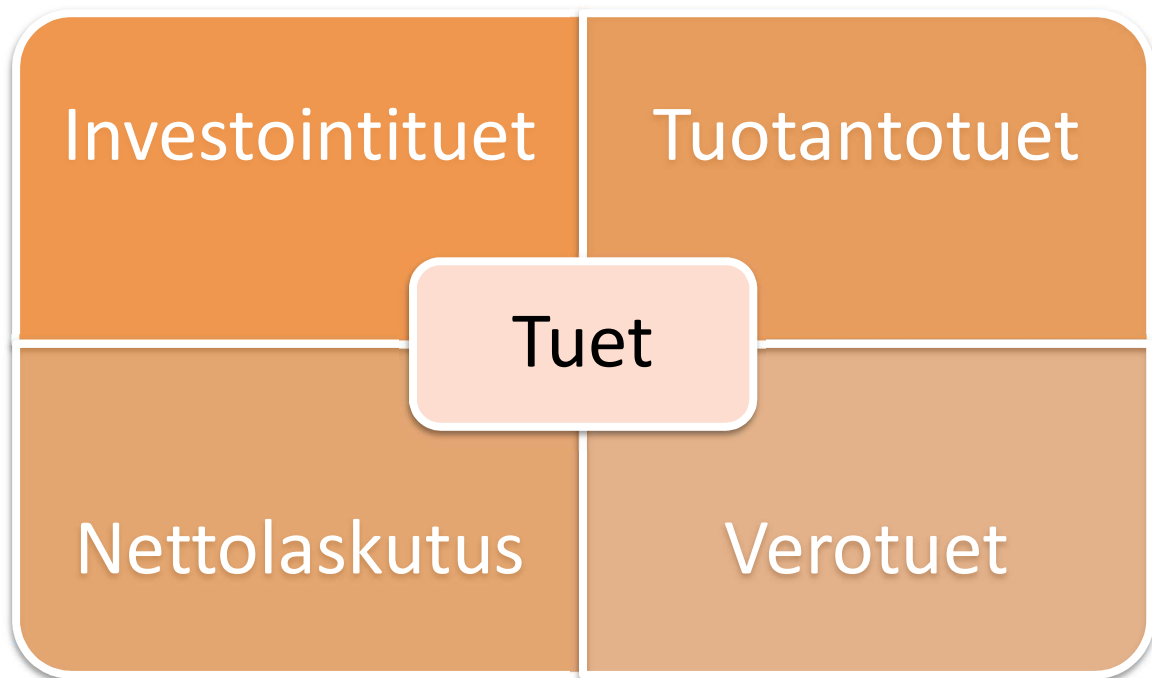
1. Enintään 100 kVA nimellisteholliset mikrovoimalaitokset, jotka ovat verotuksen ulkopuolella.
2. Yli 100 kVA, mutta enintään 800 MWh vuosituotannolliset laitokset. Näiden laitosten tulee rekisteröityä verovelvolliseksi ja antaa koko vuoden ajalta yksi veroilmoitus josta käy ilmi tuotettu sähkön määrä. Tämän kokoluokan laitosten ei tarvitse suorittaa sähköveroa.
3. Yli 100 kVA ja 800 MWh vuosituotannon ylittävät laitokset. Laitosten tulee tehdä normaali veroilmoitus kuukausittain riippumatta syöttääkö laitos sähköä verkkoon vai ei. (16.)

Jotta sähkön ja lämmön pientuotanto saisi jalansijaa markkinoilla perinteisen keskitetyn tuotannon rinnalla, on olemassa erilaisia tukimekanismeja. Nämä taloudellisesti tai ei-taloudellisesti helpottavat keinot ovat tärkeitä, kun kyseessä on vielä kehittyvä ja uusi teknologian osa-alue ja investointikulut suhteellisesti korkeammat verrattuna keskitettyyn tuotantoon.

Hajautettu pientuotanto Suomessa on lähivuosina ollut kovassa kasvussa, ja lainsäädäntö sekä saatavat tuet ja kannustimet ovat muuttuneet paljon vastikään. Työ- ja elinkeinoministeriön 2014 selvityksen mukaan pientuotantohankkeet ovat olleet kasvussa johtuen osittain hallinnollisten esteiden poistumisesta.

Sähkön pientuotannosta on poistunut 2000-luvun kuluessa lukuisia esteitä ja säädöksiä muutettu. Nykypäivänä alle 2 MW pientuotannon voi tuoda markkinoille samoin ehdoin kuin suurempi keskitetty tuotanto. Hajautetulle pientuotannolle on myös olemassa erinäisiä taloudellisia sekä ei-taloudellisia kannusteita ja

helpotuksia. (17 s. 33) Seuraavaan kuvaan on koottu hajautetulle energiantuotannolle saatavilla olevat aloudelliset tukimekanismit.



KUVA 4. Tarjolla olevat tukimekanismit

3.1 Energiatuki

Sähköntuotannon suhteelliset kulut skaalautuvat usein käänteisesti; mitä suurempi järjestelmä nimellisteholtaan, sitä edullisempi se on asentaa sekä toimittaa. Tuotantokustannukset tyypilliselle pientalon katolla sijaitsevalle aurinkopaneelille olivat Motivan 2014 selvityksen mukaan 100 - 230 €/MWh, kun vastaavasti suuremmille kuin 50 kW:n järjestelmille kustannukset olivat 80 - 120 €/MWh Pientuotannon taloudellinen kannattavuus täysin markkinaehdoin on edelleen kyseinalaista, joten investointituet ovat tärkeitä uusien hankkeiden edistämiseksi. (18, s. 23.)

Työ- ja elinkeinoministeriö voi myöntää energiataukea pääasiassa uudenlaiseen piensähkön- ja lämmöntuotantoon liittyviin hankkeisiin, kun ne edistävät seuraavia asioita:

1. uusiutuvan energian tuotantoa tai käyttöä

2. energiansäästöä tai energian tuotannon tai käytön tehostamista
3. muutoin energiajärjestelmän muuttumista vähähiiliseksi

Energiatukea ei myönnetä asunto-osakeyhtiöille, asuinkiinteistöille tai maatalouksille, paitsi jos maatalouden yhteydessä tuotettava energia ei liity itse maatalouden tuotantotoimintaan. (19.)

Taulokosta 2 nähtäville hanketyypeille varattiin vuonna 2016 yhteensä 35 milj. euroa, ja myönteisiä tukipäätöksiä tehtiin vuonna 2015 yhteensä noin 460 kappaletta. Suurin osa myönnettyistä tuista liittyi lämpökeskuksiin sekä aurinkosähköhankkeisiin. Investointituki maksetaan hankkeen kehittäjälle yleensä kertakorvauksena tai muutamassa erässä. Hankkeen kannattavuuden ylittäessä ennakoitun tuloksen tai riskien ollessa pienempien voidaan investointitukijärjestelmään sisällyttää velvoite palauttaa osa tuesta. (17, s. 66.)

Uusiutuvan energian investoinnit vuonna 2019

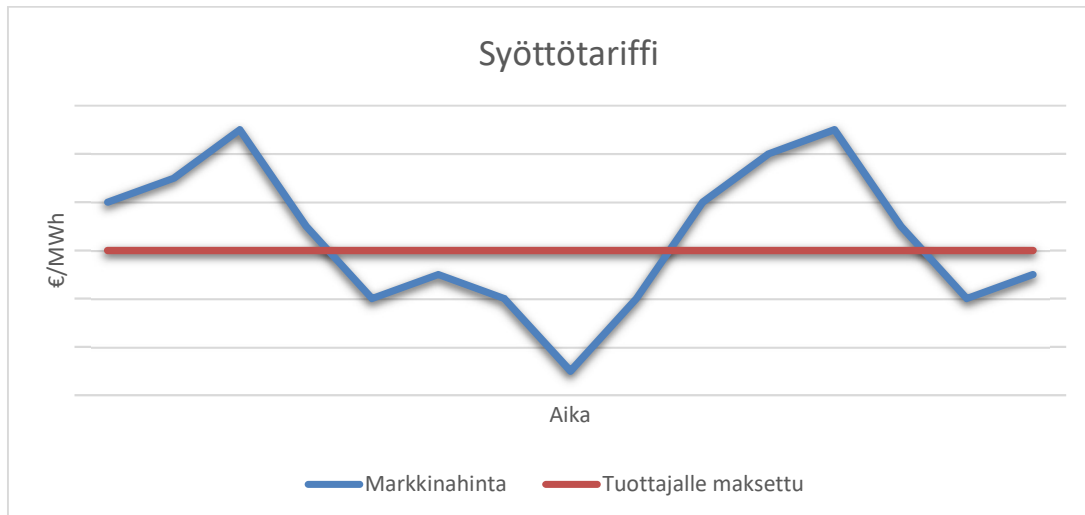
TAULUKKO 2. Vuoden 2019 tukimäärät

Hanke	Prosenttiosuus
-------	----------------

Lämpökeskus	10 - 15%
Lämpöpumppu	15%
Aurinkolämpö	20%
Pienvesivoima	15 - 20%
Kaatopaikkakaasu	15 - 20%
Pientuulivoima	15 - 20%
Pien-CHP	15 - 20%
Aurinkosähkö (1.5.19 alkaen)	25% (20%)
Biokaasu	20 - 30%

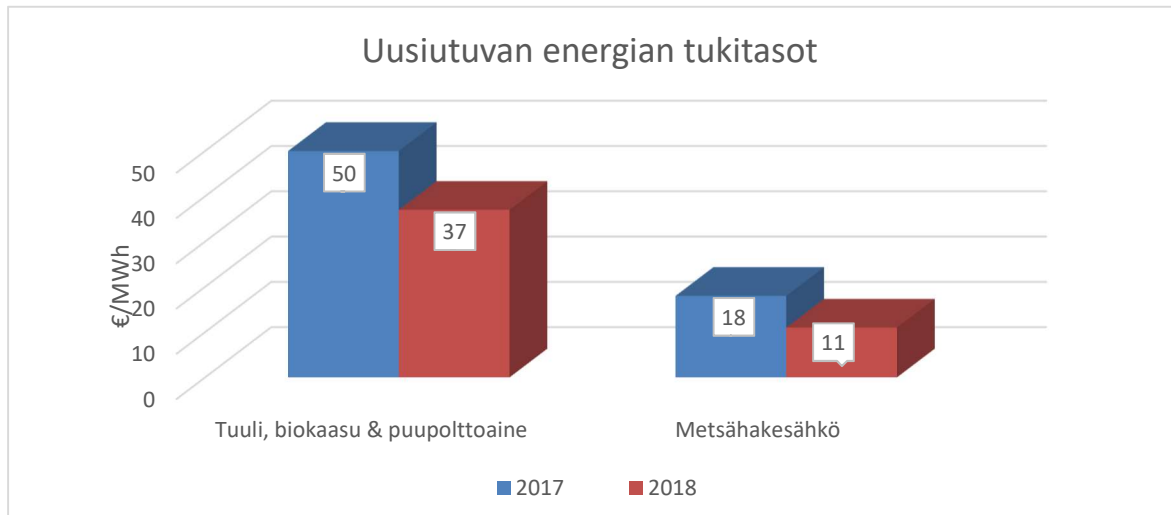
3.2 Tuotantotuet

Teknologioiden kehittyessä tarpeeksi ja kustannuskulujen vakaantuessa voidaan soveltaa tuotantotukijärjestelmää, jossa laitoksen omistajalle maksetaan tuotettuun sähkön määrään perustuva tukisumma. Yleensä tuotantotuki kohdistuu uusiin investointeihin, mutta biomassan käyttöä edistävää tuotantotukea voidaan maksaa jo käytössä oleville biomassalaitoksille. Tuotantotukea voidaan maksaa syöttötariffina, kiinteänä preemiona, liikkuvana preemiona tai edeltävien yhdistelmänä.



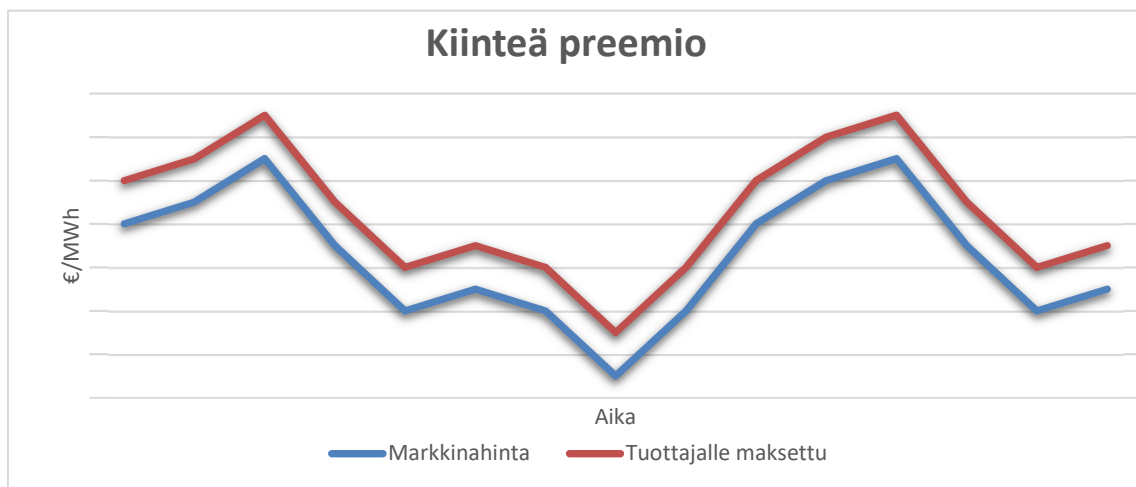
KUVA 5. Syöttötariffin maksuperiaate

Kiinteässä syöttötariffijärjestelmässä maksettava tukisumma on kiinteä €/a/MWh määrä, jolloin markkinahinnan vaihtelun riskin kantaa tuen maksaja eli valtio. Jotuen kohonneista markkinahinnoista uusiutuvan energian tuet ovat laskeneet merkittävästi kuluneen vuoden aikana. Uusia voimaloita ei enään alkaneen vuoden alusta oteta mukaan syöttötariffijärjestelmään. Vanhoja tukia maksetaan vielä 12 vuoden ajan, joskin nekin ovat laskeneet määrältään. Tuuli- biokaasu- ja puupolttoainevoimaloiden syöttötariffituki laski vuoden 2017 keskiarvosta 50 €/MWh merkittävästi. Vuonna 2018 vastaava summa oli keskimäärin 37 €/MWh. Samalla aikavälillä metsähakesähkön tuen määrä laski myös 18 €/sta/MWh 11€:oon/MWh:n. Muutokset syöttötariffijärjestelmässä johtuvat EU:n joulukuussa 2018 annetusta uusiutuvan energian direktiivistä, joka linjaa, että uusiutuvan energian tulisi perustua ensisijassa kilpailuun eikä taloudellisiin tukiin. Kuvasta 6 nähdään uusiutuvan energian tukien määrän laskeminen vuodesta 2017 vuoteen 2018. (20.)



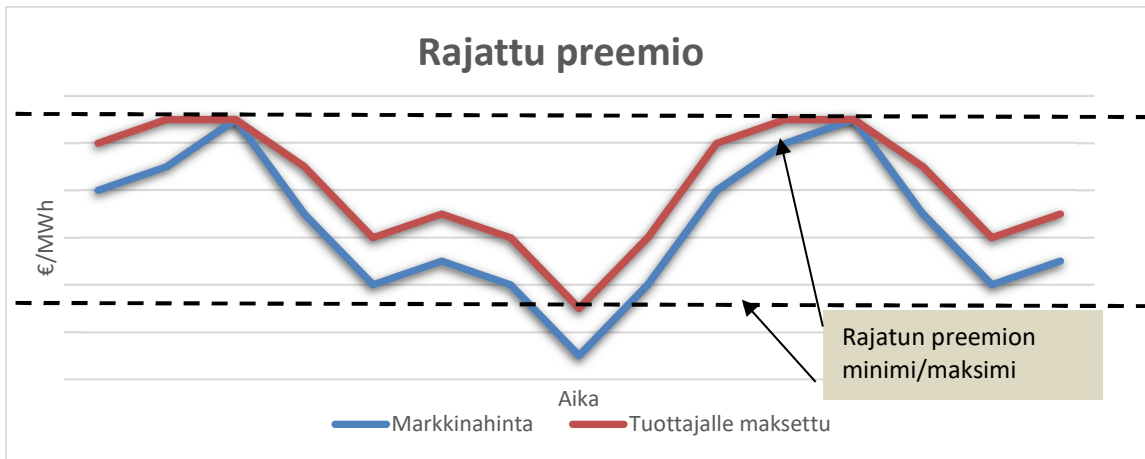
KUVA 6. Maksetut tuet vuosina 2017 ja 2018 (20.)

Kiinteän premion tuen summa määräytyy sähkön senhetkisen markkinahinnan mukaan, jolloin riskin kantajana on sähkön tuottaja. Tämän maksuperiaate nähdään kuvasta 7.



KUVA 7. Kiinteän premion maksuperiaate

Riskin pienentämiseksi on mahdollista määritellä maksettavalle tuelle ala- ja ylärajat, jolloin puhutaan rajatusta kiinteästä premiosta, jonka periaate näkyy kuvassa 8.



KUVA 8. Rajatun preemion maksuperiaate

Kuvassa 9 näkyvästä liikkuvan preemion periaatteesta sähkön tuottajalle maksetaan sähkön markkinahinnasta sekä saatavasta tuesta koostuva yhteissumma. Tämän yhteissumman ylittäessä määritetyn rajasumman preemiota ei makseta. Yksisuuntaisen preemion tapauksessa tuottaja saa pitää rajan ylittävän määrän, ja kaksisuuntaisessa liikkuvassa preemiossa rajan ylittävä summa tulee maksaa takaisin. (17, s. 47 - 48.)



KUVA 9. Liikkuvan preemion maksuperiaate

Vielä vuonna 2016 tuotantotuki voitiin myöntää tuulivoimalalle, kun sen nimellisteho ylitti 500 kVA, ja biokaasu- tai puupolttoainevoimaloille kun nimellisteho ylitti 100 kVA. Aurinkosähkötuotannolle syöttötariffia ei ole ollut saatavilla Suomessa.

3.3 Nettolaskutus

Sähköyhtiöt voivat tarjota pientuotantoa harjoittaville asiakkailleen nettolaskutusta, jossa sähkölaskun määrä laskee verkkoon takaisin syötetyn sähkön mukaan. Yleistä menetelmää nettolaskutukseen ei ole, vaan yhtiöt solmivat sopimukset tapauskohtaisesti. Sähkön hinta voi olla senhetkisen markkinahinnan mukainen tai kiinteä, ja kulutuksen mittauksen aikaväli vaihtelee.

Alle 50 kVA:n nimellistehoiset laitokset on kokonaan vapautettu sähköverosta, ja 50 - 2000 kVA:n kokoiset laitokset silloin, kun sähkö on omakäyttöön ja sitä ei siirretä verkkoon. Kotitaloukset voivat myös hakea kotitalousvähennystä helpottamaan asennus- ja työkustannuksia pienvoimalalle.

3.4 Verotuet

Sähkön tuottajalla on oikeus vähentää saaduista tuloista laitteiston hankkimisesta tai ylläpidosta johtuvat menot, ja täten pienentää tuotannosta syntyviä kuluja. Tällaisia menoja ovat esimerkiksi laitteiston puhtaanapito- ja säätökulut. Tuotannosta johtuvat menot ovat vähennyskelpoisia enintään veronalaisen tulon määrään asti. Vähennyskelpoista menoa ovat myös tuotantolaitteista tehdyt menojäännöspoistot, jonka vuotuisen määrän verovelvollinen voi itse päättää. Poiston määrän tulee kuitenkin olla alle 25 % poistamattomista hankintamenoista.

Vuotuisista menoista ja poistoista vähennyskelpoista on kuitenkin enintään myydystä sähköstä saatua vastiketta vastaava osuus. Myytyyn sähköön kohdistuva osuus lasketaan jakamalla myydyin sähkön määrä tuotetun sähkön määrällä. Muu osuus vuotuisista menoista ja poistosta kohdistuu verovelvollisen yksityistalouteen, minkä vuoksi kyseinen osuus menoista on vähennyskelvotonta elantomenoa. (16.)

3.5 Hajautettu lämmöntuotanto

Tukia ei myönnetä sellaisille lämmöntuotantohankkeille, jotka korvaavat kaukolämpöä. Lämpökeskuksilta vaaditaan 70 % uusiutuvan energian osuutta käytetystä polttoaineesta. Uusiutuvia polttoaineita käyttävälle pien-CHP-laitokselle ei myönnetä työ- ja elinkeinoministeriön investointitukea. Maa- ja metsätalousministeriöltä on 10 - 35 %:n tuki hajautettuun lämmöntuotantoon energiaa tuottaville maataloille. Maksettavan summan määrä riippuu välimatkasta lähimpään taajaan. (21.)

4 TULEVAISUUDENNÄKYMÄT

Hajautettu energiantuotanto on keskeisenä tekijänä tarkasteltaessa tulevia muutoksia energiajärjestelmään. Erilaisten selvitysten ja kansallisen tason visioiden mukaan hajautetun ja pienimuotoisen energiantuotannon määrä ja merkitys tulee kasvamaan. (3) Kansallisilla ja EU:n ilmastopoliittisilla linjauksilla tulee olemaan suuret vaikutukset hajautetun tuotannon tulevaisuuteen. Sillä on merkitystä monien eri tavoitteiden saavuttamiseen, kuten uusiutuvan energian osuuden kasvattamiseen, kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen ja tuontiöljystä riippumattomuuteen. (13, s. 32 - 33)

Suomen on määrä luopua kivihiilen energiakäytöstä vuoteen 2030 mennessä. Kivihiihi on edelleen tärkeä polttoaine yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa, ja sitä voidaan korvata esimerkiksi pien-CHP-laitoksilla. Uusiutuvan energian käyttäminen hajautetussa energiantuotannossa kasvattaa myös omavaraisuutta ja riippumattomuutta tuontimaiden poliittisesta tilanteesta. (13, s. 36.)

Kun hajautetun energiantuotannon osuus kokonaistuotannosta kasvaa, aiheuttaa se entistä enemmän vaateita sähköverkolta, jonka pitää kyetä vastaamaan jatkuvasti muuttuvaan kulutukseen ja tuottoon. Älyjärjestelmät ja kulutusta ohjaavat systeemit ovat välttämättä osana hajautetun energiantuotannon lisääntymistä. Hajautetun energiantuotannon kasvava merkitys asettaa uusia vaatimuksia koko energiajärjestelmälle. (22, s. 108.)

Hajautetun energiantuotannon vaikutukset määrittyvät pitkälti sillä, mitä energiamuotoja se korvaa. Paikallinen hajautettu lämmöntuotanto voi esimerkiksi korvata uusiutuvalla energialla tuotettua kaukolämpöä, jolloin vaikutukset ovat negatiiviset, eli hajautetun energiantuotannon kasvun ilmastollinen vaikutus ei ole automaattisesti positiivista. (7, s. 33.)

Taloudelliset kannustimet eivät yksinään takaa hajautetun energiantuotannon kasvua. Vaikka taloudelliset kannustimet ovat pääosin samat koko maassa, voi-

vat alueelliset eroavaisuudet hajautetun energiantuotannon määrässä olla merkittäviä. Ei-taloudellisia esteitä hajautetun tuotannon leviämiseen voivat olla esimerkiksi yleinen asiantuntemuksen ja tietotaidon puute sekä laitteiston alhaiset takuuajat. Tutkimukset ovat myös havainneet, että demografiset tekijät, kuten kuluttajan arvomaailma, sosiaalinen ympäristö, ikä sukupuoli ja koulutus, vaikuttavat merkittävästi kuluttajan ryhtymiseen pienenergian tuottajaksi.

Ympäristölliset näkökohdat eivät ole usein merkittävin osatekijä aurinkopaneelitekniologian leviämiseen, vaan usein sosiaaliset tekijät ovat vaikuttaneet. Pienemmissä asutuskeskuksissa aurinkopaneelitekniologian leviämiseen vaikuttavat naapuriverkoston vertaisvaikutukset. Kynnys alkaa pienenergian tuottajaksi mataltuu mitä enemmän naapurustossa on nähtävillä aurinkopaneeleja. Jokainen uusi aurinkopaneeliasennus pientalon katolla kasvattaa naapurien kuukausittaista todennäköisyyttä asentaa oma järjestelmä 15 %:lla. (7, s. 107.)

5 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli luoda yhteenveto hajautetun pienenergian tuotannosta Suomessa. Tarkoituksena oli tuoda esille yleisimpien energian tuotantomuotojen nykytila ja tulevaisuudennäkymät. Työssä keskityttiin kotitalouksien, pienyrityksien ja maatalojen näkökulmasta keskeisiin asioihin, kuten lainsäädännöllisiin seikkoihin ja saatavilla oleviin taloudellisiin tukimuotoihin.

Lähes kaikkien kansallisten raporttien ja tutkielmien mukaan hajautettu energian pientuotanto tulee kasvamaan määrältään ja merkitykseltään. Suurin potentiaali kohdistuu aurinkosähköön, joka on tuplaantunut nimellisteholtaan muutamana viime vuonna ja saman trendin ennustetaan jatkuvan. Lisäksi pien-CHP:n rooli erityisesti maatalouksien tapauksessa tulee kasvamaan. Pientuulivoiman tulevaisuudennäkymät ovat kyseenalaisia johtuen Suomen sääolosuhteista. Nykyisellä tuulivoimatekniikalla ei pientuotanto ole kovin kannattava vaihtoehto. Säädökset vesistön suojelulle asettavat rajoitteita pienvesivoimalle, ja sen ei ennusteta kasvavan merkittävästi.

Suomessa on saatavilla hajautettuun pienenergiatuotantoon erilaisia tukia, joskin uudet lainsäädännöt ja muutokset ovat lähivuosina muuttuneet merkittävästi. Sekä EU:n että kansalliset säädökset tulevat vaikuttamaan merkittävästi hajautetun tuotannon lisääntymiseen. Keskeisiä tekijöitä ovat ilmastonsuojelulliset tekijät ja poliittiset seikat, kuten hiilidioksidipäästöjen vähentäminen ja energian omavaraisuuden kasvattaminen.

Hajautettu tuotanto tuo lisääntyessään uusia haasteita energijärjestelmälle. Näiden vastaamiseen kykenevää järjestelmää kutsutaan älyverkoksi. Kaksisuuntainen sähkönsiirto vaatii uutta tekniikkaa, ja olemassa olevalta siirtoverkolta muutoksia. Kun tuotanto on usein sääriippuvaista, kuten aurinko- ja tuulienergiaa, tuo se mukanaan uusia ongelmia, sillä tällä hetkellä huipputuotantokapasiteetti tulee edelleen pystyä täyttämään pelkästään keskitetyillä laitoksilla. Vielä kehitysvaiheessa olevat energianvarastointijärjestelmät voivat tuoda tähän muutoksen.

LÄHTEET

1. Sähkön pientuotanto. 2017. Motiva Oy. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/sahkon_pientuotanto. Hakupäivä 11.1.2019
2. Sähkönpienuotanto kovassa kasvussa - Aurinkosähkön tuotantokapasiteetti 2,5 -kertaistui vuodessa. 2018. Energiavirasto. Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/-/sahkonpienuotanto-kovassa-kasvussa-aurinkosahkon-tuotantokapasiteetti-2-5-kertaistui-vuodessa>. Hakupäivä 12.1.2019
3. Vihanninjoki, Vesa 2015. Hajautettu energiantuotanto Suomessa. Helsinki: Suomen ympäristökeskus SYKE
4. Salokoski, Pia 2017. Tulevaisuuden energia 2030...2050. Helsinki: Tekes
5. Älykäs sähköverkko. STEK ry. Saatavilla: <https://stek.fi/alykas-sahkon-kaytto/alykas-sahkoverkko/>. Hakupäivä 8.3.2019
6. Hajautettua sähkön pientuotantoa. Energiateollisuus ry. Saatavilla: https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/asiakkaat/sahkoasiakkuus/sahkon_pientuotanto. Hakupäivä 11.1.2019
7. Hajautetun uusiutuvan energiantuotannon potentiaali, kannattavuus ja tulevaisuuden näkymät Suomessa. Pöyry Management Consulting Oy. 2017. Julkaisija: Valtioneuvoston kanslia. Saatavissa: https://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/5_2017_Hajautetun+uusiutuwan+energiantuotannon+potentiaali%2C+kannattavuus+ja+tulevaisuuden+n%C3%A4kym%C3%A4t+Suomessa/f7fa0126-2880-452d-954b-f52ea5f0a9a0?version=1.0 Hakupäivä 11.1.2019
- 8.

9. Pientuulivoima. Suomen Tuulivoimayhdistys ry. Saatavissa:
<https://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/pientuulivoima>.
Hakupäivä 12.2.2019
10. Mattila, Vesa Ville 2018. Se pyörii sittenkin. Saatavissa:
http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/energiatehokkuus/fi_FI/verkko-onliitetty_pientuulivoimala/. Hakupäivä 12.2.2019
11. Vesivoimatuotannon määrä ja lisäämismahdollisuudet Suomessa. 2005. Energiateollisuus. Helsinki : Kauppa- ja teollisuusministeriö.
12. Pienvesivoima. 2016. Motiva Oy. Saatavissa:
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/vesivoima/pienvesivoima.
Hakupäivä 12.2.2019
13. Peura Pekka, Hiltunen Erkki, Haapanen Ari, Auvinen Karoliina, Soukka Risto, Törmä Hannu, Kujala Susanna, Pohjola Johanna, Mäkiranta Anne, Välisuo Petri, Grönman Kaisa, Kumar Rathan, Rasi Saija, Lehtonen Eeva, Anttila Perttu. 2017. Hajautetun uusiutuvan energian mahdollisuudet ja rajoitteet. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia. Saatavissa:
[https://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/35_hajautetun-uudiutuvan-energian-mahdollisuudet-ja-rajoitteet.pdf/331354b7-1b09-4fc9-b01a-89ff08b87241?version=1.0](https://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/35_hajautetun_uudiutuvan-energian-mahdollisuudet-ja-rajoitteet.pdf/331354b7-1b09-4fc9-b01a-89ff08b87241?version=1.0) Hakupäivä 11.1.2019
14. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. 2017. Julkaisija: Työ- ja elinkeinoministeriö. Saatavissa:
http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79189/TEMjul_4_2017_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y Hakupäivä 8.3.2019
15. Hajautettua sähkön pientuotantoa. Energiateollisuus ry. Saatavissa:
https://energia.fi/perustieto_energia-alasta/asiakkaat/sahkoasiakkuus/sahkon_pientuotanto. Hakupäivä 14.2.2019

16. Sähköntuotantolaitoksen liittäminen jakeluverkkoon. 2016. *Energiateollisuus*. Saatavissa:
https://energia.fi/files/1248/Ohje_tuotannon_liittamisesta_jakeluverkkoon_PAIVITETTY_20160427.pdf. Hakupäivä 14.2.2019
17. Kotitalouden sähköntuotannon tuloverotus. 2014 Verohallinto. Saatavissa:
https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/48484/kotitalouden_sahkontuotannon_tuloverotu/. Hakupäivä: 14.2.2019
18. Uusiutuvan energian tukijärjestelmien kehittämistyöryhmän loppuraportti. 2016. Julkaisija: Työ- ja elinkeinoministeriö. Saatavissa:
<https://tem.fi/documents/1410877/2772829/Uusiutuvan+energian+tukij%C3%A4rjestelmien+kehitt%C3%A4misty%C3%B6ryhm%C3%A4n+loppuraportti.pdf/c09c4499-b523-40ae-9fdc-644d5a1cd343> Hakupäivä 11.1.2019
19. Sähkön pientuotannon kilpailukyvyn ja kokonaistaloudellisten hyötyjen analyysi. 2014. Gaia Consulting Oy. Saatavissa: <https://docplayer.fi/671154-Sahkon-pientuotannon-kilpailukyvyn-ja-kokonaistaloudellisten-hyotyjen-analyysi.html> Hakupäivä 12.2.2019
20. Energiatuki. Työ- ja elinkeinoministeriö. Saatavissa: <https://tem.fi/energiatuki>.
21. Päästöoikeuden hinnannousu ohjaa uusiutuvan energian edistämistä. 2019. Energiavirasto. Saatavissa: <https://www.sttinfo.fi/tiedote/paastooikeuden-hinnannousu-ohjaa-uusiutuvan-energian-edistamista?publisherId=2054&releaseId=69850253>. Hakupäivä 11.1.2019
22. Tuettavat hankkeet. Työ- ja elinkeinoministeriö. Saatavissa:
<https://tem.fi/tuettavat-hankkeet>. Hakupäivä 14.1.2019
23. Taustaraportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030. 2017. Työ- ja elinkeinoministeriö. Saatavissa:
<https://tem.fi/documents/1410877/3570111/energia->

+ja+ilmastostrategian+taustaraportti_1.2.+2017.pdf/d745fe78-02ad-49ab-8fb7-7251107981f7 Hakupäivä 14.1.2019

24. Sähköntuotantolaitoksen liittäminen jakeluverkkoon. 2016. Energiateollisuus ry. Saatavissa:

https://energia.fi/files/1248/Ohje_tuotannon_liittamisesta_jakeluverkkoon_PAIVITETTY_20160427.pdf. Hakupäivä 11.1.2019

25. Tekninen liite ohjeeseen sähköntuotantolaitoksen liittäminen jakeluverkkoon - nimellisteholtaan enintään 100 kVA laitoksen liittäminen. 2016. Energiateollisuus ry. Saatavissa:

https://energia.fi/files/1249/tekninen_liite_1_-_enintaan_100_kVA_PAIVITETTY_20160427.pdf. Hakupäivä 11.1.2019