

**Sähkön mikrotuotannon tariffit eräissä Euroopan
maissa**
**Tariffs for microgeneration of electricity in certain
European countries**
Janne Immonen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT
School of Energy Systems
Sähkötekniikka

Janne Immonen
Sähkön mikrotuotannon tariffit eräissä Euroopan maissa

2020

Kandidaatintyö
24 s.

Tarkastaja: TkT Salla Annala

Sähkön mikrotuotanto ja uusiutuvan energian käyttö sähköntuotannossa on kasvanut voimakkaasti viimeisen vuosikymmenen aikana. Erityisesti kotitalouksien aurinkosähkön mikrotuotanto on kehittynyt merkittävän järjestelmien hintojen alenemisen, sekä erilaisten uusiutuvan energian tukimuotojen myötä. Tämä kandidaatintyö on suoritettu kirjallisuuskatsauksena. Työssä tutkitaan mikrotuottajan mahdollisuuksia saada tukea tai korvauksia eri esimerkkimaissa. Esimerkkimaiksi on valittu Euroopan valtioita, jotka edustavat erilaisia näkökulmia aiheesta. Esimerkkimaina ovat Suomi, Iso-Britannia ja Saksa.

Työn alussa käydään läpi yleistietoa mikrotuotannosta sekä olemassa olevista mikrotuotannon tukimuodoista. Tämän jälkeen siirrytään tutkimaan tarkemmin esimerkkimaissa käytössä oleviin tukimuotoihin, menetelmiin ja niiden kehitykseen. Työssä käsitellään myös mikrotuotannon määrän kehittymistä, sekä sähkön vuosikulutuksia ja sähkön hintatasoa maakohtaisesti.

Työn perusteella valtion voimakkaalla uusiutuvan energian tukemisella on ollut positiivista vaikutusta mikrotuotannon määrän kehittymiseen. Voimakkaan tukemisen myötä joissain maissa sähkön kokonaishinta kuluttajalle on huomattavasti korkeampi verrattuna maahan, jossa valtion tukea on vähemmän.

ABSTRACT

Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT
School of Energy Systems
Electrical Engineering

Janne Immonen

Tariffs for microgeneration of electricity in certain European countries

2020

Bachelor's Thesis.

24 p.

Examiner: D.Sc. Salla Annala

Microgeneration of electricity and use of renewable energy in electricity generation have grown strongly over the last decade. Especially, microgeneration of electricity by households has developed as a result of significant reduction in solar PV system prices, as well as various support mechanisms for renewable energy. This bachelor's thesis has been completed as a literature review. The aim of this work is to research the possibilities of a micro-producer to receive support or compensations in different case-countries. The case-countries have been selected in order to represent a various point of views about the topic. The case-countries are Finland, United Kingdom and Germany.

The most common existing support mechanisms and general information about microgeneration are explained in beginning of the work. This is followed by a closer look at the forms of used support mechanisms, methods, and their evolution in past, in the example countries. The work also deals with the development of the amount of microgeneration, as well as the annual electricity consumption and the price level of electricity by country.

Based on the work, state's strong support for renewable energy has had a positive effect on the development of the amount of microgeneration. As a result of strong support, in some countries the total price of electricity to the consumer is significantly higher compared to a country with less state's support.

SISÄLLYSLUETTELO

Käytetyt merkinnät ja lyhenteet

1. Johdanto.....	6
2. Mikrotuotanto ja tukimuodot.....	8
2.1 Suomi.....	11
2.2 Iso-Britannia	14
2.3 Saksa.....	17
3. Yhteenveto/johtopäätökset	20
Lähteet	22

KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET

AMR	Automatic meter reading
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz, Uusiutuvien energialähteiden laki Saksassa
FIT	Feed-in Tariff, Syöttötariffi
snt	Senttiä
kWh	Kilowattitunti
kWp	Kilowattpeak, Järjestelmän huipputeho joka saadaan parhaimmillaan tuotettua
kVA	Kilovolttiampeeri
MVA	Megavolttiampeeri
MW	Megawatti
GW	Gigawatti

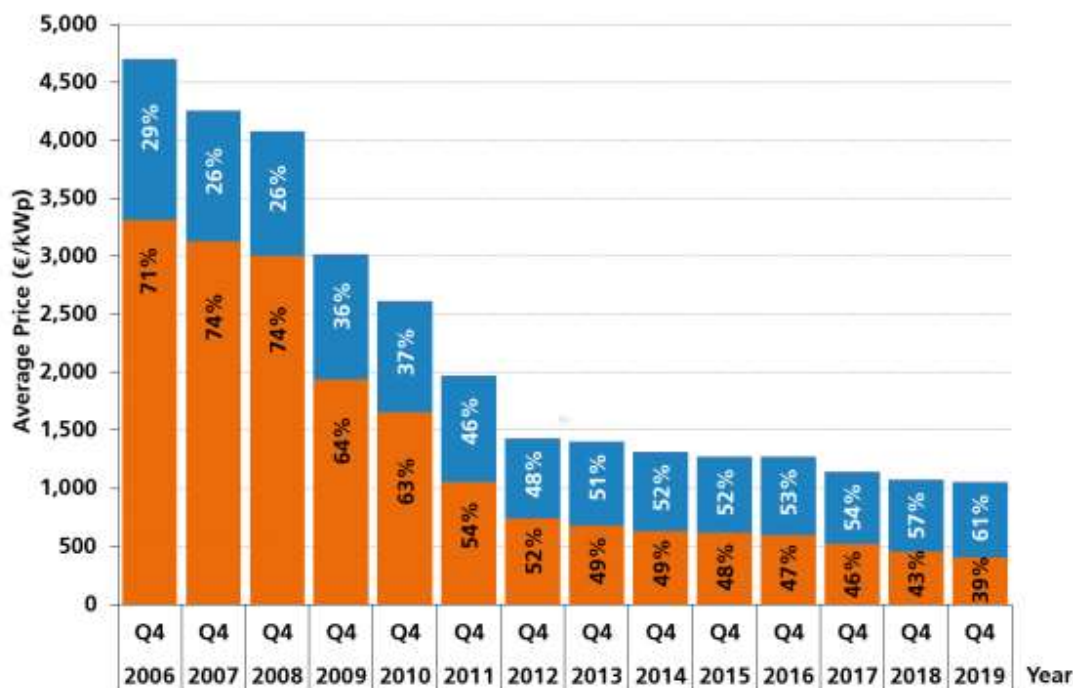
1. JOHDANTO

Sähkön pientuotanto sekä uusiutuvan energian käyttö sähkötuotannossa on ollut viime vuosina voimakkaassa kasvussa. Esimerkiksi Suomessa voimakkainta kasvu on ollut erityisesti aurinkosähkön tuotannossa. Verkkoon liitetyn aurinkosähkön pientuotannon kapasiteetti kasvoi vuoden 2017 66 MW:n tasosta vuonna 2018 120 MW:n tasoon, eli noin 82 prosenttia (Energiavirasto, 2019).

Sähkön pientuotannolla tarkoitetaan Suomessa kaikkia teholtaan alle 2 MVA:n tuotantolaitteistoja. Yleisimmin sähköä pientuotetaan aurinkoenergialla ja tuulivoimalla. Erityisesti mikrotuotannon, yleisesti Suomessa määriteltynä alle 100 kVA:n tuotantolaitosten, osuus aurinkosähkön tuotannon kasvusta on ollut merkittävä (Energiateollisuus, 2019).

Tämän kokoluokan tuotantolaitokset ovat pääsääntöisesti kotitalouksiin asennettua aurinkosähkökapasiteettia, jonka tarkoituksena on ensisijaisesti tuottaa sähköä omaan käyttöön ja pyrkiä vähentämään verkosta ostetun sähkön tarvetta. Kotitalouksien mikrotuotanto on hyvin pienimuotoista, eikä sen päätarkoituksena ole tuottaa liikevoittoa mahdollisen ylijäämänsähkön verkkoon takaisinmyynnillä. Mikrotuotantoon kotitalouksia kannustaa siitä saatava taloudellinen hyöty, korvaamalla kalliimpaa ostoenergiaa sekä mahdollisuus oman hiilijalanjäljen pienentämiseen. Myös aurinkopaneelien hinnat ovat laskeneet maailmanlaajuisesti yli 80 prosenttia kuluvan vuosikymmenen aikana (Motiva, 2019).

Kuten kuvasta 1.1 nähdään, on aurinkosähköjärjestelmien hintajakauma muuttunut merkittävästi. Esimerkiksi vuonna 2007 itse paneelien osuus kokonaishinnasta oli jopa 75 prosenttia. Paneelien hinnat ovat laskeneet viimeisen vuosikymmenen aikana todella paljon tekniikan kehittymisen ja kilpailevien valmistajien myötä. Vuoden 2019 lopussa paneelien osuus kokonaishinnasta oli enää vain noin 39 prosenttia. Muiden järjestelmään tarvittavien komponenttien, kuten invertterin, kaapelien ja kannakkeiden hinnat ovat myös pudonneet noin puoleen vuoden 2006 hinnoista. Hintojen alenemisen myötä, järjestelmän kokonaishinta on pudonnut vuoden 2006 noin 4500€/kWp:stä noin 1000:een euroon per kWp. (ISE Fraunhofer, 2019)



Kuva 1.1 Aurinkopaneelijärjestelmien hintakehitys Saksassa. Oranssi väri kuvaa aurinkopaneelien osuutta hinnasta ja sininen väri muita komponentteja, kuten invertteri, kaapelit ja kannakkeet (ISE Fraunhofer, 2020).

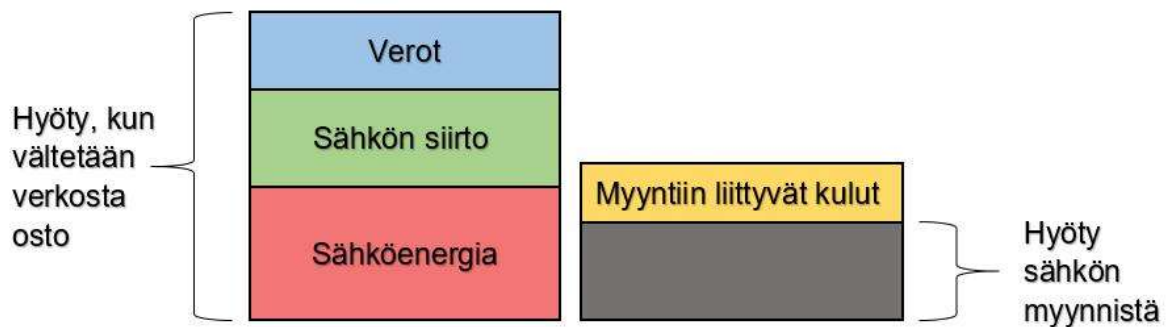
Työssä tarkastellaan sähkön mikrotuottajan mahdollisuuksia saada tukea tai korvauksia verkkoon syötetystä ylijäämätuotannosta esimerkkimaissa, Suomessa, Iso-Britanniassa ja Saksassa. Järjestelmän mitoitus niin, että kaikki tuotanto tulisi aina omaan käyttöön on haastavaa. Investointivaiheeseen kohdistuvat tuet on rajattu tämän työn ulkopuolelle. Työ toteutetaan kirjallisuuskatsauksena ja tietoa kerätään tukimuodoista sekä kotitalouksille maksettavan korvauksen tasosta. Esimerkkimaiden sähkön hintatasoa ja pientuotannon määrää tarkastellaan yleisellä tasolla. Aineistona hyödynnetään muun muassa energiayhtiöiden verkkosivustoja, viranomaissivustoja, sekä Euroopan Unionin valtiokohtaisia energiaraportteja.

Työssä vastataan seuraaviin kysymyksiin:

- Onko pientuottajan mahdollista saada korvausta ylijäämätuotannosta? Mistä korvaus tulee, tukeeko valtio tai maksaako energiayhtiö?
- Millaisia mahdollisia tukimuotoja on ja mihin ne perustuvat?
- Mikä on sähkön hintataso ja kotitalouksien keskimääräinen sähkönkulutus

2. MIKROTUOTANTO JA TUKIMUODOT

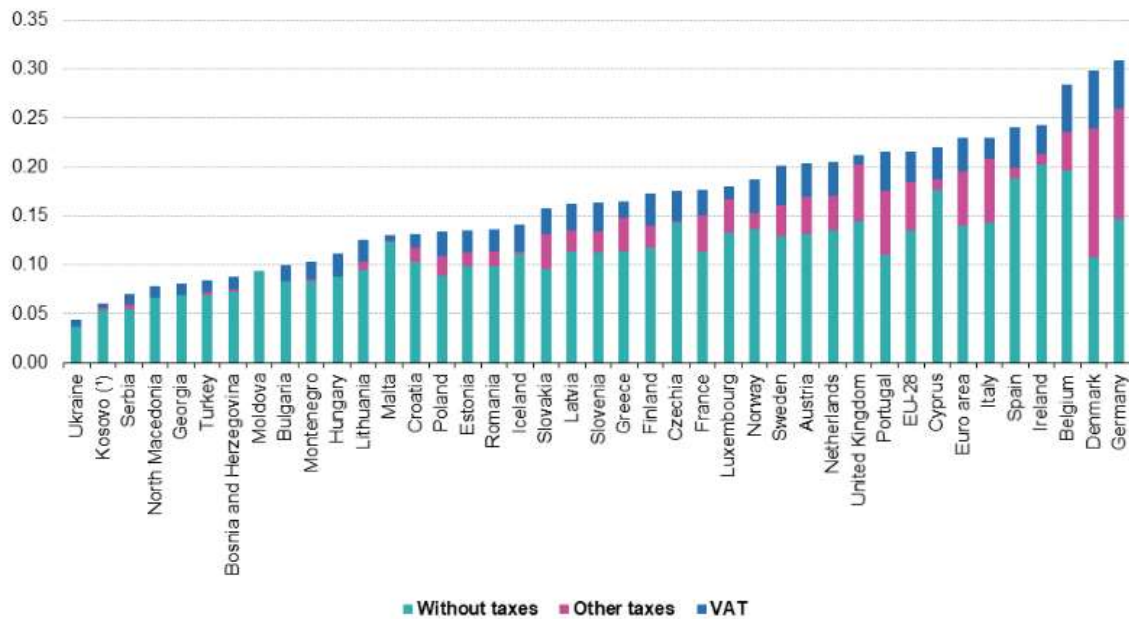
Suurin hyöty mikrotuotannosta saadaan, kun käytetään tuotettu sähkö itse. Näin ollen kulut vähenevät huomattavasti kun ei tarvitse maksaa verkosta ostetusta sähköenergiasta, sen siirrosta, eikä niiden mukana perittävistä veroista. Esimerkiksi Suomessa omaa tuotantoa verkkoon myydessä korvaukset perustuvat pitkälti sen hetkisen sähkön markkinahintaan. Tästä syystä aurinkosähköjärjestelmää hankittaessa on kannattavaa mitoittaa järjestelmä niin, että omakäyttöprosentti olisi mahdollisimman suuri. Hyödyt ylijäämäsiähkön myynnistä ovat huomattavasti pienemmät kuin hyöty joka saadaan kun vältetään verkosta osto. Kuvassa 2.1 nähdään suuntaa antava mittakaava hyötyjä vertailtaessa.



Kuva 2.1 Sähkön osto- ja myyntihinnan rakenne ja mittakaava hyötyjen suuruudesta (Motiva, 2019b).

EU-28 maiden sähkön kokonaishinnan keskiarvo kotitalouksille oli vuoden 2019 alussa 22 snt/kWh, kuten kuvasta 2 nähdään. Hinta koostuu sähköenergiasta, sähkönsiirrosta ja veroista. (Eurostat, 2019)

Electricity prices for household consumers, first half 2019 (EUR per kWh)



Kuva 2.2 Kotitalouksien sähkön hintajakauma eri esimerkkimaissa. Turkoosi väri kuvastaa sähköenergian ja sähkönsiirron hintaa ilman veroja, sininen väri kuvaa arvonlisäveroa ja vaaleanpunainen väri kuvaa muita veroja (Eurostat, 2019).

Keskimääräinen sähkönkulutus kotitaloutta kohden vuonna 2014 EU-maissa oli 3600 kWh (WEC, 2016). Kuvasta 2.2 nähdään, että on huomattavaa kuinka suuri ero sähkön kokonaishinnassa ja verotuksen määrässä on maiden välillä. Esimerkiksi Saksassa, missä sähkön hinta kotitalouksille oli esimerkkimaista korkein vuoden 2019 alussa, sähkön hinnasta yli puolet koostuu veroista, kun veroton hinta taas on melko samalla tasolla kuin Suomessa ja Iso-Britanniassa. Sähkön korkea hinta Saksassa perustuu muun muassa sähköä ostettaessa perittävään uusiutuvan energian lisämaksuun, joka on noin 20 % sähkön kokonaishinnasta. Lisämaksun tarkoituksena on rahoittaa uusiutuvan energian syöttötariffit ja suuremmille tuottajille maksettava markkinapalkkio, niin sanottu market premio (Clean Energy Wire, 2020).

Mikrotuotannolle on olemassa erilaisia tukimuotoja riippuen minkä maan osalta asiaa tutkitaan. Yksi yleisimmistä tukimuodoista on syöttötariffi (Feed-In Tariff, FIT), joka on valtion tukema keino kannustaa investoimaan uusiutuvaan energiaan. Syöttötariffijärjestelmä on käytössä useissa EU:n maissa, mutta niiden rakenne ja korvauksen määrä vaihtelevat maakohtaisesti. Syöttötariffijärjestelmään hyväksytyille tuotantolaitokselle taataan tietyksi ajanjaksoksi ennalta sovittu kiinteä hinta perustuen

tuotetun energian määrään (Motiva, 2020). Tariffin maksuaika vaihtelee maakohtaisesti noin 10-20 vuoden välillä (RES LEGAL, 2019). Suomessa aurinkosähkön mikrotuottajan ei ole mahdollista päästä syöttötariffijärjestelmään (Motiva, 2020a), mutta Saksassa ja Iso-Britanniassa se on mahdollista (RES LEGAL, 2019; Ofgem, 2019a).

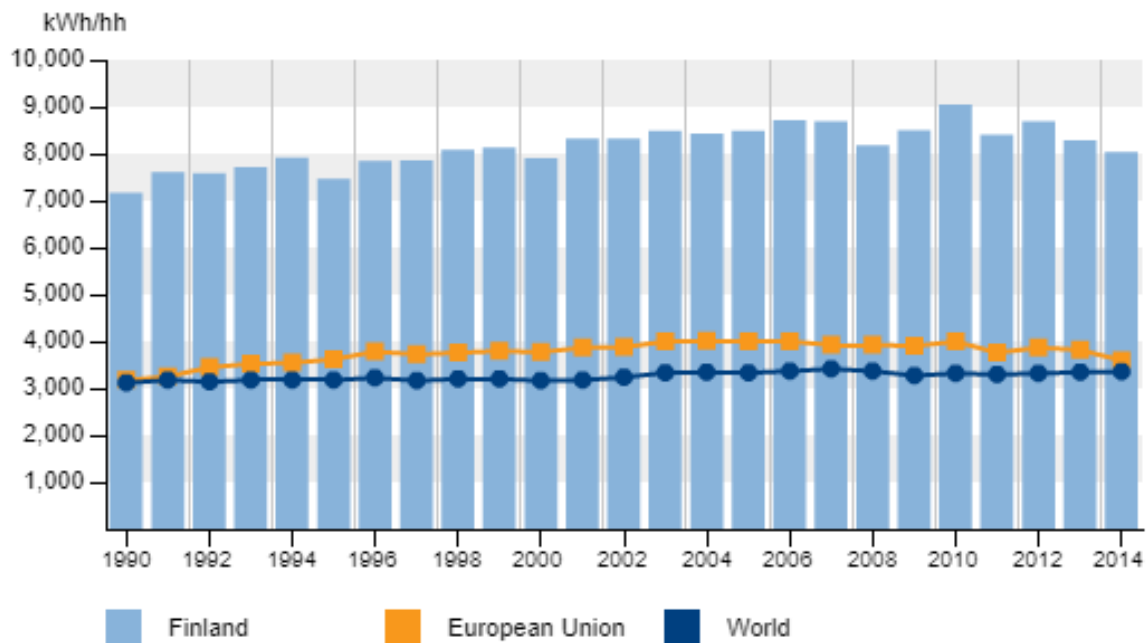
Muita mahdollisia tuki- tai korvausmenetelmiä on muun muassa nettomittarointi. Nettomittaroinnilla tarkoitetaan tuotantolaitoksen, tässä tapauksessa esimerkiksi omakotitalon sisään ja ulos virtaavan sähköenergian erotukseen perustuvaa laskutusta. Kun mikrotuotantoa on tyypillisesti yli omien tarpeiden kesäaikaan tuotannon ollessa suurimmillaan, sähköenergia siirretään verkkoon ikään kuin varastoon. Tuotannon ollessa pieni esimerkiksi yöaikaan ja talvella, voidaan hyödyntää verkkoon aiemmin siirretty määrä sähköä (Energysage, 2020). Riippuen kuitenkin siitä, suoritetaanko netotus päivä-, kuukausi vai vuositasolla. Vuositason netotus ei ole energiayhtiöille kannattavaa, sillä sähkönhinta vaihtelee vuoden aikana huomattavan paljon. Yksinkertaistettuna voidaan ajatella energiamittarin pyörivän eteenpäin aina kun verkosta kulutetaan sähköä ja vastapäivään, negatiiviseen suuntaan, kun verkkoon syötetään omaa ylijäämätuotantoa. Mikäli kotitalouden mikrotuotantolaitos on oikein mitoitettu, on mahdollista tuottaa yhtä paljon energiaa kuin sitä kulutetaan vuodessa.

Jotkin energiayhtiöt tarjoavat myös niin kutsuttuja virtuaaliakku-palveluja jotka periaatteena toimivat hyvin samankaltaisesti kuin nettomittarointi. Palvelun avulla voi varastoida omaa käyttämättä jäänyttä aurinkosähköä myöhempää käyttöä varten ilman fyysistä sähkövarastoa, kuten akkujärjestelmää. (Helen, 2020)

2.1 Suomi

Suomen keskimääräinen sähkönkulutus kotitaloutta kohden vuonna 2014 oli 8041 kWh (WEC, 2016). Kuvasta 2.1.1 nähdään, että Suomen sähkönkulutus on Euroopan maiden keskiarvoon verrattuna noin kaksinkertainen, pohjoisen sijaintinsa ja suuren kotitalouksien lämmitystarpeen vuoksi.

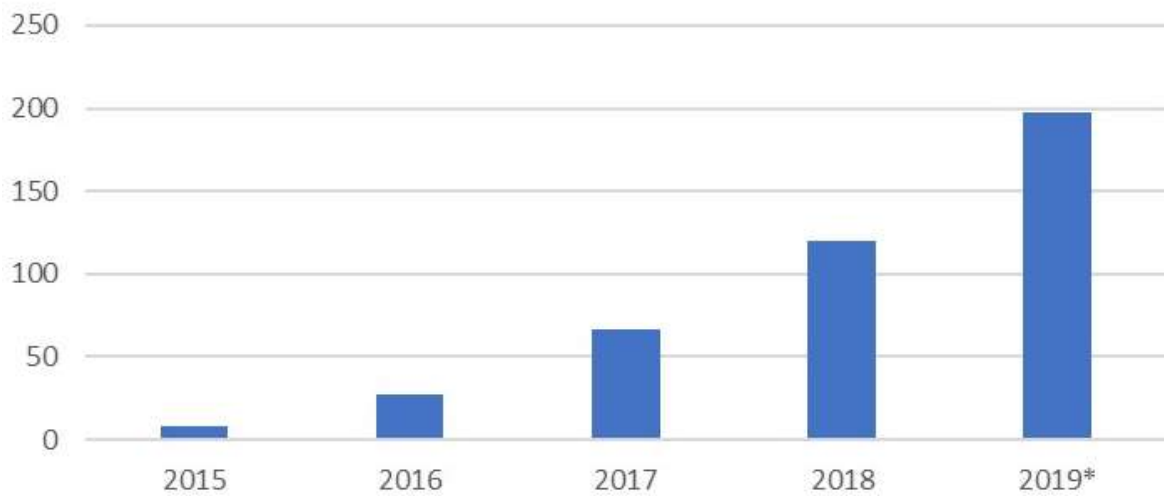
Suomessa sähkön kokonaishinnan keskiarvo kotitalouskuluttajille vuoden 2019 alussa oli 17 snt/kWh (Eurostat, 2019). Verrattuna EU-28 maiden keskiarvoon on Suomessa sähkön hinta melko edullista, noin 5 snt alle keskiarvon.



Kuva 2.1.1 Keskimääräinen sähkönkulutus kotitaloutta kohti Suomessa vuosina 1990-2014 (WEC, 2016).

Suomessa verkkoon liitetyn aurinkosähkön pientuotantokapasiteetin määrä on kasvanut viime vuosina huomattavasti. Kuten kuvasta 2.1.2 nähdään, vuoden 2019 lopussa kapasiteetin määrä oli jo 198 MW, joka oli 64 prosenttia suurempi kuin edellisenä vuotena.

Verkkoon liitetty aurinkosähkön pientuotantokapasiteetti (MW)



*Vuoden 2019 tiedot alustavia

Kuva 2.1.2 Suomessa verkkoon liitetty aurinkosähkön pientuotantokapasiteetti megawatteina (Energiavirasto, 2020).

Suomessa on olemassa syöttötariffeja, mutta aurinkosähköllä tuotetulla sähköllä ei ole mahdollista päästä syöttötariffijärjestelmään. Syöttötariffijärjestelmää käytetään metsähakkeella, tuulivoimalla, biokaasulla, sekä puupolttoaineella tuotetulle sähkölle. Esimerkiksi tuulivoimalan on oltava nimellistehoaltaan vähintään 500 kVA, jotta se voidaan hyväksyä syöttötariffijärjestelmään (Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta 2010/1396 § 9). Aurinkovoimalla on mahdollista päästä tarjouskilpailuun perustuvaan preemiojärjestelmään, mutta laitoksen kokoluokan olisi oltava huomattavasti suurempi kuin mikrotuottajalla (Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta 2010/1396 § 30). Näin ollen mikrotuottajalla ei ole mahdollisuutta päästä preemiojärjestelmään.

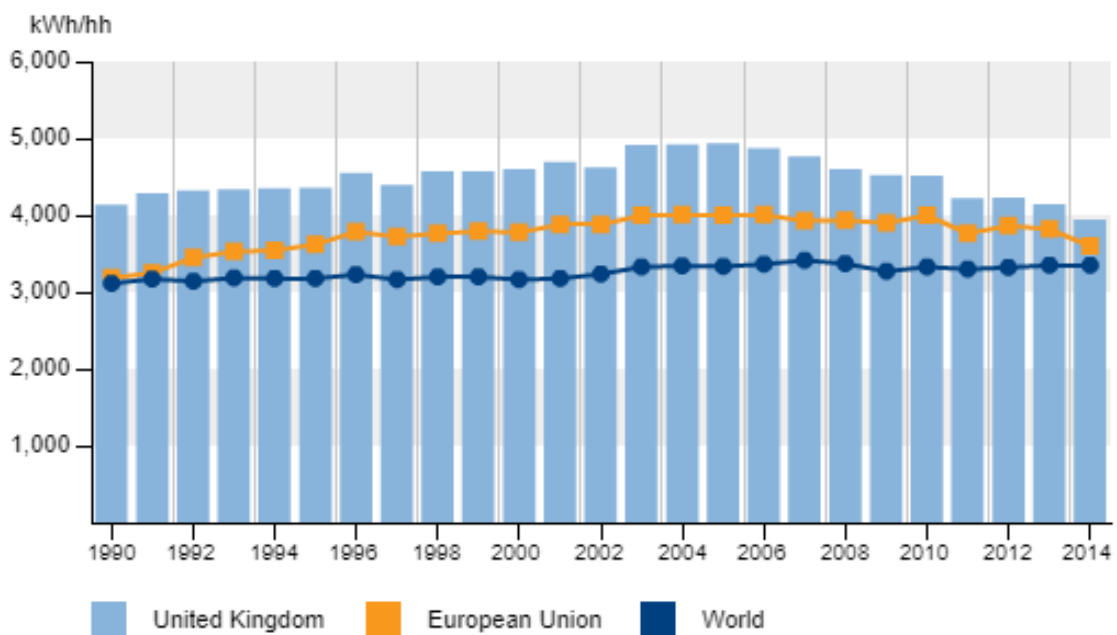
Mikrotuottajan on mahdollista myydä verkkoon kytketyn aurinkosähkölaitteiston ylijäämäenergiaa, jos tuottaja on tehnyt liittymissopimuksen paikallisen jakeluverkkoyhtiön kanssa, sekä sopimuksen sellaisen energiayhtiön kanssa, joka ostaa ylijäämäenergiaa. Paikallinen jakeluverkkoyhtiö on velvollinen ottamaan vastaan omalla alueellaan sijaitsevan mikrotuottajan tuottaman sähkön ja sen on kyettävä toimittamaan ostavalle energiayhtiölle tieto verkkoon syötetyn sähkön määrästä tunnin tarkkuudella (Motiva, 2019). Tästä syystä mikrotuottajalla on oltava automaattisesti etäluettava AMR -mittari, josta sähkön kulutus ja

tuotanto saadaan luettua tunnin tarkkuudella. Mikäli mittari ei sovellu kaksisuuntaiseen mittaamiseen, kuuluu paikallisen sähköverkkoyhtiön velvollisuuksiin vaihtaa se (Aurinkosähkökotiin, 2020). Ylijäämäsähkön ostosta ei ole erillistä lainsäädäntöä, jolloin energiayhtiöt voivat vapaasti päättää millä hinnalla he ylijäämäsähköä mikrotuottajalta ostavat (tai ostavatko ollenkaan). Tyypillisesti edellytyksenä ylijäämäsähkön myynnille on kuitenkin, että tuottajan ostettava muu tarvitsemansa energia samalta energiayhtiöltä kuin mille ylijäämää myy. Kaikki energiayhtiöt eivät maksa korvausta verkkoon syötetystä ylijäämäsähköstä, mutta suurin osa yhtiöistä ostaa sähkön Nordpool sähköpörssin Suomen hinta-alueen spot- eli tunti-hinnan perusteella. Tällä perusteella korvausta maksavat esimerkiksi Helen (Helen, 2019), Fortum (Fortum, 2019) ja Vattenfall (Vattenfall, 2019). Riippuen energiayhtiöstä, hinnasta voidaan vähentää välityspalkkio, joka oli esimerkiksi vuonna 2019 Vattenfallilla (Vattenfall, 2019) 0,3 snt/kWh ja Fortumilla (Fortum, 2019) 0,24 snt/kWh. Vaikka paikallinen jakeluverkkoyhtiö on velvoitettu ottamaan mikrotuotannon ylijäämäsähkön vastaan ja siirtämään sen, voi se silti periä maksua verkkoon syötetystä ja tietyille energiayhtiölle siirretystä energiasta. Esimerkiksi Lappeenrannan energia peri vuonna 2019 verkkoon syötetyn sähkön siirrosta 0,07 snt/kWh (Lappeenrannan energia, 2019).

Jotkin energiayhtiöt tarjoavat asiakkailleen käyttöön myös niin kutsuttuja virtuaaliakku-palveluita. Virtuaaliakun avulla on mahdollista parantaa aurinkosähkön omakäyttöprosenttia entisestään varastoimalla energiaa talteen silloin kun ylijäämätuotantoa on ja käyttämällä sitä tarvittaessa myöhemmin. Esimerkiksi Helen tarjoaa virtuaaliakku-palvelua niin, että varastoidun aurinkosähkön arvo on 13 snt/kWh. Kun käytetään sähköä virtuaaliakusta, Helen vähentää sähkölaskulta tämän summan jokaista akusta käytettyä kilowattituntia kohden. Virtuaaliakkuja on tarjolla eri kokoisia, vuotuisen ylijäämätuotannon määrän mukaan. Palvelu on kuitenkin maksullinen, esimerkiksi vuotuisen käyttörajan ollessa 750 kWh:n virtuaaliakku maksaa 69 euroa vuodelta (Helen, 2020). Myös muilla energiayhtiöillä, kuten KSS Energiolla (KSS Energia, 2020) ja Lammaisten Energia Oy:llä on tarjolla virtuaaliakku-palveluita. Lammaisten Energia Oy tarjoaa aurinkoakkuja kahta kokoa, 200 kWh ja 300 kWh ylijäämätuotannolle ja niiden kuukausihinnat ovat 6,90 euroa ja 7,90 euroa. Akkuun varastoidusta energiasta hyvitetään 12 senttiä kilowattituntia kohden (Lammaisten Energia Oy, 2019).

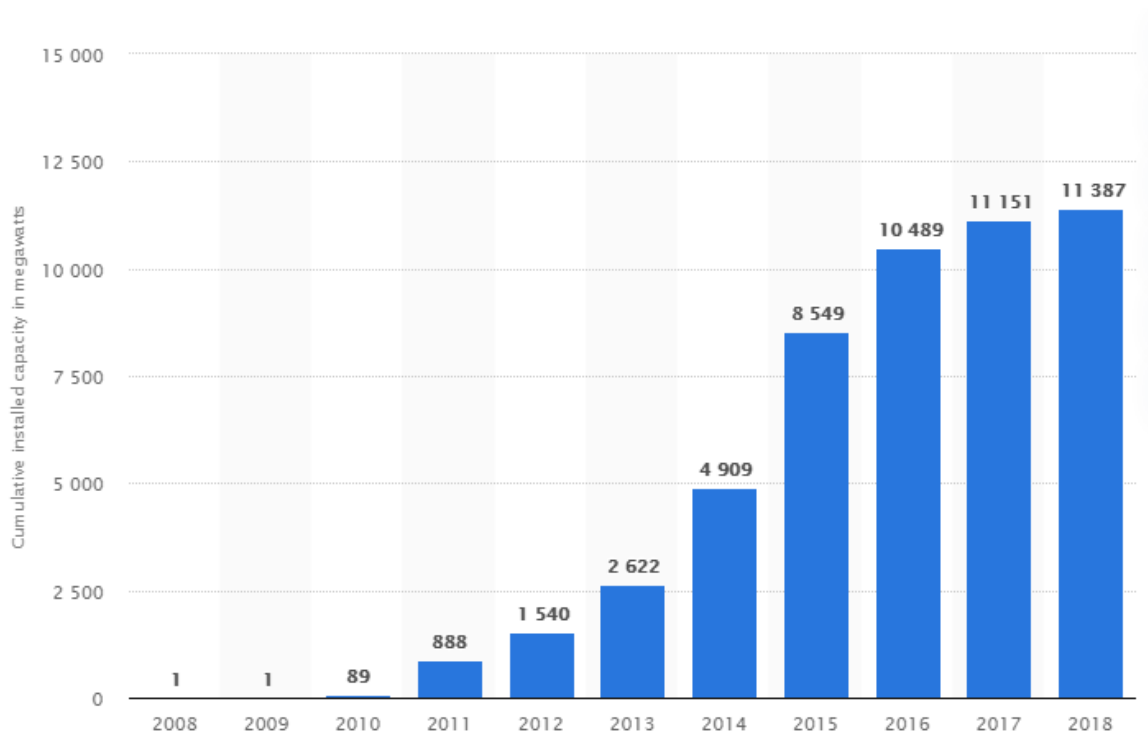
2.2 Iso-Britannia

Iso-Britanniassa sähkön keskimääräinen kokonaishinta kotitalouskuluttajille vuoden 2019 alussa oli 21 snt/kWh, mikä on hyvin lähellä EU-maiden keskiarvohintaa (Eurostat, 2019). Keskimääräinen sähkönkulutus kotitaloutta kohden vuonna 2014 oli 3941 kWh, kuten kuvasta 2.2.1 nähdään (WEC, 2016). Euroopan muihin maihin verrattuna sähkönkulutus on hieman keskiarvoa suurempi, mutta silti vain noin puolet Suomen keskiarvosta.



Kuva 2.2.1 Keskimääräinen sähkönkulutus kotitaloutta kohti Iso-Britanniassa vuosina 1990-2014 (WEC, 2016).

Aurinkosähkökapasiteetti Iso-Britanniassa on kasvanut paljon viimeisen vuosikymmenen aikana. Kuvasta 2.2.2 nähdään suurta kasvua vuosien 2010 ja 2016 välillä ja vuonna 2018 asennettu kapasiteetti oli jo 11 387 MW. Yksi merkittävä tekijä tuotannon suurelle kasvulle on hallituksen aloittama tukiohjelma.



Kuva 2.2.2 Asennettu aurinkosähkökapasiteetti megawatteina Iso-Britanniassa vuosilta 2008-2018 (Statista, 2020).

Iso-Britanniassa suuri osa aurinkosähkökapasiteetista koostuu suurista, jopa yli 5 megawatin tuotantolaitoksia. Taulukosta 2.2.3 nähdään, että noin 30 prosenttia asennetusta kokonaiskapasiteetista on mikrotuotantoa; alle 50 kW:n kokoluokkaa.

Taulukko 2.2.3 Asennettu aurinkosähkökapasiteetti kokoluokittain lokakuussa 2020 (GOV.UK, 2020).

	Oct 2020
0 ≤ 4 kW	2 752.3
4 ≤ 10 kW	290.8
10 ≤ 50 kW	904.6
50 kW ≤ 5 MW	3 516.4
5 ≤ 25 MW	4 347.4
> 25 MW	1 614.2
Pre 2009 estimate	14.6
TOTAL	13440.24

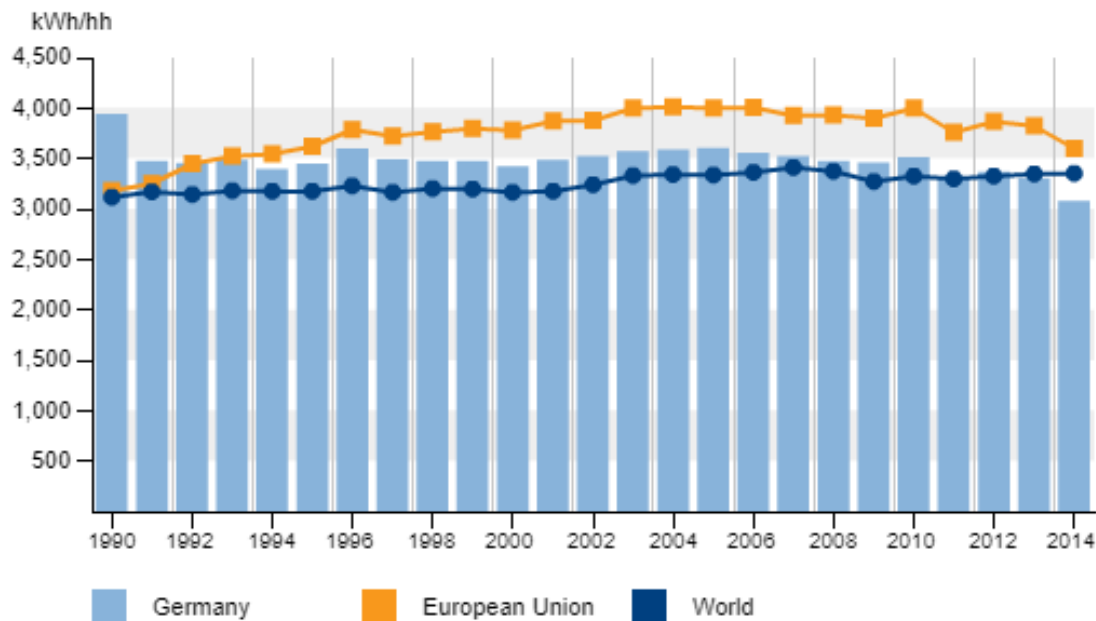
Iso-Britannian hallitus aloitti vuonna 2010 FIT scheme-ohjelman, jonka tarkoituksena oli edistää sekä kannustaa ihmisiä uusiutuvien energianlähteiden, erityisesti mikrotuotannon käyttöönottamiseen. Ohjelma perustui kokonaan syöttötariffiin, jota maksettiin ohjelmaan hyväksytyille asiakkaille heidän tuotannon mukaan. Edellytyksenä tariffijärjestelmään hyväksymiseen oli hankkia tuotantolaitokselle ohjeiden mukainen hyväksyntä, liittymällä hakemusjonoon, jonka kautta sertifikaatio myönnettiin tarkastuksen jälkeen. Korvauksen määrä kilowattituntia kohden perustui tuotantolaitoksen kokoon. Ohjelman alkuaikaan mikrotuottajalle maksettiin hyvinkin suuria korvauksia. Esimerkiksi vuonna 2010 uudelle 0-10 kW kokoluokkaan kuuluvalla mikrotuottajalle maksettiin noin 48 penniä (53 senttiä)¹ tuotettua kilowattituntia kohden. Suurten korvausmäärien ansiosta mikrotuotannon määrä kasvoi nopeasti. Korvaukset lähtivät kuitenkin laskemaan ohjelman ensimmäisten vuosien jälkeen huomattavasti. Vuonna 2014 korvauksen määrä edellä mainitussa mikrotuotannon kokoluokassa oli noin 17 penniä (19 senttiä) kilowattituntia kohden. Vuosien 2016 ja 2019 välillä korvauksen taso oli enää vain noin 4,5 penniä (5 senttiä), mikä on alle kymmenesosa siitä korvauksen määrästä, mitä tukiohjelman alussa maksettiin Tukiohjelma kuitenkin suljettiin maaliskuussa 2019, eikä sen jälkeen uusia tuotantolaitoksia ole hyväksytty järjestelmään. (Ofgem, 2020b; Ofgem, 2020a)

¹ Muunnokset laskettu 3.12.2020 päivitettyllä EUR-GBX valuuttakurssilla.

2.3 Saksa

Saksassa sähkön kokonaishinta kotitalouskuluttajille vuoden 2019 alussa oli 31 snt/kWh, mikä on huomattavasti korkeampi kuin keskimääräisesti EU-maissa (Eurostat, 2019).

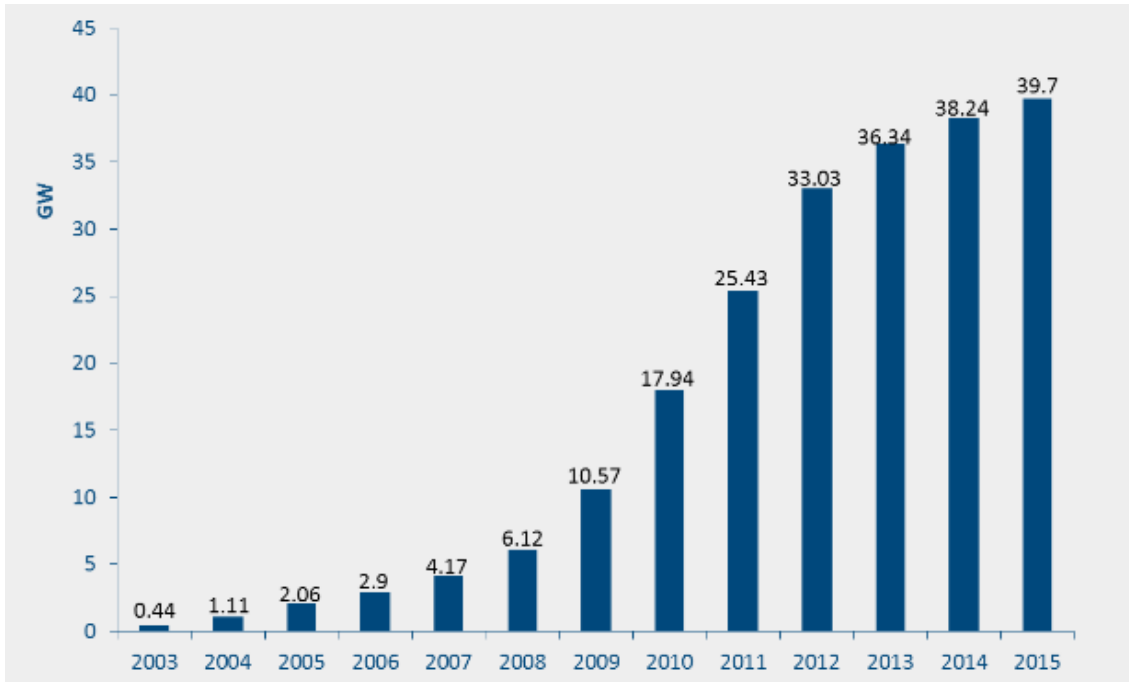
Kuvasta 2.3.1 nähdään, että keskimääräinen sähkönkulutus kotitaloutta kohden vuonna 2014 oli 3079 kWh (WEC, 2016). Sähköhinnassa perittävä huomattavan korkea uusiutuvan energian lisämaksu, joka on noin 20 prosenttia kokonaishinnasta, saattaa herättää kritiikkiä tavallisten kuluttajien keskuudessa. Lisämaksun tarkoituksena on puhtaasti rahoittaa uusiutuvan energian tukia, jolloin käytännössä muut asiakkaat joilla ei ole mikrotuotantoa, maksavat mikrotuottajien korvaukset uusiutuvasta energiasta.



Kuva 2.3.1 Keskimääräinen sähkönkulutus kotitaloutta kohti Saksassa vuosina 1990-2014 (WEC, 2016).

Saksa on yksi maailman suurimmista ja Euroopan suurin aurinkosähkön tuottajamaista.

Asennettu aurinkosähkökapasiteetti on kasvanut Saksassa eniten vuosien 2006 ja 2012 välillä. Kuten kuvasta 2.3.2 nähdään, vuoden 2015 loppuun mennessä kapasiteetti oli jo 39,7 GW (Energypost.eu, 2019).



Kuva 2.3.2 Asennettu aurinkosähkökapasiteetti gigawatteina Saksassa vuosilta 2003-2015 (Energypost.eu, 2019).

Vuonna 2018 asennettua aurinkosähkökapasiteettia oli noin 46 GW ja kuten kuvasta 2.3.3 nähdään, siitä noin 50 prosenttia on mikrotuotantoa eli alle 100 kW:n tuotantolaitosten kokoluokassa tuotettua. (ISE Fraunhofer, 2019)

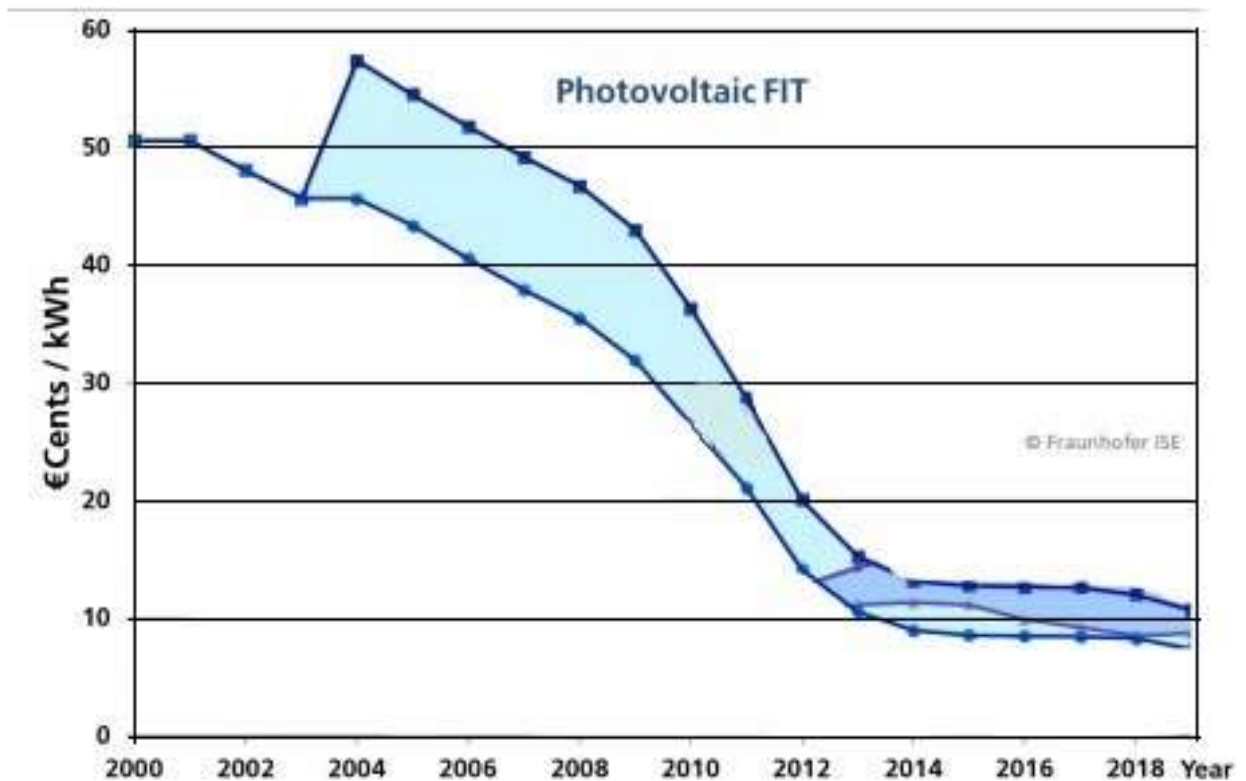
Share of PV-Systems in Germany by cumulative capacity (2018)



© Fraunhofer ISE

Kuva 2.3.3 Aurinkosähkökapasiteetin jakauma tuotantolaitosten koon mukaan (ISE Fraunhofer, 2019).

EEG:n eli uusiutuvien energianlähteiden lain uudistuksen myötä 2014, yleisin mikrotuotannon tukimuoto Saksassa on preemiotariffi (Premium tariff/ Market premium). Alle 100 kW:n kokoluokan uusiutuvan energianlähteen tuotantomuodoilla on mahdollista päästä tariffijärjestelmään EEG:n mukaan. Tariffin määrä riippuu tuotantopaikasta ja asennetusta kapasiteetista. Esimerkiksi kotitalouksiin katolle asennettavan aurinkosähköjärjestelmän korvaus on 8,91 snt – 12,70 snt verkkoon syötettyä kilowattituntia kohti. Preemiotariffin ehtona on, että tuottaja myy tuottamansa sähkön suoraan kolmannelle osapuolelle tai energiayhtiölle, jolloin tuottaja saa korvauksen paikalliselta verkkoyhtiöltä. Aurinkosähkön mikrotuottajan on myös mahdollista päästä syöttötariffijärjestelmään, jossa korvaus on kokoluokaltaan saman verran kilowattituntia kohden. Etuna syöttötariffijärjestelmässä verrattuna preemiotariffiin on se, ettei tuottajan ole pakko myydä kaikkea tuottamaansa sähköä vaan on mahdollista syöttää ylijäämäsähköä verkkoon silloin kun sitä on yli oman tarpeen. (RES LEGAL, 2019) Syöttötariffin korvausmäärä oli huipussaan vuonna 2004, jolloin tuotetusta kilowattitunnista korvausta sai noin 55 senttiä, kuten kuvasta 2.3.4 nähdään.



Kuva 2.3.4 Syöttötariffista maksetun korvauksen kehitys vuosien 2000 ja 2018 välillä. Tummempi sininen viiva kuvaa kattoasennuksia 10kW:iin asti ja vaaleampi viiva muita asennuksia 100 kW:iin asti. (ISE Fraunhofer, 2020)

3. YHTEENVETO/JOHTOPÄÄTÖKSET

Keskimääräinen sähkönkulutus esimerkkimaissa on melko erilainen. Euroopan keskimääräinen sähkönkulutus on noin 3600 kWh vuodessa. Suomessa keskimääräinen sähkönkulutus on 8041 kWh, joka on huomattavasti korkeampi kuin Saksan 3079 kWh ja Iso-Britannian 3941 kWh. Suomen suuri kulutus johtuu pohjoisesta sijainnista ja suuresta lämmitysenergian tarpeesta. Sähkön hinta kotitalouksille on selkeästi suurin Saksassa, jossa sähkön kokonaishinta on 31 senttiä kilowattituntia kohti. Yksi vaikuttava tekijä korkeaan sähkönhintaan Saksassa on sähkölaskussa perittävä uusiutuvan energian lisämaksu, joka on noin 20 prosenttia kokonaishinnasta. Suomessa ja Iso-Britanniassa sähkön hinta on 17 senttiä ja 21 senttiä kilowattituntia kohti, joka on lähellä EU-28 maiden keskiarvoa 22 senttiä kilowattituntia kohden.

Aurinkosähkökapasiteetin määrässä Saksa on esimerkkimaista selkeästi suurin. Asennettu kapasiteetti on kasvanut huomasti vuoden 2006, noin kahden gigawatin määrästä 46:een gigawattiin vuoden 2015 loppuun mennessä. Mikrotuotannon osuus kokonaiskapasiteetista on noin 50 prosenttia. Suomessa aurinkosähkökapasiteetin määrä on kasvanut hieman myöhemmin verrattuna Saksaan. Mikrotuotannon kokonaiskapasiteetti on kuitenkin kasvanut paljon vuoden 2015 muutamasta megawatista, 198:aan megawattiin vuoden 2019 loppuun mennessä. Suomen aurinkosähkökapasiteetista suurin osa on mikrotuotantoa. Iso-Britanniassa aurinkosähkökapasiteetti lähti suureen kasvuun hallituksen vuonna 2010 aloittaman tukiohjelman myötä. Vuonna 2010 kapasiteetti oli 89 megawattia ja vuoden 2020 lokakuussa kapasiteettia oli jo noin 13440 megawattia. Mikrotuotannon osuus Iso-Britannian kokonaiskapasiteetista on noin 30 prosenttia.

Korvausmuotoina mikrotuotannolle Suomessa on käytössä vain ylijäämä sähkö myynti energiayhtiölle, sekä viime vuosina uutena palveluna tullut, niin kutsuttu virtuaaliakku. Ylijäämä sähkö myynnistä, sekä virtuaaliakkuun varastoidusta sähköstä saatava korvaus perustuu sähkön markkinahintaan. Iso-Britanniassa ja Saksassa aurinkosähkö mikrotuottajalla on mahdollista päästä syöttötariffijärjestelmään. Maksettavan tariffin määrä oli huomattava, mutta on laskenut todella paljon viimeisen kymmenen vuoden aikana molemmissa maissa, Saksassa noin 55:stä sentistä noin 13:een senttiin kilowattituntia kohti ja Iso-Britanniassa noin 54:stä sentistä 5:een senttiin kilowattituntia kohti. Saksassa mikrotuottajalla on myös mahdollista päästä preemiotariffijärjestelmään, jossa korvaukset

ovat samaa kokoluokkaa kuin syöttötariffijärjestelmässä nykyään. Erona preemiotariffissa syöttötariffiin on se, että tuotettu sähkö on myytävä suoraan kolmannelle osapuolelle tai energiayhtiölle, eikä näin ollen ole mahdollista hyödyntää itse omaa tuotantoa.

Kaikkein kannattavinta mikrotuottajalle on hyödyntää tuotetusta sähköenergiasta mahdollisimman paljon itse. Kun käytetään aurinkopaneeleilla tuotettu sähkö itse, säästetään sähköä ostettaessa maksettava sähköenergian hinta, siirtomaksut, verot, sekä muut mahdollisesti perittävät maksut. Jos tuotettua sähköä myydään suoraan, saadaan siitä takaisin vain normaalissa sähkölaskussa perittävä sähkön markkinahinta, josta on vähennetty mahdolliset ylimäämänsähkön siirtokustannukset sekä välityspalkkiot. Esimerkiksi Suomessa pelkän energian hinta ostetun sähkön kokonaishinnasta on vain noin kolmannes (Vattenfall, 2020). Ylijäämänsähkön myynti mikrotuottajan kannalta on ainoastaan kannattavaa silloin, jos tuotantoa on enemmän kuin kulutusta.

LÄHTEET

Aurinkosahkoakotiin, 2020. Järjestelmän mitoittaminen. [verkkodokumentti]. [viitattu 15.4.2020]. Saatavissa <https://aurinkosahkoakotiin.fi/jarjestelman-mitoittaminen/>

Clean Energy Wire, 2020. What German households pay for power. [verkkodokumentti]. [viitattu 18.11.2020]. Saatavissa <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/what-german-households-pay-power>

Energiavirasto, 2019. Aurinkosähkön tuotantokapasiteetti lisääntyi 82% vuodessa. [verkkodokumentti]. [viitattu 12.11.2019]. Saatavissa https://energiavirasto.fi/tiedote/-/asset_publisher/aurinkosahkon-tuotantokapasiteetti-lisaantyi-82-vuodessa

Energiavirasto, 2020. Aurinkosähkön tuotantokapasiteetti jatkoi kasvuaan vuonna 2019 - vuosikasvua 64 prosenttia. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.11.2020]. Saatavissa <https://energiavirasto.fi/-/produktionskapaciteten-inom-solkraft-fortsatte-att-oka-2019-den-arliga-okningen-var-64-procent>

Energiateollisuus, 2019. Sähkön pientuotanto. [verkkodokumentti]. [viitattu 12.11.2019]. Saatavissa https://energia.fi/energiasta/asiakkaat/sahkoasiakkuus/sahkon_pientuotanto

Energypost.eu, 2019. The rapid growth of solar integration into grids: Learn from Germany. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.11.2020]. Saatavissa <https://energypost.eu/the-rapid-growth-of-solar-integration-into-grids-learn-from-germany/>

Energysage, 2020. Net metering for home solar panels. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.11.2020]. Saatavissa <https://www.energysage.com/solar/101/net-metering-for-home-solar-panels/>

Eurostat, 2019. Electricity price statistics. [verkkodokumentti]. [viitattu 26.11.2019]. Saatavissa https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics

Finlex, 2019. Laki Uusiutuvilla energianlähteillä tuotetun sähkön tuotatotuesta 2010/1396 § 9. [verkkodokumentti]. [viitattu 4.12.2019.] Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20101396>

Fortum, 2019. Lähisähkösopimus. [verkkodokumentti]. [viitattu 1.10.2019]. Saatavissa <https://www.fortum.fi/kotiasiakkaille/sahkoa-kotiin/oman-tuotannon-myynti-lahisahko/ehdot>

GOV.UK, 2020. Solar photovoltaics deployment. [verkkodokumentti]. [viitattu 26.11.2020]. Saatavissa https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/937946/Solar_photovoltaics_deployment_October_2020.xlsx

Helen, 2019. Aurinkosähkön myynti verkkoon. [verkkodokumentti]. [viitattu 11.12.2019]. Saatavissa <https://www.helen.fi/aurinko/kodit/aurinkopaneelipaketit/pientuotannon-osto>

Helen, 2020. Virtuaaliakku. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.11.2020]. Saatavissa <https://www.helen.fi/aurinkopaneelit/sahko-varastointi/virtuaaliakku>

ISE Fraunhofer, 2019. Photovoltaics report. [verkkodokumentti]. [viitattu 11.12.2019]. Saatavissa <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>

ISE Fraunhofer, 2020. Photovoltaics report. [verkkodokumentti]. [viitattu 25.11.2020]. Saatavissa <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>

KSS Energia, 2020. KSS Aurinkoakku palvelu. [verkkodokumentti]. [viitattu 19.11.2020]. Saatavissa <https://kssenergia.fi/virtuaaliakut>

Lammaisten Energia, 2019. Aurinkoakku. [verkkodokumentti]. [viitattu 25.11.2020]. Saatavissa <https://lammaistenenergia.fi/fi-fi/tuotteet-ja-palvelut/aurinkoakku/87/>

Lappeenrannan energia, 2019. Sähköntuotannon siirtohinnasto. [verkkodokumentti]. [viitattu 11.12.2019]. Saatavissa <https://www.lappeenrannanenergia.fi/hinnastot-ja-ehdot/sahkontuotannon-siirtohinnasto>

Motiva, 2019a. Aurinkosähköjärjestelmien hinta. [verkkodokumentti]. [viitattu 12.11.2019]. Saatavissa https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelmien_hinta

Motiva, 2020a. Syöttötariffi. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.11.2020]. Saatavissa https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/uusiutuva_energia_suomessa/uusiutuva_n_energian_tuet/syottotariffi

Motiva, 2020b. Syöttötariffi eli takuuhintajärjestelmä. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.11.2020]. Saatavissa https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/syottotariffi_eli_takuuhintajarjestelma

Motiva, 2019b. Ylijäämä sähkö myynti. [verkkodokumentti]. [viitattu 11.12.2019]. Saatavissa https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelman_kaytto/ylijaamasahkon_myynti

Ofgem, 2020a. Feed-In Tariff (FIT) rates. [verkkodokumentti]. [viitattu 18.11.2020]. Saatavissa <https://www.ofgem.gov.uk/environmental-programmes/fit/fit-tariff-rates>

Ofgem, 2020b. Changes to FIT scheme. [verkkodokumentti]. [viitattu 18.11.2020]. Saatavissa <https://www.ofgem.gov.uk/environmental-programmes/fit/about-fit-scheme/changes-fit-scheme>

RES LEGAL, 2019. Feed-in tariff in Germany. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.11.2020]. Saatavissa <http://www.res-legal.eu/search-by-country/germany/single/s/res-e/t/promotion/aid/feed-in-tariff-eeg-feed-in-tariff/lastp/135/>

Statista, 2020. Cumulative installed capacity of solar photovoltaic (PV) power in England from 2008 to 2018. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.11.2020]. Saatavissa <https://www.statista.com/statistics/493917/cumulative-installed-capacity-of-solar-photovoltaic-pv-england/>

Vattenfall, 2020. Sähkön hinnan muodostuminen. [verkkodokumentti]. [viitattu 26.11.2020]. Saatavissa <https://www.vattenfall.fi/asiakaspalvelu/aihe/sahkosopimukset/sahkon-hinnan-muodostuminen/>

Vattenfall, 2019. Sähkön pientuotanto. [verkkodokumentti]. [viitattu 1.10.2019]. Saatavissa <https://www.vattenfall.fi/sahkosopimukset/omatuotanto/>

World Energy Council, 2016. Average electricity consumption per electrified household. [verkkodokumentti]. [viitattu 26.11.2019]. Saatavissa <https://wec-indicators.enerdata.net/household-electricity-use.html>