

AURINKOSÄHKÖÄ MIKROTUOTANTONA KOTITALOUKSIIN

Jukka-Pekka Tyni

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Sähkötekniikka
Insinööri
AMK

2015

Tekniikka ja liikenne
Sähkötekniikka

Tekijä	Jukka-Pekka Tyni	Vuosi	2015
Ohjaaja	Aila Petäjäjärvi		
Toimeksiantaja			
Työn nimi	Aurinkosähköä mikrotuotantona kotitalouksiin		
Sivu- ja liitemäärä	85 + 11		

Opinnäytetyön aiheena oli aurinkosähköä mikrotuotantona kotitalouksiin. Aiheen valintaan vaikutti oma mielenkiinto uusiutuvan energian käyttöön ja ajatus laitteiston mahdollisesta taloudellisesta hyödystä sähkökuluttajalle.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua aurinkosähköjärjestelmiin, niiden toimintaan ja sähköntuotannollisiin ominaisuuksiin. Tavoitteena oli myös tutkia markkinoilla olevia erilaisia paneelivaihtoehtoja, sekä selvittää mitä tarkoitettiin aurinkosähkön mikrotuotannolla ja miten sitä voitiin hyödyntää jakeluverkon rinnalla kotitalouksissa. Yhtenä tavoitteena oli myös tutustua laitteistoille ja niiden asennuksille asetettuihin vaatimuksiin ja lupa-asioihin.

Työssä myös tutkittiin, miten aurinkopaneeleilla pystyttiin tuottamaan sähköä Suomen olosuhteissa, ja kuinka kannattavaksi sen voisi saada. Työssä laskettiin myös aurinkopaneelijärjestelmien tuottavuutta ja takaisinmaksuaikoja eri laitteistotoimittajien ilmoittamien tietojen ja sähköenergian hinnan perusteella. Laskelmissa otettiin myös huomioon energian hinnan muutoksen vaikutus kannattavuuteen ja paneelien mahdollinen tekninen kehitys tulevaisuudessa.

Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet saavutettiin ja saatiin koottua kattavasti tietoa laitteistoista ja mikrotuotannolle asetetuista vaatimuksista ja lupa-asioista. Laskelmilla saatiin selvitettyä Suomen olosuhteissa toimivan mikrotuotantolaitteiston tuotannon kannattavuus nyt, ja mahdollisesti tulevaisuudessa.

Avainsanat

aurinkopaneeli, aurinkosähkö, mikrotuotanto

School of technology and traffic
Electrical Engineering

Author	Jukka-Pekka Tyni	Year	2015
Supervisor(s)	Aila Petäjäjärvi		
Commissioned by			
Subject of thesis	Solar Energy in form of Micro Production to Households		
Number of pages	85 + 11		

Subject of the thesis was solar energy in form of micro production to households. The matters that have had influence on this subject are own interest to using renewable energy and idea of possible financial benefits to electricity consumer.

Objective of the thesis was to get acquainted with solar electric systems, their functions and with the properties in electricity generation. Another objective was to explore different options of the solar panels on the market, as well as to find out what was meant by micro production of the solar electricity and how it can be used parallelly with power networks in households. One of the objectives was to become acquainted to requirements and permits of equipments and installations.

In addition, the questions how the electricity can be produced with solar panels in Finnish conditions and how profitable it could be were researched. Productivity of the solar panel systems, payback times based on information from different equipment suppliers and energy price were calculated. Impact on the profitability due to the energy price changes and the possible technical development in future were also taken into account.

Objectives set for the thesis were achieved and comprehensive information of equipment, requirements and licenses for micro production were calculated. Profitability of the production with micro production equipments in Finnish conditions were solved with calculations nowadays, and probably in the future.

Key words

solar panel, solar electric, micro production

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	AURINGOSTA SÄHKÖENERGIAA	8
2.1	Aurinkoenergian historiaa	8
2.2	Auringonsäteily	8
2.3	Auringonsäteily Suomessa	9
2.4	Auringon säteily muualla Euroopassa.....	14
2.5	Auringonsäteilystä sähkövirraksi	14
3	AURINKOPANEELIN TOIMINTA JA TEKNIikka	15
4	MARKKINOILLA SAATAVILLA OLEVIA AURINKOKENNOJA.....	18
4.1	Yksi- ja monikiteinen piikkenno	18
4.2	Ohutkalvokenno.....	19
4.3	Taipuisa ohutkalvokenno	20
4.4	Keskittävät järjestelmät.....	20
4.5	Nanokidekenno.....	21
5	AURINKOPANEELIT SÄHKÖVERKON RINNALLA.....	21
5.1	Sähkön mikrotuotanto.....	22
5.2	Verkkoinvertteri.....	23
5.3	Mikrotuotannon tahdistus verkkoon	24
6	MIKROTUOTANTOLAITTEISTON HANKINTA JA VAATIMUKSET	24
6.1	Verkkoon liittämisen yleisiä käytäntöjä	24
6.2	Laitteiston asennukset ja käyttöönotto.....	25
6.3	Sähköasennuksiin liittyviä määräyksiä.....	26
6.4	Laitteisiin liittyviä määräyksiä.....	27
6.5	Mikrotuotannon liittäminen verkkoon	28
6.6	Mikrotuotantolaitteiston suojaukset.....	29
6.7	Sähkön laadun vaatimukset.....	31
7	ENERGIAN HINTA, MYYNTI JA KEHITYS	32
7.1	Omatuotannon hyöty	33
7.2	Sähkön kokonaishinta.....	33
7.3	Sähkön hinnan kehitys.....	34
8	PIENKULUTTAJALLE SOVELTUVAT JÄRJESTELMÄT	36
8.1	Paneeleiden asennus ja huolto.....	36

8.2	Paneeleiden suuntaus	37
9	LAITTEISTOTOIMITTAJIEN VALINTA.....	38
9.1	Aurinkoinsinöörit	39
9.2	Finnwind Oy.....	40
9.3	Fortum Oyj.....	42
9.4	Helen Oy.....	43
9.5	Roaming Oy.....	44
9.6	Vattenfall.....	45
10	KANNATTAVUUSLASKELMAT	47
10.1	Esimerkkilaskelmat 1	51
10.2	Esimerkkilaskelmat 2	60
10.3	Hinnan ja nimellistehon suhde	67
10.4	Laskelmien yhteenveto	72
10.5	Esimerkkilaskelmat 3. Hyötysuhde 30 %	72
10.6	Esimerkkilaskelmat 4. Sähkön kokonaishinnan nousu.	75
11	TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT	77
12	POHDINTA	78
	LÄHTEET	80

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

EMC	Electromagnetic compatibility, sähkömagneettinen yhteensopivuus.
Hyötysuhde	Aurinkopaneelin hyötysuhde on paneelin nimellistehon suhde paneelin pinta-alaan ja auringon säteilytehon tuloon.
Invertteri	Vaihtosuuntaaja, joka muuttaa vaihtosähkön tasasähköksi.
$I_{sc\ stc}$	Oikosulkuvirta standardisoiduissa testausolosuhteissa.
Spot hinta	Nord pool sähköpörssissä tunneittain vaihtuva sähköenergian Suomen aluehinta.
Standardiolosuhte	25 °c lämpötilassa säteily määrän ollessa 1000 W/m ² , säteilyn kohdatessa paneelin 35° kulmassa.
Tasasähköosa	Asennuksen osa aurinkokennolta invertterin tasasähköliittimille.
Tehontuottotakuu	Paneelin nimellistehosta prosentuaalinen tehontuottotakuu tietyllä ajanjaksolla. Esim. 90 prosenttia nimellistehosta 10 vuotta. 80 prosenttia nimellistehosta 25 vuotta.
Tekninen elinikä	Aurinkopaneelille noin 30 vuotta.
$U_{oc\ stc}$	Tyhjäkäyntijännite standardisoiduissa testausolosuhteissa.
Vaihtosähköosa	Invertterin vaihtosähköliittimistä järjestelmän sähköasennukseen liitävään kaapeliin.
Wp	Piikkiwatti (Watt peak) eli aurinkopaneelin nimellisteho ja sen tuottama teho enimmillään standardiolosuhteissa.
Yksinkertainen erotus	Piirin tai piirien ja maan välinen erotus käytettäessä peruseristystä.

1 JOHDANTO

Jatkuva sähköenergian hinnan nousu saa ihmiset miettimään verkosta ostamansa sähkön rinnalle muita vaihtoehtoisia sähköntuotantomalleja. Yksi näistä energiantuotantomalleista on aurinkosähkö, jota ihmiset voivat ottaa vastaan täysin ilmaiseksi ja rajattomasti erilaisten aurinkopaneelijärjestelmien avulla.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia markkinoilla olevia jakeluverkon rinnalle asennettavia aurinkopaneelijärjestelmiä, eli mikrotuotantolaitoksia. Työssä myös tutkitaan, voiko järjestelmällä saada taloudellisia säästöjä, laskea esimerkkilaskuin järjestelmän tuottavuus mahdollisuuksista Suomessa ja pohtia, mitkä seikat vaikuttavat järjestelmien kannattavuuteen. Työssä käsitellään myös mikrotuotannolle laadittuja määräyksiä ja lupa-asioita.

Tarkoituksena on etsiä tietoa paneelijärjestelmistä suomalaisten laitteistotoimittajien internetsivuilta ja laskea näiden tietojen perusteella mikrotuotantolaitteistoille niiden tuottavuus- ja takaisinmaksuaika laskelmia. Ajatuksena on myös etsiä tietoa eri standardeihin ja verkostosuosituksiin perustuen, miten jakeluverkon rinnalle saadaan asentaa mikrotuotantolaitteisto?

2 AURINGOSTA SÄHKÖENERGIAA

Aurinko säteilee uusiutuvaa energiaa. Auringosta saatava energia voidaan tuottaa puhtaasti. Päästöt syntyvät lähinnä järjestelmän laitteiden valmistuksesta, kierrätyksestä ja niihin liittyvistä jätteistä. Aurinko tuottaa säteilyllään energiaa maanpinnalle moninkertaisesti ihmisen kuluttamaan energiaan nähden. Tulevaisuudessa aurinkoenergian käyttö saattaa olla yksi potentiaalisista uusiutuvista energiantuotantomuodoista. (Fortum 2015a.)

2.1 Aurinkoenergian historiaa

Ensimmäisen kerran valon onnistui muuntamaan sähköksi ranskalainen Edmund Becquerel vuonna 1839. Vuonna 1883 amerikkalainen Charles Fritts keksi ensimmäiset aurinkokennot. Vuonna 1923 Albert Einstein sai Nobelin palkinnon valosähköilmiötä koskeviin teorioihin. Tutkijat Fuller, Pearson ja Chaplin keksivät vuonna 1954 kuuden prosentin hyötysuhteella toimivan piikidekennon. Avaruuteen laukaistussa satelliitissa käytettiin aurinkoenergiaa sähköntuotantoon ensimmäisen kerran vuonna 1958. 1960-luvulla aurinkoenergian käyttö lisääntyi myös muissa avaruusteknologioissa. 1982 aurinkosähköntuotanto maailmassa ylitti 9,3 Megawattia, joka kasvoi yli tuplasti vuodessa 21,3 Megawattiin. (Corrosion-doctors 2015.)

2.2 Auringonsäteily

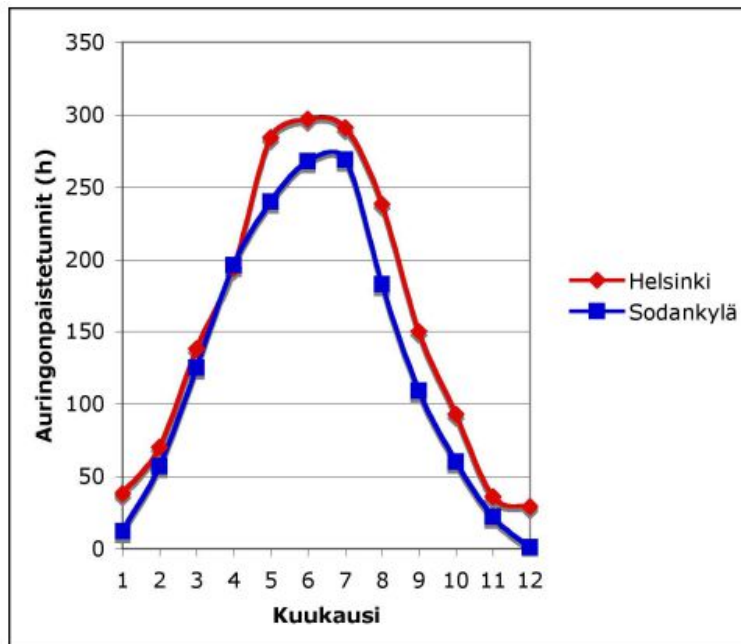
Auringon säteilyn voimakkuus maapallon ilmakehän yläpuolella on 1368 W/m^2 . Tätä sanotaan myös aurinkovakioksi. Säteilyn voimakkuus maanpinnan tasolla heikkenee, koska ilmakehän eri kaasut vaikuttavat siihen. Näitä kaasuja ovat esimerkiksi hiilidioksidi, happi, otsonikerros ja vesihöyry. Mitä pidemmän matkan auringonvalo kulkee ilmakehässä, sitä enemmän se heikkenee. Silloin kun aurinko paistaa lähellä horisonttia, sen säteily on heikoimmillaan, koska valo joutuu kulkemaan pisimmän matkan ilmakehässä. Ohut pilvikerros ei sen sijaan heikennä kovinkaan paljon auringonsäteilyä, vaan pilvet heijastavat ja muuttavat säteilyn suuntaa, siksi pilvisilläkin ilmoilla saadaan tuotettua melko hyvin

aurinkoenergiaa. Auringonsäteilyn voimakkuuteen vaikuttaa myös heikentävästi esimerkiksi sumu ja kova ilmankosteus. Auringonsäteilyä maanpinnalla on kolmenlaista, suoraa säteilyä, hajasäteilyä ja heijastunutta säteilyä. Aurinkopaneeleilla tuotetun sähkön kannalta ei ole väliä, millaista säteilyä vastaanotetaan. Mm. kirkas kattopinta ja lumi heijastavat hyvin auringonsäteilyä. Hajasäteily muodostuu pilvien, ilmakehän ja maan heijastamina. (Motiva 2014; Suntekno 2010.)

2.3 Auringonsäteily Suomessa

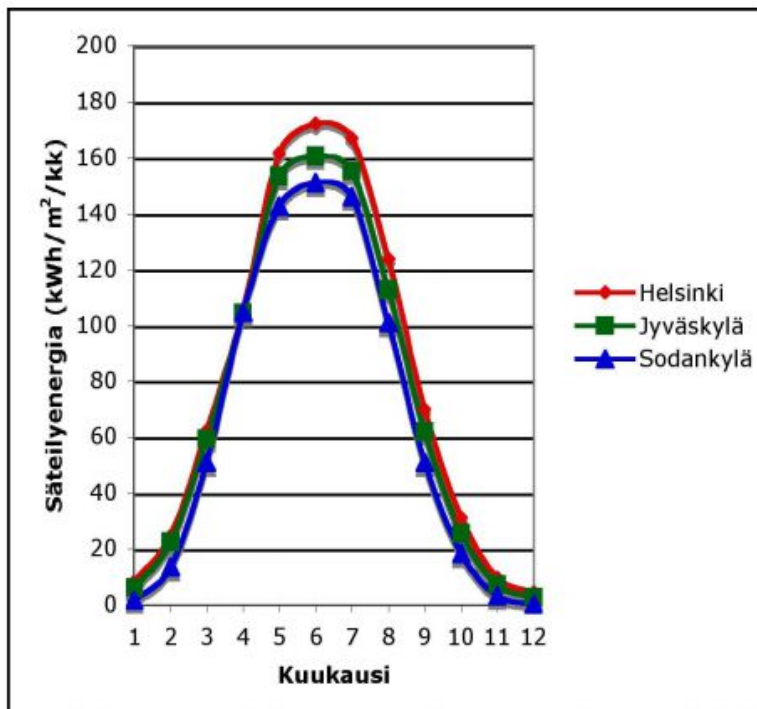
Suomessa auringon kokonaissäteily määrä vaihtelee vaakasuoraan asennetulle 1 m²:n paneelipinta-alalle vuodessa Helsingin 940 kWh:sta pohjoisen Sodankylän 780 kWh:iin. Kun paneelit asennetaan suuntaamalla ne etelään 45 asteen kulmaan, voidaan saada jopa 20–30 prosenttia parempi sähköntuotanto vuositasolla. Koska aurinko paistaa eri vuoden- ja vuorokauden aikoina eri kulmasta maanpintaa kohden, auringon säteilyn voimakkuuskin vaihtelee merkittävästi. Etelä-Suomen vuotuinen auringonsäteily määrä vastaa Pohjois-Saksan vuotuisesta säteily määrästä. Suomen pimeitä talvia kompensoivat kesän valoisat yöt. Suomen auringonsäteily määrät keskittyvätkin eteläistä Eurooppaa enemmän kesäkuukausille. (Motiva 2014; Suntekno 2010.)

Ilmatieteenlaitoksen tilastot kertovat auringonpaistetuntien ja auringonsäteilyenergian suuruuden keskimäärin 30 vuoden ajalta Suomessa, aikavälillä 1971–2001. (Kuva 1 ja kuva 2).



Kuva 1. Auringonpaistetunnit Helsingissä ja Sodankylässä. (Suntekno 2010.)

Kuvasta 1 nähdään, että eniten auringonvaloa saadaan kesä-, heinä-, elokuun aikana, jonka jälkeen paistetunnit laskevat nopeasti. Sodankylän korkeudella aurinko ei paista ollenkaan joulutammikuun aikana ja Helsingissäkin määrät jäävät alle 50 tunnin kuukaudessa.



Kuva 2. Auringonsäteilyenergia (Suntekno 2010.)

Kuvasta 2 voidaan vertailla auringosta saatavan säteilyenergian määrää kWh/m²/kk, Helsingin, Jyväskylän ja Sodankylän korkeudella. Huomataan, että huippukuukausina Pohjois- ja Etelä-Suomen välillä erot ovat suhteellisen pieniä luokkaa 20 kWh/m²/kk. Eikä vuodenvaihteen kuukausinakaan sähköntuotannollisesti erot ole suuria.

Taulukossa 1 mitattuja auringonsäteilymääriä yhden vuoden ajalle (kWh/m²/v) optimikulmassa olevalle pinnalle Suomessa maakunnittain. Optimikulma vaihtelee jonkin verran riippuen paikkakunnasta, välillä 40–49 astetta. Suurimmat erot tuotannossa syntyvät Lapin 945 kWh/m²/v ja Ahvenanmaan 1171 kWh/m²/v välille. (Silomaa 2011, 78.)

Taulukko 1. Auringonsäteily Suomessa maakunnittain

Maakunta	Auringonsäteily optimi- kulmassa olevalle pinnalle kWh/m²/v
Ahvenanmaa	1171
Etelä-Karjala	1108
Etelä-Pohjanmaa	1101
Etelä-Savo	1078
Itä-Uusimaa	1109
Kainuu	1042
Kanta-Häme	1107
Keski-Pohjanmaa	1099
Keski-Suomi	1068
Kymenlaakso	1101
Lappi	945-1076
Pirkanmaa	1100
Pohjanmaa	1106
Pohjois-Karjala	1047
Pohjois-Pohjanmaa	1072
Pohjois-Savo	1046
Päijät-Häme	1092
Satakunta	1131
Uusimaa	1102
Varsinais-Suomi	1157

(Silomaa 2011, 78)

Taulukossa 2 esitellään mitattuja auringonsäteilymääriä yhden vuoden ajalle (kWh/m²/v) horisontaalille, eli vaakatasossa olevalle pinnalle ja vertikaalille, eli pystysuunnassa olevalle pinnalle. Taulukosta nähdään, että etelässä vaakatasossa olevalle pinnalle säteilymäärät ovat selkeästi suurempia kuin pystypinnalle tuleva säteily, mutta mitä pohjoisemmaksi tullaan, sitä pienemmäksi ero supistuu. Lapissa saadaan jopa pystypinnalle enemmän säteilyä kuin vaakapinnalle. (Silomaa 2011, 32.)

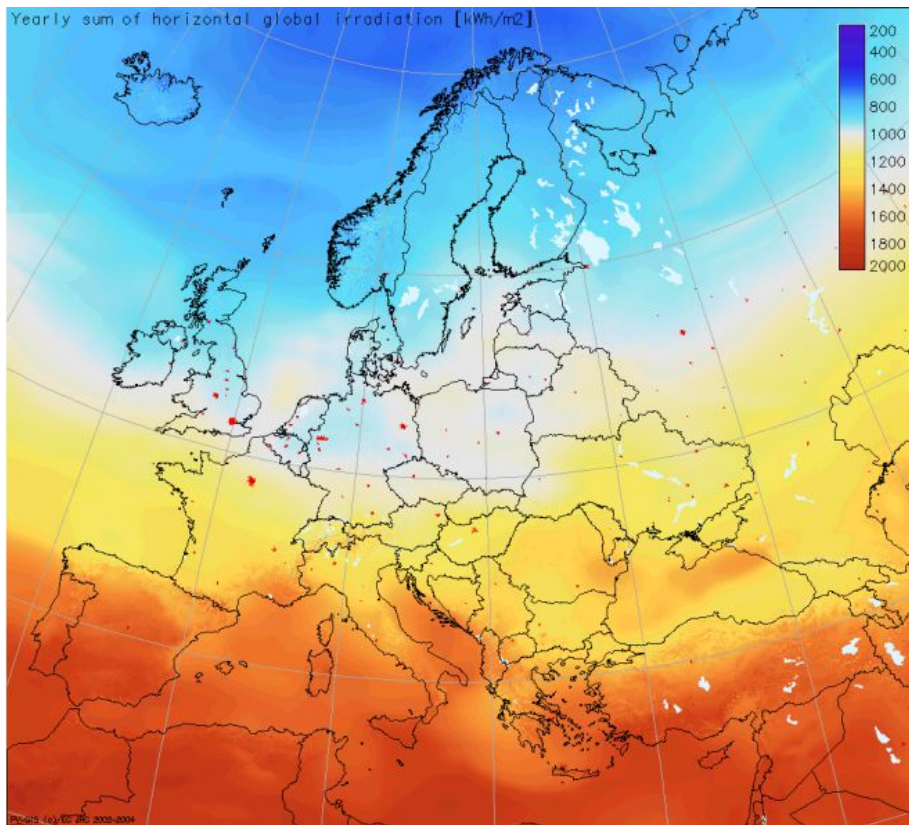
Taulukko 2. Auringonsäteily horisontaalille ja vertikaalille pinnalle.

Maakunta	Vuotuinen säteily horisontaalille pinnalle kWh/m²/v	Vuotuinen säteily vertikaalille pinnalle kWh/m²/v
Ahvenanmaa	963	882
Etelä-Karjala	914	829
Etelä-Pohjanmaa	883	845
Etelä-Savo	888	811
Itä-Uusimaa	920	821
Kainuu	833	807
Kanta-Häme	916	825
Keski-Pohjanmaa	871	852
Keski-Suomi	873	808
Kymenlaakso	910	819
Lappi	725-827	764-859
Pirkanmaa	903	827
Pohjanmaa	880	854
Pohjois-Karjala	854	797
Pohjois-Pohjanmaa	842	840
Pohjois-Savo	849	798
Päijät-Häme	904	813
Satakunta	921	854
Uusimaa	933	818
Varsinais-Suomi	952	863

(Silomaa 2011, 32.)

2.4 Auringon säteily muualla Euroopassa

Vertaillaan vielä auringonsäteilymääriä muualle Eurooppaan. Kuvassa 3 on vuotuisia auringonsäteilymääriä vaakasuoralle pinnalle muualla Euroopassa (kWh/m^2). Huomataan esimerkiksi Etelä-Suomen ja Pohjois-Saksan välisten säteilymäärien olevan hyvin lähellä toisiaan. (Joint research centre 2012.)



Kuva 3. Auringon säteily määrä muualla Euroopassa kWh/m^2 . (Joint research centre 2012.)

2.5 Auringonsäteilystä sähkövirraksi

Jotta auringosta saataisiin sähköä, täytyy sen säteilyenergia pystyä hyödyntämään. Auringonsäteily koostuu fotonihiuksista, jotka kuljettavat auringonsäteilyenergiaa. Kun fotonit osuvat aurinkokennojen sisältämään puolijohdemateriaaliin, ne luovuttavat energiansa aurinkokennojen elektroneille. Tällöin elektronit muodostavat sähkövirran aurinkosähköjärjestelmän virtapiiriin. Auringon sätei-

lyn irrottaessa puolijohdemateriaalista elektrodeja kutsutaan myös nimellä valosähköinen ilmiö. (Motiva 2014a.)

3 AURINKOPANEELIN TOIMINTA JA TEKNIikka

Yleisimmät piikideaurinkopaneelit sisältävät useita toisiinsa kytkettyjä aurinkokennoja. Yksi aurinkokenno tuottaa 0,5–0,8 voltin tasajännitteen. Kytkemällä kennoja eri tavoin saadaan erikseen halutun suuruinen jännite ja virta. Markkinoilla on saatavilla erikokoisia paneeleita mm. 36, 72 ja 128 -kennoisina versioina. Kennon virran tuotto määräytyy sen pinta-alan mukaan. Yleinen kennoala on 100 mm * 100 mm, jonka tuottama virta on n. 3 ampeeria. Tänä päivänä markkinoilla on kuitenkin jo 156 mm * 156 millimetrin kennoja, joiden tuottama virta on n. 7 A. (Suntekno 2012a.)

Aurinkopaneelin nimellisteho ilmoitetaan piikkiwattina. Nimellisteho voi olla myös suurempi kuin paneelille ilmoitettu, jos auringonsäteilyn määrä on suurempi standardiolosuhteissa, kuin 1000 W/m². Aurinkopaneeli ei kuitenkaan pysty tuottamaan sähköksi kaikkea auringosta säteilevää energiaa, ja silloin puhutaankin paneelin hyötysuhteesta. Tällä hetkellä markkinoilla olevien paneelien hyötysuhteet vaihtelevat vajaasta kymmenestä prosentista vajaaseen kahteenkymmeneen prosenttiin. Hyötysuhteeseen vaikuttaa mm. paneelin lämpötila. Lämpötilan pudotessa alle 25°C, paneeli alkaa tuottamaan sähköä paremmin. Kun taas yli 25:n °C paneeli tuottaa sähköä huonommin. Muita paneelin sähkön tuottoon vaikuttavia tekijöitä ovat sen puhtaus ja suuntauskulma. Paneelit eivät myöskään pysty tuottamaan vuodesta toiseen tasaisesti sähköä, vaan niiden tehokkuus heikkenee iän myötä. Puhutaankin paneelin teknisestä eliniästä. Elinikä voi olla jopa yli 30 vuotta. Paneeleille on saatavilla erilaisia tehotakuita, joiden ehdot vaihtelevat. Ehdoilla pyritään varmistamaan, että paneeli kykenee tuottamaan tietyn määrän sähköä jollain ajanjaksolla. Esimerkiksi 10 vuoden aikana 90 prosenttia ilmoitetusta nimellistehostaan ja 25 vuotta 80 prosenttia nimellistehostaan. (Suntekno 2012a; Motiva 2014a.)

Esimerkkiaurinkopaneeli: Yhden kennon tuottama jännite on 0,5 V. Paneelissa on 72 sarjaan kytkettyä aurinkokennoa. Kennon koko on 156 mm x 156 mm, jolloin se pystyy tuottamaan virtaa n.7 ampeeria/kenno. Kuvassa 4 on kolme kappaletta yksikiteisiä aurinkokennoja.

Lasketaan: $72 * 0,5 \text{ V} = 36 \text{ V} \rightarrow 7 \text{ A} * 36 \text{ V} = 252 \text{ Wp}$.

Eli paneelin nimellisteho on n. 250 Wp. (Suntekno 2012a; Finnwind 2013.)



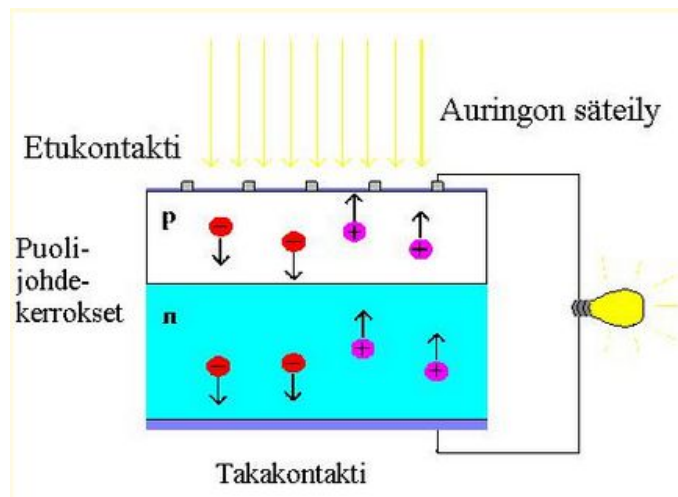
Kuva 4. Yksikideaurinkokenno (Top alternative energy sources 2008a.)

Kuvassa 5. kaksi aurinkopaneelia, joiden sisältä erottuu myös aurinkokennot. Kuvan aurinkopaneelit ovat 36 kennoisia malleja. (Suntekno 2012b.)



Kuva 5. Aurinkopaneeleita. (Suntekno 2012b.)

Tällä hetkellä yleisimmät markkinoilla olevat aurinkokennot perustuvat P- ja N-tyypin puolijohdetekniikkaan. Puolijohteet johtavat sähköä huonommin kuin metallit, mutta paremmin kuin eristeet. Aurinkokennoissa käytetään N- ja P-tyyppisiä saostettuja puolijohteita. N-tyypin saostetuissa puolijohteissa on enemmän elektroneja kuin puolijohteen muilla atomeilla. P-tyypin saostetuissa puolijohteissa on taas vähemmän elektroneja kuin puolijohteen muilla atomeilla. Kun N- ja P-tyypin puolijohteet asetetaan vierekkäin, N-tyypin puolijohteen ylimääräiset elektronit siirtyvät P-tyypin ylimääräisiin paikkoihin. Kun elektronit tällä tavoin vaihtavat paikkaa syntyy N-tyypin puolijohdeeseen positiivinen (+) varaus ja P-tyypin puolijohdeeseen negatiivinen (-) varaus. Elektronit siis kuljettavat negatiivisen varauksen jättäen jälkeensä aukon, joka toimii positiivisen varauksen kuljettajana. Sähkön johtavuus puolijohdeella perustuu elektronien ja aukkojen liikkeeseen. Aurinkokennossa elektronit voivat liikkua ainoastaan P puolelta N puolelle, mutta N puolelta P puolelle takaisin vain ulkopuolista virtapiiriä apuna käyttäen (kuva 6). Näin saadaan sähkövirta kulkemaan kennolta, joko suoraan kulutuslaitteelle, muuttamalla se kulutuslaitteelle sopivaksi invertterillä tai varaamaan akkuihin. (Motiva 2014a.)



Kuva 6. Aurinkokennon toiminta. (Aarnio 2009b.)

4 MARKKINOILLA SAATAVILLA OLEVIA AURINKOKENNOJA

Markkinoilla on saatavilla monenlaisia aurinkokennoja. Tässä luvussa käydään läpi hiukan kennojen toimintaa ja niiden hyötysuhdetta, sekä tutustutaan uusimpaan vielä kehitteillä olevaan aurinkokennotekniikkaan.

4.1 Yksi- ja monikiteinen piikkenno

Ensimmäisen sukupolven aurinkokennot ovat yksi- tai monikiteisiä piikkennoja. Ne ovat tällä hetkellä myös yleisimmin käytössä olevia kennoja. Niiden osuus markkinoilla olevista kennoista on n. 90 %. Piikidekennojen hyötysuhde on n.15–17 %. Kennojen toiminta perustuu pn-puolijohdetekniikkaan. (Motiva 2014a.)

Yksikiteisen kennon (kuva 7) erottaa monikiteisestä kennosta (kuva 8) sen pyöreistä kulmista. Yksikiteinen kenno on valmistettu yhdestä pyöreästä piitangosta. Yksikiteisen kennon hyötysuhde on hieman monikiteistä parempi, mutta monikiteisen kennon valmistus on halvempaa, ja sen markkinaosuus on myös suurempi. Molempien kennojen hyötysuhde paranee viileässä. (Finnwind 2013, 4.)



Kuva 7. Yksikiteisiä piikkennoja. (Finnwind 2013.)

Kuvista 7 ja 8 havainnollistuu yksikiteisen ja monikiteisen piikennon erot.



Kuva 8. Monikiteisiä piikkenoja. (Finnwind 2013.)

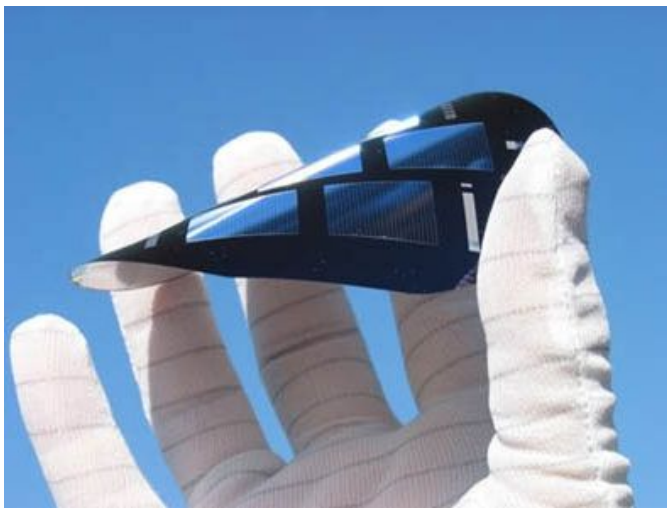
4.2 Ohutkalvokenno

Toisen sukupolven aurinkokennot ovat ohutkalvokennoja. Ohutkalvokennojen valmistukseen käytetään vähemmän valoherkkää materiaalia kuin kiderakenteisiin kennoihin. Valonherkkä aine lisätään ohuina kerroksina edulliselle materiaalille. Kennojen valmistuskustannukset ovat myös kidekennoja edullisemmat ja niiden paneelirakenne on kevytrakenteisempää. Kennojen hyötysuhde on kuitenkin jonkin verran huonompi kuin kiderakenteisten kennojen, luokkaa 7–11 prosenttia. Ohutkalvokennot keräävät hieman tehokkaammin talteen auringon hajasäteilyä kuin kidekennot. Hyötysuhdetta saadaan parannettua käyttämällä monikerrostekniikkaa, joissa eri materiaaleista valmistettuja kalvoja asetellaan päällekkäin. Ohutkalvokennot perustuvat myös pn-puolijohdetekniikkaan. (Motiva 2014a; Top alternative energy sources 2008b.)

Monikerrostekniikka toteutetaan asentamalla eri materiaaleista valmistettuja ohuita kalvoja kerroksittain. Tekniikalla saadaan suurempi osa auringonsäteilyenergiaa hyötykäyttöön, mikä parantaa kennon hyötysuhdetta. Monikerrostekniikka on monimutkaisemman rakenteen vuoksi kalliimpaa kuin yksikerroksinen ohutkalvokenno. (Top alternative energy sources 2008b.)

4.3 Taipuisa ohutkalvokenno

Taipuisissa ohutkalvoaurinkokennoissa (kuva 9) käytetään nimensä mukaisesti ohutkalvoteknologiaa, joissa valonherkkä aine painetaan joustavalle pohjamateriaalille, kuten esimerkiksi taipuisalle muovikalvolle. Taipuisan pohjamateriaalin ansiosta niitä voidaan käyttää mm. erimuotoisten rakennelmien pinnoittamisessa. (Motiva 2009.)



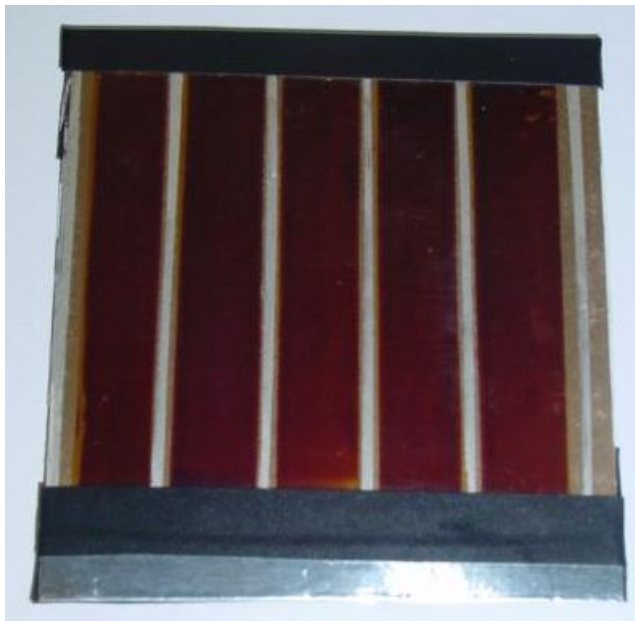
Kuva 9. Taipuisa ohutkalvokenno. (Top alternative energy sources 2008b.)

4.4 Keskittävät järjestelmät

Keskittävässä aurinkokennojärjestelmissä pyritään auringon säteily heijastamaan erilaisien peilien tai linssien avulla aurinkokennolle. Järjestelmällä pystytään näin keskittämään suurempi osa auringonsäteilyä pienemmälle aurinkokennoalalle. Näin voidaan käyttää kalliimpia ja hyötysuhteeltaan parempia aurinkokennoja. (Motiva 2009.)

4.5 Nanokidekenno

Nanokideaurinkokennot edustavat kennojen kolmatta sukupolvea, mutta ne ovat vielä tutkimus- ja kehitysasteella. Kennoissa elektronien liike perustuu kemiallisiin reaktioihin, eikä niin kuin edeltäjänsä pn-liitoksella aikaansaatuun sähkökenttään. Kennot koostuvat nanokokoisista titaanidioksidihiukkasista, jotka ovat pinnoitettu ja käsitelty auringonsäteilyä absorboivilla väriainehiukkasilla (kuva 10). Auringonsäteilyn saavuttaessa väriainehiukkaset, kennossa vapautuu elektroneja ja ne kulkeutuvat puolijohtavalta titaanioksidikerrokselta ulkoiseen virtapiiriin. Etuja nanokidekennoilla ovat sen alhaiset valmistuskustannukset ja yksinkertaiset valmistusmenetelmät. (Motiva 2014a; Aarnio 2009a.)



Kuva 10. Väriaineherkistetty nanokideaurinkokenno (Aarnio 2009a.)

5 AURINKOPANEELIT SÄHKÖVERKON RINNALLA

Kun aurinkopaneelijärjestelmällä tuotettu sähköenergia halutaan käyttää hyväksi jakeluverkosta ostetun sähkön rinnalla täytyy aurinkopaneeleiden tuottama tasasähkö muuttaa jakeluverkosta saatavan sähkön kaltaiseksi vaihtosähköksi. Tasasähkö voidaan muuttaa erillisellä invertterillä vaihtosähköksi, joka voidaan hyödyntää suoraan esimerkiksi omakotitalon 230/400 voltin sähköverkossa. Myös tasasähköä voidaan hyödyntää suoraan omakotitalon sähköverkossa,

mutta silloin tuotettu sähkö voidaan käyttää ainoastaan tasasähköä käyttäville kulutuslaitteille tai varastoida akkuihin. Akkuja käyttävät järjestelmät ovat yleisiä esimerkiksi kesämökeillä. Jos aurinkopaneelijärjestelmä liitetään omakotitalon sähköverkkoon invertterillä, on myös mahdollista siirtää, tai jopa myydä ylituotettu aurinkosähkö jakeluverkkoon. (Motiva 2014a.)

5.1 Sähkön mikrotuotanto

Sähkön pientuotanto pitää sisällään myös sähkön mikrotuotannon. Mikrotuotanto on merkittävästi pienimuotoisempaa kuin eri tahojen asettamat rajat sähkön pientuotannolle. Jakeluverkon rinnalla toimivaa aurinkosähköjärjestelmää voidaan kutsua myös sähkön mikrotuotannoksi. Sähkön mikrotuotanto on sähkön tuotantoa, jossa ensisijainen sähkön käyttö on tarkoitettu omaan käyttöön, mutta verkkoon voidaan syöttää satunnaisesti vähäisiä määriä sähköä. Tällaisesta mikrotuotannosta puhutaan lähinnä, kun kyseessä ovat pienet sähköntuotantolaitokset, jotka liittyvät verkkoon enintään $3 \cdot 16$ A sulakkeilla. Näin voidaan määritellä mikrotuotantolaitoksen maksimitehoksi kolmivaiheisena noin 11 kW. Yksivaiheisena verkkoon liityntä 16 A:n sulakkeella ja maksimiteho noin 3,7 kVA. (Energiateollisuus 2009; Lehto 2009, 36.)

Tämä on kuitenkin vain verkostosuositus, joka pohjautuu Energiateollisuuden teettämään selvitykseen sekä standardiin EN 50438 (Requirements for the connection of micro-generators in parallel with public low-voltage distribution networks) mikrotuotannon liittämistä yleiseen jakeluverkkoon. 11 kW:n ja 3,7 kVA:n rajaa siis käytetään muualla Euroopassa EN 50438 standardin mukaan. Tätä rajaa olisi hyvä käyttää myös Suomessa. (Energiateollisuus 2009, 3; Lehto 2009, 36.)

Esimerkiksi ST-kortistossa ST 55.35 mikrotuotantolaitosta koskevassa yleistietolomakkeessa, laitoksen enimmäisnimellistehosta käytetään 50 kVA:n suuruisia rajaa. Laitteistoa koskeva yleistietolomake täytetään ja lähetetään verkkoyhtiölle aina, ennen kuin sähköntuotanto mikrotuotantolaitteistolla voidaan aloittaa.

Yleistietolomake mikrotuotantolaitteistosta on liitteenä 1. Kuvassa 11 on mikro-
tuotantojärjestelmän esimerkkikokoonpano.

(Sähkötieto 2013 ST 55.35)



Kuva 11. Mikrotuotantolaitteisto verkon rinnalla. (Motiva 2014b.)

Kuva 11 havainnollistaa tarvittavat laitteet mikrotuotannon aloittamiseksi ja liittämiseksi jakeluverkon rinnalle. Lukittava turvakytkin täytyy sisältyä laitteistoon ja energialaitoksen täytyy päästä vapaasti käyttämään sitä. Energiamittarin pitää olla tarkoitettu kaksisuuntaiseen energian mittaukseen. Oikeanlaisen mittarin hankinta on energialaitoksen vastuulla. (Motiva 2014b.)

5.2 Verkkoinvertteri

Verkkoinvertteri (kuva 12) muuntaa tasasähkön vaihtosähköksi ja tahdistaa muunnetun sähkön jakeluverkon kaltaiseksi vaihtosähköksi. Tahdistus on edellytys kahden sähköntuotannon rinnankäytölle. Verkkoinvertteri pitää myös sisälään tarvittavat suojaukset tahdistuksen aikaansaamiseksi ja ylläpitämiseksi. (Finnwind 2013; Energiateollisuus 2009, 8.)



Kuva 12. Verkkoinvertteri 3-vaihe. 3kW. Fronius Symo (Fronius 2014.)

5.3 Mikrotuotannon tahdistus verkkoon

Mikrotuotantoa voidaan kytkeä jakeluverkon rinnalle, kun sen tuottaman jännitteen taajuus ja jännitteen taso on sille annetuissa rajoissa jakeluverkkoon nähdessä. Näitä varten mikrotuotantolaitteisto tulee varustaa suojalaitteilla, jotka kytkävät sen irti verkosta, jos annetut asettelurajat ylittyvät tai alittuu. (Energiateollisuus 2009, 6.)

6 MIKROTUOTANTOLAITTEISTON HANKINTA JA VAATIMUKSET

Mikrotuotantolaitteiston hankintaan ja verkkoon liittymisen ehtoihin liittyy monenlaisia vaatimuksia, toimenpiteitä ja ilmoituksia, jotka kannattaa ottaa huomioon, ennen kuin järjestelmä voidaan asentaa, ottaa käyttöön ja liittää jakeluverkkoon. Ennen järjestelmän hankkimista on hyvä olla yhteydessä myös oman kunnan rakennusvalvontaan ja varmistua kunnan käytännöistä asennuksille sekä lupa-asioille. Käytännöt vaihtelevat kunnittain. Ennen järjestelmän hankintaa selvitettäviä asioita voivat olla mm:

- saako aurinkopaneeleita asentaa rakennuksen julkisivuun
- vaatiiko asennus rakennuslupaa
- järjestelmä voi vaatia toimenpideluvan, toimenpideilmoituksen tai jonkin muun hyväksynnän.

(Motiva 2014a.)

6.1 Verkkoon liittämisen yleisiä käytäntöjä

Sähköverkkoyhtiön on hyvä tietää mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tuotantolaitoksen verkkoon liittämisestä, jotta voidaan selvittää laitteiston vaatimukset, yhteensopivuus ja mahdolliset jakeluverkkoon liittyvät muutostyöt. (Lehto 2011, 2.)

Lisäksi jakeluverkonhaltijalle tulee toimittaa laitteistoa koskevat keskeiset tiedot ja dokumentit, kuten:

- laitteiston perustiedot: tyyppi, nimellisteho ja nimellisvirta

- invertterin tyyppitiedot
- suojausien asetteluarvot ja toiminta-ajat
- tiedot saarekekäytön estosuojaus toteutuksesta, menetelmistä ja toiminta-ajoista.

Tiedot laitteistosta voidaan toimittaa yleistietolomakkeella verkkoyhtiölle. Mikro-tuotantolaitteistoa koskeva yleistietolomake liitteenä 1.

(Lehto 2014, 4; Sähkötieto 2013. ST 55.35.)

6.2 Laitteiston asennukset ja käyttöönotto

Ennen kuin mikrotuotantolaitteisto voidaan kytkeä jakeluverkon rinnalle, sen asennuksiin ja käyttöönottoon liittyy monia asioita, jotka pitää ottaa huomioon. Kuka tahansa ei saa asentaa laitteistoja eikä niitä saa kytkeä jakeluverkon rinnalle ennen tiettyjä toimenpiteitä. Huomioitavat asiat ja toimenpiteet ovat mm.

- asennukset saa suorittaa vain sähköpätevyyden omaava henkilö
- laitteiston asennuksista on tehtävä käyttöönottotarkastus
- tuotantolaitteistosta laadittava tai laadituttava sähkösuunnitelmat laitoksen verkkoon liittymisestä. Pää-, suojaus-, ohjaus-, maadoituskaaviot ja vikavirtalaskelmat
- ennen laitteiston käyttöönottoa tehdään verkonhaltijan kanssa tuotannon verkkopalvelusopimus ja mahdollinen tuotannon liittymissopimus
- käyttöönottotarkastuspöytäkirja toimitettava jakeluverkonhaltijalle ennen käyttöönottoa
- käyttöönotosta tehtävä ilmoitus jakeluverkonhaltijalle
- laitoksen irtikytkemiseen ja muuttamiseen tarvitaan myös lupa.

(Lehto 2011, 2; Energiateollisuus 2009, 15; Pöyry Energy Oy 2006, 18.)

6.3 Sähköasennuksiin liittyviä määräyksiä

Syötön automaattinen poiskytkentä:

Vaihtosähköosalla syöttökaapeli on liitettävä suojalaitteen syöttöpuolelle, suojaamaan kulutuslaitteita. (SFS käsikirja 600-1 2012, 483)

Jos syöttö tasasähköosan ja vaihtosähköosan välillä on ilman ainakin yksinkertaista erotusta, on syötön automaattisen poiskytkennän aikaansaavan vikavirtasuojan oltava B-tyyppiä. (SFS käsikirja 600-1 2012, 483.)

Jos invertteri ei voi syöttää asennukseen tasasähkövikavirtoja, B-tyypin vikavirtasuojaa ei vaadita. (SFS käsikirja 600-1 2012, 483.)

Eristys:

Tasasähköosalla suositellaan käytettäväksi suojausta luokan II laitteella. (SFS käsikirja 600-1 2012, 483.)

Tasasähköosan ylikuormitussuojaus:

Paneeleiden ketju- ja pistokaapelit eivät tarvitse ylikuormitussuojaa, jos kaapeleiden jatkuva kuormitettavuus joka paikassa on vähintään 1,25 kertaa $I_{sc\ stc}$. (SFS käsikirja 600-1 2012, 483.)

Ylikuormitussuojaus voidaan jättää pois myös tasajännitepääkaapelista, jos kaapelin jatkuva kuormitettavuus on joka paikassa vähintään 1,25 kertaa paneelien oikosulkuvirta standardisoiduissa testausolosuhteissa. (SFS käsikirja 600-1 2012, 483.)

Oikosulkusuojaus:

Järjestelmän syöttökaapeli pitää suojata oikosululta vaihtosähköpuolella liitäntäpisteeseen sijoitetulla ylivirtasuojalla. (SFS käsikirja 600-1 2012, 483.)

Sähkömagneettisten häiriöiden suojaus:

Jotta vältettäisiin ukkosen aiheuttamia jännitteiden indusoitumisia, kaikkien johdinsilmukoiden pinta-alojen olisi hyvä olla mahdollisimman pieniä. (SFS käsikirja 600-1 2012, 483.)

6.4 Laitteisiin liittyviä määräyksiä

Aurinkopaneeleiden, paneelien liitäntäkotelon ja jakokeskuksen on oltava laitestandardien mukaisia (EN 61215, SFS-EN 60439-1, SFS-EN 61439-1). (SFS käsikirja 600-1 2012, 484.)

Paneeleita voi kytkeä sarjaan niin monta, että paneelin suurin sallittu käyttöjännite saavutetaan tai päästään invertterin suurimpaan sallittuun käyttöjännitteeseen. Tätä tulkitaan sen mukaan, kumman käyttöjännite on alempi. (SFS käsikirja 600-1 2012, 484.)

Paneelit tulee asentaa valmistajan ohjeiden mukaisesti. (SFS käsikirja 600-1 2012, 484.)

Laitteet tulee asentaa niin, että ne voidaan huoltaa ja kunnossapitää turvallisesti huonontamatta valmistajan antamia menetelmiä. (SFS käsikirja 600-1 2012, 484.)

Maa- ja oikosulkujen vaikutukset tulee minimoida parantamalla johtojärjestelmien suojauksia ja käyttämällä vaipallisia yksijohdin kaapeleita. (SFS käsikirja 600-1 2012, 484.)

Johtojärjestelmän pitää kestää muuttuvat olosuhteet, kuten lämpötila, auringon säteily, jää ja tuuli. (SFS käsikirja 600-1 2012, 484.)

Erottaminen:

Invertteri pitää olla erotettavissa sekä tasa-, että vaihtosähköosasta mahdollisen huollon takia tarpeellisin erotuslaittein. (SFS käsikirja 600-1 2012, 484.)

Kaikki aurinkopaneelin liitännät on varustettava varoituskilvillä, jotka kertovat mahdollisesta jännitteestä, vaikka kytkentä olisi erotettu invertteristä. (SFS käsikirja 600-1 2012, 485.)

Maadoitus:

Potentiaalintasausjohtimien on oltava tasa- tai vaihtosähkökaapeleiden sekä niiden varusteiden rinnalla mahdollisimman lähellä. (SFS käsikirja 600-1 2012, 485.)

6.5 Mikrotuotannon liittäminen verkkoon

Verkonhaltijan tulee kohtuullista korvausta vastaan liittää verkkoonsa vaatimukset täyttävä mikrotuotantolaitos. Jos mikrotuotanto aiheuttaa kohdetta itseään palvelevalle verkon osalle kustannuksia verkon vahvistamiseen liittyen, voidaan siitä periä kuluttajalta erikseen korvauksia liittymismaksuna. Kuluttaja vastaa myös jos liittyminen vaatii verkolta suojausmuutoksia ja siihen liittyvistä kustannuksista. (Energiateollisuus 2009, 16)

Liittymismaksun suuruus määräytyy kohteen kulutuksen ja tuotannon mukaan. Mikrotuotantolaitoksen omaava kuluttaja yleensä kuluttaa enemmän kuin tuottaa sähköä, ja tällöin peritään ainoastaan normaalit käyttöpaikan liittymismaksut.

(Energiateollisuus 2009, 17.)

Tuotannon liittämisestä verkkoon, tehdään yleensä verkonhaltijan ja tuottajan välille tuotannon liittymissopimus. Sopimuksen tarve arvioidaan tapauskohtaisesti. Tuotannon liittymissopimuksessa sovelletaan sähköntuotannon liittymisehtoja TLE. Sähköntuotannon liittymisehdot TLE 2014 liitteenä 2. (Lehto 2011, 2; Energiateollisuus 2014b.)

Kun tuotantoa siirretään osin tai kokonaan jakeluverkkoon, tehdään verkonhaltijan kanssa ennen laitoksen käyttöönottoa tuotannon verkkopalvelusopimus.

Käyttöpaikan verkkopalvelusopimuksessa sovelletaan yleisiä verkkopalveluehtoja VPE. Tuotantokohteissa ehtoja laajennetaan verkkopalveluehtoihin koskien tuotannon verkkopalvelua TVPE. Vaihtoehtoisesti voidaan soveltaa vain tuotannon verkkopalveluehtoja TVPE. Liitteenä 3 on energiateollisuuden suosittamat verkkopalveluehdot VPE 2010. Tuotannon verkkopalveluehdot TVPE 2011 ovat liitteenä 4. (Lehto 2011, 2; Energiateollisuus 2011; Energiateollisuus 2010.)

Pienjänniteverkkoon liittyvältä sähköntuotannolta voidaan veloittaa verkkoon syötetystä sähköstä enintään 0,07 snt/kWh tuotannon siirtomaksua, myös mahdolliset mittauspalveluun tai muihin lisäpalveluihin sisältyvät maksut voidaan veloittaa. Jos mikrotuottaja ei myy sähköä jakeluverkkoon ei voida periä maksua tuotannosta eikä tuotannon mittauksesta. (Energiateollisuus 2009, 17.)

Jos mikrotuotantokohteeseen on vaihdettava uusi energiamittari, verkonhaltija voi periä vaihtoon liittyvät kustannukset eli mittarointimaksun. Jos kohteessa on jo energiamittari, joka voidaan ohjelmoida kaksisuuntaiseen mittaukseen (osto/myynti) verkonhaltija voi periä ohjelmointimaksun mittarin käyttöönotosta. Kohteelta voidaan myös periä jatkuvaa mittausmaksua. Mittaus ja mittarointimaksuja ei ole kuitenkaan perusteltua periä jos jakeluverkkoon siirtyvää sähköä ei myydä markkinoille. (Energiateollisuus 2009, 17.)

6.6 Mikrotuotantolaitteiston suojaukset

Mikrotuotantolaitteisto, joka toimii rinnan yleisen jakeluverkon kanssa, ei saa aiheuttaa häiriötä yleiseen jakeluverkkoon tai muuhun sähköasennukseen. (SFS käsikirja 600-1 2012, 330.)

Laitteiston tulee pitää sisällään myös suojalaitteet, jotka voivat olla erillisiä laitteita tai kytkettynä mikrotuotantolaitteiston laitteisiin. (Energiateollisuus 2009, 6.)

Mikrotuotantolaitteistolle on määritelty tietyt asetteluarvot, jotka sen tulee täyttää. Laitteiston täytyy aina kytkeytyä irti jakeluverkosta, jos sille annetut asetteluarvot eivät pysy annetuissa rajoissa. Asetteluarvot koskevat mm. yli- ja alijän-

nitettä sekä yli- ja alitaajuuksia. Yli- ja alijännitteille on mahdollista antaa kahdet asetteluarvot, tällöin suojauksesta saadaan hieman häiriöitä kestävämpi. Se ei kuitenkaan ole aina mahdollista, vaan riippuu suojauslaitteistosta. Yksillä asetteluarvoilla suojaukset asetetaan nopeammin toimiviksi. Asetteluarvot ovat standardin EN 50438 mukaisia, eivätkä ne välttämättä täytä Suomessa asetettuja vaatimuksia. Verkonhaltija saa poiketa asetteluarvoista tapauskohtaisesti. (Energiateollisuus 2009, 6; Lehto 2014, 3.)

Suojauksen asetteluarvot kahdet rajat

Ylijännite 1: Jos nimellisjännite (U_n) > 10 %, toiminta-aika 1,5 sekuntia

Ylijännite 2: Jos nimellisjännite (U_n) > 15 %, toiminta-aika 0,15 sekuntia

Alijännite 1: Jos nimellisjännite (U_n) < -15 % toiminta-aika 5 sekuntia

Alijännite 2: Jos nimellisjännite (U_n) < -50 % toiminta-aika 0,15 sekuntia

Ylitaajuus: 51 Herziä (Hz), toiminta-aika 0,2 sekuntia

Alitaajuus: 48 Hz, toiminta-aika 0,5 sekuntia.

(Energiateollisuus 2009, 7.)

Suojauksen asetteluarvot, yhdet rajat

Ylijännite: Jos nimellisjännite (U_n) > 10 %, toiminta aika 0,15 sekuntia

Alijännite: Jos U_n < -15 %, toiminta-aika 0,15 sekuntia. (Energiateollisuus 2009, 8.)

Laitteiston on kytkeydyttävä irti jakeluverkosta, kun jakeluverkossa sähkönjakelu keskeytyy, asetellut arvot eivät toteudu tai laitoksessa on laitevika. (Energiateollisuus 2009, 6.)

Mikrotuotantoa voidaan kuitenkin käyttää sähköntuotantoon verkossa tapahtuneen sähkökatkon aikana ns. varavoimakäyttönä jos järjestelmään asennetaan kaksoiskytkentä mahdollisuus. Tällöin saadaan kaksi kytkentä mahdollisuutta, jossa toisella mikrotuotanto toimii verkon rinnalla ja toisella verkosta kokonaan erotettuna ns. saarekkeena. Tällöin järjestelmä vaatii erillisen kytkimen ja lisälaitteiston. (Energiateollisuus 2009, 9.)

Lisäksi suojausien tulee taata, ettei verkkoon syötetä tehoa, ennen kuin jännite ja taajuus ovat olleet asetteluarvojen sisällä 20 sekuntia. Tahdistus verkkoon tulee tapahtua automaattisesti. Invertterillä tahdistus tapahtuu 0 - 15 sekunnin viiveellä, jolloin tahdistuminen verkkoon tapahtuisi 20 - 35 sekunnissa. (Energiateollisuus 2009, 8.)

6.7 Sähkön laadun vaatimukset

Mikrotuotantolaitteistolle sovelletaan yleisiä EMC-standardeja ja vaatimuksia. Standardeja ovat mm:

- Häiriön sieto: EN 61000-6-1 Electromagnetic compatibility (EMC) Generic standards Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
- Häiriön päästö: EN 61000-6-3 Electromagnetic compatibility (EMC) Generic standards Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
- Harmooniset yliaallot: EN 61000-3-2 Limits for harmonic current emissions
- Nopeat jännitteenmuutokset ja välkyntä: EN 61000-3-3 Electromagnetic compatibility EMC. Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current up to and including 16 A per phase and not subject to conditional connection.

(Energiateollisuus 2009, 5.)

Lisäksi on olemassa tekninen raportti EN61000 osa 3-15 Electromagnetic compatibility (EMC) Limits, joka on tarkoitettu invertterikäyttöisille piengeneraattori-järjestelmille. Raportissa annetaan tietyt rajat häiriöiden kestävyydelle, päästöille ja matalataajuisille ilmiöille verkossa. (Energiateollisuus 2009, 8.)

Mikrotuotantoon liittyviä sähköisiä häiriötä verkossa voivat olla mm:

- nopeat jännitteenmuutokset ja välkyntä

- jännitteen tehollisarvon nopea muutos nimellisjännitteellä $\pm 10 \%$
- verkkoon kytkeytyminen ei saisi aiheuttaa yli 5% jännitteenmuutosta verkossa
- epäsymmetria
 - johtuu tavallisemmin siitä, että jakeluverkon vaiheet kuormittuvat epätasaisesti
- harmoniset yliaaltojännitteet
 - jännite, jonka taajuus poikkeaa perusaallosta kerrottuna kokonaisluvulla
 - aiheuttajia mm. purkauslamput, teholähteet, suuntaajakäytöt
- epäharmoniset yliaaltojännitteet
 - yliaaltojännite, joka on harmonisten yliaaltojännitteiden välissä
- jännitekuopat
 - jännite alenee äkillisesti nimellisjännitteestä $1 - 90 \%$. Kesto voi olla $0,01 \text{ s} - 3 \text{ min}$
 - aiheuttajia yleisimmin verkon tai kuluttajan aiheuttamat viat ja isojen kuormien kytkeytyminen.

(Energiateollisuus 2014b, 15.)

7 ENERGIAN HINTA, MYYNTI JA KEHITYS

Mikrotuottajalla on myös mahdollista myydä tuottamaansa sähköä jakeluverkkoon, vaikka tilanteessa, jossa oma kulutus ei olisikaan niin suurta, kuin sähkön tuotanto. Edellytyksenä on kuitenkin, että mikrotuottaja on sopinut verkkosähkön myyjän kanssa ylijäämänsähkön myymisestä. Ylijäämänsähkö hinnoitellaan sähköpörssissä (Nord Pool) tunneittain muuttuvan spot-hinnan mukaan. Tällöin sähköstä korvataan sama hinta, minkä tuottaja joutuisi itsekin maksamaan ostamastaan sähköstä. Mikrotuottajan kannattaa ottaa yhteyttä aurinkosähköä ostaviin sähköyhtiöihin ja ottaa selvää myynnin ehdoista sekä hinnasta. Sähkö-

yhtiöillä ei kuitenkaan ole ostovelvoitetta. Mikrotuotannolle onkin vaikeaa löytää ostajaa sen vähäisen sähköntuotannon vuoksi. Tuotetun sähkön hallinnoiminen sähkömarkkinoilla aiheuttaa enemmän kuluja, kuin sen myynnistä saatavat tulot. (Lehto 2009, 71; Motiva 2014a.)

Jotkut verkonhaltijat tekevät erikoissopimuksia mikrotuottajan kanssa ylituotetun sähkön siirrosta verkkoon maksutta. Kun sähkönsiirto jakeluverkkoon pysyy pienenä, se ei myöskään aiheuta verkonhaltijalle sen kummempia toimia tai ongelmia. (Lehto 2009, 72.)

7.1 Omatuotannon hyöty

Verkosta ostetun sähkön hinta koostuu kolmesta tekijästä, sähköstä, sähkönsiirrosta ja näiden veroista. Sähkön hinta saattaa olla näistä kolmesta osatekijästä vain noin kolmannes. Jos myydään sähköä jakeluverkkoon, voidaan maksimisaankin saada tuo kolmannes sähkön sen hetkisestä kokonaishinnasta. Kun hyödynnetään omatuotantona tuotettu sähkö omiin tarpeisiin, voidaan säästää sähkön kokonaishinta eli sähkönhinta, siirtomaksut ja näiden verot. Itse tuotetun sähkön tehokas kokonaisvaltainen käyttö onkin tehokkain tapa ottaa suurin hyöty mikrotuotannosta. (Motiva 2014a.)

Liitteessä 5 on Nord Pool sähköpörssin hintatilasto arvonlisäverottomista spot-tuntihinnoista Suomen hinta-alueella. Hinnat EUR/MWh. Hinta muunnetaan snt/kWh jakamalla hinta 10:llä. Taulukossa olevat hinnat on päivätty 28.2.2015 (Nord Pool 2015.)

7.2 Sähkön kokonaishinta

Energiavirasto ylläpitää palvelua sahkonhinta.fi, josta jokainen sähkökuluttaja voi käydä vertailemassa sähkön kokonaishintaa ja sen kehitystä. Kaikilla sähkönmyyjillä on velvollisuus ilmoittaa verkkopalvelu- ja sähköenergian hinnat, joilla tarjoavat sähköä asiakkailleen. Energiavirasto julkaisee muutaman kuukauden välein sähkön hintatilastot. (Energiavirasto 2015a.)

Esimerkki sähkön kokonaishinnasta koko maan keskihinnalla 14.2.2015.

Kuluttajan tiedot:

Tarjoushinnalla, toistaiseksi voimassa olevalla sopimuksella.

Pientalo kuluttaja, kulutus n.18000 kWh/v

Kuluvan vuoden alusta.

(Energiavirasto 2015b.)

Sähkön hinta: 5,18 snt/kWh

Sähkön hinnan verot: 1,24 snt/kWh

Yht: 6,42 snt/kWh

(Energiavirasto 2015b.)

Sähkön siirto: 2,94 snt/kWh

Sähkön siirron verot: 3,5 snt/kWh

Yht: 6,44 snt/kWh

(Energiavirasto 2015b.)

Yhteensä sähkön hinta, siirto ja verot: 12,86 snt/kWh

12,86 sentin kilowattituntihinnalla saadaan 18000 kWh/vuosi kuluttavan pientalon vuotuiseksi sähköenergian kulutuksen hinnaksi:

$$18000 \text{ kWh/v} * 0,1286 \text{ €/kWh} = 2314,8 \text{ €/v}$$

7.3 Sähkön hinnan kehitys

Energiaviraston julkaiseman ”*sähkön toimitusvelvollisuus- ja siirtohintojen kehitys*” taulukosta voi tutkia, miten hinnat ovat kehittyneet vuodesta 1997 vuoteen 2015. Taulukosta voi katsoa erityyppisten kuluttajien koko maan keskihintoja vuoden joka kuukausina. (Energiavirasto 2015a.)

Kun katsotaan ”*sähkön toimitusvelvollisuus- ja siirtohintojen kehitys*” taulukosta 1.1.1997, L1 = Pientalo, jossa huonekohtainen sähkölämmitys, pääsulake 3 x 25 A. Sähkön kokonaishinta siirtoineen ja veroineen = **7,056 snt/kWh**. Verra-

taan hintaa tuoreimpaan 1.2.2015 listattuun kokonaishintaan = **13,876 snt/kWh**. Hinta on noussut 18 vuoden aikana 6,82 snt/kWh, joka on +96,7 prosenttia vuoden 1997 hintatasoon (hinnat ovat kokomaan keskiarvohintoja). (Energiavirasto 2015a.)

Tarkastellaan vielä sähkön kokonaishinnan nousua ja katsotaan, miten sähkölaskuun vaikuttavat kaikki osatekijät ovat muuttuneet ajanjaksolla 1.1.1997 - 1.2.2015, eli miten sähkön hinta, siirtohintaa ja verojen osuus on muuttunut 18 vuoden aikana. Asumismuoto ja liittymätyyppi ovat samat kuin edellä. (Energiavirasto 2015a.)

1.1.1997	1.2.2015
Sähkön hinta: 3,45 snt/kWh.....	6,56 snt/kWh
Muutos: n. + 90 %	
Sähkön siirtohintaa: 2,59 snt/kWh.....	3,63 snt/kWh
Muutos: n. + 40 %	
verot yht: 1,02 snt/kWh.....	3,67 snt/kWh
Muutos: n. + 260 %	

(Energiavirasto 2015a.)

Vertailua tarkastellessa huomataan, että varsinkin verojen osuus sähkölaskussa on noussut ison harppauksen ylöspäin, noin 260 prosenttia, sähkön hinta noin 90 prosenttia ja sähkön siirto hieman maltillisemmin noin 40 prosenttia. Jos hintakehitys jatkaisi tällaista nousua seuraavan 18 vuoden ajanjaksolla, eli tämän hetken kokonaishinta 13,876 snt/kWh + 96,7 prosenttia, hinnaksi tulisi jo 27,3 snt/kWh. (Energiavirasto 2015a.)

Liitteessä 6, esitellään yleisimpien sähkölaitteiden keskimääräisiä kulutuksia. Taulukot havainnollistavat eniten sähköä kuluttavia laitteita kotitalouksissa. (Vattenfall 2013.)

8 PIENKULUTTAJALLE SOVELTUVAT JÄRJESTELMÄT

Verkkoon liitettäviä mikrotuotantolaitteistoja on saatavilla 1- ja 3 vaiheisia. 1-vaiheinen järjestelmä kytketään asuinrakennuksen sähköverkon yhteen vaiheeseen, jolloin aurinkosähköä voi käyttää hyväksi ainoastaan kytkettyyn vaiheeseen kytketyt sähkölaitteet. Täytyy huomioida, että esimerkiksi sähköllä lämpiävät lämminvesivaraajat ovat useimmiten 3-vaiheisia, jolloin veden lämmitykseen ei voida tehokkaasti käyttää hyväksi auringosta saatavaa energiaa. Muita 3-vaiheisia laitteita ovat esimerkiksi kiuas ja sähköhella. Jos siis halutaan mahdollisimman tehokkaasti käyttää auringosta saatu energia, on suositeltavampaa asentaa 3-vaiheinen järjestelmä. Myös 3-vaiheisissa järjestelmissä pitää huomioida sähkölaitteiden oikeanlainen ryhmittely ja oikeat ajankohdat sähkölaitteiden käyttöön. Pitää siis pyrkiä käyttämään sähkölaitteita silloin, kun auringonvalo on eniten tarjolla. (Motiva 2014a.)

Yleisin järjestelmä toimii yhdellä invertterillä, mutta on myös saatavilla mikroinverttereitä, joita voidaan kytkeä vaikka paneelikohtaisesti. Paneelikohtaisella invertterilla saadaan energiaa tuotettua tehokkaimmin, koska tällöin esimerkiksi yhden paneelin varjostus ei laske koko järjestelmän tehoa, toisin kuin yhdellä keskittäväällä invertterillä. Usean mikroinvertterin tuoma etu tehokkuudessa katoaa kuitenkin sen kalliiseen hankinta hintaan verrattuna yhden invertterin järjestelmään. Lisäksi usean invertterin järjestelmässä vikapaikkojen mahdollisuus kasvaa. (Motiva 2014a.)

8.1 Paneelien asennus ja huolto

Aurinkopaneeleille on saatavilla asennustelineitä kattoasennuksiin, seinäasennuksiin ja maahan asennettaviin telineisiin. Erittäin tärkeää paneelien asennuksessa on huomioida mahdolliset varjostukset. Varjostuksia huomioitaessa yleensä paneelin asennuspaikkakin tulee ratkaistuksi. Myös paneelien näkyvyys ympäristössä saattaa olla yksi tekijä asennuspaikkaa suunnitellessa. Esimerkiksi mustalle katolle asennettaessa ei paneeleita helposti edes huomaa. Järjestelmän parhaan sähkön tuotannon takaa myös paneelin lasipinnan puhta-

us. Mahdollisia haittoja aiheuttaa esimerkiksi lumi, siitepöly, puiden lehdet tai mikä tahansa lika. Paneeleita ei kovinkaan usein ole tarvetta puhdistaa, mutta silloin tällöin puhdistuskin on hyvä tehdä. Paneeleita puhdistettaessa pitää olla varovainen, ettei lasipintaa vaurioita. Eteenkin lumi saattaa olla vaikeaa puhdistaa, eikä se pimeänä talviaikana ole kannattavaakaan, koska sähköntuotanto on silloin vähäistä tai tuotantoa ei saada ollenkaan. Tummalta lasipinnalta lumi sulaa muutenkin nopeasti, kun aurinko tulee esiin ja sähköntuotantoa on mahdollista saada. Aina kannattaa tarkistaa valmistajan ohjeet huollon ja kunnossapidon osalta. Katolle asennetuissa paneeleissa puhdistukseen kannattaa harkita ulkopuolisen avun käyttöä turvallisuussyistä. Paneelin asennuksessa on myös muistettava, että jos paneelin lämpötila kohoaa yli 25 asteen, sen hyötysuhde lähtee pienenemään. Tätä pyritään ehkäisemään riittävällä tuuletuksella. Paneelin taustalle jätetään tuuletusrako, jotta ilma pääsee kiertämään ja paneelin lämpötila saadaan pysymään alempana. (Motiva 2014a.)

8.2 Paneelien suuntaus

Suomen leveysasteilla paneelit kannattaa asentaa mahdollisuuksien mukaan etelän suuntaan suurinta vuosituottoa halutessaan. On myös hyvä pohtia omia sähkönkulutustottumuksiaan, minä vuorokaudenaikana yleensä käyttää kuluttavimpia sähkölaitteita, ja olisiko ajankohtia tarvetta muuttaa? Aamupäivällä aurinko paistaa enemmän idän suunnasta ja iltapäivällä lännestä. Myös paneelin kallistuskulmalla on merkitystä. Kulma on parhaimmillaan 30–60 asteen välillä Suomessa. Optimi kulma on 35–45 astetta. On olemassa myös nyrkkisääntö, jossa optimikulmasta 15 asteen poikkeama pienentää vuosituotosta noin 5 prosenttia. Keväällä ja syksyllä aurinko paistaa lähempänä horisonttia, jolloin paneelin pystympi asennus takaa paremman tuotannon verrattuna optimikulmaan asennettuun paneeliin. Optimikulmassa taas saadaan kesäkuukausina suurempi tuotantohuippu. Kun halutaan tasaisempaa sähkön tuotantoa läpi vuoden asennetaan paneelit optimikulmaa pystympään. Jos paneelien tuotto saadaan hyödynnettyä kokonaisuudessaan omaan käyttöön, kannattaa paneelit asentaa suurinta vuosituottoa ajatellen. (Motiva 2014a.)

On olemassa myös aurinkoa seuraavia paneelijalustoja. Aurinkoa seuraavalla jalustalla sähkön vuosituotannon voi jopa kaksinkertaistaa, mutta tämäkin järjestelmä on huomattavasti kalliimpi investoida kuin normaali kiinteästi asennettu vaihtoehto. Järjestelmää hankittaessa on myös hyvä huomioida hankintahinta, korjauksen ja huollon tarve. Seurantajärjestelmällä saadaan pilvettömällä kirkaalla säällä parempi sähkön tuotanto kuin kiinteällä järjestelmällä, mutta pilvisellä säällä, jolloin hajasäteilyn osuus on noin 40–50 prosenttia, ei seurantajärjestelmä tuo toivottua etua kiinteään asennukseen nähden. Täytyy muistaa, että seurantalaitteisto myös kuluttaa oman osansa tuotetusta sähköstä. (Motiva 2014a.)

9 LAITTEISTOTOIMITTAJIEN VALINTA

Opinnäytetyössä etsitään laitteistotoimittajia, jotka toimivat ns. avaimet käteen periaatteella, eli mikrotuotantolaitos toimitetaan kokonaisuudessaan laitteistoneen ja asennuksineen. Kaikki toimittajat ovat Suomessa toimivia aurinkosähköjärjestelmiin erikoistuneita yrityksiä. Laitteistokokoluokka ollessa välillä 3 kW – 5 kW pyritään pitämään järjestelmien maksimihintana noin 10 000 €, koska puhutaan kuitenkin pientuotantolaitteistosta, ja asiakaskuntana ovat lähinnä yksityiset kotitaloudet. 10 000 euron hinta on jo iso investointi tällaiselle kohde-ryhmälle. Työssä listataan myös muita olennaisia tietoja laitteistoista, kuten takuu ja mahdollisen ylijäämänsähkön myyminen. Laitteistotoimittajat on haettu internethakuina. Toimittajien hinnat ja laitteistotiedot ym. perustuvat haettuna ajankohtana internetsivuilla ilmoitettuihin tietoihin.

9.1 Aurinkoinsinöörit

Aurinkoinsinöörit Oy on Vantaalle rekisteröity aurinkosähköön ja aurinkolämpöön erikoistunut yritys. Yritys on mm. saksalaisen SMA Solar Technologyn virallinen yhteistyökumppani. Yritys myy verkkokaupassaan mm. täydellisiä aurinkosähköpaketteja ja muita aurinkosähköön liittyviä tarvikkeita.

(Aurinkoinsinöörit 2014a.)

Pienvoimalapaketti ”Oma aurinko 3kWp”

Paketti sisältää:

- sun tech 250 W aurinkopaneeli, 12 kpl.
- 1 paneelin mitat 1,64 m * 0,992 m (Suntech-power 2015).
- sma sb 3000 TLST-21 Invertteri, 1-vaiheen syöttö (pelkän invertterin hinta 1319,11 €)
- kattokiinnityssarja, alumiini. 1 sarja
- Huber & Suhner DC kaapeli, n.75 m
- vakuutettu kuljetus työmaalle Uusimaan alueella.

Paketille luvataan 2880,20 kWh vuosituottoa suuntaamalla paneelit etelään 45 asteen kulmaan. Vuosituotto on laskettu matemaattisin menetelmin. Paketti ei sisällä asennuksen osuutta. **Laitteiston hinta on 6 110,72 €.** (Aurinkoinsinöörit 2014b.)

Pienvoimalapaketti ”Oma Aurinko 5,2 kWp”

Paketti sisältää:

- sun tech 260 W aurinkopaneeli, 20 kpl.
- sma stb 5000 TL-20 Invertteri, 3-vaiheen syöttö (Pelkän invertterin hinta 1813,9 €)
- kattokiinnityssarja, alumiini. 1 sarja
- Huber & Suhner DC kaapeli, n.125 m
- vakuutettu kuljetus työmaalle Uusimaan alueella.

Paketille luvataan 4870 kWh vuosituottoa suuntaamalla paneelit etelään 45 asteen kulmaan. Vuosituotto laskettu matemaattisin menetelmin. Paketti ei sisällä asennuksen osuutta. **Hinta 9 486 €**

(Aurinkoinsinöörit 2014b.)

9.2 Finnwind Oy

Finnwind Oy on suomalainen pientuulivoimaloihin, aurinkoenergiajärjestelmiin sekä saarekeverkkotuotteisiin erikoistunut teknologia- ja asiantuntijayritys. Sen tuotanto ja varastotilat sijaitsevat Lempäälässä. Yritys tuo aurinkosähköjärjestelmien komponentit Saksasta ja kokoaa ne asiakkailleen sopiviksi järjestelmiksi. Toimitukset saa myös avaimet käteen periaattella. Yritys myy aurinkosähköjärjestelmiä verkkokaupassa. (Finnwind 2015a.)

Aurinkovoimala ”Aurinko E3 3 kWp”

Paketti sisältää:

- Fronius Symo Light 3 kW verkkoinvertteri (invertterin hinta erikseen 1545 €.)
- aurinkopaneeliteho 3 kWp, 12 kpl * 250 Wp
- paneelin koko 1 * 1,7 m
- kattoasennustelineet eri kattovaihtoehdoille lappeen suuntaisesti. Myös seinäasennus teline mahdollinen
- kaapelit 2 x 30 m DC, liittimet ja turvakytin
- en 50438 standardin vaatimat varoitusmerkinnät Suomeksi ja Ruotsiksi
- suomenkieliset asennus-, sähkötyö- ja käyttöohjeet.

Pakettiin saatavilla avaimet käteen toimitus, joka ei sisälly hintaan.

Hinta kattoasennussarjalla 5 110 €, seinäasennus sarjalla 5 330 €. (Finnwind 2015b.)

Takuu:

- aurinkopaneeleilla 10 vuotta, materiaali ja valmistusvirheille
- tehontuottotakuu 10 vuotta 90 prosenttia, 25 vuotta 80 prosenttia nimellistehosta
- verkkoinvertterillä 5 vuotta, materiaali- ja valmistusvirheille. (Finnwind 2015b.)

Aurinkovoimala ”Aurinko E5 5 kWp”

Paketti sisältää:

- Fronius Symo Light 4,5 kW 3-vaiheinen verkkoinvertteri (invertterin hinta erikseen 1799 €)
- aurinkopaneeliteho 5 kWp, 20 kpl x 250 Wp
- paneelin koko 1 * 1,7 m
- kattoasennustelineet eri kattovaihtoehdoille lappeen suuntaisesti. Myös seinäasennusteline mahdollinen
- kaapelit 2 * 30 m DC, liittimet ja turvakytkin
- en 50438 standardin vaatimat varoitusmerkinnät. Suomeksi ja Ruotsiksi
- suomenkieliset asennus-, sähkötyö- ja käyttöohjeet.

Pakettiin saatavilla avaimet käteen toimitus, ei sisälly hintaan.

Hinta kattoasennus sarjalla 7 790 €, seinäasennus sarjalla 8 180 €. (Finnwind 2015b.)

Takuu:

- aurinkopaneeleilla 10 vuotta, materiaali ja valmistusvirheille
- tehontuottotakuu 10 vuotta 90 prosenttia, 25 vuotta 80 prosenttia nimellistehosta
- verkkoinvertterillä 5 vuotta, materiaali- ja valmistusvirheille.

(Finnwind 2015b.)

9.3 Fortum Oyj

Fortum on vuonna 1998 perustettu energiakonserni. Se tuottaa, myy ja jakelee sähköä ja lämpöä Pohjoismaissa, Baltiassa, Venäjällä ja Puolassa. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Espoossa Keilaniemessä.

(Fortum 2015b.)

Fortumille on mahdollista myydä tuotettu ylijäämänsähkö edellyttäen, että tekee Fortumin kanssa erillisen lähisähkösopimuksen sähkön myynnistä ja tietyt Fortumin asettamat vaatimukset myyntiin täyttyy. Lähisähkösopimuksen ehdot ovat liitteessä 7. (Fortum 2015c.)

Aurinkopaketti 3 kWp ja 4,5 kWp

Fortum tarjoaa aurinkopakettien toimituksen ja asennuksen tällä hetkellä pelkästään eteläsuomen alueelle avaimet-käteen periaatteella. Internetsivuilta löytyy myös aurinkopaketeille investointilaskuri, jolla kartoitetaan asiakkaalle suuntaa antavasti sopivaa pakettia mm. sähkönkulutuksen, asennettavan rakennuksen ilmansuunnan ja katon kaltevuuden perusteella. Pakettien tarkkaa sisältöä ei internetsivuilta löydy, mutta avaimet käteen-paketti sisältää:

- aurinkopaneelit
- vaihtosuuntaaja
- kattokiinnikkeet
- sähkötarvikkeet
- toimitus
- asennus.

3 kWp paketti sisältää 12 paneelia. Vaihtosuuntaajasta Internetsivuilla ei ole mainintaa, onko 1- vai 3-vaiheinen. Järjestelmän **hinta ilman asennusta 6 460 €.** **Hinta asennettuna 8 010 €.** (Fortum 2015d.)

4,5 kWp paketti sisältää 18 paneelia. Vaihtosuuntaaja oletettavasti 3-vaiheinen. Järjestelmän **hinta ilman asennusta, 9 385 €.** **Hinta asennettuna, 11 200 €.** (Fortum 2015d.)

9.4 Helen Oy

Helen tuottaa sähköä, kaukolämpöä ja kaukojäähdytystä sekä toimii energian jakelijana ja myyjänä. Kaukolämpö kattaa yli 90 prosenttia Helsingin energiantarpeesta. Helenillä on lähes 400 000 asiakasta eri puolilla Suomea. Ilmastollisena tavoitteena on saavuttaa 100 prosenttinen hiilineutraalius. (Helen 2015a.)

Helen tarjoaa aurinkosähköjärjestelmän avaimet käteen toimituksena Uudenmaan alueella. Muualle Suomeen asennettuna tarjous kysyttävä erikseen. Internet sivuilta löytyy laskuri, jolla voi arvioida omaa mahdollista sähköntuotantoa. Arvio muuttuu paikkakunnan, katon ilmansuunnan ja kaltevuuden mukaan. (Helen 2015a.)

Helen Oy myös tarjoutuu ostamaan mahdollisen sähkön ylituotannon. Helen Oy lupaa ylituotannon ostosta pohjoismaisen sähköpörssin Nord Poolin Suomen hinta-alueen tuntihinnan. Pientuotannon oston sopimusehdot liitteenä 8. (Helen 2015b.)

Paketti 3,3 kWp

Paketti sisältää:

- sma sunny tripower 5000TL 3-vaiheinen verkkoinverteri
- aurinkopaneeliteho 12 kpl x 275 Wp
- asennustelineet.
- kaapeli: solar 100 m ja liittimet

Sähkön maksimituottoarvio noin 3000 kWh vuodessa. **Hinta-arvio asennettuna 8 535 €.** (Helen 2015b.)

Paketti 4,95 kWp

Paketti sisältää:

- sma sunny tripower 5000 TL 3-vaiheinen verkkoinvertteri
- aurinkopaneeliteho 18 kpl x 275 Wp
- asennustelineet.
- kaapeli Solar 100 m ja liittimet

Sähkön maksimituottoarvio noin 4500 kWh vuodessa. **Hinta-arvio asennettuna 11 150 €.** (Helen 2015b.)

9.5 Roaming Oy

Roaming Oy on yksityisiä ja yrityksiä palveleva elektroniikka-alan erikoisliike. Yritys on ensisijaisesti internet-kauppa, joka toimittaa tuotteet asennettuna tai suoraan asiakkaalle. Kotitoimisto sijaitsee Vaasassa. Yritys myy mm. tuulivoimaloita, verkkoon kytkettäviä aurinkopaneelijärjestelmiä ja niiden tarvikkeita. (Roaming 2015.)

Aurinkosähkö 3000 W

Paketti sisältää:

- SMA Tripower 5000TL - 20 3-vaiheinen verkkoinvertteri
- Aurinkopaneelit monikide 10 kpl x 250 Wp
- Asennustelineet peltikatolle

Huomiona järjestelmästä. Ei ole mainintaa liitântäkaapeleiden kuuluvuudesta pakettiin. **Hinta ilman asennusta 4 990 €** (Aurinkopaneelikauppa 2015.)

Aurinkosähkö 5000 W

Paketti sisältää:

- sma tripower 5000TL - 20 3-vaiheinen verkkoinvertteri
- aurinkopaneelit monikide 20 kpl x 250 Wp
- asennustelineet peltikatolle.

- liitäntäkaapelit 20 m

Hinta ilman asennusta 6 990 €. (Aurinkopaneelikauppa 2015.)

9.6 Vattenfall

Vattenfall on 100 prosenttisesti Ruotsin valtion omistama yritys. Se on myös Euroopan suurimpia sähköntuottajia. Päätuotteita ovat sähkö, lämpö ja kaasu. Vattenfall tuottaa, jakelee ja myy sähköä. Sähkön ja lämmön tuotanto perustuu kuuteen energianlähteeseen, tuulivoimaan, ydinvoimaan, maakaasuun, biomassaan, hiilivoimaan ja vesivoimaan. (Vattenfall 2014.)

Vattenfall tarjoaa yksityisasiakkaille sähköverkkoon kytkettäviä aurinkopaneelipaketteja avaimet käteen toimituksena. Asennuksesta on pyydettävä tarjous erikseen. Vattenfallin internetsivuilta löytyy valmis lomake tarjouskyselyyn. Toimitus sisältää verkkoonliityntäilmoituksen, paneeleiden asennuksen, kaapelivedot ja sähkötyöt. (Vattenfall 2014.)

Jos aurinkopaneeleilla tuotetun sähkön osuus ylittää oman tarpeen, Vattenfall ostaa ylijäämänsähkön sähkön pörssihinnan mukaisella korvauksella (arvonlisäveroton tuntispot-hinta). Tuottajan osuus Vattenfallille on 0,30 snt/kWh, eli spot-hinta miinus 0,30 snt/kWh. Edellyttäen, että sinulla on tarvittavat sopimukset Vattenfallin ja jakeluverkkoyhtiön kanssa. (Vattenfall 2014.)

M-paketti 3 kWp

- Fronius Symo S 3 kW, 3-vaiheinen verkkoinverteri
- aurinkopaneelit polykide 12 kpl x 250 Wp
- kattoasennustelineet lappeen myötäiseen asennukseen, kattomateriaalin mukaan
- liitäntäkaapelit 2 x 30 m DC, liittimet ja turvakytin
- varoitusmerkinnät, Suomeksi ja Ruotsiksi. (Vattenfall 2014.)

Takuu:

- paneeleille 10 vuotta valmistus ja materiaalivirheille. Tehontuottotakuu 25 vuotta
- verkkoinvertteri 5 vuotta
- asennusjärjestelmät 10 vuotta. (Vattenfall 2014.)

Optimiolosuhteissa etelä- ja länsirannikolla järjestelmälle luvataan sähkön-
tuotoksi 2700 kWh/vuosi. Laitteiston **hinta ilman asennusta on 6 950 €**. Järjes-
telmästä tarkemmat tuotetiedot ovat liitteessä 9. (Vattenfall 2014.)

L-paketti 5 kWp

- Fronius Symo S 4,5 kW, 3-vaiheinen verkkoinvertteri
- aurinkopaneelit polykide 20 kpl x 250 Wp
- kattoasennustelineet lappeen myötäiseen asennukseen, kattomateriaalin mukaan
- liitântäkaapelit 2 x 30 m DC, liittimet ja turvakytin
- varoitusmerkinnät, Suomeksi ja Ruotsiksi. (Vattenfall 2014.)

Takuu:

- Paneeleille 10 vuotta valmistus ja materiaalivirheille. Tehontuottotakuu 25 vuotta.
- Verkkoinvertterille 5 vuotta
- Asennusjärjestelmät 10 vuotta (Vattenfall 2014.)

Optimiolosuhteissa etelä- ja länsirannikolla järjestelmälle luvataan sähkön-
tuotoksi 4500 kWh/vuosi. Laitteiston **hinta ilman asennusta alkaen 9 950 €**.
Järjestelmästä tarkemmat tuotetiedot ovat liitteessä 10. (Vattenfall 2014.)

10 KANNATTAVUUSLASKELMAT

Laskelmat perustuvat laitteistotoimittajien antamiin tietoihin, sekä omiin arvioihin ja työssä keräämääni tietoihin. Kaikki laskelmissa käytetyt kaavat ovat kerätty tähän lukuun.

1 paneelin tuotto vuodessa. (1)

$$t = \frac{x}{p}$$

$t =$ tuotto, $[\frac{kWh}{v}]$

$x =$ kaikkien paneelien tuotto yhteensä, $[\frac{kWh}{v}]$

$p =$ paneelien lukumäärä

1 paneelin pinta-ala. (2)

$$a = h * l$$

$a =$ pinta – ala, $[m^2]$

$h =$ korkeus, $[m]$

$l =$ leveys, $[m]$

Auringonsäteilyn tuoma sähköntuotanto paneelipinnalle vuodessa. (3)

$$t = a * x$$

$t =$ sähköntuotanto paneelipinnalle vuodessa, $[\frac{kWh}{v}]$

$a =$ paneelin pinta-ala, $[m^2]$

$x =$ auringon säteily stnd. olosuhteissa, $[\frac{kWh}{m^2 v}]$

Paneelin hyötysuhde. (4)

$$s = \frac{x}{y} * 100$$

$s =$ paneelin hyötysuhde, $[\%]$

$x =$ paneelin tuotto vuodessa, $[\frac{kWh}{v}]$

$y =$ säteilyn määrä paneelilla vuodessa, $[\frac{kWh}{m^2 v}]$

Sähkön säästö, euroina vuodessa. (5)

$$e = x * y \qquad e = \text{säästö, } \left[\frac{\text{€}}{v} \right]$$

$$x = \text{paneelien tuotto, } \left[\frac{\text{kWh}}{v} \right]$$

$$y = \text{sähkön hinta, } \left[\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right]$$

Sähkölasku, euroina vuodessa. (6)

$$l = x * y \qquad l = \text{sähkölasku, } \left[\frac{\text{€}}{v} \right]$$

$$x = \text{sähkön kulutus vuodessa, } \left[\frac{\text{kWh}}{v} \right]$$

$$y = \text{sähkön hinta, } \left[\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right]$$

Sähkölasku, euroina vuodessa, kun paneelien tuoma säästö huomioidaan. (7)

$$l = x - y \qquad l = \text{sähkölasku kun säästö huomioidaan, } \left[\frac{\text{€}}{v} \right]$$

$$x = \text{Sähkölasku ennen paneeleita, } \left[\frac{\text{€}}{v} \right]$$

$$y = \text{Paneelien tuoma säästö, } \left[\frac{\text{€}}{v} \right]$$

Takaisinmaksuaika. (8)

$$T = \frac{x}{y} \qquad T = \text{takaisinmaksuaika, } [v]$$

$$x = \text{Järjestelmän hinta, } [\text{€}]$$

$$y = \text{Järjestelmän tuotto, } \left[\frac{\text{€}}{v} \right]$$

Tehontuottotakuun huomioitu prosentuaalinen tuotannon heikentyminen vuodessa. (9)

$$h = \frac{x}{y} \qquad h = \text{tuotannon heikentyminen vuodessa, } \left[\frac{\%}{v} \right]$$

$$x = \text{Tuotannon heikentyminen, } [\%]$$

$$y = \text{Ajanjakso, jona tuotanto heikkenee, } [v]$$

Tuotanto, kun huomioidaan mahdolliset häviöt prosentteina. (10)

$$t = x - x * \frac{y}{100} \quad t = \text{Tuotanto, } \left[\frac{kWh}{v} \right]$$

$$x = \text{Kokonais tuotto, } \left[\frac{kWh}{v} \right]$$

$$y = \text{tuotantoon liittyvät häviöt, } [\%]$$

Sähköntuotannon keskiarvo, huomioiden tehontuottotakuun mukainen tuotannon heikentyminen 25:ssä vuodessa. (11)

$$ka = \frac{(x1+x2+\dots+x25)}{y} \quad ka = \text{keskiarvo tehontuotto, } \left[\frac{kWh}{v} \right]$$

$$x1 = 1. \text{ vuosi, } \left[\frac{kWh}{v} \right]$$

$$x2 = 2. \text{ vuosi, } \left[\frac{kWh}{v} \right]$$

$$jne\dots$$

$$x25 = 25. \text{ vuosi, } \left[\frac{kWh}{v} \right]$$

$$y = \text{tuotanto vuodet yhteensä, } [v]$$

Sähköntuotanto, kun tiedetään häviöiden prosentuaalinen osuus. (12)

$$t = x * \frac{y}{100} \quad t = \text{sähköntuotanto, } \left[\frac{kWh}{v} \right]$$

$$x = \text{kokonaistuotto, } \left[\frac{kWh}{v} \right]$$

$$y = \text{Tuotto häviöiden jälkeen, } [\%]$$

Aurinkopaneelijärjestelmän hinnan ja tehon suhde (13)

$$H = \frac{x}{y} \quad H = \text{hinnan ja tehon suhde, } \left[\frac{\text{€}}{Wp} \right]$$

$$x = \text{laitteiston hinta, } [\text{€}]$$

$$y = \text{paneeleiden nimellisteho, } [Wp]$$

Aurinkopaneelien vuosituotto vähennettynä häviö ja tuotannon rajoitukset. (14)

$$t = \left(x - x * \frac{y}{100} \right) * \frac{z}{100} * \frac{z}{100}$$

$$t = \text{vuosituotto, } \left[\frac{kWh}{v} \right]$$

$$x = \text{kokonaisvuosituotto, } \left[\frac{kWh}{v} \right]$$

$$y = \text{tuotannon häviö, } [\%]$$

$$z = \text{kokonaistuotanto häviöineen } [\%]$$

Aurinkopaneelin tuotto vuodessa (15)

$$t = \frac{x}{100} * s$$

$$t = \text{tuotto vuodessa, } \left[\frac{kWh}{v} \right]$$

$$x = \text{Auringon säteilyäärä paneelille, } \left[\frac{kWh}{v} \right]$$

$$s = \text{paneelin hyötysuhde, } [\%]$$

10.1 Esimerkkilaskelmat 1

Aurinkoinsinöörit ilmoittavat 3 kWp paketille optimituotoksi $2880,20 \frac{kWh}{v}$ kun paneelien suuntaus on etelään, 45 asteen kulmaan. Oletetaan, että tuotto laskettu standardi olosuhteissa auringon säteillä + 25 asteen lämpötilassa $1000 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}$. Lasketaan myös paneelien tuotto auringon säteillä 900 ja $1100 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}$.

Aurinko säteilee Suomen Lapissa n. $900 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}$ ja Etelä-Suomessa n. $1100 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}$

Lasketaan aluksi 1 paneelin tuotto annetulla arvoilla optimi olosuhteissa.

$$1 \text{ paneeli} = \frac{2880 \frac{kWh}{v}}{12 p} = 240 \frac{kWh}{p} \quad (1)$$

Tarkistetaan, onko paneelille laskettu hyötysuhde järkevä. Lasketaan ensin 1 paneelin pinta-ala.

$$\text{Pinta ala} = 1,64 \text{ m} * 0,992 \text{ m} = 1,63 \text{ m}^2 \quad (2)$$

Aurinko säteilee standardiolosuhteissa 1 m^2 alalle $1000 \frac{kWh}{v}$. Lasketaan aurinkonsäteilyn määrä 1 paneelin pinta-alalle.

$$\text{Tuotto 1 paneeli} = 1,63 \text{ m}^2 * 1000 \frac{kWh}{m^2 \cdot v} = 1630 \frac{kWh}{v} \quad (3)$$

$$\text{Hyötysuhde} = \frac{240 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}}{1630 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}} * 100 = 14,7 \% \quad (4)$$

Todetaan, että hyötysuhde 14,7 % on aurinkopaneelille yleisesti tunnetuissa rajoissa.

Lasketaan aurinkopaneelin tuotto, kun aurinko säteilee $900 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}$ ja

$$1100 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}.$$

$$1,63 \text{ m}^2 * 900 \frac{kWh}{m^2 \cdot v} = 1467 \frac{kWh}{v} \quad (3)$$

$$1,63\text{m}^2 * 1100 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{v}} = 1793 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (3)$$

Lasketaan yhden paneelin tuotto auringon säteilyssä yhdelle paneelipinnalle $1476 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}$, kun hyötysuhde on 14,7 %.

$$\frac{1467 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}}{100} * 14,7 = 215,6 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (4)$$

Lasketaan yhden paneelin tuotto auringon säteilyssä yhdelle paneelipinnalle $1793 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}$, kun hyötysuhde on 14,7 %.

$$\frac{1793 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}}{100} * 14,7 = 263,6 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (4)$$

Lasketaan tuotto järjestelmän 12:lle paneelille. Yhden paneelin tuotto $215,6 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}$ (Auringonsäteily $900 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{v}}$)

$$215,6 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * 12\text{p} = 2587 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (1)$$

Lasketaan tuotto järjestelmän 12:lle paneelille. Yhden paneelin tuotto $263,6 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}$ (Auringonsäteily $1100 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{v}}$)

$$263,6 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * 12\text{p} = 3163 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (1)$$

Kappaleessa 7.3 käytiin läpi sähkön kokonaishintaa. Sähkön kWh hinnaksi saatiin 12,86 senttiä. Pyöristetään luku $0,13 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$ ja käytetään sitä seuraavissa laskelmissa.

Lasketaan, kuinka paljon säästöä saadaan euroissa vuotta kohden optimituotolla.

$$\text{Säästö} = 2880,2 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * 0,13 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 374,4 \frac{\text{€}}{\text{v}} \quad (5)$$

Lasketaan, kuinka paljon säästöä saadaan euroissa vuotta kohden aurin-
gon säteillä $900 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}$

$$\text{Säästö} = 2587 \frac{kWh}{v} * 0,13 \frac{\text{€}}{kWh} = 336,3 \frac{\text{€}}{v} \quad (5)$$

Lasketaan, kuinka paljon säästöä saadaan euroissa vuotta kohden aurin-
gon säteillä $1100 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}$

$$\text{Säästö} = 3163 \frac{kWh}{v} * 0,13 \frac{\text{€}}{kWh} = 411,2 \frac{\text{€}}{v} \quad (5)$$

Lasketaan esim. $18\,000 \frac{kWh}{v}$ kuluttavan omakotitalon vuotuinen sähkölas-
ku.

$$\text{Sähkölasku} = 18\,000 \frac{kWh}{v} * 0,13 \frac{\text{€}}{kWh} = 2340 \frac{\text{€}}{v} \quad (6)$$

Lasketaan vuotuinen sähkölasku $\frac{\text{€}}{v}$, kun paneelien vuosituotto $374,4 \frac{\text{€}}{v}$
(optimi)

$$\text{Sähkölasku vuodessa} = 2340 \frac{\text{€}}{v} - 374,4 \frac{\text{€}}{v} = 1966 \frac{\text{€}}{v} \quad (7)$$

Lasketaan vuotuinen sähkölasku $\frac{\text{€}}{v}$, kun paneelien vuosituotto $336,3 \frac{\text{€}}{v}$
($900 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}$)

$$\text{Sähkölasku vuodessa} = 2340 \frac{\text{€}}{v} - 336,3 \frac{\text{€}}{v} = 2004 \frac{\text{€}}{v} \quad (7)$$

Lasketaan vuotuinen sähkölasku $\frac{\text{€}}{v}$, kun paneelien vuosituotto $411,2 \frac{\text{€}}{v}$
($1100 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}$)

$$\text{Sähkölasku vuodessa} = 2340 \frac{\text{€}}{v} - 411,2 \frac{\text{€}}{v} = 1929 \frac{\text{€}}{v} \quad (7)$$

Lasketaan, kuinka monessa vuodessa aurinkopaneelit maksavat itsensä
takaisin. Järjestelmän hinta ilman asennusta oli 6110,72 €.

**Kun tuottoa saadaan vuosittain $2880,2 \frac{kWh}{v}$, säästöä saatiin $374,4 \frac{€}{v}$ (opti-
mi)**

$$\text{Järjestelmän takaisinmaksu aika} = \frac{6110,72 \frac{€}{v}}{374,4 \frac{€}{v}} = 16,3 \text{ vuotta} \quad (8)$$

**Kun tuottoa saadaan vuosittain $2586 \frac{kWh}{v}$, säästöä saatiin $336,3 \frac{€}{v}$ (900
 $\frac{kWh}{m^2}$)**

$$\text{Järjestelmän takaisinmaksu aika} = \frac{6110,72 \frac{€}{v}}{336,3 \frac{€}{v}} = 18,2 \text{ vuotta} \quad (8)$$

**Kun tuottoa saadaan vuosittain $3161 \frac{kWh}{v}$, säästöä saatiin $411,2 \frac{€}{v}$ (1100
 $\frac{kWh}{m^2}$)**

$$\text{Järjestelmän takaisinmaksu aika} = \frac{6110,72 \frac{€}{v}}{411,2 \frac{€}{v}} = 14,9 \text{ vuotta} \quad (8)$$

Järjestelmien takaisinmaksuajat.

Annetulla optimituotolla = 16,3 vuotta

$$\text{Auringon säteillä} 900 \frac{kWh}{m^2} = 18,2 \text{ vuotta}$$

$$\text{Auringon säteillä} 1100 \frac{kWh}{m^2} = 14,9 \text{ vuotta}$$

Pitää muistaa, että takaisinmaksuaikaa laskettaessa huomioidussa hinnassa ei ollut mukana järjestelmän asennuksen hintaa, eikä muita tuottoa mahdollisesti heikentäviä seikkoja, kuten häviöt kaapeleissa tai invertterissä, paneelien suuntauskulman poikkeavuus optimikulmasta tai paneeleille ominaista tehontuottohäviötä vuosittain. Huomioidaan myös, miten mahdollinen invertterin vaihtaminen järjestelmän elinaikana vaikuttaa takaisinmaksu-aikaan. Lasketaan seuraavissa esimerkeissä myös näitä huomioiden.

Koska ei tiedetä, onko laitteistolle ilmoitetussa optimituotossa $2880,2 \frac{kWh}{v}$ otettu huomioon paneeleille ominaista tehohäviötä niiden vanhentuuksessa,

otetaan se huomioon arvioimalla optimituotosta. Tehontuotto tippuu 90 prosenttiin 10 vuodessa ja 80 prosenttiin seuraavina 15 vuotena.

$$10:ssä\ vuodessa = \frac{10\%}{10\ v} = 1\ \frac{\%}{v} \quad (9)$$

$$15\ vuodessa = \frac{10\%}{15\ v} = 0,6667\ \frac{\%}{v} \quad (9)$$

$$\text{Tehohäviö}\ 1\ \text{vuodessa} = 2880,2\ \frac{kWh}{v} - 2880,2\ \frac{kWh}{v} * \frac{1\%}{100} = 2851,4\ \frac{kWh}{v} \quad (10)$$

Seuraavat 25 vuotta taulukossa 3 ja 4.

Taulukko 3.

	Optimi	900 kWh/m ² /v	1100 kWh/m ² /v
Vuosi	kWh/v	kWh/v	kWh/v
1	2880,2	2586,0	3161,0
2	2851,4	2560,1	3129,4
3	2822,9	2534,5	3098,1
4	2794,7	2509,2	3067,1
5	2766,7	2484,1	3036,4
6	2739,0	2459,3	3006,1
7	2711,7	2434,7	2976,0
8	2684,5	2410,3	2946,3
9	2657,7	2386,2	2916,8
10	2631,1	2362,4	2887,6

Taulukossa 3 paneeleille ominainen tehontuottohäviö 10 vuodessa. Kun aurinko säteilee optimi olosuhteissa, 900 kWh/m²/v ja 1000 kWh/m²/v. Paneeleiden tuotanto tippuu prosentin verran vuodessa . Taulukosta näkyy paneeleiden pienentyvä tuotantomäärä jokaiselle vuodelle.

Taulukko 4.

	Optimi	900 kWh/m ² /v	1100 kWh/m ² /v
Vuosi	kWh/v	Wh/v	kWh/v
11	2613,57	2338,73	2868,38
12	2596,15	2323,14	2849,25
13	2578,84	2307,65	2830,26
14	2561,64	2292,27	2811,39
15	2544,57	2276,98	2792,64
16	2527,60	2261,80	2774,03
17	2510,75	2246,72	2755,53
18	2494,01	2231,74	2737,16
19	2477,38	2216,87	2718,91
20	2460,87	2202,09	2700,78
21	2444,46	2187,40	2682,78
22	2428,16	2172,82	2664,89
23	2411,97	2158,33	2647,13
24	2395,89	2143,95	2629,48
25	2379,92	2129,65	2611,95

Taulukossa 4 paneeleille ominainen tehontuottohäviö 15 vuodessa, aikajaksolla 11–25 vuotta. Kun aurinko säteilee optimiolosuhteissa, 900 kWh/m²/v ja 1000 kWh/m²/v. Paneelien tuotanto tippuu prosentoin verran vuodessa. Taulukosta näkyy paneelien pienentyvä tuotantomäärä jokaiselle vuodelle.

Lasketaan paneeleille 25 vuoden ajalle keskimääräinen tehontuotto (optimi).

$$\text{Keskiarvo tehontuotto} = \frac{(2880 \frac{kWh}{v} + 2851 \frac{kWh}{v} + 2823 \frac{kWh}{v} + 4v \dots 24v + 2380 \frac{kWh}{v})}{25} = 2380 \frac{kWh}{v} \quad (11)$$

Lasketaan paneeleille 25:n vuoden ajalle keskimääräinen tehontuotto (900

$\frac{kWh}{m^2 \cdot v}$).

$$\text{Keskiarvo tehontuotto} = \frac{(2586 \frac{kWh}{v} + 2560 \frac{kWh}{v} + 2535 \frac{kWh}{v} + 4 \cdot v \dots 24 \cdot v + 2130 \frac{kWh}{v})}{25} = 2195 \frac{kWh}{v} \quad (11)$$

Lasketaan paneeleille 25:n vuoden ajalle keskimääräinen tehontuotto ($1100 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}$).

$$\text{Keskiarvo tehontuotto} = \frac{(3161 \frac{kWh}{v} + 3129 \frac{kWh}{v} + 3098 \frac{kWh}{v} + 4 \cdot v \dots 24 \cdot v + 2612 \frac{kWh}{v})}{25} = 2692 \frac{kWh}{v} \quad (11)$$

Otetaan huomioon paneelien poikkeavuus 45 asteen optimikulmasta. Kappaleessa 8.2 huomioidaan kulman vaikutus paneelien tehontuottoon. 15 asteen poikkeavuus optimikulmasta pienentää tuottoa 5 prosenttia. Paneeleita ei välttämättä saa asennettua esim. talon katolle optimikulmaan. Oletetaan vuotuiseksi tehontuotoksi keskiarvoksi saatu tuotto.

$$\text{Tuotto} - 5 \% (\text{optimi}) = 2380 \frac{kWh}{v} - 2380 \frac{kWh}{v} * \frac{5 \%}{100} = 2261 \frac{kWh}{v} \quad (10)$$

$$\text{Tuotto} - 5 \% (900 \frac{kWh}{m^2}) = 2195 \frac{kWh}{v} - 2195 \frac{kWh}{v} * \frac{5 \%}{100} = 2085,3 \frac{kWh}{v} \quad (10)$$

$$\text{Tuotto} - 5 \% (1100 \frac{kWh}{m^2}) = 2692 \frac{kWh}{v} - 2692 \frac{kWh}{v} * \frac{5 \%}{100} = 2557,4 \frac{kWh}{v} \quad (10)$$

Huomioidaan myös tilanne, jossa paneelia ei välttämättä saada asennettua etelän suuntaan ja tuottoa saadaan vain 90 prosenttia etelään suunnasta asennuksesta.

$$\text{Tuotto} 90\% (\text{optimi}) = 2261 \frac{kWh}{v} * \frac{90 \%}{100} = 2035 \frac{kWh}{v} \quad (12)$$

$$\text{Tuotto} 90\% (900 \frac{kWh}{m^2}) = 2085,3 \frac{kWh}{v} * \frac{90 \%}{100} = 1877 \frac{kWh}{v} \quad (12)$$

$$\text{Tuotto} 90\% (1100 \frac{kWh}{m^2}) = 2557,4 \frac{kWh}{v} * \frac{90 \%}{100} = 2302 \frac{kWh}{v} \quad (12)$$

Huomioidaan myös mahdolliset häviöt kaapeloinneissa, liitoksissa ja invertterissä. Arvioidaan tuotoksi 95 prosenttia häviöiden jälkeen.

$$\text{Tuotto} 95\% (\text{optimi}) = 2217 \frac{kWh}{v} * \frac{95 \%}{100} = 2106 \frac{kWh}{v} \quad (12)$$

$$\text{Tuotto} 95\% (900 \frac{kWh}{m^2}) = 1877 \frac{kWh}{v} * \frac{95 \%}{100} = 1783 \frac{kWh}{v} \quad (12)$$

$$\text{Tuotto } 95\% \left(1100 \frac{kWh}{m^2} \right) = 2302 \frac{kWh}{v} * \frac{95\%}{100} = 2187 \frac{kWh}{v} \quad (12)$$

Nyt kun häviöt on otettu huomioon, lasketaan, kuinka paljon säästöä saadaan euroissa vuotta kohden vuosituotoilla. Sähkön kokonaishinnan ollessa $0,13 \frac{\text{€}}{kWh}$.

$$\text{Säästö (optimi)} = 2106 \frac{kWh}{v} * 0,13 \frac{\text{€}}{kWh} = 273,8 \frac{\text{€}}{v} \quad (5)$$

$$\text{Säästö (900 } \frac{kWh}{m^2} \text{)} = 1783 \frac{kWh}{v} * 0,13 \frac{\text{€}}{kWh} = 231,8 \frac{\text{€}}{v} \quad (5)$$

$$\text{Säästö (1100 } \frac{kWh}{m^2} \text{)} = 2187 \frac{kWh}{v} * 0,13 \frac{\text{€}}{kWh} = 284,3 \frac{\text{€}}{v} \quad (5)$$

$$18000 \frac{kWh}{v} \text{ kuluttavan asunnon vuotuinen sähkölasku oli } = 2340 \frac{\text{€}}{v}$$

Lasketaan vuotuinen sähkölasku.

$$\text{Sähkölasku vuodessa (optimi)} = 2340 \frac{\text{€}}{v} - 273,8 \frac{\text{€}}{v} = 2066,2 \frac{\text{€}}{v} \quad (6)$$

$$\text{Sähkölasku vuodessa (900 } \frac{kWh}{m^2} \text{)} = 2340 \frac{\text{€}}{v} - 231,8 \frac{\text{€}}{v} = 2108,2 \frac{\text{€}}{v} \quad (6)$$

$$\text{Sähkölasku vuodessa (1100 } \frac{kWh}{m^2} \text{)} = 2340 \frac{\text{€}}{v} - 284,3 \frac{\text{€}}{v} = 2055,7 \frac{\text{€}}{v} \quad (6)$$

Lasketaan, kuinka monessa vuodessa aurinkopaneelit maksavat itsensä takaisin. Järjestelmän hinta ilman asennusta oli 6110,72€.

$$\text{Järjestelmän takaisinmaksuaika (optimi)} = \frac{6110,72 \text{ €}}{273,8 \frac{\text{€}}{v}} = 22,3 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$\text{Järjestelmän takaisinmaksuaika (900 } \frac{kWh}{m^2} \text{)} = \frac{6110,72 \text{ €}}{231,8 \frac{\text{€}}{v}} = 26,4 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$\text{Järjestelmän takaisinmaksuaika (1100 } \frac{kWh}{m^2} \text{)} = \frac{6110,72 \text{ €}}{284,3 \frac{\text{€}}{v}} = 21,5 \text{ vuotta} \quad (8)$$

900 ja 1100 $\frac{kWh}{m^2 \cdot v}$ säteilevä aurinko tuo laitteiston takaisinmaksuaikaan noin viiden vuoden eron. Vieläkin täytyy muistaa, että järjestelmän hintaan ei sisälly asennuksen osuutta. Käytetään asennuksen hintana Fortumin 3 kWp sarjan hintaa. Asennuksen hinnaksi oli annettu 1550 €.

Järjestelmän takaisinmaksuaika asennus huomioiden.

$$\text{Optimi } 1000 \frac{kWh}{m^2} = \frac{(6110+1550)€}{273,8 \frac{€}{v}} = 28 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$900 \frac{kWh}{m^2} = \frac{(6110+1550)€}{231,8 \frac{€}{v}} = 33 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$1100 \frac{kWh}{m^2} = \frac{(6110+1550)€}{284,3 \frac{€}{v}} = 27 \text{ vuotta} \quad (8)$$

Nyt järjestelmien takaisinmaksuajoissa ei ole otettu huomioon mahdollista verkkoinvertterin uusimista. Todennäköistä kuitenkin on, että paneelien eliniän aikana invertterin joutuu uusimaan ainakin kerran.

Aurinkoinsinöorien paketissa käytetty invertteri maksaa tarvikkeena 1293,44 €. Ei tietysti voida tietää, kuinka paljon vastaava tai muu laitteistoon soveltuva invertteri maksaisi silloin, kun vaihdon tarve tulee eteen, n.10–20 vuoden kuluttua. Oletamme, että aurinkopaneelit yleistyisivät kuluttajien käytössä, jolloin luonnollisesti kysyntä laitteille lisääntyy. Kysynnän kasvaessa oletettavasti tarjontakin kasvaa, jolloin laitteistojen hinnat lähtevät laskuun. Tämän perusteella arvioidaan invertterin hinnaksi 900 € sen uusimistarpeen ajankohtana ja lasketaan järjestelmän takaisinmaksuaika invertterin hinta huomioiden.

Järjestelmän takaisinmaksuaika asennus ja invertterin vaihto huomioiden.

$$\text{Optimi } 1000 \frac{kWh}{m^2} = \frac{(6110+1550+900) €}{273,8 \frac{€}{v}} = 31,3 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$900 \frac{kWh}{m^2} = \frac{(6110+1550+900) €}{231,8 \frac{€}{v}} = 36,9 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$1100 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}} = \frac{(6110+1550+900) \text{ €}}{284,3 \frac{\text{€}}{\text{v}}} = 30,1 \text{ vuotta} \quad (8)$$

Lasketaan vielä esimerkkipaketille sen hinnan ja tehon suhde asennettuna ja ilman asennusta.

$$\text{Ilman asennusta} = \frac{6110,72 \text{ €}}{3000 \text{ Wp}} = 2,04 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

$$\text{Asennettuna} = \frac{6110,72+1550 \text{ €}}{3000 \text{ Wp}} = 2,55 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

10.2 Esimerkkilaskelmat 2

Aurinkoinsinöörien 5,2 kWp paketille on ilmoitettu optimituotto $4870 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}$ suuntaamalla paneelit etelään 45 asteen kulmaan. Oletetaan, että tuotto laskettu standardi olosuhteissa auringon säteillä + 25 asteen lämpötilassa $1000 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}}$.

Lasketaan myös paneelien tuotto auringon säteillä 900 ja $1100 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}}$. Aurinko säteilee Suomen Lapissa noin $900 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}}$ ja Etelä-Suomessa noin $1100 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}}$.

1 paneelin hyötysuhde

$$\frac{243,5 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}}{1630 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}} * 100 = 14,9 \% \quad (4)$$

1 paneelin tuotto

$$\text{Optimi } 1000 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}} = \frac{4870 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}}{20} = 243,5 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (1)$$

Yhden paneelin tuotto, kun hyötysuhde on 14,9 prosenttia. Yhdelle paneeli

pinta-alalle aurinko säteilee $1467 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}$ ja neliömetrin alalle $900 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}$.

$$\frac{1467 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}}{100} * 14,9 = 218,5 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (4)$$

Yhden paneelin tuotto, kun hyötysuhde on 14,9 prosenttia. Yhdelle paneeli

pinta-alalle aurinko säteilee $1793 \frac{kWh}{v}$ ja neliömetrin alalle $1100 \frac{kWh}{m^2 v}$

$$\frac{1793 \frac{kWh}{v}}{100} * 14,9 = 267,2 \frac{kWh}{v} \quad (4)$$

Tuotto järjestelmän 20:lle paneelille.

$$\text{Optimi } 1000 \frac{kWh}{m^2 v} = 4870 \frac{kWh}{v}$$

$$900 \frac{kWh}{m^2 v} = 218,5 \frac{kWh}{v} * 20 = 4370 \frac{kWh}{v} \quad (1)$$

$$1100 \frac{kWh}{m^2 v} = 267,2 \frac{kWh}{v} * 20 = 5356 \frac{kWh}{v} \quad (1)$$

Säästö euroina vuodessa. Sähkön hinta $0,13 \frac{€}{kWh}$.

$$\text{Optimi } 1000 \frac{kWh}{m^2 v} = 4870 \frac{kWh}{v} * 0,13 \frac{€}{kWh} = 633,1 \frac{€}{v} \quad (5)$$

$$900 \frac{kWh}{m^2 v} = 4370 \frac{kWh}{v} * 0,13 \frac{€}{kWh} = 568,1 \frac{€}{v} \quad (5)$$

$$1100 \frac{kWh}{m^2 v} = 5356 \frac{kWh}{v} * 0,13 \frac{€}{kWh} = 696,3 \frac{€}{v} \quad (5)$$

$18\,000 \frac{kWh}{v}$ kuluttavan omakotitalon vuotuinen sähkölasku.

$$\text{Sähkölasku} = 18\,000 \frac{kWh}{v} * 0,13 \frac{€}{kWh} = 2340 \frac{€}{v} \quad (6)$$

Lasketaan vuotuinen sähkölasku $\frac{€}{v}$, kun paneelien vuosituotto $633,1 \frac{€}{v}$

$$\text{Optimi } 1000 \frac{kWh}{m^2 v} = 2340 \frac{€}{v} - 633,1 \frac{€}{v} = 1706,9 \frac{€}{v} \quad (7)$$

Kun paneelien vuosituotto 568,1 $\frac{\text{€}}{\text{v}}$ (900 $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{v}}$).

$$2340 \frac{\text{€}}{\text{v}} - 568,1 \frac{\text{€}}{\text{v}} = 1771,9 \frac{\text{€}}{\text{v}} \quad (7)$$

Kun paneelien vuosituotto 696,3 $\frac{\text{€}}{\text{v}}$ (1100 $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{v}}$).

$$2340 \frac{\text{€}}{\text{v}} - 696,3 \frac{\text{€}}{\text{v}} = 1643,7 \frac{\text{€}}{\text{v}} \quad (7)$$

Takaisinmaksuaika. Järjestelmän hinta ilman asennusta 9486 €

$$\text{Optimi } 1000 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} = \frac{9486 \text{ €}}{633,1 \frac{\text{€}}{\text{v}}} = 14,9 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$900 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} = \frac{9486 \text{ €}}{568,1 \frac{\text{€}}{\text{v}}} = 16,7 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$1100 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} = \frac{9486 \text{ €}}{696,3 \frac{\text{€}}{\text{v}}} = 13,6 \text{ vuotta} \quad (8)$$

Hinnassa ei ole mukana järjestelmän asennuksen hintaa, eikä muita tuottoa heikentäviä tekijöitä. Lasketaan myös nämä huomioiden.

Koska ei tiedetä, onko annetuissa optimituotoissa otettu huomioon paneeleille ominaista tehohäviötä. Otetaan se huomioon niiden vanhentuuessa arvioimalla optimituotosta. Tehontuotto tippuu 90 prosenttiin 10 vuodessa ja 80 prosenttiin seuraavina 15 vuotena.

$$10:\text{ssä vuodessa} = \frac{10 \%}{10 \text{ v}} = 1 \frac{\%}{\text{v}} \text{ (arvio)} \quad (9)$$

$$15 \text{ vuodessa} = \frac{10 \%}{15 \text{ v}} = 0,6667 \frac{\%}{\text{v}} \text{ (arvio)} \quad (9)$$

$$\text{Tehohäviö } 1 \text{ vuodessa} = 4870 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} - 4870 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * \frac{1 \%}{100} = 4821 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (10)$$

Seuraavat 25 vuotta taulukossa 5 ja 6.

Taulukko 5.

	Optimi	900 kWh/m ² /v	1100 kWh/m ² /v
Vuosi	kWh/v	kWh/v	kWh/v
1	4870	4398	5376
2	4821	4354	5322
3	4773	4310	5269
4	4725	4267	5216
5	4678	4225	5164
6	4631	4182	5113
7	4585	4141	5061
8	4539	4099	5011
9	4494	4058	4961
10	4449	4018	4911

Taulukossa 5 paneeleille ominainen tehontuottohäviö 10 vuodessa. Kun aurinko säteilee optimi olosuhteissa, 900 kWh/m²/v ja 1000 kWh/m²/v. Paneeleiden tuotanto tippuu prosentin verran vuodessa. Taulukosta näkyy paneeleiden pienentyvä tuotantomäärä jokaiselle vuodelle.

Taulukko 6.

	Optimi	900 kWh/m ² /v	1100 kWh/m ² /v
Vuosi	kWh/v	Wh/v	kWh/v
11	4419	3977	4878
12	4390	3951	4846
13	4360	3925	4813
14	4331	3898	4781
15	4302	3872	4750
16	4274	3847	4718
17	4245	3821	4686
18	4217	3796	4655
19	4189	3770	4624
20	4161	3745	4593
21	4133	3720	4563
22	4106	3695	4532
23	4078	3671	4502
24	4051	3646	4472
25	4024	3622	4442

Taulukossa 6 paneeleille ominainen tehontuottohäviö 15 vuodessa, aikajaksoilla 11–25 vuotta. Kun aurinko säteilee optimiolosuhteissa, 900 kWh/m²/v ja 1000

kWh/m²/v. Paneelien tuotanto tippuu prosentin verran vuodessa. Taulukosta näkyy paneelien pienentyvä tuotantomäärä jokaiselle vuodelle.

25 vuoden aikana keskimääräinen tehontuotto

$$\text{Optimi } 1000 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{v}} = \frac{(4870 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} + 4821 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} + 4773 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} + 4\text{v} \dots 24\text{v} + 4024 \frac{\text{kWh}}{\text{v}})}{25} = 4148 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (11)$$

$$900 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{v}} = \frac{(4398 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} + 4354 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} + 4310 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} + 4\text{v} \dots 24\text{v} + 3622 \frac{\text{kWh}}{\text{v}})}{25} = 3733 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (11)$$

$$1100 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{v}} = \frac{(5376 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} + 5322 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} + 5269 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} + 4\text{v} \dots 24\text{v} + 4442 \frac{\text{kWh}}{\text{v}})}{25} = 4579 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (11)$$

Poikkeavuus 45 asteen optimi asennuskulmasta 15 astetta. Tuotto – 5 %

$$\text{Optimi } 1000 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{v}} = 4148 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} - 4148 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * \frac{5\%}{100} = 3940,6 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (10)$$

$$900 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{v}} = 3733 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} - 3733 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * \frac{5\%}{100} = 3546,4 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (10)$$

$$1100 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{v}} = 4579 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} - 4579 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * \frac{5\%}{100} = 4350,1 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (10)$$

Paneeliasennus poikkeaa etelän suunnasta. Tuotoksi saadaan vain 90 prosenttia mahdollisesta maksimista.

$$\text{Optimi } 1000 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{v}} = 3940,6 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * \frac{90\%}{100} = 3546,5 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (12)$$

$$900 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{v}} = 3546,4 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * \frac{90\%}{100} = 3191,8 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (12)$$

$$1100 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{v}} = 4350,1 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * \frac{90\%}{100} = 3915,1 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (12)$$

Mahdolliset häviöt kaapeloinneissa, liitoksissa ja invertterissä. Tuotto 95 prosenttia häviöiden jälkeen.

$$\text{Optimi } 1000 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}} = 3546,5 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * \frac{95\%}{100} = 3369 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (12)$$

$$900 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}} = 3191,8 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * \frac{95\%}{100} = 3032,2 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (12)$$

$$1100 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}} = 3915,1 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * \frac{95\%}{100} = 3719,3 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (12)$$

Säästö euroina vuodessa häviöiden jälkeen. Sähkön hinta $0,13 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$.

$$\text{Optimi } 1000 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}} = 3369 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * 0,13 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 438 \frac{\text{€}}{\text{v}} \quad (5)$$

$$900 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}} = 3032,2 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * 0,13 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 394,2 \frac{\text{€}}{\text{v}} \quad (5)$$

$$1100 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}} = 3719,3 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * 0,13 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 483,5 \frac{\text{€}}{\text{v}} \quad (5)$$

$18000 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}$ kuluttavan asunnon vuotuinen sähkölasku oli = $2340 \frac{\text{€}}{\text{v}}$

Vuotuinen sähkölasku saaduilla säästöillä.

$$\text{Optimi } 1000 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}} = 2340 \frac{\text{€}}{\text{v}} - 438 \frac{\text{€}}{\text{v}} = 1902 \frac{\text{€}}{\text{v}} \quad (6)$$

$$900 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}} = 2340 \frac{\text{€}}{\text{v}} - 394,2 \frac{\text{€}}{\text{v}} = 1945,8 \frac{\text{€}}{\text{v}} \quad (6)$$

$$1100 \frac{\text{kWh}}{\frac{\text{m}^2}{\text{v}}} = 2340 \frac{\text{€}}{\text{v}} - 483,5 \frac{\text{€}}{\text{v}} = 1856,5 \frac{\text{€}}{\text{v}} \quad (6)$$

Takaisinmaksuaika. Järjestelmän hinta ilman asennusta oli 9486 €.

$$\text{Optimi } 1000 \frac{kWh}{\frac{m^2}{v}} = \frac{9486 \text{ €}}{438 \frac{\text{€}}{v}} = 21,7 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$900 \frac{kWh}{\frac{m^2}{v}} = \frac{9486 \text{ €}}{394,2 \frac{\text{€}}{v}} = 24,1 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$1100 \frac{kWh}{\frac{m^2}{v}} = \frac{9486 \text{ €}}{483,5 \frac{\text{€}}{v}} = 19,6 \text{ vuotta} \quad (8)$$

900 ja 1100 $\frac{kWh}{\frac{m^2}{v}}$ säteilevä aurinko tuo laitteiston takaisinmaksuajaksi n. 6 vuoden eron. Järjestelmän hintaan ei sisälly asennuksen osuutta. Käytetään asennuksen hintana Fortumin 4,5 kWp paketille ilmoitettua asennuksen hintaa 1815 €.

Järjestelmän takaisinmaksuaika asennus huomioiden.

$$\text{Optimi } 1000 \frac{kWh}{\frac{m^2}{v}} = \frac{(9486+1815)\text{€}}{438 \frac{\text{€}}{v}} = 25,8 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$900 \frac{kWh}{\frac{m^2}{v}} = \frac{(9486+1815)\text{€}}{394,2 \frac{\text{€}}{v}} = 28,7 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$1100 \frac{kWh}{\frac{m^2}{v}} = \frac{(9486+1815)\text{€}}{483,5 \frac{\text{€}}{v}} = 23,4 \text{ vuotta} \quad (8)$$

Nyt järjestelmien takaisinmaksuajoissa ei ole otettu huomioon mahdollista verkkoinvertterin uusimista. Todennäköistä kuitenkin on, että paneelien eliniän aikana invertterin joutuu uusimaan ainakin kerran. Paketissa käytetty invertteri maksaa Aurinkoinsinöörien tarvikkeena 1813,9 €. Ei tietysti voida tietää, kuinka paljon vastaava tai muu laitteistoon soveltuva invertteri maksaisi silloin, kun vaihdon tarve tulee eteen n.10–20 vuoden kuluttua. Oletamme, että aurinkopaneelit yleistyisivät kuluttajien käytössä, jolloin luonnollisesti kysyntä laitteille lisääntyy. Kysynnän kasvaessa oletettavasti tarjontakin kasvaa, jolloin laitteistojen hinnat lähtevät laskuun. Tämän perusteella arvioidaan invertterin hinnaksi 1500 € sen uusimistarpeen ajankohtana ja lasketaan järjestelmän takaisinmaksuaika hinta huomioiden.

Järjestelmän takaisinmaksuaika asennus ja invertterin vaihto huomioiden.

$$\text{Optimi 1000 } \frac{kWh}{\frac{m^2}{v}} = \frac{(9486+1815+1500) \text{ €}}{438 \frac{\text{€}}{v}} = 29,2 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$\text{Optimi 900 } \frac{kWh}{\frac{m^2}{v}} = \frac{(9486+1815+1500) \text{ €}}{394,2 \frac{\text{€}}{v}} = 32,5 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$\text{Optimi 1100 } \frac{kWh}{\frac{m^2}{v}} = \frac{(9486+1815+1500) \text{ €}}{483,5 \frac{\text{€}}{v}} = 26,5 \text{ vuotta} \quad (8)$$

Lasketaan vielä esimerkkipaketille sen hinnan ja paneleiden nimellistehon suhde, asennettuna ja ilman.

$$\text{Ilman asennusta} = \frac{9486 \text{ €}}{5200 \text{ Wp}} = 1,82 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

$$\text{Asennettuna} = \frac{(9486+1815) \text{ €}}{5200 \text{ Wp}} = 2,17 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

10.3 Hinnan ja nimellistehon suhde

Eri toimittajien aurinkojärjestelmien erot ovat hyvin lähellä toisiaan, eivätkä niiden väliset tuotannolliset erot ole suuria. Sen sijaan laitteistojen ja asennuksien hintoja kannattaa vertailla ja kilpailuttaa. Nopein ja helpoin tapa vertailla pakettien hintoja on laskea hinnan ja paneleiden nimellistehon suhde kuten esimerkkilaskelmien viimeisissä laskuissa tehtiin. Esimerkkilaskelmat perustuivat Aurinko insinöörien pakettihintoihin, johon asennuksien osuus otettiin Fortumin vastaavista paketeista.

Lasketaan vielä kaikille paketeille hinnan ja tehon suhde. Tämä on kuluttajalla helpoin tapa erottaa tällä hetkellä eniten vastinetta rahalle antava laitteisto. Käytetään asennuksen hintoina samoja, kuin esimerkkilaskuissa, 1550 € ja 1815 €. Helen Oy antaa ainoastaan hinnan asennettuna. Pelkän paketin hinta laskettu vähentämällä asennuksen hinta.

Aurinkoinsinöörit*Oma Aurinko 3 kWp:*

$$\text{Ilman asennusta} = \frac{6110,72\text{€}}{3000 \text{ Wp}} = 2,05 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

$$\text{Asennettuna} = \frac{(6110,72+1550)\text{€}}{3000 \text{ Wp}} = 2,55 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

Oma Aurinko 5,2 kWp:

$$\text{Ilman asennusta} = \frac{9486\text{€}}{5200 \text{ Wp}} = 1,80 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

$$\text{Asennettuna} = \frac{(9486+1815)\text{€}}{5200 \text{ Wp}} = 2,15 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

Finnwind Oy*Aurinko E3 3 kWp (kattoasennus)*

$$\text{Ilman asennusta} = \frac{5110 \text{ €}}{3000 \text{ Wp}} = 1,70 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

$$\text{Asennettuna} = \frac{(5110+1550)\text{€}}{3000 \text{ Wp}} = 2,20 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

Aurinko E5 5 kWp

$$\text{Ilman asennusta} = \frac{7790 \text{ €}}{5000 \text{ Wp}} = 1,60 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

$$\text{Asennettuna} = \frac{(7790+1815)\text{€}}{5000 \text{ Wp}} = 1,90 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

Fortum Oy*3 kWp*

$$\text{Ilman asennusta} = \frac{6460 \text{ €}}{3000 \text{ Wp}} = 2,15 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

$$\text{Asennettuna} = \frac{8010 \text{ €}}{3000 \text{ Wp}} = 2,65 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

4,5 kWp

$$\text{Ilman asennusta} = \frac{9385 \text{ €}}{4500 \text{ Wp}} = 1,60 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

$$\text{Asennettuna} = \frac{(7790+1815) \text{ €}}{4500 \text{ Wp}} = 2,15 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

Helen Oy*3,3 kWp*

$$\text{Ilman asennusta} = \frac{(8535-1550) \text{ €}}{3300 \text{ Wp}} = 2,10 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

$$\text{Asennettuna} = \frac{8535 \text{ €}}{3300 \text{ Wp}} = 2,60 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

4,95 kWp

$$\text{Ilman asennusta} = \frac{(11500 - 1815) \text{ €}}{4950 \text{ Wp}} = 1,95 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

$$\text{Asennettuna} = \frac{11500 \text{ €}}{4950 \text{ Wp}} = 2,30 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

Roaming Oy

3 kWp

$$\text{Ilman asennusta} = \frac{4990 \text{ €}}{3000 \text{ Wp}} = 1,65 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

Laitteiston kaapeleiden kuuluvuudesta pakettiin ei varmuutta.

$$\text{Asennettuna} = \frac{(4990+1550)\text{€}}{3000 \text{ Wp}} = 2,20 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

5 kWp

$$\text{Ilman asennusta} = \frac{6990 \text{ €}}{5000 \text{ Wp}} = 1,40 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

$$\text{Asennettuna} = \frac{(6990+1815)\text{€}}{5000 \text{ Wp}} = 1,75 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

Vattenfall

M – 3 kWp

$$\text{Ilman asennusta} = \frac{6950 \text{ €}}{3000 \text{ Wp}} = 2,30 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

$$\text{Asennettuna} = \frac{(6950+1550)\text{€}}{3000 \text{ Wp}} = 2,85 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

L - 5 kWp

$$\text{Ilman asennusta} = \frac{9950 \text{ €}}{5000 \text{ Wp}} = 2,00 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

$$\text{Asennettuna} = \frac{(9950+1815)\text{€}}{5000 \text{ Wp}} = 2,35 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} \quad (13)$$

Listataan vielä laskelmien laitteistot hinnan ja nimellistehon suhteen järjestyksessä. Halvin ensin.

Toimittaja	Teho		<u>€</u> <i>kWp</i>
Roaming Oy	5 kWp		1,4
Fortum	4,5 kWp		1,6
Finnwind Oy	5 kWp		1,6
Roaming Oy	3 kWp		1,65
Finnwind Oy	3 kWp		1,7
Roaming Oy	5 kWp	asennettuna	1,75
Aurinkoinsinöörit	5,2 kWp		1,8
Finnwind Oy	5 kWp	asennettuna	1,9
Helen Oy	4,95 kWp		1,95
Vattenfall	5 kWp		2
Aurinkoinsinöörit	3 kWp		2,05
Helen Oy	3,3 kWp		2,1
Fortum	3 kWp		2,15
Aurinkoinsinöörit	5,2 kWp	asennettuna	2,15
Fortum	4,5 kWp	asennettuna	2,15
Finnwind Oy	3 kWp	asennettuna	2,2
Roaming Oy	3 kWp	asennettuna	2,2
Helen Oy	4,95 kWp	asennettuna	2,3
Vattenfall	3 kWp		2,3
Vattenfall	5 kWp	asennettuna	2,35
Aurinkoinsinöörit	3 kWp	asennettuna	2,55
Helen Oy	3,3 kWp	asennettuna	2,6
Fortum	3 kWp	asennettuna	2,65
Vattenfall	3 kWp	asennettuna	2,85

10.4 Laskelmien yhteenveto

Hinnan ja tehonsuhdetta tarkastellessa hieman paremman vastineen saa rahalle isommalla järjestelmällä. Erot eivät kuitenkaan ole merkittäviä verrattaessa laitteiden takaisinmaksuaikoihin. Esimerkkilaskelmissa saadut tulokset kertovat myös paljon tämän hetkisen aurinkopaneelin tuotosta ja sen hyötysuhteesta. Laskelmista olennaiset tiedot ovat yhteenvetona liitteessä 11. Paneelijärjestelmien takaisinmaksuajat menevät lähelle, tai jopa yli paneeleille annetun teknisen eliniän 25–30 vuotta. Laskelmissa otettiin huomioon myös auringonsäteilymäärät Etelä-Suomen ($1100 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}$) ja Pohjois-Suomen ($900 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}$) välillä. Laitteiston takaisinmaksuaikojen erot etelän ja pohjoisen välillä ovat jopa 7 vuotta. Takaisinmaksuaikoja saataisiin lyhemmiksi laitteistojen hintojen tullessa alas päin, paneelien hyötysuhteiden olennaisesti kasvaessa tai jos verkosta ostetun sähkön kokonaishinta nousisi.

10.5 Esimerkkilaskelmat 3. Hyötysuhde 30 %

Lasketaan esimerkkilaskelmat Pohjois-Suomen olosuhteista, mutta paneelien hyötysuhde olisi 30 prosenttia. Laitteistokokoonpano olisi muuten sama, kuin esimerkkilaskelmissa 1 ja 2. Lasketaan ensin 3 kWp:n järjestelmällä. Laskelmista myös yhteenveto liitteessä 11.

Pohjois-Suomi $900 \frac{kWh}{m^2 \cdot v}$

Aurinko säteilee 1 paneelipinta-alalle $1467 \frac{kWh}{v}$. Paneelin hyötysuhde 30 %.

$$1 \text{ paneelin tuotto: } \frac{1467 \frac{kWh}{v}}{100} * 30 \% = 440,1 \frac{kWh}{v} \quad (15)$$

$$\text{Kokonaistuotto 12 paneelia: } 440,1 \frac{kWh}{v} * 12 = 5281,2 \frac{kWh}{v}$$

Sähkönhinta $0,13 \frac{\text{€}}{kWh}$

$$\text{Laitteiston tuotto} = 5281,2 \frac{kWh}{v} * 0,13 \frac{\text{€}}{kWh} = 686,6 \text{ €} \quad (5)$$

$$\text{Takaisinmaksuaika} = \frac{6110,72 \text{ €}}{686,6 \frac{\text{€}}{\text{v}}} = 8,9 \text{ vuotta} \quad (8)$$

Tehontuottotakuun mukainen tehontuoton pieneneminen ja siitä tehontuotto keskiarvona 25:lle vuodelle on $4511 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}$

Vähennetään tuotosta vielä mahdolliset häviöt. Suuntauskulman poikkeavuus, optimituotosta - 5 prosenttia. Paneelien suuntaus ei etelään, tuotto 90 prosenttia. Häviöt kaapeloinneissa, liitoksissa ja invertterissä, jolloin tuotto 95 prosenttia.

$$\text{Tuotto} = \left(4511 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} - 4511 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * \frac{5\%}{100}\right) * \frac{90\%}{100} * \frac{95\%}{100} = 3664 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} \quad (14)$$

$$\text{Tuotto} = 3664 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * 0,13 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 476,3 \text{ €} \quad (5)$$

$$\text{Takaisinmaksuaika} = \frac{6110,72 \text{ €}}{476,3 \frac{\text{€}}{\text{v}}} = 12,8 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$\text{Takaisinmaksuaika asennettuna} = \frac{(6110,72+1550) \text{ €}}{476,3 \frac{\text{€}}{\text{v}}} = 16,1 \text{ vuotta} \quad (8)$$

Takaisinmaksuaika asennus ja invertterin vaihto

$$\frac{(6110,72+1550+900) \text{ €}}{476,3 \frac{\text{€}}{\text{v}}} = 18 \text{ vuotta} \quad (8)$$

Esimerkkilaskelmat 5,2 kWp järjestelmä.

$$\text{Pohjois-Suomi } 900 \frac{\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{\text{v}}$$

Aurinko säteilee yhdelle paneelipinta-alalle $1467 \frac{\text{kWh}}{\text{v}}$. Paneelin hyötysuhde 30 %.

$$1 \text{ paneelin tuotto: } \frac{1467 \frac{kWh}{v}}{100} * 30 \% = 440,1 \frac{kWh}{v} \quad (15)$$

$$\text{Kokonaistuotto 20 paneelia: } 440,1 \frac{kWh}{v} * 20 = 8802 \frac{kWh}{v}$$

$$\text{Sähköhinta } 0,13 \frac{\text{€}}{kWh}$$

$$\text{Laitteiston tuotto} = 8802 \frac{kWh}{v} * 0,13 \frac{\text{€}}{kWh} = 1144,3 \text{ €} \quad (5)$$

$$\text{Takaisinmaksuaika} = \frac{9486 \text{ €}}{1144,3 \frac{\text{€}}{v}} = 8,3 \text{ vuotta} \quad (8)$$

Tehontuottotakuun mukainen tehontuoton pieneneminen ja siitä tehontuotto keskiarvona 25:lle vuodelle on $7517 \frac{kWh}{v}$

Vähennetään tuotosta vielä mahdolliset häviöt, suuntauskulman poikkeavuus. Tuotosta -5 %. Paneelien suuntaus ei etelään, tuotto 90 %. Häviöt kaapeloinneissa, liitoksissa ja invertterissä, tuotto 95 %.

$$\text{Tuotto} = \left(7517 \frac{kWh}{v} - 7517 \frac{kWh}{v} * \frac{5 \%}{100} \right) * \frac{90 \%}{100} * \frac{95 \%}{100} = 6105,7 \frac{kWh}{v} \quad (15)$$

$$\text{Tuotto} = 6105,7 \frac{kWh}{v} * 0,13 \frac{\text{€}}{kWh} = 793,7 \text{ €} \quad (5)$$

$$\text{Takaisinmaksuaika} = \frac{9486 \text{ €}}{793,7 \frac{\text{€}}{v}} = 12 \text{ vuotta}$$

$$\text{Takaisinmaksuaika asennettuna} = \frac{(9486+1815) \text{ €}}{793,7 \frac{\text{€}}{v}} = 14,2 \text{ vuotta} \quad (8)$$

Takaisinmaksuaika asennus ja invertterin vaihto

$$\frac{(9486+1815+1500) \text{ €}}{793,7 \frac{\text{€}}{v}} = 16,1 \text{ vuotta} \quad (8)$$

Kuten laskelmat osoittavat, hyötysuhteen parantuessa puolella, laitteistojen takaisinmaksuajat lyhenevät heti olennaisesti olettaen, että laitteistojen hinnat pysyvät samana, tai ainakin lähellä tämänhetkisiä hintoja.

10.6 Esimerkilaskelmat 4. Sähkön kokonaishinnan nousu.

Takaisinmaksuaikoja arvioidessa olennaista on myös, kuinka paljon verkosta ostetun sähkön kokonaishinnaksi huomioidaan. Tähän asti kaikissa esimerkilaskelmissa on käytetty $0,13 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$ hintaa. Mitä takaisinmaksuajoille tapahtuu, jos sähkön kokonaishinta nousee $0,07 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$, $0,2$:een $\frac{\text{€}}{\text{kWh}}$? Täytyy myös muistaa, että sähkön kokonaishintaan voi vaikuttaa kolme eri tekijää, itse sähkön hinta, siirtomaksut tai näiden verot. Hinnan muutos voi siis tapahtua hyvinkin nopeasti ja lyhyessä ajassa. Ei siis ole väliä, mitä kolmesta tekijästä korotetaan, sähkölaskun loppusummassa se näyttää aina + -merkkiseltä, mutta lyhentää tuotantolaitteiston takaisinmaksuaikaa. Lasketaan esimerkilaskuissa 1 käytetyille 3 kWp laitteistolle takaisinmaksuaika.

Laitteiston optimivuosituotolla laskettu takaisinmaksuaika sähkön kokonaishinnan ollessa $0,20 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$

$$900 \frac{\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{\text{v}} \text{ Laitteiston tuotto} = 2587 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * 0,2 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 517,4 \frac{\text{€}}{\text{v}} \quad (5)$$

$$1000 \frac{\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{\text{v}} \text{ Laitteiston tuotto} = 2880,2 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * 0,2 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 576 \frac{\text{€}}{\text{v}} \quad (5)$$

$$1100 \frac{\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{\text{v}} \text{ Laitteiston tuotto} = 3163 \frac{\text{kWh}}{\text{v}} * 0,2 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 632,6 \frac{\text{€}}{\text{v}} \quad (5)$$

$$900 \frac{\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{\text{v}} \text{ Takaisinmaksuaika} = \frac{6110,72 \text{ €}}{517,4 \frac{\text{€}}{\text{v}}} = 11,8 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$1000 \frac{\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{\text{v}} \text{ Takaisinmaksuaika} = \frac{6110,72 \text{ €}}{576 \frac{\text{€}}{\text{v}}} = 10,6 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$1100 \frac{\frac{kWh}{m^2}}{v} \text{ Takaisinmaksuaika} = \frac{6110,72 \text{ €}}{632,6 \frac{\text{€}}{v}} = 9,7 \text{ vuotta} \quad (8)$$

Takaisinmaksuajat huomioiden häviöt, asennus ja invertterin vaihto (tuotot laskettu sivulla 58.)

$$900 \frac{\frac{kWh}{m^2}}{v}, \text{ tuotto} = 1783 \frac{kWh}{v}$$

$$\text{Laitteiston tuotto} = 1783 \frac{kWh}{v} * 0,2 \frac{\text{€}}{kWh} = 356,6 \frac{\text{€}}{v} \quad (5)$$

$$\text{Takaisinmaksuaika laitteisto} = \frac{6110,72 \text{ €}}{356,6 \frac{\text{€}}{v}} = 17,1 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$\text{asennettuna} = \frac{(6110,72+1550) \text{ €}}{356,6 \frac{\text{€}}{v}} = 21,5 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$\text{Asennettuna ja invertterin vaihto} \frac{(6110,72+1550+900) \text{ €}}{356,6 \frac{\text{€}}{v}} = 24 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$1000 \frac{\frac{kWh}{m^2}}{v}, \text{ tuotto} = 2106 \frac{kWh}{v}$$

$$\text{Laitteiston tuotto} = 2106 \frac{kWh}{v} * 0,2 \frac{\text{€}}{kWh} = 421,2 \frac{\text{€}}{v} \quad (5)$$

$$\text{Takaisinmaksuaika laitteisto} = \frac{6110,72 \text{ €}}{421,2 \frac{\text{€}}{v}} = 14,5 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$\text{asennettuna} = \frac{(6110,72+1550) \text{ €}}{421,2 \frac{\text{€}}{v}} = 18,2 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$\text{Asennettuna ja invertterin vaihto} \frac{(6110,72+1550+900) \text{ €}}{421,2 \frac{\text{€}}{v}} = 20,3 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$1100 \frac{\frac{kWh}{m^2}}{v}, \text{ tuotto} = 2187 \frac{kWh}{v}$$

$$\text{Laitteiston tuotto} = 2187 \frac{kWh}{v} * 0,2 \frac{\text{€}}{kWh} = 437,4 \frac{\text{€}}{v} \quad (5)$$

$$\text{Takaisinmaksuaika laitteisto} = \frac{6110,72 \text{ €}}{437,4 \frac{\text{€}}{v}} = 14 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$\text{Asennettuna} = \frac{(6110,72+1550) \text{ €}}{437,4 \frac{\text{€}}{v}} = 17,5 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$\text{Asennettuna ja invertterin vaihto} \frac{(6110,72+1550+900) \text{ €}}{437,4 \frac{\text{€}}{v}} = 19,6 \text{ vuotta} \quad (8)$$

Laskelmat osoittavat, että sähkön kokonaishinnan noustessa 7 senttiä/kWh takaisinmaksuajat lyhenevät jopa 10 vuotta. Sähkön kokonaishinnalla on siis suuri merkitys järjestelmien kannattavuuksia laskettaessa. Laskelmista on yhteenveto liitteessä 11.

11 TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Tämän hetken yleisimmän piiaurinkokennon heikkouksia ovat kalliit valmistuskustannukset ja huono hyötysuhde. Aurinkosähköjärjestelmien pienet tuotantomäärät myös nostavat laitteiston hintaa olennaisesti eikä toivottua hyötyä tarpeeksi nopealla aikavälillä saada. Tulevaisuudessa on odotettavissa, että aurinkoenergian tuotantomäärät kasvavat ja hinnat tulisivat alaspäin. Ovatko Kolmannen sukupolven nanokidekennot ratkaisu huonoon hyötysuhteeseen? Nanokennojen sarjavalmistusmenetelmiä kehitetään kokoajan, ja on mahdollista, että tulevaisuudessa pystyttäisiin jopa maalaamaan aurinkokennoja suoraan levypinnalle. Tällä tavoin valmistusprosessista saataisiin paljon nopeampaa ja sen myötä myös halvempaa. (Alatarvas 2010.)

12 POHDINTA

Aurinkoenergia on suomalaisille vielä hyvin vieras sähköntuotantomuoto. Aihe kiinnosti itseäni kovasti, koska tänä päivänä uusiutuvien energiamuotojen käyttöpaine koskee koko maailmaa. Voisiko fossiiliset polttoaineet korvata auringosta saatavalla massiivisella energiamäärällä? Tutustuakseni aiheeseen mietin voisiko tätä energiamuotoa hyödyntää helposti, vaikka jokaisen sähkönkuluttajan taloudessa. Lähtökohtaisesti halusin saada selville voiko Suomessa aurinkosähköjärjestelmästä saada tuottoisan tai jollain tapaa euroja säästävän ratkaisun. Kuvitelmat kylmästä ja pimeästä Suomesta olivat alun perin aurinkoenergian hyödyntäjänä enemmän pessimistiset. Totuushan kuitenkin on, että Suomessa ongelmat eivät ole ilmastolliset, vaikka vuoteen mahtuu parikin kuu-kautta, ettei sähköntuotantoa ole mahdollista saada ollenkaan. Viileä ilmasto ja valoisat kesäyöt mahdollistavat sähköntuotannon samalle tasolle Pohjois-Euroopan kanssa.

Perustin laskelmani laitteistojen myyjien ilmoittamiin tietoihin ja suhtauduin vielä niihinkin hyvin kriittisesti. En kuitenkaan usko, että laskelmien arviot olisivat tämän päivän aurinkokennoilla kovin kaukana totuutta. Laitteistot ovat vielä kalliita ja hyötysuhteet vielä kaukana siltä tasolta, missä niiden toivottaisiin olevan. Suomessa sähkön kokonaishintakin kun on vielä kohtalaisen alhainen, vaikka se viimeisen 15 vuoden aikana onkin noussut reilusti, lähinnä verojen muodossa. Katse suuntautuukin tulevaisuuteen ja siihen, miten paneelien tekniikka kehittyy? Järjestelmien hyötysuhteiden kasvaessa puolella, mutta hintatason pysyessä samana tuottavuutta löytyisi jo eritavalla.

Aurinkopaneelijärjestelmien tulevaisuuteen vaikuttaa siis suurelta osin energian hinnan kehitys. Miten sitten kävisi, jos aurinkoenergian käyttö yleistyisi niin paljon, että Suomessa jakeluverkkoon tuotetusta energian tuotannosta olisikin ylitarjontaa ja pystyttäisiin tuottamaan omatuotantona kotitalouksien tarvitsemaa sähköenergiaa? Jakeluverkkoja ylläpitävät verkkoyhtiöt kun kuitenkin tarvitsevat tulonsa verkostojen ylläpitämiseen. Kun sähköä ei enää verkosta ostetakaan entiseen tapaan, myös siirtomaksuilla kerättävät tulot verkkoyhtiöllä pienenis-

vät. Tuleeko verkkoyhtiölle paineita nostaa siirtomaksuja? Samoinhan voisi käydä myös valtion keräämälle energiaveron osuudelle. Nousevatko paineet myös verojen kohottamisen suhteen? Tietysti järjestelmät voisivat kehittyä niin paljon, että ei tarvitsisi olla enää riippuvainen verkkoyhtiön tarjoamasta sähköliittymästä, vaan tuotettaisiin omin keinoin tarvitsemamme sähköenergia. Tällainen unelma tosin tarvitsisi myös sähkön varastointiin tarvittavan välineistön, joka ei ehkä sekään ole vielä tarvittavassa kehitysvaiheessa. Muistetaan kuitenkin, että Suomessa pimeitä ajanjaksoja saattaa olla parikin kuukautta. Nousevat paineita energian hinnalle tällä ajatusmallilla on siis reilusti. Kuka energiapelistä selviää voittajana, onkin vielä arvoitus.

Aloitin opinnäytetyön tekemisen oman kiinnostuksen pohjalta aurinkopaneeli järjestelmiin. Aluksi tutustuin mikrotuotantoa isompiin järjestelmiin etsimällä tietoa, miten paljon laitteilla oli tuotettu sähköä Suomessa. Mitä enemmän laitteistoihin tutustui, sitä enemmän laitteistot alkoivat kiinnostaa ja ajatus omasta mikrotuotantolaitteistosta alkoi herätä. Laitteistojen korkeat hinnat kuitenkin hieman arveluttivat tekemään laitehankintoja ennen perusteellisempaa tutkielmaa aiheesta. Tässä vaiheessa myöskin opinnäytetyön aihe ja otsikko varmistui itselleni. Tietoa aiheeseen löytyy paljon, mutta suurimmat haasteet työn edistyessä liittyivät lähteisiin ja niiden luotettavuuden arvioimiseen. Tämä myös karsii paljon tiedon määrää, mikä saattoi olla hyväksi työn lopputuloksen kannalta. Työssä laskettujen laskujen perusteella sain myös itselleni käsityksen, kannattaako laitteistoja hankkia vielä, vai harkitseeko sitä vasta tulevaisuudessa. Mielestäni sain työlle asettamat tavoitteet selvitettyä ja toivon, että työstä on hyötyä myös muille järjestelmiä miettiville kuluttajille.

LÄHTEET

Aarnio, P 2009a. Helsinki University Of Technology. Aurinkosähköteknologiat. Viitattu 9.1.2014 <<http://tfy.tkk.fi/aes/AES/projects/renew/pv/pv-tekno.html>>

Aarnio, P 2009b. Helsinki University Of Technology. Miten aurinkokenno toimii? Viitattu 18.12.2014 <<http://tfy.tkk.fi/aes/AES/projects/renew/pv/pv-toiminta.html>>

Alatarvas, Risto 2010. Kolmannen sukupolven aurinkokennot kovassa nousukiidossa. Viitattu 5.5.2015 <<http://www.aka.fi/fi/T/Tiede uutiset2/Tatatutkimme/Aiemmin-julkaistut-jutut/Kolmannen-sukupolven-aurinkokennot-kovassa-nousukiidossa-/>>

Aurinkoinsinöörit 2015a. Täyden palvelun aurinkoenergiaa. Viitattu 23.2.2015 <<http://www.aurinkoinsinoorit.fi/>>

Aurinkoinsinöörit 2015b. Aurinkosähkö. Viitattu 23.2.2015 <<http://www.aurinkoinsinoorit.fi/component/virtuemart/aurinkosahko?Itemid=50>>

Aurinkopaneelikauppa 2015. Verkkoon kytkettävät aurinkopaneelit. Viitattu 25.2.2015.

<http://www.aurinkopaneelikauppa.fi/epages/aurinkopaneelikauppa.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/20120903-11092-142553-1/Categories/Vesipumput>

Corrosion-doctors 2015. History of photovoltaic systems. Viitattu 12.1.2015 <<http://corrosion-doctors.org/Solar/photo-hist.htm>>

Energiateollisuus 2009. Mikrotuotannon liittäminen sähkönjakeluverkkoon, verkostosuositus YA9:09. Viitattu 21.1.2015 <http://energia.fi/sites/default/files/mikrotuotannon_liittaminen_verkostosuositus_lopullinen_2009.pdf>

Energiateollisuus 2010. VPE 2010. Viitattu 30.3.2015

<http://energia.fi/sites/default/files/Verkkopalveluehdot_VPE2010.pdf>

Energiateollisuus 2011. TVPE11. Viitattu 30.3.2015

http://energia.fi/sites/default/files/tuotannon_verkkopalveluehdot_tvpe11.pdf

Energiateollisuus 2014a. TLE 2014. Viitattu 30.3.2015

<http://energia.fi/sites/default/files/tuotannon_liittymisehdot_tle_2014.pdf>

Energiateollisuus 2014b. Sähkötoimituksen laatu- ja toimitustapavirheen sovel-
lusohje. Viitattu 1.2.2015

http://energia.fi/sites/default/files/sahkon_laatu_ja_toimitustapavirheen_sovellusohje_2014.pdf

Energiavirasto 2015a. Sähkön hintatilastot. Viitattu 14.2.2015

<<http://www.energiavirasto.fi/sahkon-hintatilastot>>

Energiavirasto 2015b. Sähkön hintavertailu. Viitattu 14.2.2015

<www.sahkonhintafi.fi>

Finnwind 2015a. Aurinkosähkön ja pientuulivoiman asiantuntija. Viitattu
23.2.2015. < <http://www.verkkokauppa.finnwind.fi/aurinkosahko/7>>

Finnwind 2015b. Aurinko E-sarja yleisesite. Viitattu 23.2.2015.

<<http://www.finnwind.fi/aurinko/Aurinko-E-sarja-yleisesite.pdf>>

Finnwind 2013. Aurinkoenergia opas. Viitattu 8.1.2015.

<<http://www.finnwind.fi/aurinko/Aurinkoenergiaopas-Finnwind.pdf>>

Fortum 2015a. Aurinkoenergia. Viitattu 22.1.2015

<<https://www.fortum.fi/fi/energiantuotanto/aurinkoenergia/pages/default.aspx>>

Fortum 2015b. Fortum lyhyesti. Viitattu 24.2.2015.
<<https://www.fortum.fi/fi/konserni/fortum-lyhyesti/pages/default.aspx>>

Fortum 2015c. Lähisähkösopimuksella myyt sähkösi meille. Viitattu 22.1.2015
<http://www.fortum.com/countries/fi/yksityisasiakkaat/energiansaasto/sahkon-pientuotanto/pages/default.aspx>

Fortum 2015d. Fortum aurinkopaketin hinnasto. Viitattu 22.1.2015
<<http://www.fortum.com/countries/fi/yksityisasiakkaat/energiansaasto/aurinkoenergiaratkaisut/aurinkopaneeli/hinta/pages/default.aspx>>

Fronius.com. Fronius Symo. Viitattu 25.1.2015
<http://www.fronius.com/cps/rde/xbcr/SID-3DAC5D07-4C8E1636/fronius_international/DBL_Fronius_Symo_M_06_0092_EN_0814_as15_low_320473_snapshot.pdf>

Helen 2015a. Maailman parasta kaupunkienergiaa. Viitattu 24.2.2015.
<<https://www.helen.fi/kotitalouksille/neuvoa-ja-tietoa/tietoa-meista/>>

Helen 2015b. Oma aurinkovoimala. Viitattu 24.2.2015.
<https://www.helen.fi/kotitalouksille/palvelumme/uudet-energiatuotteet/aurinkopaneelipaketit/>

Joint research centre 2012. Solar energy resource in Europe. Viitattu 10.2.2015
<<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/solres/solreseurope.htm#Fig6>>

Lehto, Ina 2009. Mikrotuotannon liittäminen yleiseen sähkönjakeluverkkoon. Viitattu 26.1.2015.
<http://energia.fi/sites/default/files/mikrotuotannon_liittaminen_verkkoon_diplomityo_2009_tkk_lehto.df_.pdf>

Lehto, Ina 2011. Sähköntuotantolaitoksen liittäminen jakeluverkkoon. Viitattu 26.1.2015.

<http://energia.fi/sites/default/files/ohje_tuotannon_liittamisesta_asiakasviestintaan.pdf>

Lehto, Ina 2014. Tekninen liite 1 Enintään 50 kVA tuotantolaitoksia koskevat tekniset vaatimukset. Viitattu 25.3.2015

<http://energia.fi/sites/default/files/tekninen_liite_1_-_enintaan_50_kva_paivitetty_20140610.pdf>

Motiva 2009. Photovoltaic energy. Viitattu 24.3.2015

<http://www.motiva.fi/files/9179/Photovoltaic_Energy_Electricity_from_the_Sun_EPIA.pdf>

Motiva 2014a. Aurinkosähkö. Viitattu 18.12.2014.

<http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko>

Motiva 2014b. Verkkoon liitetty aurinkosähköjärjestelmä. Viitattu 21.1.2015

<http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/tarvittava_laitteisto/verkkoon_liitetty_aurinkosahkojarjestelma>

Nord Pool 2015. Elspot prices. Viitattu 27.2.2015.

<<http://www.nordpoolspot.com/Market-data1/Elspot/Area-Prices/FI/Hourly/?view=table>>

Pöyry Energy Oy 2006. Sähkön pientuotannon liittäminen verkkoon. Viitattu 21.1.2015

<http://www.elenia.fi/sites/default/files/Sahkon_pientuotannon_liittaminen_verkkoon.pdf>

Roaming 2010. Roaming Oy. Viitattu 25.2.2015.
<<http://www.roaming.fi/search.htm> >

SFS-KÄSIKIRJA 600-1 SÄHKÖASENNUKSET. Osa 1: SFS 6000 Pienjännite-sähköasennukset. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS 2012.

Silomaa, Timo 2011. Aurinkolämpö ja korjausrakentaminen. Viitattu 28.2.2015.
<http://issuu.com/aarre/docs/timo_silomaa>

Suntekno 2010. Aurinkoenergia ABC- opas Viitattu 10.1.2015
<<http://www.suntekno.fi/resources/public/tietopankki/aurinkoenergia.pdf>>

Suntekno 2012a. Paneelin tuottama energiamäärä. Viitattu 13.1.2015
<<http://suntekno.bonsait.fi/fi/page/23>>

Suntekno 2012b. Viitattu 10.1.2015
<<http://www.suntekno.fi/fi/page/21?productid=31>>

Suntech-power 2015. Products. Viitattu 1.3.2015 <<http://www.suntech-power.com/menu/multicrystalline.html>>

Sähkötieto 2013. ST 55.35. Mikrotuotantolaitteiston yleistietolomake. Viitattu 25.3.2015 <<http://severi.sahkoinfo.fi/item/5179?search=mikrotuotanto>>

Top alternative energy sources 2008a. Silicon solar cells or wafer-based sells. Viitattu 8.1.2015. <<http://www.top-alternative-energy-sources.com/silicon-solar-cells.html>>

Top alternative energy sources 2008b. Thin film solar cells. Viitattu 24.3.2015
<<http://www.top-alternative-energy-sources.com/thin-film-solar-cells.html>>

Vattenfallin www-sivut 2013. Viitattu 27.2.2015. <www.vattenfall.fi>

LIITTEET

- Liite 1. Mikrotuotantolaitteiston yleistietolomake
- Liite 2. TLE 2014. Tuotannon liittymisehdot
- Liite 3. VPE 2010. Verkkopalveluehdot
- Liite 4. TVPE 2011. Sähköntuotannon verkkopalveluehdot
- Liite 5. Nord Pool sähköpörssin hintatilasto, spot tuntihinnat
- Liite 6. Yleisimpien sähkölaitteiden keskimääräisiä kulutuksia
- Liite 7. Fortum lähisähkösopimuksen ehdot
- Liite 8. Helen pientuotannon osto
- Liite 9. Vattenfall aurinkopaketti M
- Liite 10. Vattenfall aurinkopaketti L
- Liite 11. Esimerkkilaskujen yhteenvetotaulukko



ST 55.35

1 (2)

MIKROTUOTANTOLAITTEISTON YLEISTIETOLOMAKE

Tällä lomakkeella asiakas voi ilmoittaa verkonhaltijalle tiedot sähköverkon kanssa rinnan käyvän nimellistehoaltaan enintään 50 kVA:n tuotantolaitteiston liittämistä varten.

Lomakkeen voi täyttää asiakas itse tai sen voi antaa täytettäväksi laitteiston toimittajalle ja/tai laitteiston kytkevälle sähköurakoitsijalle.

1 YHTEYSTIEDOT

Tuotantolaitteiston tiedot	Tuotantolaitteiston haltija		
	Osoite		
	Sähköposti	Puhelin	
	Tuotantolaitteiston osoite (sijaintipaikka)		
	Käyttöpaikan numero	Käyttöpaikan pääsulakekoko	
	Yhteyshenkilö	Sähköposti	Puhelin

2 TUOTANTOLAITTEISTON PERUSTIEDOT

Tuotantomuoto	<input type="checkbox"/> Aurinko	<input type="checkbox"/> Tuuli	<input type="checkbox"/> Vesi	<input type="checkbox"/> Muu, mikä?
Verkkoonliittämälaitteen valmistaja	Verkkoonliittämälaitteen malli			
Tuotantolaitteiston nimellisteho	kVA	Tuotantolaitteiston syöttämä enimmäisvirta	A	
Laitteiston kytkentä	<input type="checkbox"/> Kolmivaiheinen	<input type="checkbox"/> Yksivaiheinen, merkitse vaihe	<input type="checkbox"/> L1	<input type="checkbox"/> L2 <input type="checkbox"/> L3

3 TUOTANTOLAITTEISTON TEKNISET TIEDOT

Tuotantolaitteisto täyttää seuraavan teknisen standardin tai suosituksen vaatimukset mukaan lukien verkkoonliittämälaitteen suojausasettelut ja irtikytketymisajat (valitse seuraavista vaihtoehdoista)

- Energiateollisuus ry:n suositus 2011, tekninen liite 1
- Saksalainen vaatimuskirje VDE-AR-N 4105 2011-8 (suojaustekniset vaatimukset)
- Mikrotuotantostandardi SFS-EN 50438, Suomen asetukset
- Muu, mikä? (täytä osio 3.1.)

3.1 Tuotantolaitteiston verkkoonliittämälaitteen suojausasettelut ja irtikytketymisajat

(Täytä tämä osa vain, jos valitsit kohdassa 3 vaihtoehdon Muu, mikä?)

Parametri	Asetteluarvo	Toiminta-aika	Parametri	Asetteluarvo	Toiminta-aika
Ylijännitesuojaus 1			Ylitaaajuussuojaus 1		
Ylijännitesuojaus 2*			Ylitaaajuussuojaus 2*		
Alljännitesuojaus 1			Alljääjuussuojaus 1		
Alljännitesuojaus 2*			Alljääjuussuojaus 2*		

* Jos on

Tuotantolaitteiston automaattinen tahdistumis aika verkkojännitteen palautuessa	
Saarekekäytönesuojauksen toteutustapa ja toiminta-aika	
<input type="checkbox"/> Tuotantolaitteisto on CE-merkitty	

ST 55.35

2 (2)

3.2 Tuotantolaitteiston erottaminen			
<input type="checkbox"/> Tuotantolaitteisto on erotettavissa erillisellä erotuskytkimellä, johon verkonhaltijalla on esteetön pääsy			
Erotuskytkimen sijainti <input type="text"/>			
<input type="checkbox"/> Liittymän pääkeskuksella on varoituskytkin takasyöttövaarasta ja opasus laitteiston irtikytkemiselle			
4 TUOTANTOLAITTEISTON ASENTAJAN/URAKOITSIJAN TIEDOT (urakoitsija täyttää)			
Asentajan/ urakoitsijan tiedot	Sähköurakoitsija		TUKES-numero
	<input type="text"/>		
	Osoite		
	<input type="text"/>		
	Yhteyshenkilö	Sähköposti	Puhelin
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5 LIITTEET JA LISÄTIEDOT			
Tätä lomaketta täydentää		liitettä (liitteiden lukumäärä)	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	
Lisälietoja			
<input type="text"/>			

Energiateollisuus ry:n suosittelemat

SÄHKÖNTUOTANNON LIITTYMISEHDOT

TLE 2014

1. Liittymisehtojen soveltaminen

1.1 Nämä *sähköntuotannon liittymisehdot (TLE 2014)* liitetään liittymissopimukseen, joka koskee sähköntuotantopaikan liittymistä nimellisjännitteeltään alle 24 kilovoltin sähkönjakeluverkkoon sekä liittymän sähkönkäyttö- ja tuotantomahdollisuuden ylläpitoa.

1.2 Näitä ehtoja sovelletaan tilanteeseen, jossa liittyjän tai liittyjän puolella olevan kolmannen osapuolen sähköntuotantolaitteisto liitetään sähköverkkoon ja toimii rinnan jakeluverkon kanssa niin, että tuotettu sähkö voidaan syöttää osin tai kokonaan jakeluverkkoon. Tällöin sähkönsyötöstä on tehtävä sähköntuotannon verkkopalvelusopimus ja mahdollisesta sähkönostosta samassa pisteessä omat sopimuksensa. Sähköntuotantolaitteisto voi olla kytketty jakeluverkkoon suoraan tai kiinteistön sisäisen tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sähköverkon kautta.

1.3 Nämä ehdot ovat suositusluontoiset ja jakeluverkon haltija ja liittyjä voivat sopia toisinkin.

2. Määritelmät

2.1 *Jakeluverkko* on sähköverkko, jonka nimellisjännite on pienempi kuin 110 kilovoltia.

2.2 *Jakeluverkon haltija (verkonhaltija)* on yhteisö tai laitos, jolla on hallinnassaan jakeluverkkoa ja joka harjoittaa luvanvaraista sähköverkkotoimintaa.

2.3 *Liittyjä* on jakeluverkon haltijan kanssa *liittymissopimuksen* tekemä *sähköntuotantolaitteiston* omistaja tai haltija tai kiinteistönhaltija, jonka liittymään on kytketty kolmannen osapuolen sähköntuotantolaitteisto.

2.4 *Liittymissopimuksella* liittyjä ja jakeluverkon haltija sopivat sähköntuotantolaitteiston ja sähköverkon välisestä sähkönjakeluyhteydestä, liittämiskohdasta ja liittymismaksusta.

2.5 *Sopijapuolilla* tarkoitetaan näissä ehdoissa jakeluverkon haltijaa ja liittyjää.

2.6 *Liittymällä* tarkoitetaan liittyjän oikeutta liittymissopimuksessa yksilöidyssä paikassa liittyä jakeluverkkoon sekä sähköntuotantolaitteiston ja jakeluverkon haltijan sähkölaitteistojen välistä rajapintaa.

2.7 *Liittymän koko* tarkoittaa liittymän suurimman sähkönjakelun määrittelyä, esimerkiksi nimellisvirran (sulakekoon) tai tilaustehon mukaan.

2.8 *Liittymisjohto* on yhtä tai useampaa tuotantolaitosta varten rakennettu sähköjohto, jolla liittyjä tai liittyjät liitetään sähköverkkoon. 2.9 *Liittämiskohta* on jakeluverkon haltijan ja liittyjän sähkölaitteistojen välinen kohta (omistusraja), jollei toisin ole sovittu. Liittämiskohta määritellään liittymissopimuksessa.

2.10 *Liittymismaksu* on maksu, jonka suorittamalla liittyjä saa liittymissopimukseen perustuvat oikeudet.

2.11 *Lisäliittymismaksulla* tarkoitetaan näissä ehdoissa maksua, joka peritään liittymän koon suurentamisen perusteella.

2.12 *Sähköntuottaja* on henkilö tai yhteisö, jonka sähköntuotantolaitteisto toimii rinnan jakeluverkon kanssa niin, että tuotettu sähkö voidaan syöttää osin tai kokonaan jakeluverkkoon.

3. Liittymissopimuksen tekeminen

3.1 Liittymissopimus tehdään sopijapuolten välillä toistaiseksi.

2(6)

3.2 Liittymissopimus ja siihen mahdollisesti tehtävät muutokset tehdään kirjallisesti. Sopimuksesta ehtoineen jää kappale molemmille sopijapuolille.

3.3 Liittymissopimuksessa sovitaan liittämiskohdan ja liittymismaksun lisäksi mm. sähköntuotantolaitteistolle asetettavista vaatimuksista, sähköntuotantolaitteiston käytöstä ja suojauksesta, teho- ja energia-arvojen rajoista sekä sähköntuotantolaitteistoa koskevista järjestelmäteknisistä vaatimuksista. Liittyjä vastaa liittymään mahdollisesti kytkettyjen kolmansien osapuolten sähköntuotantolaitteistoista ja sähkölaitteistoista.

3.4 Liittymissopimus muodostuu yksilöllisesti sovitusta sopimusehdoista ja yleisistä sopimusehdoista. Sopimusta tulkittaessa otetaan asiakirjat huomioon seuraavassa järjestyksessä:

- 1) yksilölliset sopimusehdot liitteineen ja
- 2) yleiset sopimusehdot: Sähköntuotannon Liittymisehdot TLE14.

3.5 Sopijapuolet ilmoittavat toisilleen yhteystiedoissaan tapahtuneet muutokset.

4. Liittymismaksu

4.1 Jakeluverkon haltija perii liittyjältä julkaisemansa ja Energiavirastolle ilmoittamansa voimassa olevan hinnaston ja Energiaviraston vahvistamien liittymismaksuperiaatteiden mukaisen liittymismaksun. Liittymismaksun suuruus ja maksuaikataulu määritellään liittymissopimuksessa.

4.2 Liittymismaksu on liittymäkohtainen.

4.3 Tuotantolaitteiston muuttuessa liittymissopimuksessa määriteltyä liittymän kokoa tai rakennetta voidaan muuttaa. Sopijapuolet tekevät muutoksesta erillisen sopimuksen, joka tulee liittymissopimuksen erottamattomaksi osaksi. Liittymissopimus ja nämä yleiset ehdot jäävät sellaisinaan voimaan muilta kuin muutetuilta osiltaan. Jakeluverkon haltija perii liittyjältä liittymän pienentämisestä, suurentamisesta ja rakennemuutoksista aiheutuvat kustannukset siten kuin ne on julkaistu ja ilmoitettu Energiavirastolle sekä määritelty vahvistetuissa liittymismaksuperiaateissa.

4.4 Tuotannon lakatessa liittymässä ja toiminnan jatkuessa sähkön käyttönä, liittymissopimus muutetaan käyttäjän liittymissopimukseksi. Muutoksesta aiheutuneet kustannukset korvataan voimassa olevien liittymismaksuperiaatteiden mukaisesti.

5. Liittymän ylläpito

5.1 Jos liittyjä haluaa pitää liittymissopimuksen voimassa, vaikkei verkkopalvelua koskevaa sopimusta olekaan voimassa, hänen on korvattava jakeluverkon haltijalle liittymän ylläpidosta aiheutuvat verkonhaltijan julkaiseman ja Energiavirastolle ilmoittaman voimassa olevan hinnaston mukaiset kustannukset erillisen sopimuksen perusteella.

5.2 Liittymän ylläpitoa koskevan sopimuksen tekemisestä kieltäytymistä pidetään liittyjän olennaisen sopimusvelvoitteen rikkomisena. Sama koskee mainitun sopimuksen mukaisten maksujen olennaista laiminlyöntiä.

5.3 Ylläpitosopimuksessa tai siihen liitettävissä soveltuviissa sopimusehdoissa on mainittava muun ohessa maksun suuruudesta sekä niistä perusteista, joiden mukaan maksun suuruutta voidaan muuttaa sopimuksen voimassaoloaikana.

6. Liittäminen

6.1 Jakeluverkon haltija liittää sähköntuotantolaitteiston jakeluverkkoonsa, kun liittymissopimus on voimassa ja liittyjä on maksanut liittymismaksun tai sovitun osan siitä sekä esittänyt selvityksen siitä, että sähköntuotantolaitteisto on sellaisessa kunnossa, että yhteen kytkemisestä ei aiheudu vaaraa tai häiriötä ja että se täyttää yksilöllisissä sopimusehdoissa esitetyt tekniset vaatimukset. Selvityksenä liittyjän tulee esittää sähköntuotantolaitteistoa koskevat, liittymissopimuksessa mahdollisesti mainitut täydentävät asiakirjat. Sähköntuotantolaitteiston valmistumisesta on ennen sen käyttöönottoa ja jakeluverkkoon liittämistä tehtävä jakeluverkon haltijalle ilmoitus johon liitetään mukaan asianmukaiset koestus- ja käyttöönottotarkastuspöytäkirjat. Sähköntuotantolaitteiston saa kytkeä jakeluverkkoon koestusta ja käyttöä varten vasta kun jakeluverkon haltija on antanut siihen luvan.

3(6)

6.2 Liittyjä ja jakeluverkon haltija sopivat sähkön jakelua varten tarvittavien jakeluverkon haltijan käyttöön tulevien sähkölaitteistojen ja -johtojen sijoittamisesta ja rakentamisesta liittyjän omistamiin tai hallitsemiin tiloihin ja maa- ja vesialueille. Tässä yhteydessä sovitaan myös sähkölaitteistojen ja -johtojen omistuksesta ja käyttöoikeudesta, mittauskalustosta, pääsystä liittyjän tiloihin, mahdollisesta kauko-ohjauksesta, vastuurajoista, laitteistojen ja johtojen huollosta, suojauksesta, tarkastuksesta. Nämä sähkölaitteistot ja -johdot sijoitetaan niin, ettei niistä aiheudu tarpeetonta haittaa. Tilojen ja alueiden käyttöoikeudesta ei makseta korvausta, ellei siitä toisin sovita.

6.3 Liittyjä ja jakeluverkon haltija sopivat muiden kuin kohdassa 6.2 tarkoitettujen (eli muiden kuin yksin liittyjää palvelevien) johtojen ja laitteistojen sijoittamisesta liittyjän omistamalle tai hallitsemalle alueelle. Mikäli johtojen ja laitteistojen sijoittamisesta ei päästä yksimielisyyteen, asia ratkaistaan maankäyttö- ja rakennuslain soveltuviin säännösten mukaisesti.

6.4 Jos sopijapuolen tietoon tulee ennen liittämistä seikka, joka estää liittämisen sovittuna ajankohdana, tästä on ilmoitettava välittömästi toiselle sopijapuolelle liittämisaikajankohdan yhdessä tehtävää tarkistamista varten. Tällaiset seikat voivat koskea mm. sitä, ettei maanomistaja tai viranomainen myönnä johdon, jakelumuuntajan tai muun tarpeellisen laitteiston rakentamisessa tarpeellista maankäyttöä tai tien käyttöä koskevaa lupaa tai, että sähköntuotantolaitteiston rakentaminen tai lupien hankinta viivästyy.

7. Liittymän kytkemisen viivästys

7.1 Liittymä kytketään (liitetään) jakeluverkkoon yksilöllisesti sovittujen ja näissä ehdoissa mainittujen edellytysten täytyttyä liittymissopimuksessa määritellyn ajankohtaan mennessä. Liittämisaikajankohdan muuttamisesta (esimerkiksi liittyjän rakennustyön aikataulumuutosten takia) tulee sopia toisen sopijapuolen kanssa hyvissä ajoin.

7.2 Liittymän kytkemisen jälkeen liittyjällä on oikeus pidäytyä maksamasta sellaista osaa maksusta, joka on tarpeen viivästyksen perustuvan korvausvaatimuksen vakuudeksi.

7.3 Vakiokorvaus

7.3.1 Jos liittymän kytkeminen viivästyy jakeluverkon haltijasta johtuvasta syystä, liittyjällä on oikeus vakiokorvaukseen. Oikeutta vakiokorvaukseen ei ole, jos jakeluverkon haltija osoittaa, että viivästys johtuu hänen vaikutusmahdollisuuksiensa ulkopuolella olevasta esteestä, jota hänen ei kohtuudella voida edellyttää ottaneen huomioon sopimusta tehtäessä ja jonka seurauksia hän ei myöskään kohtuudella olisi voinut välttää tai voittaa.

7.3.2 Vakiokorvauksen määrä on kahden ensimmäisen viivästysviikon aikana kultakin alkaneelta viivästysviikolta 5 prosenttia liittymismaksusta ja tämän jälkeen kultakin alkaneelta viivästysviikolta 10 prosenttia liittymismaksusta. Vakiokorvausta laskettaessa käytetään perusteena jakeluverkon haltijan ja liittyjän välisen liittymissopimuksen mukaista liittymismaksua.

7.3.3 Vakiokorvauksen enimmäismäärä on 30 prosenttia edellisen kohdan mukaisesta liittymismaksusta, kuitenkin enintään 3000 euroa.

7.4 Vahingonkorvaus

7.4.1. Liittyjällä on oikeus korvaukseen vahingosta, jonka hän kärsii jakeluverkon haltijan aiheuttaman viivästyksen vuoksi, jollei jakeluverkon haltija osoita, että viivästys johtuu hänen vaikutusmahdollisuuksiensa ulkopuolella olevasta esteestä, jota hänen ei kohtuudella voida edellyttää ottaneen huomioon sopimusta tehtäessä ja jonka seurauksia hän ei myöskään kohtuudella olisi voinut välttää tai voittaa. Vahingonkorvauksessa otetaan sitä vähentävänä tekijänä huomioon mahdollisesti maksettavat tai maksetut vakiokorvaukset. Vahingonkorvaus on kuitenkin enintään liittymismaksun suuruinen, ellei jakeluverkonhaltija ole syyllistynyt tahallisuuteen tai törkeään huolimattomuuteen.

7.4.2 Jos viivästys johtuu henkilöstä, jota jakeluverkon haltija on käyttänyt apunaan sopimuksen täyttämässä (kuten urakoitsijaa), jakeluverkon haltija vapautuu vahingonkorvausvelvollisuudestaan vain, jos myös mainittu henkilö olisi edellisen kohdan mukaan vapaa vastuusta.

4(6)

7.4.3 Liittyjällä on oikeus saada korvaus välillisestä vahingosta vakiokorvauksen ja vahingonkorvauksen lisäksi vain, jos viivästys aiheutuu jakeluverkon haltijan puolella olevasta törkeästä huolimattomuudesta tai tahallisuudesta.

7.4.4 Välillisenä vahinkona pidetään:

- 1) ansion menetystä, joka liittyjälle aiheutuu viivästyksen tai siitä johtuvien toimenpiteiden vuoksi;
- 2) vahinkoa, joka johtuu muuhun sopimukseen perustuvasta velvoitteesta;
- 3) sähköntuotantopaikan käyttöhyödyn olennaista menetystä, josta ei aiheudu suoranaista taloudellista vahinkoa, sekä muuta siihen rinnastettavaa olennaista haittaa; ja
- 4) muuta samankaltaista vaikeasti ennakoitavaa vahinkoa.

7.4.5 Jos liittyjä ilmoittaa puolellaan olevasta viivästyksestä niin myöhään, että jakeluverkon haltija on jo ehtinyt aloittaa liittämiseen liittyvät työt, liittyjä korvaa jakeluverkon haltijan viivästyksen vuoksi tarpeellisista toimenpiteistä sekä hyödyttömiksi käyneistä tarpeellisista toimenpiteistä aiheutuneet kulut.

8. Liittymän toimintavarmuus, käyttö ja kunnossapito

8.1 Sopijapuolet ovat velvollisia pitämään vastuullaan olevat sähköntuotantolaitteistot ja sähkölaitteistot sähköturvallisuuslain ja sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten edellyttämässä kunnossa. Liittyjä on lisäksi velvollinen noudattamaan muita lainsäädännössä tai viranomais määräyksissä ja liittymissopimuksessa mahdollisesti sähköntuotantolaitteistolle tai sähkölaitteistolle sekä niiden rakenteelle, rakentamiselle ja käytölle asetettuja vaatimuksia ja ohjeita.

8.2 Jos liittyjä on ilmoittanut jakeluverkon haltijalle havaitsemastaan viasta tai häiriöstä, joka kuuluu jakeluverkon haltijan korjausvelvollisuuden piiriin, jakeluverkon haltijan on ilmoituksesta tiedon saatuaan ryhdyttävä viipymättä toimiin tilanteen korjaamiseksi. Jollei liittyjän ilmoittama vika tai häiriö kuulu jakeluverkon haltijan korjausvelvollisuuden piiriin, jakeluverkon haltija ilmoittaa käsityksensä vastuutahosta. Jos jakeluverkon haltija on ilmoittanut liittyjälle havaitsemastaan viasta tai häiriöstä, joka kuuluu liittyjän korjausvelvollisuuden piiriin, liittyjän on ilmoituksesta tiedon saatuaan ryhdyttävä viipymättä toimiin tilanteen korjaamiseksi. Jollei jakeluverkon haltijan ilmoittama vika tai häiriö kuulu liittyjän korjausvelvollisuuden piiriin, liittyjä ilmoittaa käsityksensä vastuutahosta.

8.3 Jakeluverkon haltijalla on oikeus päästä liittyjän tiloissa olevalle mittarille. Voidakseen korjata viat, lukea mittari ja tuottaa mahdollisimman häiriöttömiä verkkopalveluja jakeluverkon haltijan tulee päästä sähkölaitteistolle. Sama koskee pääsyä liittyjän vastuulla olevalle sähkölaitteistolle, jonka avulla voidaan muuttaa jakeluverkon kytkentätilannetta. Jos jakeluverkon haltijan hallinnassa olevia sähkölaitteistoja on liittyjän tiloissa tai alueella, liittyjän on järjestettävä jakeluverkon haltijalle sopijapuolten hyväksymällä tavalla korvauksetta viivytyksetön pääsy sähkölaitteiston luo mm. huolto-, tarkistus-, vianselvitys- tai korjaustöitä varten vuorokaudenajasta riippumatta.

8.4 Liittyjä sallii jakeluverkon haltijan mittaustietojen siirtämiseksi tai muiden verkkotoimintaan perustuvien tiedonsiirtotarpeiden välittämiseksi tarpeellisen tiedonsiirron omassa sähköverkossaan. Tällainen tiedonsiirto ei saa aiheuttaa kustannuksia eikä häiriötä liittyjälle. Liittyjä ei myöskään saa myöhemmillä toimenpiteillään häiritä tai vaarantaa tämän kohdan mukaista aiemmin aloitettua verkko haltijan tiedonsiirtoa.

8.5 Sopijapuoli voi käyttää toisen sopijapuolen sähköverkkoa muuhun kuin 8.4. kohdan mukaiseen tiedonsiirtoon, jos tästä on eri sopimuksin sovittu. Tällainen käyttö tai liittyjän omassa verkossa tapahtuva tiedonsiirto ei saa aiheuttaa häiriötä muille käyttäjille eikä toiselle sopijapuolelle.

9. Sopimuksen siirto

9.1 Jakeluverkon haltija voi siirtää liittymissopimuksen toiselle jakeluverkon haltijalle. Liittymissopimuksen ehtoja ei voida siirron yhteydessä yksipuolisesti muuttaa. Uuden jakeluverkon haltijan on

5(6)

ilmoitettava siirrosta liittyjälle kirjallisesti mahdollisimman pian, kuitenkin viimeistään 30 päivän kuluessa siirrosta.

9.2 Liittyjä voi siirtää liittymissopimuksen uudelle sähköntuotantopaikan omistajalle tai haltijalle. Sopimusta ei voida siirtää, jos jakeluverkon haltijalla on siirtäjältä kyseessä olevaa sähköntuotantopaikkaa koskevaan liittymissopimukseen, verkkosopimukseen tai muuhun sopijapuolten väliseen sopimukseen perustuvia saatavia tai liittyjältä on jäänyt muita olennaisia velvoitteita täyttämättä, ellei uusi liittyjä ota niitä nimenomaisesti vastattavakseen. Siirto on jakeluverkon haltijaa sitova, kun siirto on allekirjoitettu ja jakeluverkon haltija on hyväksynyt edellä mainittujen saatavien sekä muiden liittymissopimukseen sisältyvien velvoitteiden siirron. Siirronsaajaan sovelletaan näiden ehtojen liittyjää koskevia määräyksiä.

9.3 Liittymissopimus ei siirry automaattisesti kiinteistön luovutuksen yhteydessä. Jos liittymissopimus halutaan siirtää kiinteistön uudelle omistajalle tai haltijalle, siirrosta tulee mainita kiinteistön luovutuskirjassa, erillisessä luovutuskirjassa tai siirrosta tulee sopia muutoin siten, että sopimus voidaan jälkikäteen todentaa.

9.4 Liittymissopimusta ei voida siirtää toiseen liittymään.

10. Sopimusehtojen muuttaminen

10.1 Sopijapuolet voivat yhdessä sopia yksilöllisen liittymissopimuksen muuttamisesta. Muutoksen muodosta katso kohdat 3.2 ja 3.3.

10.2 Jakeluverkon haltijalla on oikeus muuttaa sopimusehtoja, jos muutos perustuu lainsäädännön muuttumiseen tai viranomaisen päätökseen, jota jakeluverkon haltija ei ole voinut ottaa lukuun liittymissopimusta tehtäessä.

10.3 Jakeluverkon haltija voi muuttaa sopimusehtoja myös sellaisen lainsäädännön muutoksen tai viranomaisen päätöksen perusteella, joka on ollut sopimusta tehtäessä tiedossa, edellyttäen, ettei muutos olennaisesti muuta liittymissopimuksen keskeistä sisältöä.

10.4 Jakeluverkon haltijalla on lisäksi oikeus muuttaa sopimusehtoja, jos muutokseen on erityistä syytä olosuhteiden olennaisen muuttumisen johdosta tai vanhentuneiden sopimusjärjestelyjen uudistamisen takia.

10.5 Jakeluverkon haltijalla on oikeus sellaisiin vähäisiin sopimusehtojen muutoksiin, jotka eivät vaikuta sopimussuhteen keskeiseen sisältöön.

10.6 Jakeluverkon haltijan on lähetettävä liittyjälle ilmoitus siitä, miten ja mistä ajankohdasta lukien sopimusehdot muuttuvat ja mikä on muutoksen peruste. Jos perusteena on muu syy kuin lainsäädännön muutos tai viranomaisen päätös, muutos saa tulla voimaan aikaisintaan kuukauden kuluttua ilmoituksen lähettämisestä. Ilmoitus lähetetään liittyjän jakeluverkon haltijalle ilmoittamaan laskutusosoitteeseen tai muuhun yhteysosoitteeseen ja jollei sellaisia ole tiedossa, liittymän osoitteeseen. Ilmoitus voi sisältyä esimerkiksi liittyjälle tulevaan verkkopalvelu- tai sähköntoimituslaskuun.

10.7 Jos muutoksen perusteena on lainsäädännön muuttuminen tai viranomaisen päätös, on jakeluverkon haltijalla oikeus toteuttaa muutos siitä päivästä lukien kun muutos tai päätös tuli voimaan. Muutos voidaan toteuttaa myöhemminkin jakeluverkon haltijan määräämänä ajankohtana, jollei kyseessä ole muutos liittyjän eduksi. Jakeluverkon haltijan on ilmoitettava näillä perusteilla tehtävistä muutoksista mahdollisimman pian.

11. Sopimuksen päättymisen

11.1 Liittyjän irtisanomisoikeus

11.1.1 Liittyjä voi irtisanoa sopimuksen päättymään silloin, kun kyseistä sähköntuotantopaikkaa koskevat sähkönnymyntisopimukset ja sähkön verkkopalvelusta tehdyt erilliset sopimukset eivät ole voimassa. Jakeluverkon haltija tarkistaa sähköverkkosopimuksen voimassaolon liittymissopimusta irtisanottaessa. Irtisanomisaika on kuukausi. Tämän kohdan määräyksistä ei voida sopia toisin liittyjän vahingoksi.

6(6)

11.1.2 Jakeluverkon haltija voi irtisanomisesta huolimatta edelleen pitää voimassa johtojen ja sähkölaitteistojen sijoittamista varten saamansa oikeudet siten kuin siitä on aiemmin sovittu tai määrätty. Kohdassa 6.2 mainituista oikeuksista jakeluverkon haltija suorittaa tällöin kohtuullisen korvauksen, mikäli sitä ei ole aiemmin suoritettu.

11.2 Jakeluverkon haltijan purkuoikeus

11.2.1 Jakeluverkon haltija voi purkaa liittymissopimuksen välittömästi, jos

- 1) liittyjä on olennaisesti rikkonut liittymissopimukseen perustuvia velvoitteitaan eikä sopimusrikkomusta ole oikaistu jakeluverkon haltijan kirjallisesti ilmoittamassa kohtuullisessa määräajassa; tai
- 2) liittyjä asetetaan konkurssiin eikä konkurssipesä sitoudu vähintään ylläpitosopimukseen.

11.2.2 Jakeluverkon haltijalla on oikeus kuittausta koskevien yleisten säännösten mukaisesti mahdollisella palautettavalla vakuudella tai muilla liittyjän saatavilla jakeluverkon haltijalta kuittata liittyjältä olevat erääntyneet saatavansa. Näin ollen jakeluverkon haltija voi vähentää muun muassa liittymisjohdon ja muiden sähkökäytölle tarpeellisten sähkölaitteistojen purkamisesta ja liittyjän verkosta erottamisesta aiheutuneet tai aiheutuvat kustannukset mahdollisesti palautettavan vakuuden määrästä tai muista liittyjän saatavista.

12. Riitöjen ratkaiseminen

Liittymissopimuksesta johtuvat erimielisyydet käsitellään liittymän sijaintipaikan käräjäoikeudessa ensiasteena, jollei toisin ole sovittu.

Energiateollisuus ry:n suosittelemat
VERKKOPALVELUEHDOT
VPE 2010

Sisällys:

- A. Yleistä, verkkosopimuksen tekeminen, palvelun edellytykset ja aloittaminen
- B. Mittaus, laskutus ja keskeyttäminen
- C. Verkkopalvelun viivästys, virhe, vahinkojen korvaaminen sekä vakiokorvaus
- D. Sopimusehtojen muuttaminen, sopimuksen siirto ja päättymisen

A. Yleistä, verkkosopimuksen tekeminen, palvelun edellytykset ja aloittaminen**1. Soveltamisala ja määritelmiä**

- 1.1. Näitä yleisiä sopimusehtoja, *verkkopalveluehtoja* (ehtoja, lyhenne VPE2010) sovelletaan jakeluverkkoon liitetulle sähkökäyttäjälle tapahtuvassa *sähköverkkopalvelussa* ja ne ovat osa tätä palvelua koskevaa, jakeluverkon haltijan ja sähkökäyttäjän välistä *sähköverkkosopimusta* (jatkossa *verkkosopimusta*). Sähkökäyttäjä voi olla liittynyt jakeluverkkoon suoraan tai kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sisäisen sähköverkon kautta.
- 1.2. *Sähköverkkopalvelulla* (*verkkopalvelulla*) tarkoitetaan jakeluverkon haltijan kaikkea sitä toimintaa, joka mahdollistaa sähkönsiirtymisen vastiketta vastaan jakeluverkon haltijan sähköverkossa.
- 1.3. Näitä ehtoja voidaan soveltuvin osin soveltaa myös sellaisiin sähköntuotantolaitteistojen sisältäviin sähkökäyttöpaikkoihin, joista sähkönsyöttö jakeluverkkoon on teknisin keinoin tehokkaasti estetty. Jos sähkökäyttöpaikalla on sähköntuotantolaitteisto, joka toimii rinnan jakeluverkon kanssa niin, että tuotettu sähkö voidaan siirtää osin tai kokonaan jakeluverkkoon, on sellaisen sähköntuotantolaitteiston verkkopalveluehdoista sovittava erikseen.
- 1.4. *Jakeluverkko* on sähköverkko, jonka nimellisjännite on pienempi kuin 110 kilovolttia.
- 1.5. *Jakeluverkon haltija* (*verkonhaltija*) on yhteisö tai laitos, jolla on hallinnassaan jakeluverkkoa ja joka harjoittaa luvanvaraista sähköverkkotoimintaa.
- 1.6. *Liittymissopimus* on verkonhaltijan ja jakeluverkkoon liitetyn sähkökäyttöpaikan (esim. kiinteistön tai rakennuksen) omistajan tai haltijan (*liittyjän*) välinen sopimus, joka koskee sähkökäyttöpaikan liittämistä verkkoon ja liittymän sähkökäyttömahdollisuuden ylläpitoa.
- 1.7. *Liittämiskohta* on verkonhaltijan ja liittyjän sähköasennusten välinen kohta (omistusraja), jolle liittymissopimuksessa ole muuta sovittu.
- 1.8. *Sähkömyyjä* (*myyjä*) on henkilö, yhteisö tai laitos, joka myy sähköä.
- 1.9. *Sähkömyyntisopimus* (*myyntisopimus*) on sopimus, jolla käyttäjä ostaa ja myyjä myy sähköenergiaa. Sähkönsiirtämisenä pidetään sähkönsiirtämistä jakeluverkon kautta välittömästi sähkönsiirtäjille tai välillisesti käyttäjille kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sisäisen verkon kautta.

Liite 3. 2(16)

- 1.10. *Sähkötoimitussopimus* on sellainen myyjän ja käyttäjän välinen sopimus, jossa myyjä ottaa vastattavakseen myös verkkopalvelun. Myyjä sopii tarvittaessa verkkopalvelusta verkonhaltijan kanssa. Sähkötoimitussopimuksen ollessa voimassa samaa käyttöpaikkaa varten ei tule olla erillistä verkkosopimusta tai myyntisopimusta. Sähkötoimitussopimuksen mukaista palvelua kutsutaan näissä ehdoissa sähkötoimitukseksi.
- 1.11. *Avoim toimittaja* on myyjä, joka myy sähkökäyttäjälle tämän kaiken sähkön tarpeen taikka joka tasapainottaa sähkökäyttäjän eri sähkön hankintojen erotuksen toimittamalla puuttuvan sähkömäärän kunkin tunnin aikana (*avoin toimitus*). Kiinteä toimittaja on myyjä, joka myy sähkökäyttäjälle kullekin tunnille täsmälleen ennalta sovitun sähkömäärän (*kiinteä toimitus*).
- 1.12. Jos myyjällä on sen verkonhaltijan vastuualueella, johon sähkökäyttöpaikka kuuluu, sähkömarkkinalain tarkoittama huomattava markkinavoima ja käyttöpaikka on varustettu enintään 3x63 A pääsulakkeella tai käyttöpaikkaan ostetaan sähköä enintään 100 000 kWh vuodessa, on myyjällä sähkömarkkinalain 21 § mukainen *toimitusvelvollisuus* käyttäjää kohtaan.
- 1.13. *Sähkökäyttäjä (käyttäjä)* ostaa sähköä myyjältä ja verkkopalvelun verkonhaltijalta pääasiassa omaan käyttöönsä. Käyttäjänä voi olla myös liittyjä, joka hankkii sähköä liittymissopimuksensa mukaisen liittämiskohdan kautta muiden käytettäväksi. Usea käyttäjä voi sitoutua verkkosopimukseen yhteisvastuullisesti, mikäli sopijapuolet niin sopivat.
- 1.14. Käyttäjää, joka on luonnollinen henkilö ja hankkii sähköä pääasiassa muuhun tarkoitukseen kuin harjoittamaansa elinkeinotoimintaa varten, kutsutaan näissä ehdoissa *kuluttajaksi*.
- 1.15. Näissä ehdoissa *sopijapuolilla* tarkoitetaan verkonhaltijaa ja käyttäjää.
- 1.16. *Verkkopalvelutuotteella (eli verkkotuotteella)* tarkoitetaan näissä ehdoissa verkkopalvelussa käytettävän palvelukokonaisuuden määrittelyä. Määrittely sisältää tiedot verkkotuotteen mukaisista verkonhaltijan perimistä maksuista. Verkkotuotetta voidaan kutsua myös *tarifiksi*.
Tuotehinnastossa on esitetty käyttäjän käytettävissä olevat verkkotuotteet. Tuotehinnasto sekä mahdollinen erillinen *palveluhinnasto (hinnastot)* ovat osa verkkosopimusta.
- 1.17. Näissä ehdoissa esimerkiksi vahvistusilmoituksen, laskun, hinnanmuutosilmoituksen tai muun viestin lähettäminen tarkoittaa myös saman viestisisällön sisältävän sanoman sähköistä lähettämistä. Käyttäjän osoite tai laskutusosoite voi olla myös esimerkiksi sähköposti- tai muu vastaava käyttäjän ilmoittama yksilöllinen osoite. Sanomien sähköinen lähettäminen edellyttää, että sopijapuolet ovat siitä sopineet. Muun käyttäjän kuin kuluttajan kanssa voidaan erikseen sopia, että hinnan tai muiden sopimusehtojen muutosilmoitus voidaan laittaa Internetiin nähtäville ennalta määritellyyn osoitteeseen. Tämän lisäksi käyttäjän tulee saada tieto ilmoituksen olemassaolosta Internetissä ennalta sovitulla tavalla, esimerkiksi sähköpostitse tai tekstiviestillä.
- 1.18. *Taseeselvityksellä* tarkoitetaan kunkin tunnin aikana toteutuneiden sähkökauppojen selvittämistä, jonka tuloksena saadaan kunkin sähkömarkkinoiden osapuolen sähkötase ja tasepoikkeama.
- 1.19. *Tuntimittauslaitteistolla* tarkoitetaan etäluettavaa mittauslaitteistoa tai laitteistojen yhdistelmää, joka mittaa ja rekisteröi sähkön kulutuksen tunneittain ja jonka rekisteröimä tieto voidaan lukea viestintäverkon välityksellä.
- 1.20. *Etäviestimellä* tarkoitetaan puhelinta, postia, televisiota, tietoverkkoa tai muuta välinettä, jota voidaan käyttää sopimuksen tekemiseen ilman, että osapuolet ovat yhtä aikaa läsnä.
- 1.21. Sähkömarkkinoita ja verkkopalvelua koskevat keskeiset säännökset ovat sähkömarkkinaissa ja sen nojalla annetuissa asetuksissa.

2. Verkkosopimuksen tekeminen ja käyttäjän sähkön hankintaa koskevat muut sopimukset

- 2.1. Verkkosopimus tehdään sopijapuolten välillä joko toistaiseksi voimassa olevaksi tai määräaikaiseksi.
- 2.2. Verkkopalvelusta sovitaan verkonhaltijan ja myyjän välillä,
- jos toimitusvelvollisuuden piirissä oleva käyttäjä haluaa tehdä myyjän kanssa sopimuksen, joka sisältää sähkömyynnin lisäksi verkkopalvelun; tai
 - jos verkonhaltija tarjoaa yleisesti myyjille mahdollisuuden tarjota kilpailun piirissä oleville käyttäjille sähköä sopimuksilla, jotka sisältävät sähkömyynnin lisäksi verkkopalvelun. Tällöin myyjä ottaa sähkötoimitussopimuksessa vastatakseen sähkön toimituksen edellyttämästä verkkopalvelusta käyttäjää kohtaan.

Liite 3. 3(16)

- 2.3. Verkkosopimus voidaan tehdä, kun kyseistä sähkökäyttöpaikkaa koskeva liittymissopimus on voimassa.
- 2.4. Verkkopalvelun aloittaminen (eli sähkön kytkeminen käyttäjälle) ja jatkaminen edellyttää verkkosopimuksen ja sähkökäyttöpaikan liittymissopimuksen lisäksi myös yhden ja vain yhden myyjän kanssa tehdyn avointa toimitusta koskevan sähkömyyntisopimuksen voimassaoloa sekä että käyttäjän sähkökäyttöpaikka täyttää verkonhaltijan asettamat tarpeelliset verkkoon liittämistä koskevat tekniset vaatimukset (tarkemmin luvussa 4).
- 2.5. Verkkosopimus voidaan tehdä kirjallisesti, suullisesti tai sähköisessä muodossa.
- 2.5.1. Verkkosopimus on tehtävä kirjallisesti, jos jompikumpi sopijapuoli sitä vaatii. Verkkosopimukseen tulee silloin liittää nämä ehdot sekä hinnastot.
- 2.5.2. Verkkosopimus voidaan tehdä sähköisessä muodossa. Sähköinen sopimus on sitova, jos se on tehty siinä muodossa, jota sähköiseltä sopimiselta yleisesti edellytetään.
- 2.5.3. Jos verkkosopimus tehdään muutoin kuin kirjallisesti, verkonhaltijan tulee kahden viikon kuluessa verkkosopimuksen tekemisestä lähettää käyttäjälle sopimuksen *vahvistusilmoitus (vahvistus)* tämän ilmoittamaan laskutusosoitteeseen tai muuhun erikseen sovittuun osoitteeseen. Vahvistuksessa mainitaan verkkosopimuksen voimaantulon ajankohta ja se sisältää verkkosopimuksen yksilölliset ehdot, nämä ehdot, hinnastot ja selvityksen käyttäjän huomautusajasta.
- 2.5.4. Jos verkkosopimus tehdään kuluttajan kanssa etäviestimen avulla, on verkonhaltijan lähettämässä vahvistusilmoituksessa 2.5.3 kohdan lisäksi ilmoitettava ohjeet ja tiedot kuluttajan oikeudesta peruuttaa sopimus.
- 2.5.5. Muutoin kuin kirjallisesti tehty verkkosopimus on tullut voimaan ja jatkuu vahvistuksessa mainituin ehdoin paitsi seuraavissa tapauksissa:
- Käyttäjä ilmoittaa verkonhaltijalle kolmen viikon kuluessa vahvistuksen lähettamisestä tai siinä mainittuun vähintään kolmen viikon kuluttua lähettamisestä olevaan määräpäivään mennessä, ettei hän pidä vahvistuksessa mainittuja tai siinä selvitettyjä ehtoja tehdyn sopimuksen ehtoja vastaavina. Verkkosopimuksen tekemisen ja käyttäjän tekemän ilmoituksen välisenä aikana sovelletaan vahvistuksen mukaisia sopimusehtoja, jollei muuta näytetä sovittuun.
 - Kuluttaja peruuttaa sopimuksen 14 päivän kuluessa vahvistuksen vastaanottamisesta ilmoittamalla siitä verkonhaltijalle. Vahvistus katsotaan vastaanotetuksi 7 päivän kuluessa lähettamisestä, jos se on lähetetty postitse, ja heti, jos se on lähetetty sähköpostin välityksellä. Jos kuluttaja sopimuksen peruutuessa on saanut hyväkseen suorituksen, kuluttajan on maksettava saamastaan hyödyistä kohtuullinen korvaus verkonhaltijalle. Hinta määräytyy vahvistuksen mukaisin sopimusehdoin, jollei muuta näytetä sovittuun.
- 2.6. Sopimusasiakirjat muodostavat verkkosopimuksen sisällön. Jos verkkosopimuksen ja siinä mainittujen asiakirjojen sisällöt ovat keskenään ristiriitaiset, sovelletaan ja tulkitaan asiakirjoja seuraavassa järjestyksessä:
- 1) Yksilölliset sopimusehdot
 - 2) Hinnastot
 - 3) Yleiset sopimusehdot (nämä ehdot).
- 2.7. Verkonhaltija ja käyttäjä voivat sopia muutoksista näihin ehtoihin. Sopimuksella ei kuitenkaan voida poiketa näistä ehdoista kuluttajan eikä näiden ehtojen 12. luvun osalta käyttäjän vahingoksi.
- 2.8. Käyttäjällä on oikeus vaihtaa verkkotuotetta tuotehinnastossa esitetyin verkkotuotteen luonteeseen perustuvien kohtuullisten rajoitusten. Verkonhaltijalla on oikeus periä käyttäjän pyytämästä vaihdosta aiheutuvat kohtuulliset kustannukset. Vaihtamisrajoitus voi olla voimassa enintään 12 kuukautta. Lakkautettavaksi ilmoitettuun tuotteeseen ei voi vaihtaa.
- 2.9. Sähkön saannin ajalliset rajoitukset (ja muu sähkökäytön ohjaus)
- 2.9.1. Käyttäjä ja verkonhaltija voivat sopia sähkönsaannin ajallisten rajoitusten (tai muun sähkökäytön ohjauksen) käyttöön ottamisesta, käyttämisestä tai purkamisesta — verkonhaltijan asennuksia tai laitteita apuna käyttäen — verkkosopimuksessa tai muutoin. Sovitut rajoitukset on määriteltävä tarkkaan.
- 2.9.2. Rajoituksen käyttöön ottamisesta on sovittava kirjallisesti. Jos käyttöpaikkaa varten on aiemmin sovittu rajoituksista ja tehdään uusi käyttöpaikkaa koskeva verkkosopimus, ra-

Liite 3. 4(16)

joituksista on mainittava uudessa kirjallisessa verkkosopimuksessa tai verkkosopimuksen vahvistusilmoituksessa.

- 2.9.3. Jos käyttäjä ja myyjä niin sopivat, myyjällä on oikeus rajoittaa sähkön saantia (tai muuten ohjata sähkökäyttöä). Jos haluttu sähkökäytön rajoitus on tarkoitus toteuttaa verkonhaltijan asennuksia tai laitteita apuna käyttäen, sitä ei voida tehdä ilman, että verkonhaltija tarjoaa tarvittavan palvelun. Verkonhaltija toteuttaa rajoitukset myyjän tilauksesta ja kustannuksella. Rajoituksia ei toteuteta, jollei myyjä ilmoita verkonhaltijalle sopineensa kirjallisesti käyttäjän kanssa rajoitusten käytöstä.
- 2.9.4. Kun kysymyksessä on asunnon suora sähkölämmitys pääasiassa suurin sähkölämmittimin, ei voida sopia, että lämmityselementtien jännitteetön aika olisi suurempi kuin 1,5 tuntia kerrallaan ja yhteenlaskettuna suurempi kuin 5 tuntia vuorokaudessa. Jokaista yksittäistä jännitteetöntä ajanjaksoa tulee seurata jännitteellinen ajanjakso, joka on vähintään jännitteettömän ajanjakson pituinen.
- 2.9.5. Käyttäjä ei voi esittää vaatimuksia verkonhaltijaa kohtaan näiden ehtojen ja yksilöllisesti sovitun mukaisesti toteutettujen rajoitusten (tai ohjausten) takia.
- 2.10. Käyttäjä on velvollinen ilmoittamaan sopimukseen vaikuttavista muutoksista, jotka koskevat esimerkiksi käyttäjää, käyttöpaikkaa tai laskutusosoitetta tai muuta osoitetta, jota sopijapuolet ovat sopineet käytettävän verkonhaltijan lähettämien vahvistusilmoitusten, hinnanmuutosilmoitusten sekä muiden ilmoitusten lähettämiseen.

3. Vakuus tai ennakkomaksu

- 3.1. Verkonhaltijalla on verkkosopimusta tehtäessä oikeus vaatia käyttäjältä, joka ei ole kuluttaja, vakuus tai ennakkomaksu verkkosopimukseen perustuvien saatavien maksamisesta. Jos verkkosopimus tehdään samojen sopijapuolten välillä vain sähkökäyttöpaikan vaihdoksen tai sähköntoimitussopimuksen irtisanomisen takia ilman samalla sähkökäytössä tai muissa olosuhteissa tapahtuvia muutoksia, vakuutta voidaan vaatia vain kohdan 3.2 mukaan.
- 3.2. Verkonhaltijalla on verkkopalvelun alkamisen jälkeen oikeus vaatia käyttäjältä, joka ei ole kuluttaja, vakuus tai ennakkomaksu verkkosopimukseen perustuvien saatavien maksamisesta, jos käyttäjä on olennaisesti laiminlyönyt tähän tai toiseen verkkosopimukseen tai sähköntoimitussopimukseen perustuvaa maksuvelvollisuuttaan, jota ei ole perustellusti riitautettu.
- 3.3. Verkonhaltija voi vaatia kuluttajalta kohtuullisen vakuuden tai ennakkomaksun verkkosopimusta tehtäessä sekä verkkosopimuksen ollessa voimassa. Verkkosopimuksen ollessa voimassa vakuutta tai ennakkomaksua voidaan vaatia vain, jos kuluttaja on olennaisesti laiminlyönyt sopijapuolten välisiin sopimussuhteisiin liittyviä maksuvelvoitteita. Verkonhaltijalla tulee sekä verkkosopimusta tehtäessä että sen voimassa ollessa olla lisäksi erittäin painava syy vakuus- tai ennakkomaksuvaateelleen. Erittäin painavia syitä voivat olla esimerkiksi:
 - kuluttajan verkkopalvelu on keskeytetty maksulaiminlyönnin takia;
 - verkonhaltijalla on kuluttajalta eräänntyneitä verkkopalveluun, sähköntoimitukseen tai liittymissopimukseen liittyviä saatavia, joiden määrää voidaan pitää huomattavana verkkopalvelun laskutuksen määrään nähden; tai
 - kuluttajan luottotiedoista ilmenee, että kuluttaja on ilmeisesti kyvytön suorittamaan verkkosopimukseen perustuvista maksuista.
- 3.4. Jos verkkosopimusta tehtäessä vakuutta ei ole määräpäivään mennessä maksettu, verkkosopimus raukeaa. Sopimus raukeaa, vaikka sähköntoimitus käyttöpaikkaan olisi aloitettu. Käyttäjä on velvollinen maksamaan ennen sopimuksen raukeamista käyttämästään verkkopalvelusta sopimuksen mukaisen hinnan.
- 3.5. Verkonhaltijalla on oikeus käyttää vakuutta tai ennakkomaksua verkkopalveluun tai aiempiin samaa käyttöpaikkaa koskeviin sähköntoimituksiin perustuvien eräänntyneiden saatavien, kertyneiden viivästyskorkojen ja kohtuullisten perimiskulujen suorittamiseksi. Jos verkonhaltija käyttää vakuuden tai ennakkomaksun tai osan siitä saatavien suorittamiseksi on verkonhaltijalla oikeus vaatia käyttäjää täydentämään vakuus tai ennakkomaksu kohdassa 3.7 mainitun määräksi, jos sopimussuhde edelleen jatkuu.
- 3.6. Verkonhaltija ei maksa vakuudelle tai ennakkomaksulle korkoa.
- 3.7. Vakuus tai ennakkomaksu voi olla määrältään enintään laskutuskauden alun ja verkkopalvelun

Liite 3. 5(16)

keskeyttämisen (siten kuin se määräytyy kohtien 8.1-8.1.4 mukaan) välisen ajan verkkopalvelulaskun suuruinen. Verkkopalvelulasku lasketaan käyttäjän sähkökäytöstä tehdyn arvion mukaan. Arvio voidaan tehdä suurimman sähkökäytön ajanjakson mukaan.

- 3.8. Verkonhaltija palauttaa vakuuden verkkosopimuksen päätyttyä välittömästi, kun loppulasku on maksettu ja mahdolliset muut käyttäjän veloitteet suoritettu. Sopimuksen pysyessä voimassa vakuus palautetaan viimeistään kahden (kuluttajalle yhden) vuoden kuluttua sen antamisesta. Vakuutta ei sopimuksen voimassa ollessa palauteta, jos käyttäjä on vakuudenpitoaikana laiminlyönyt maksujaan olennaisesti. Ennakkomaksu käytetään erääntyvien maksujen suorittamiseen tässä kohdassa vakuuden palauttamiselle määritellyn ajan kuluessa.
- 3.9. Vakuuden luovuttamisesta laaditaan kirjallinen sopimus. Ennakkomaksusta voidaan mainita myös sopimuksen vahvistusilmoituksessa.
- 3.10. Verkonhaltijalla on oikeus realisoida annettu vakuus parhaaksi katsomallaan tavalla erääntyneiden saatavien suorittamiseksi.
- 3.11. Vakuuden tai ennakkomaksun luovuttamisen sijasta käyttäjä ja verkonhaltija voivat sopia verkkosopimuksen mukaisten maksujen maksamisesta ennakkoon. Palaamisesta tavanomaiseen maksuaikatauluun noudatetaan soveltuvin osin mitä kohdassa 3.8 on määrätty.
- 3.12. Tässä luvussa tarkoitettua ennakkomaksusta tai kohdassa 3.11 tarkoitettua ennakosta ei ole kyse, jos käyttäjä valitsee valittavissaan olevista erilaisista (verkkotuote- tai maksutapa-) vaihtoehdoista sellaisen, johon kuuluu etupainotteinen maksujärjestely.

4. Sähkölaitteet

- 4.1. Tämän luvun määräyksiin vedoten verkonhaltija ei voi kieltäytyä sähkömarkkina- ja edellytetystä verkon kehittämisestä.
- 4.2. Sopijapuolten tulee huolehtia siitä, että heidän sähköasennuksensa ja sähkölaitteensa ovat säännösten ja määräysten edellyttämässä kunnossa. Sähköasennuksia ja laitteita ei saa käyttää niin, että niistä aiheutuu vahinkoa tai häiriötä jakeluverkolle tai toisille käyttäjille. Sopijapuolen asennuksina ja laitteina pidetään kohdissa 4.2. - 4.10 myös muita hänen vastuupiirissään olevia asennuksia ja laitteita, esimerkiksi käyttäjän sellaisen vuokralaisen tai edelleenostajan, jolla ei ole verkonhaltijan kanssa verkkosopimusta, asennuksia ja laitteita. Käyttäjän tulee lisäksi ilmoittaa verkonhaltijalle kohtien 4.4.1 ja 4.4.3 mukaisista laitteistoista ennen niiden käyttöönottoa sekä lisäksi varmistua siitä, että sähkön syöttö sähköntuotantolaitteiston käyttöpaikasta jakeluverkkoon on tehokkaasti estetty kaikissa olosuhteissa.
- 4.3. Sähköasennukset tulee tehdä, tarkastaa ja liittää verkkoon sähköturvallisuuksiin koskevan lainsäädännön ja sen perusteella annettujen säännösten ja määräysten sekä alan standardien mukaisesti. Standardien puuttuessa verkonhaltija voi antaa kansainväliseen käytäntöön ja hyvään sähkölaitteistojen rakennus- ja käyttötapaan perustuvia suosituksia tai ohjeita käyttäjän laitteiden ja laitteistojen verkkoon liittämiseksi.
- 4.4. Jos käyttäjän sähkölaitteelle tai -laitteistolle on olemassa verkkohäiriöitä koskeva standardi, käyttäjän tulee ottaessaan laitteita käyttöön ja käyttäessään niitä tarkistaa, onko käyttäjän sähkölaite tai -laitteisto standardin mukaan kytkentäkelpoinen kyseisen verkon ominaisuudet ja laitteen käyttötapaa huomioon ottaen. Verkonhaltija antaa pyynnöstä käyttäjälle tämän tarvitsemia verkon ominaisuuksiin liittyviä tietoja.
 - 4.4.1. Jos käyttäjän sähkölaitteen tai -laitteiston aiheuttamille verkkohäiriöille ei ole olemassa kyseiseen tapaukseen soveltuvia standardeja, verkonhaltija selvittää käyttäjän pyynnöstä, voidaanko laite tai laitteisto liittää kyseiseen verkkoon. Jos käyttäjä ei tee tällaista selvityspyynnystä, verkonhaltija voi puuttua asiaan jälkikäteen kohdan 4.8 mukaisesti. Selvityspyynnön tekemistä suositellaan etenkin seuraavissa tapauksissa:
 - sähkölaitteen tai -laitteiston kytkentävirta on suuri verrattuna pääsulakkeen kokoon;
 - sähkölaitteen tai -laitteiston verkkoon kytketyminen tapahtuu usein;
 - sähkölaitteen tai -laitteiston käyttö edellyttää verkonhaltijan erityistoimenpiteitä; tai
 - sähkölaite tai -laitteisto aiheuttaa merkittävää yliaaltovirtaa.
 - 4.4.2. Selvityspyynnystä ei yleensä tarvitse tehdä laitteista, joiden ylivirtasuojan suuruus on enintään 16 A. Verkonhaltija voi ilmoittaa erikseen alueet ja laitteet, joilla selvityspyynnön

Liite 3. 6(16)

raja on tätä pienempi. Yliaaltovirtojen häiritsevyyden arvioinnissa voidaan käyttää apuna alan järjestöjen julkaisuja.

4.4.3. Tyypillisesti ennakkoselvitystä vaativia ovat:

- Generaattorit ja muut jännitettä, energiaa tai oikosulkutehoa syöttävät laitteet:
 - Mm. tuuli-, aurinko-, vesi- ja bioenergialaitokset
- Maalämpöpumput
- Loissähkön kompensointilaitteet
- Hitsauslaitteet
- Kompressorit
- Suurehkot elektroniikkaohjatut laitteet
- Suurehkot suuntaajien tai taajuusmuuttajien laitteet

4.5. Sopijapuolet ovat velvollisia korvaamaan toisilleen edellisissä (4.2 - 4.4) kohdissa tarkoitettujen säännösten, määräysten ja kirjallisten ohjeiden vastaisten asennustensa tai viallisten laitteidensa tai niiden käytön aiheuttaman 11. luvussa määritellyn vahingon samassa luvussa mainituin edellytyksin ja rajoituksin. Käyttäjän vastuu koskee myös sellaisia mainituista syistä muille käyttäjille aiheutuvia vahinkoja, jotka verkonhaltija joutuu tai voi joutua korvaamaan muille käyttäjille. Käyttäjän korvausvelvollisuus on kuitenkin rajoitettu seuraavasti:

4.5.1. Käyttäjä on korvausvelvollinen vain, jos hän on tiennyt tai hänen olisi pitänyt tietää asennustensa tai laitteidensa tai niiden käytön mahdollisesti aiheuttamista riskeistä ottaen huomioon hänen asiantuntemuksensa, käyttämänsä laitteen tai asennuksen ominaisuudet sekä verkonhaltijan hänelle mahdollisesti antama informaatio.

4.5.2. Kun sähkölaitteessa tai -laitteistossa on vika tai ominaisuus, jota käyttäjä ei ole voinut havaita, käyttäjä vastaa tällaisesta sähkölaitteesta tai -laitteistosta mahdollisesti aiheutuvista vahingoista ja kustannuksista, jos hän jatkaa haittaa tuottavan laitteen tai laitteiston käyttämistä verkonhaltijan huomautuksesta huolimatta.

4.6. Sopijapuolten tulee ilmoittaa toisilleen toisen asennuksissa ja sähkölaitteissa havaitsemistaan viroista ja häiriöistä.

4.7. Mikäli käyttäjän ilmoittama vika tai häiriö kuuluu jonkun muun kuin verkonhaltijan korjausvelvollisuuden piiriin, verkonhaltijan on ilmoitettava tälle viasta tai häiriöstä.

4.8. Jos käyttäjän sähkölaitteet haittaavat merkittävästi toisten käyttäjien sähkönkäyttöä, verkonhaltijan tulee yhdessä käyttäjän kanssa määritellä keinot haitan poistamiseksi tai pienentämiseksi. Verkonhaltija voi tällöin esimerkiksi rajoittaa laitteen käytön tapahtuvaksi määräaikoina. Verkonhaltija voi kieltää laitteen käytön vain, jos laitteen käyttö ei ole lainkaan mahdollista ilman, että siitä aiheutuu merkittävää haittaa muille käyttäjille.

4.9. Verkonhaltija ei vastaa käyttäjälle hänen laitteidensa ominaisuuksista, vanhentumisesta, kulumisesta, rikkoutumisesta tai niiden yhteensopivuudesta jakeluverkon, käyttäjän oman verkon tai käyttäjän verkossa olevien muiden sähkölaitteiden tai -laitteistojen kanssa tai edellä mainittujen seikkojen aiheuttamista vahingoista, ellei vahinkoa ole aiheuttanut 10. luvussa tarkoitettu sähkön laatua koskeva virhe. Verkonhaltija ei myöskään vastaa käyttäjän asennuksien tai laitteiden tai niiden suojausien puutteellisuuksien aiheuttamista vahingoista.

4.10. Jos käyttäjä tarvitsee esimerkiksi laitteidensa herkkyyden takia tavanomaisen verkkopalvelun mukaista sähköä laadultaan parempaa sähköä (vertaa kohta 10.4) tai sähkönsaannin keskeytettömyyttä (vertaa kohta 10.5), käyttäjän tulee ottaa yhteyttä verkonhaltijaan asian selvittämiseksi.

B. Mittaus, laskutus ja keskeyttäminen

5. Sähkön mittaus ja mittauslaitteistot

5.1. Vastuu sähkömarkkinoita koskevan lainsäädännön edellyttämän mittauksen järjestämisestä, mitaustietojen lukemisesta, välittämisestä ja raportoinnista on verkonhaltijalla. Käyttäjän tulee maksaa aiheuttamansa kohtuulliset mittauskustannukset. Verkkosopimuksessa sovitaan mittauksen tarkemmasta järjestämisestä. Verkonhaltija vastaa mittauslaitteistosta ja mittauksen oikeellisuudesta, jollei muuta ole sovittu. Jos mittareita on useita, verkkosopimuksessa sovitaan, mitä mittaria tai mittareita käytetään verkkopalvelun laskutuksen ja taseselvityksen perusteena.

Liite 3. 7(16)

Jos verkkopalvelun laskutuksen perusteena olevien mittarien lisäksi käyttöpaikalla on muu mittari, joka mittaa käytön sisäistä jakaumaa, verkonhaltija ei lue tällaista mittaria tai järjestä sen mittaaman käytön taseselvitystä ilman eri sopimista ja eri korvausta.

- 5.2. Käyttäjän tulee korvauksetta sallia mittauksen ja mittaustietojen siirron kannalta tarpeellisten laitteistojen asentamisen tiloihinsa sekä niiden säilyttämisen, huoltamisen ja luennan tiloissaan.
- 5.3. Mittauslaitteiden tulee olla rakenteeltaan ja tarkkuudeltaan standardien ja yleisen käytännön mukaiset sekä täyttää sähkömarkkinoita koskevan lainsäädännön mukaiset vaatimukset.
- 5.4. Mittauslaitteet tarkistetaan niistä vastaavan sopijapuolen vastuulla siten kuin siitä on erikseen säädetty tai määrätty ja muutenkin tarpeen mukaan. Toisen sopijapuolen vaatimuksesta mittauslaitteista vastaavan sopijapuolen tulee tarkistuttaa mittauslaitteet. Jos mittauksessa todettu virheprosentti on suurempi kuin kaksi kertaa mittarin tarkkuusluokka veloitukseen nähden määrävillä kuormituksilla, mittauslaitteista vastaava sopijapuoli vastaa tarkistuksesta aiheutuneista kustannuksista. Muussa tapauksessa kustannuksista vastaa se, joka on tarkistusta vaatinut.
- 5.5. Mittauslaitteet voidaan tarkistuttaa vakausasetuksen perusteella tarkistamiseen hyväksytyillä tarkistajilla tai sopijapuolten hyväksymällä muulla tarkistajalla. Vastuu tarkistuksen aiheuttamista kustannuksista määräytyy edellisessä kohdassa mainitun mukaisesti.
- 5.6. Verkonhaltija tarjoaa yleisen aikajaotuksen mukaisia mittauspalveluita valtioneuvoston asetuksen sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta mukaisesti. Yleisen aikajaotuksen mukaisia mittauspalveluita ovat tuntimittaukseen perustuva mittauspalvelu, yksiaikasiirron mittauspalvelu, yö- ja päiväenergiaan perustuva kaksiaikasiirron mittauspalvelu sekä talviarkipäiväenergiaan ja muuhun energiaan perustuva kausiaikasiirron mittauspalvelu. Näiden lisäksi verkonhaltija voi tarjota rakenteeltaan muun tyyppisiin aikajaotuksiin perustuvia mittauspalveluita.

6. Mittarin luenta ja mittaustiedon siirto

- 6.1. Käyttäjän tulee sallia mittaustietojen lukeminen ja siirto mittauslaitteistolta sekä mittaustietojen käyttö sähkötaseiden selvityksen ja mittauksen vaatimalla tavalla siten kuin asiasta on määrätty tai määräyksien puuttuessa alalla yleisesti noudatetun käytännön mukaisesti.
- 6.2. Käyttäjän tulee lisäksi sallia sähkön toimitusta ja sähkön laatua koskevien tietojen lukeminen ja siirtäminen mittauslaitteistolta ja niiden käyttö verkonhaltijan verkon käyttötoimintaa varten.
- 6.3. Jos mittauslaitteisto on tuntimittauslaitteisto, mittarilta siirretään kulutusta koskevat tiedot voimassa olevien määräysten mukaisesti.
- 6.4. Jos mittauslaitteisto on muu kuin tuntimittauslaitteisto, noudatetaan kohtia 6.4.1-6.4.5
 - 6.4.1. Verkonhaltija huolehtii siitä, että mittari luetaan säännöllisesti vähintään kerran vuodessa.
 - 6.4.2. Käyttäjä ja verkonhaltija voivat sopia tätä tiheimmästä mittarin luennasta ja siitä aiheutuneiden kohtuullisten kustannusten korvaamisesta verkonhaltijalle.
 - 6.4.3. Käyttäjän tulee sallia verkonhaltijan tai myyjän valtuuttamien henkilöiden pääsy mittauslaitteistolle ja mittarin lukeminen. Mittari tulee lukea sellaisena aikana, ettei luennasta aiheudu käyttäjälle merkittävää haittaa.
 - 6.4.4. Käyttäjä on velvollinen kerran vuodessa ilmoittamaan verkonhaltijalle kutakin verkkosopimuksen mukaista käyttöpaikkaa koskevat mittauslukemat verkonhaltijan sitä kirjallisesti pyytessä. Tämä kohta ei koske käyttäjiä, jotka eivät käytännössä pääse lukemaan mittaria.
 - 6.4.5. Verkonhaltijalla on oikeus arvioida mittauslaitteiston lukema sähkönkäyttöpaikan aikaisempaan sähkönkulutukseen perustuen, jos mittauslaitteisto on sijoitettu paikkaan, johon verkonhaltijalla ei ole pääsyä, eikä käyttäjä ole toimittanut verkonhaltijan asettamassa kohtuullisessa määräajassa lukemaa verkonhaltijan sitä pyydettyä.
- 6.5. Verkonhaltijan on huolehdittava mittauslaitteiston luennasta käyttäjän ilmoitettua myyjän vaihtumisesta. Verkonhaltijalla on oikeus arvioida muun kuin tuntimittauslaitteiston lukema sähkönkäyttöpaikan aikaisempaan sähkönkulutukseen perustuen myyjän vaihtuessa käyttöpaikalla, jos käyttäjä ei ole toimittanut kohtuullisessa määräajassa lukemaa verkonhaltijan sitä pyydettyä tai jos mittauslaitteisto on sijoitettu sellaiseen paikkaan, johon käyttäjällä ei ole pääsyä. Arvion pe-

Liite 3. 8(16)

rustana voidaan käyttää myös myyjän vaihtumisen jälkeen tapahtunutta mittalaitteiston luentaa, jonka verkonhaltija on suorittanut ennen kuin käyttäjä on saanut loppulaskun aikaisemmalta myyjältä.

7. Laskutus ja maksujen suoritus

- 7.1. Verkonhaltija laskuttaa käyttäjää verkkopalvelun käytöstä verkkosopimuksen ja kulloinkin voimassa olevien hinnastojen mukaisesti. Hinnastojen ja muiden sopimusehtojen muutoksia on käsitelty luvussa 13.
 - 7.1.1. Jos käyttöpaikalla on tuntimittauslaitteisto tai muu etäluettava mittauslaitteisto, laskutus perustuu mitattuun sähkökäyttöön, jollei muuta ole sovittu. Jos käyttöpaikan sähkökäytön mittaus perustuu muuhun kuin etäluettavaan mittauslaitteistoon, laskutus perustuu käyttäjän arvioituun sähkökäyttöön, jollei muuta ole sovittu. Arviolaskutus tasataan ilmoitetun tai luetun (kohta 6.4) mittarilukeman perusteella vähintään kerran vuodessa (luku- eli tasauslasku). Laskutus voidaan perustaa aikaisempaan sähkökäyttöön perustuvaan arvioon, jollei verkonhaltija saa tietoonsa mittarilukemaa.
 - 7.1.2. Verkonhaltija on velvollinen tarkistamaan arvioituun sähkökäyttöön perustuvaa laskutusta käyttäjän pyynnöstä, milloin arviolaskutuksen perusteina olevissa olosuhteissa on tapahtunut olennainen muutos tai milloin tarkistamiseen muuten on perusteltua aihetta. Verkonhaltija ilmoittaa arvion muutoksesta avoimen toimituksen myyjälle alalla noudatettavan käytännön mukaan.
- 7.2. Laskun sisällössä noudatetaan sähkömarkkinalakia ja sen nojalla annettuja säädöksiä ja määräyksiä.
- 7.3. Laskun lähettämisen ja eräpäivän välillä on oltava vähintään kaksi viikkoa. Jos käyttäjä on muu kuin kuluttaja, sopijapuolet voivat sopia myös lyhyemmästä erääntymisajasta.
- 7.4. Käyttäjä on velvollinen maksamaan verkonhaltijan lähettämän laskun viimeistään siinä mainittuna eräpäivänä. Lasku lähetetään käyttäjän ilmoittamaan laskutusosoitteeseen. Käyttäjä on vastuussa laskun maksamisesta siitä riippumatta, mihin hän on pyytänyt laskun lähettämään.
- 7.5. Mahdollisista myöhästyneistä maksusuorituksista verkonhaltijalla on oikeus periä korkolain mukaista viivästyskorkoa. Jos laskun eräpäivä ja maksettava määrä on ennalta määrätty, viivästyskorkoa peritään eräpäivästä lukien. Jos kuluttajan laskun eräpäivää ja/tai maksettavaa määrää ei ole ennalta määrätty, viivästyskorkoa voidaan periä aikaisintaan 30 päivän kuluttua laskun lähettamisestä. Kirjallisen huomautuksen ja katkaisuvaroituksen lähettamisestä voidaan lisäksi periä voimassaolevan hinnaston mukainen kohtuullinen maksu.
- 7.6. Laskutus- ja mittausvirheen sekä mittarin luentavirheen johdosta verkonhaltijalla on oikeus lisäveloitukseen ja käyttäjällä oikeus hyvitykseen seuraavien kohtien mukaisesti:
 - 7.6.1. Jos mittausvirhe on todettu suuremmaksi kuin kohdan 5.4 mukaan on hyväksyttävää, tämä otetaan huomioon laskutuksessa siten, että hyvitys tai lisäveloitus suoritetaan mittauslaitteiden tarkistukseen, käyttäjän eri aikoina todettuihin sähkökäyttömääriin sekä muihin tietoihin perustuvan verkonhaltijan arvion nojalla.
 - 7.6.2. Sopijapuolet voivat vaatia kohdassa 7.6 mainittuihin virheisiin perustuvia saataviaan kolmen viimeksi kuluneen vuoden ajalta. Kolmen vuoden määräaika lasketaan virheen ilmoittamisesta toiselle sopijapuolelle.
 - 7.6.3. Kuluttaja voi kuitenkin vaatia kohdassa 7.6 mainittuja saataviaan virheen koko vaikutusajalta — ei kuitenkaan kymmentä vuotta pidemmältä ajalta — jos virheen syntymisajan kohta ja vaikutus laskutukseen voidaan jälkikäteen todeta.
 - 7.6.4. Verkonhaltija vastaa myyjän sijasta käyttäjälle tulevasta hyvityksestä sekä on myyjän sijasta oikeutettu käyttäjältä veloittamaan lisäveloitukseen, jos molemmat seuraavat edellytykset ovat voimassa:
 - verkonhaltijan myyjälle laskutuksen perusteeksi antamat sähkökäyttötiedot ovat mittausvirheen, mittarin luentavirheen tai verkonhaltijan antamassa ilmoituksessa olleen virheen (ei kuitenkaan arviopoikkeaman) takia tapahtuneeseen sähkökäyttöön verrattuina virheelliset ja
 - virheen korjaamiseksi tarpeellisia muutoksia ei enää sähkömarkkinoita koskevan lain-säädännön tai viranomaismääräysten mukaan voida tehdä myyjän sähkötaseeseen.

Liite 3. 9(16)

Siltä osin kuin hyvitys tai veloitus tapahtuu tämän kohdan perusteella sähkönmyynnin laskituksen korjaamiseksi, myyntihintana käytetään jakeluverkon vastuualueella toimitusvelvollisen myyjän sitä julkista sähkötuotetta tai -tariffia, joka parhaiten soveltuu käyttäjälle. Jos kyseessä on kuitenkin verkonhaltijan puolella oleva virhe ja käyttäjä esittää selvityksen sähkönhankintaansa kyseisenä aikana sovelletuista hinnoista, käytetään näitä hintoja.

- 7.6.5. Edellisten kohtien perusteella määräytyvälle lisäveloitukselle tai hyvitykselle ei suoriteta korkoa sen kertymisen ajalta. Lisäveloituksen maksamiselle on käyttäjälle myönnettävä kohtuullinen maksuaika. Jollei käyttäjä myönnettyssä ajassa maksa lisäveloituksesta aiheutunutta laskua, voidaan siitä tämän jälkeiseltä ajalta periä korkolain mukaista viivästyskorkoa.
- 7.7. Käyttäjä on velvollinen maksamaan myös siitä mitatusta tai todetusta verkkopalvelusta, joka on aiheutunut käyttäjän vastuupiirissä olevien sähköasennusten tai sähkölaitteiden vioista.

8. Verkkopalvelun keskeyttäminen

- 8.1. Verkonhaltija on oikeutettu keskeyttämään verkkosopimuksen tarkoittaman verkkopalvelun (käyttäjän sähkön saannin), jos käyttäjä olennaisesti laiminlyö verkonhaltijan saatavien suorittamisen tai on muuten olennaisesti laiminlyönyt verkkosopimukseen perustuvat velvollisuutensa.
- 8.1.1. Verkonhaltija lähettää käyttäjälle kirjallisen *huomautuksen* oikaista sopimusrikkomus eli maksaa erääntynyt saatava tai korjata muu laiminlyönti huomautuksessa asetetussa määräajassa, joka on vähintään kaksi viikkoa huomautuksen lähettämisestä. Jos käyttäjälle, joka on kuluttaja, lähetetään maksullinen huomautus, voidaan huomautus lähettää aikaisintaan kahden viikon kuluttua alkuperäisestä eräpäivästä. Jos käyttäjä ei huomautuksesta huolimatta oikaise sopimusrikkomusta asetetussa määräajassa, verkonhaltija lähettää käyttäjän laskutusosoitteeseen tai muuhun erikseen sovittuun osoitteeseen kirjallisen *katkaisuvaroituksen*. Katkaisuvaroituksesta käy ilmi verkkopalvelun keskeyttämisajan-kohta. Käyttäjän on oikaistava sopimusrikkomus ajoissa ennen ilmoitettua keskeyttämis-ajankohtaa välttyäkseen keskeytykseltä. Katkaisuvaroitus lähetetään käyttäjälle vähintään kahta viikkoa ennen verkkopalvelun keskeyttämistä. Keskeyttäminen voi tapahtua aikaisintaan viiden viikon kuluttua alkuperäisestä eräpäivästä tai siitä, kun käyttäjälle on ensimmäisen kerran ilmoitettu muusta sopimusrikkomuksesta ja sen oikaisemistarpeesta. Jos käyttäjälle, joka on kuluttaja, on lähetetty maksullinen huomautus, voi keskeyttäminen tapahtua aikaisintaan kuuden viikon kuluttua alkuperäisestä eräpäivästä.
- 8.1.2. Jos maksun laiminlyönti on johtunut käyttäjän maksuvaikeuksista, joihin hän on joutunut vakavan sairauden, työttömyyden tai muun erityisen seikan vuoksi pääasiassa ilman omaa syytään, verkkopalvelun saa keskeyttää aikaisintaan kolmen kuukauden kuluttua maksun eräpäivästä. Käyttäjän on ilmoitettava verkonhaltijalle laskun maksamisen esteenä olevasta seikasta heti, kun se on käyttäjän tiedossa ja, jos se on mahdollista, ennen laskun eräpäivää.
- 8.1.3. Kuluttajan tai asuinkiinteistön verkkopalvelu voidaan maksujen laiminlyönnin vuoksi keskeyttää vain, jos tällaisen käyttäjän suorittamatta oleva maksu on vähintään 200 euroa tai vanhimman maksamatta olevan laskun eräpäivästä on kulunut vähintään kolme kuukautta.
- 8.1.4. Verkkopalvelua ei saa maksujen laiminlyönnin vuoksi keskeyttää vakituisena asuntona käytettävästä rakennuksesta tai sen osasta, jonka lämmitys on riippuvainen sähköstä, lokaakuun alun ja huhtikuun lopun välisenä aikana, ennen kuin on kulunut neljä kuukautta laiminlyödyn maksun eräpäivästä.
- 8.1.5. Jos käyttäjän maksun laiminlyönti aiheutuu ylivoimaisesta esteestä, ei verkkopalvelua voida keskeyttää niin kauan kuin este vallitsee.
- 8.2. Verkkopalvelu voidaan jäljempänä esitettävissä tapauksissa keskeyttää käyttäjään sopimussuhteesta olevasta myyjästä johtuvasta syyistä.
- 8.2.1. Jos käyttäjän avoimen toimituksen myyjä laiminlyö verkkopalveluun tai tiedonsiirtoon liittyvät velvoitteensa verkonhaltijaa kohtaan taikka laiminlyö velvoitteensa tasevas-

Liite 3. 10(16)

tuunsa täyttämiseen tai taseselvitykseen liittyen, verkonhaltijalla on oikeus keskeyttää verkkopalvelu. Tässä kohdassa tarkoitetut myyjän velvoitteet määräytyvät mm. sähkömarkkinalain ja sen nojalla annettujen säännösten tai määräysten, viranomaisten tai järjestelmävastuullisen antamien ohjeiden, alan yleisen käytännön tai erikseen sovitun mukaisesti.

- 8.2.2. Verkonhaltijalla on oikeus keskeyttää verkkopalvelu, jos avoimen toimituksen myyjän toiminta päättyy esimerkiksi konkurssiin.
- 8.2.3. Verkkopalvelua ei kohtien 8.2.1 ja 8.2.2 nojalla saa keskeyttää ennen kuin kymmenen (10) päivää on kulunut siitä kun käyttäjälle on lähetetty ilmoitus verkkopalvelun keskeyttämisestä, jossa on mainittu keskeyttämisen peruste ja suorittamisajankohta. Ilmoitus sisältää myös kehotuksen käyttäjälle turvata sähkönsaantinsa tekemällä viipymättä toisen myyjän kanssa uusi myyntisopimus.
- 8.2.4. Kuluttajan verkkopalvelua ei saa keskeyttää ennen kuin kolme viikkoa on kulunut edellisessä kohdassa tarkoitetun ilmoituksen lähettämisestä.
- 8.2.5. Toimitusvelvollisuuden piirissä olevan käyttäjän verkkopalvelua ei saa keskeyttää ennen kuin sähkömarkkinaviranomainen on määrännyt uuden toimitusvelvollisen myyjän.
- 8.2.6. Käyttäjä on velvollinen korvaamaan verkonhaltijalle tai tämän määräämälle kohtien 8.2.1-8.2.5 mukaisesta sähkömyynnistä aiheutuneet kohtuulliset kustannukset.
- 8.3. Jos käyttäjän avointa toimitusta koskeva sähkömyyntisopimus päättyy ilman että uusi avoimen toimituksen sähkömyyntisopimus tulee voimaan, on verkonhaltijalla oikeus keskeyttää verkkopalvelu välittömästi. Verkonhaltijalla ei ole velvollisuutta tarkistaa myyjiltä saamiensa sähkömyyntisopimusten päättymistä koskevien ilmoitusten oikeellisuutta käyttäjältä tai muiltakaan tahoilta.
- 8.4. Verkkopalvelu voidaan keskeyttää myös käyttäjän pyynnöstä. Käyttäjän halutessa pyytämästään keskeytyksestä huolimatta ylläpitää mahdollisuuden verkkopalveluun käyttäjän on maksettava tästä ylläpidosta voimassa oleva maksu.
- 8.5. Jos verkkopalvelu keskeytetään myyjästä tai käyttäjästä johtuvasta syystä eikä 8.4 mukaisen pyynnön johdosta, käyttäjä ei vapaudu verkkosopimuksen ehtojen mukaisista maksu- tai muista velvollisuuksistaan verkonhaltijaa kohtaan.
- 8.6. Verkonhaltijalla on oikeus periä käyttäjältä kirjallisen huomautuksen ja katkaisuvaroituksen lähettämistä sekä verkkopalvelun keskeyttämisestä ja jälleenkytkennästä voimassaolevan hinnaston mukainen kohtuullinen maksu.
- 8.7. Verkkopalvelua jatketaan sen jälkeen, kun keskeyttämisen aihe on poistettu. Verkonhaltija ei ole kuitenkaan velvollinen tekemään verkkopalvelun jälleenkytkentää ennen kuin käyttäjä on maksanut kirjallisesta huomautuksesta tai muista ilmoituksista sekä muista keskeytykseen ja jälleenkytkentään liittyvistä toimenpiteistä aiheutuneet maksut ja kustannukset sekä erääntyneet verkonhaltijan saatavat ja vaaditun vakuuden.
- 8.8. Avoimen toimituksen myyjä saa vaatia verkkopalvelun keskeyttämistä verkonhaltijalta, kun myyjällä on sähkömyyntisopimuksen mukaan oikeus keskeyttää sähkömyynti. Myyjä vastaa siitä, että hänen vaatimalleen keskeyttämiselle on laissa, sähkömyyntisopimuksessa, muissa sopimuksissa tai määräyksissä mainittu peruste keskeyttämiselle. Jälleenkytkentä tapahtuu avoimen toimituksen myyjän toimeksiannosta. Jos myyntisopimus päättyy, jälleenkytkentä tapahtuu sitten, kun uusi myyjä on ilmoittanut sähkömyynnin aloittamisesta.
- 8.9. Käyttäjällä ei ole oikeutta verkkopalvelun keskeyttämisestä johtuviin vaatimuksiin verkonhaltijaa kohtaan, jos keskeyttämisen syynä ovat olleet käyttäjästä tai myyjästä johtuneet seikat.

C. Verkkopalvelun viivästys, virhe, vahinkojen korvaaminen sekä vakiokorvaus

9. Verkkopalvelun aloittaminen ja viivästys

- 9.1. Verkkopalvelu aloitetaan (eli sähkö kytketään käyttäjälle) erikseen sovitun ja näissä ehtoissa mainittujen määräysten mukaisten edellytysten mukaan (ks. 2.3 ja 2.4). Verkkopalvelu voidaan aloittaa aikaisintaan 14 päivän kuluttua verkkosopimuksen tekemisestä, ellei muuta ole sovittu.

Liite 3. 11(16)

- 9.2. Jos verkkopalvelun aloittaminen viivästyy, verkonhaltijan tulee viipymättä ilmoittaa käyttäjälle viivästyksen aiheuttanut näiden ehtojen mukainen hyväksyttävä syy tai aloittaa verkkopalvelu.
- 9.3. Jos verkkopalvelun aloittaminen viivästyy verkonhaltijan vastuulla olevasta syystä johtuen, korvaa verkonhaltija käyttäjälle viivästyksestä johtuvan vahingon 11. luvun mukaisesti ja siinä mainituin rajoituksin.
- 9.4. Verkonhaltija vähentää tietoonsa tulleen viivästyksen ajalta kertyneen verkkopalvelumaksun asian selvittämisen jälkeen lähetettävästä laskusta. Jollei edellä mainittu menettely ole enää mahdollista esimerkiksi sopimussuhteen päättymisen takia, vähennettävä rahasumma palautetaan käyttäjälle.
- 9.4.1. Jos käyttäjä haluaa varmistaa kohdassa 9.4 tarkoitetun viivästyneeltä ajalta kertyneen maksun vähentämisen laskustaan, tulee hänen ilmoittaa tätä koskeva vaatimus verkonhaltijalle. Tarvittaessa verkonhaltija voi pyytää täydentämään vaatimusta kirjallisesti. Jollei vaatimus ole perusteeton, verkonhaltija vähentää pidätettävän määrän asian selvittämisen jälkeen lähetettävästä ensimmäisestä laskusta.

10. Verkkopalvelun virhe

- 10.1. Verkkopalvelussa on virhe, jos sähkön laatu tai toimitustapa ei vastaa sitä, mitä on sovittu tai mitä voidaan katsoa sovitun.
 - 10.1.1. Verkonhaltija on pyydettyään velvollinen antamaan käyttäjälle tarpeelliset tiedot käyttäjän epäilemästä virheestä ja sen syistä.
- 10.2. Sähkön laatuvaatimuksia ja toimitustapaa (toimituksen keskeytyminen) koskevista poikkeuksista voidaan sopia kirjallisessa verkkosopimuksessa, käyttöpaikkaa koskevassa liittymissopimuksessa tai erillisellä kirjallisella sopimuksella.
- 10.3. Verkonhaltija ei tässä luvussa mainituin rajoituksin tai poikkeuksista sopimisin vapaudu sille sähkömarkkinalain mukaan kuuluvan verkon kehittämisvelvoitteen noudattamisesta.
- 10.4. Verkkopalvelun laatua (laatupoikkeamia) arvioitaessa on seuraavat näkökohdat otettava huomioon:
 - 10.4.1. Sähkön laatu määritetään liittämiskohdassa.
 - 10.4.2. Jollei toisin ole sovittu, verkkopalvelussa on virhe, jos sähkö ei laadultaan vastaa Suomessa noudatettavia standardeja. Näiden ehtojen voimaan tullessa käytettävä standardi on SFS - EN 50160.
 - 10.4.3. Kolmivaiheista sähköä koskevassa verkkopalvelussa yhden tai kahden vaiheen keskeytyminen voi olla kohdassa 10.5 tarkoitettu keskeytys.
- 10.5. Toimitustapaa arvioitaessa on otettava huomioon, että verkkopalvelulta ei voida edellyttää keskeytyksettömyyttä. Sähköverkko on alttiina erilaisille keskeytyksiä aiheuttaville luonnon- ja muille ilmiöille. Jollei toisin ole sovittu, verkkopalvelussa on virhe, jos verkkopalvelu on yhtäjaksoisesti tai toistuvasti keskeytynyt eikä keskeytymistä (sähkökatkosta) voida pitää keskeytyksen syyn ja olosuhteet huomioon ottaen vähäisenä. Verkkopalvelun keskeytymisestä johtuvaa virheellisyyttä arvioidaan kokonaisuutena.
- 10.6. Edellisen kohdan lisäksi toimitustapaa arvioitaessa otetaan huomioon mm. seuraavat kohdat:
 - 10.6.1. Verkonhaltijalla on oikeus välittömästi tilapäisesti keskeyttää verkkopalvelu (katkaista sähkönjakelu), jos se on välttämätöntä ihmishenkeä, terveyttä tai omaisuutta uhkaavan vaaran torjumiseksi.
 - 10.6.2. Olennainen häiriö sähköntuotannossa, sähköverkkotoiminnassa tai valtakunnan rajan ylittävissä sähkön siirrossa tai muu verkonhaltijasta riippumaton syy (kuten sota- tai muu kriisitilanne, työtaistelu tai poikkeuksellinen luonnonolosuhde) voi aiheuttaa sellaisen häiriön sähkön saatavuudessa, että sähkön saanti voi joko kokonaan keskeytyä tai vähentyä niin, että verkonhaltija joutuu keskeyttämään verkkopalvelun käyttäjille tai säännöstelemään sähkön saantia.

Jos verkonhaltija kahdessa edellisessä kohdassa mainituista syistä johtuen voi siirtää sähköä ja tarjota muita verkkopalveluja vain rajoitetusti, on verkonhaltijalla oikeus jakaa (säännöstellä) käytettävissä oleva sähkö käyttäjien kesken ottamalla huomioon yhteiskunnan yleiset elintärkeät tarpeet, mahdolliset viranomaismääräykset, voimassa

Liite 3. 12(16)

olevat sähköpulan hallintaa koskevat suunnitelmat tai velvoitteet ja vallitsevat olosuhteet ja keskeyttää muu verkkopalvelu tarpeen vaatiessa.

- 10.7. Verkkopalvelu voidaan tilapäisesti keskeyttää, jos se on välttämätöntä palvelun ylläpitämistä varten tarpeellisten laitteiden huollon, muutoksen, tarkastuksen, vian selvittämisen tai muun vastaavan syyn vuoksi. Keskeytys ei saa muodostua tarpeettoman pitkäaikaiseksi ja sen tulee mahdollisuuksien mukaan tapahtua sellaiseen aikaan ja siten, että siitä aiheutuu käyttäjille mahdollisimman vähän haittaa.
- 10.8. Edellisessä kohdassa mainitusta syystä johtuvasta keskeytymisestä, josta verkonhaltija on ennalta tietoinen, tiedotetaan riittävästi. Jos tässä kohdassa tarkoitettua keskeytyksestä ei tiedoteta riittävästi tai keskeytyksen jälkeinen jälleenkytkentä aiheuttomasti viivästyy ennalta ilmoitetusta, on kyseessä kuitenkin verkkopalvelun virhe.
- 10.9. Keskeytyksen katsotaan alkaneen siitä, kun verkonhaltija on saanut siitä tiedon tai hänen voidaan katsoa olleen siitä tietoinen.
- 10.10. Käyttäjän tulee varautua siihen, että verkkopalvelu ei ole keskeytyksetöntä. Käyttäjän tulee ottaa huomioon laitteidensa käyttöolosuhteet ja varmistaa laitteidensa asianmukainen sähkön saanti, jos käyttäjä tarvitsee esimerkiksi laitteidensa herkkyyden takia tavanomaisen verkkopalvelun mukaista sähköä laadultaan parempaa sähköä tai sähkön saannin keskeytyksettömyyttä.
- 10.11. Käyttäjän on viipymättä ilmoitettava havaitsemastaan verkkopalvelun virheestä, virheen uhasta tai siitä, että hänen käsityksensä mukaan verkkopalvelussa on virhe, verkonhaltijalle. Ilmoitusta ei tarvita, mikäli on perusteltua olettaa, että verkonhaltija on virheestä, sen uhasta tai käyttäjän käsityksestä muutoin tietoinen.
- 10.12. Verkonhaltijan tulee viipymättä siitä, kun sille on ilmoitettu virheestä tai kun se on muutoin tullut virheestä tietoiseksi, selvittää virheen syy ja korjata virhe.
- 10.13. Jos verkkopalvelussa on virhe, verkonhaltija on velvollinen korvaamaan käyttäjälle tästä syystä aiheutuneen vahingon 11. luvun mukaisesti.
- 10.14. Verkkopalvelun virheen johdosta käyttäjällä on oikeus virhettä vastaavaan hinnanalennukseen. Jos virhe perustuu verkkopalvelun keskeytymiseen, hinnanalennuksen määrä on vähintään neljä prosenttia (4 %) käyttäjän kyseisen sähkökäyttöpaikan arvioidusta vuosittaisesta verkkopalvelumaksusta. Jos käyttäjä on muu kuin kuluttaja, hinnanalennusten laskemisessa em. 4 %:n sääntöä käytetään enintään 350 euron määrään saakka käyttäjää kohti vuodessa. Hinnanalennus on aina kuitenkin vähintään virhettä vastaava. Jos käyttäjälle maksetaan verkkopalvelun keskeytymisen johdosta vakiokorvaus luvun 12. mukaan, hänellä ei ole oikeutta tässä kohdassa tarkoitettuun hinnanalennukseen saman keskeytyksen johdosta.
- 10.15. Verkonhaltija vähentää tietoonsa tulleen virheen johdosta tehtävän hinnanalennuksen seuraavasta laskusta tai palauttaa hinnanalennuksen käyttäjälle noudattaen vastaavasti mitä kohdissa 9.4 ja 9.4.1 on määrätty.
- 10.16. Käyttäjällä on aina oikeus esittää verkkopalvelun virheeseen perustuvat vaatimuksensa verkonhaltijalle. Vaatimus on esitettävä kohtuullisessa ajassa siitä, kun käyttäjä havaitsi verkkopalvelun virheen taikka hänen olisi pitänyt se havaita, ja hänellä oli vaatimusten esittämiseksi tarvittavat tiedot verkonhaltijasta.
- 10.17. Verkonhaltija ei vastaa virheestä, jos hän kohtuullisessa ajassa vaatimuksesta tiedon saatuaan ilmoittaa käyttäjälle virheestä vastuussa olevan myyjän, joka ottaa vastattavakseen virheestä aiheutuvan vahingonkorvauksen tai hinnanalennuksen.

11. Vahinkojen korvaaminen

- 11.1. Verkonhaltija korvaa käyttäjälle näissä ehdoissa määritellystä verkkopalvelun viivästyksestä tai virheestä aiheutuneen vahingon tässä luvussa mainituin perustein ja rajoituksin.
- 11.2. Viivästyksestä aiheutunutta vahinkoa ei korvata, jos verkonhaltija osoittaa, että viivästys johtuu hänen vaikutusmahdollisuuksiensa ulkopuolella olevasta esteestä, jota hänen ei kohtuudella voida edellyttää ottaneen huomioon verkkosopimusta tehtäessä ja jonka seurauksia hän ei myöskään kohtuudella olisi voinut välttää tai voittaa.

Jos viivästys johtuu kolmannelta tahosta, jota verkonhaltija on käyttänyt verkkosopimuksen täyttämiseksi, verkonhaltija vapautuu korvausvelvollisuudestaan vain, jos tämä kolmas taho olisi kohdan 11.2 mukaan vapaa vastuusta.

Liite 3. 13(16)

- 11.4. Käyttäjällä on oikeus saada korvaus välillisestä vahingosta vain, jos viivästys tai virhe aiheutuu verkonhaltijan puolella olevasta huolimattomuudesta. Jos käyttäjä ei ole kuluttaja eikä muuta ole sopijapuolten välillä sovittu, on verkonhaltijan vahingonkorvauksen enimmäismäärä aiheutuneiden välillisten vahinkojen osalta kuitenkin määrä, joka vastaa käyttäjän yhden vuoden verkkopalvelumaksujen yhteismäärää, kuitenkin enintään 8.500 euroa. Jos verkonhaltija on syylistynyt tahallisuuteen tai törkeään huolimattomuuteen, vahingonkorvauksen enimmäis-määrän rajoitusta ei sovelleta.
- 11.5. Välillisenä vahinkona pidetään näissä ehtoissa:
- 11.5.1. ansion menetystä, joka käyttäjälle aiheutuu viivästyksen tai virheen tai niistä johtuvien toimenpiteiden vuoksi;
 - 11.5.2. vahinkoa, joka johtuu muuhun sopimukseen perustuvasta velvoitteesta;
 - 11.5.3. sähkökäyttöpaikan käyttöhyödyn olennaista menetystä, josta ei aiheudu suoranaista ta- loudellista vahinkoa, sekä muuta siihen rinnastettavaa olennaista haittaa;
 - 11.5.4. muun käyttäjän kuin kuluttajan kärsimää omaisuusvahinkoa, joka johtuu verkkopalvelun virheestä aiheutuneesta käyttäjän laitteen tai laitteiston toiminnan häiriöstä tai py- sähtymisestä tai käyttäjän toiminnan keskeytymisestä, tai samasta syystä aiheutunutta ta- loudellista seurannaisvahinkoa tai tappiota; ja
 - 11.5.5. muuta samankaltaista vaikeasti ennakoitavaa vahinkoa.
- 11.6. Kuluttaja on oikeutettu saamaan korvauksen myös perheelleen tai perheenjäsenelleen sattunees- ta vahingosta samoin perustein kuin itselleen sattuneesta vahingosta.
- 11.7. Käyttäjälle korvataan edellä kohdassa 11.5.4 sanotusta huolimatta vahinko, joka on aiheutunut käyttäjän pääasiassa yksityiseen kulutukseensa käyttämälle omaisuudelle. Samoin korvataan edellisessä virkkeessä mainittu vahinko suoraan sellaiselle kuluttajan asemassa olevalle henki- lölle, joka ei ole itse sopimussuhteessa verkonhaltijaan, vaan hankkii verkkopalvelun käyttäjäl- tä. Vastaavaa korvausta ei suoriteta käyttäjälle.
- 11.8. Sopijapuolen tulee vahingon estämiseksi, sen sattuessa tai sen uhatessa aina ryhtyä kaikkiin sel- laisiin toimiin vahingon torjumiseksi tai rajoittamiseksi, joita häneltä voidaan kohtuudella vaatia ja edellyttää. Jos käyttäjä omalla toiminnallaan aiheuttaa vahingon, ei verkonhaltijalla ole velvol- lisuutta korvata sitä. Vahinko, joka on aiheutunut sopijapuolelle näiden ehtojen mukaan korvat- tavan vahingon rajoittamisesta, on korvattava.
- 11.9. Jos käyttäjä laiminlyö velvollisuutensa ryhtyä kohtuullisiin toimenpiteisiin vahinkonsa rajoitta- miseksi, hän saa itse vastata vahingosta tältä osin. Mikäli käyttäjän laiminlyöntiä voidaan pitää vähäisenä, voidaan käyttäjän vastattavaksi jäävää osaa tältä osin kuitenkin alentaa.
- 11.10. Verkonhaltija ei ole velvollinen korvaamaan näiden ehtojen nojalla sellaista vahinkoa, joka tulee korvattavaksi käyttäjälle tai muulle taholle muulla perusteella, kuten liittymän kytkemisen viivästymisen johdosta.

12. Vakiokorvaus

- 12.1. Käyttäjällä on oikeus verkkopalvelun yhtäjaksoisen keskeytymisen perusteella vakiokorvauk- seen, jos verkonhaltija tai myyjä, joka myy sähköä käyttäjille kiinteistön tai sitä vastaavan kiin- teistöryhmän sisäisen sähköverkon kautta, ei osoita, että verkkopalvelun keskeytyminen johtuu hänen vaikutusmahdollisuuksiensa ulkopuolella olevasta esteestä, jota hänen ei kohtuudella voi- da edellyttää ottavan huomioon toiminnassaan ja jonka seurauksia hän ei kaikkea huolellisuutta noudattaen olisi voinut välttää tai voittaa.
- 12.2. Vakiokorvauksen perusteena on aina verkonhaltijan tuottamasta verkkopalvelusta johtuva kes- keytystapahtuma. Jos keskeytys on johtunut kanta- tai alueverkossa tapahtuneesta häiriöstä tai keskeytyksestä tai aiheutunut ulkopuolisten tahojen toiminnasta, käyttäjällä ei ole oikeutta va- kiokorvaukseen. Jos keskeytys on johtunut käyttäjän sähkölaitteista, verkonhaltija ei ole velvol- linen suorittamaan vakiokorvausta kyseiselle käyttäjälle eikä muillekaan käyttäjille, jotka ovat kyseisen keskeytyksen vaikutuspiirissä.
- 12.3. Vakiokorvauksen määrä on käyttäjän vuotuisesta verkkopalvelumaksusta:
- 1) 10 prosenttia, kun keskeytyksen aika on ollut vähintään 12 tuntia mutta vähemmän kuin 24 tuntia;

Liite 3. 14(16)

- 2)25 prosenttia, kun keskeytysaika on ollut vähintään 24 tuntia mutta vähemmän kuin 72 tuntia;
- 3)50 prosenttia, kun keskeytysaika on ollut vähintään 72 tuntia mutta vähemmän kuin 120 tuntia; sekä
- 4)100 prosenttia, kun keskeytysaika on ollut vähintään 120 tuntia.
- Vakiokorvauksen enimmäismäärä verkkopalvelun keskeytymisen johdosta on enintään 700 euroa. Vakiokorvauksen enimmäismäärä voidaan tarkistaa valtioneuvoston asetuksella rahan-arvon muutosta vastaavasti.
- 12.4. Jos käyttäjälle maksetaan verkkopalvelun keskeytymisen johdosta vakiokorvaus, hänellä ei ole oikeutta kohdassa 10.14 säädettyyn hinnanalennukseen saman keskeytyksen johdosta.
- 12.5. Vakiokorvauksen maksamisesta ei saa sopimuksin poiketa käyttäjän vahingoksi.
- 12.6. Käyttäjällä on aina oikeus esittää verkkopalvelun keskeytymiseen perustuvat vaatimuksensa verkonhaltijalle. Vaatimus on esitettävä kohtuullisessa ajassa siitä, kun käyttäjä havaitsi verkkopalvelun keskeytymisen taikka hänen olisi pitänyt se havaita ja hänellä on vaatimusten esittämiseksi tarvittavat tiedot verkonhaltijasta.
- 12.7. Verkonhaltija vastaa verkkopalvelun keskeytymisestä käyttäjälle. Verkonhaltija vastaa verkkopalvelun keskeytymisestä verkossaan tämän lisäksi myös käyttäjälle, joka ostaa sähkön hänen jakeluverkkoonsa liittyneen kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sisäisen sähköverkon kautta, jollei verkonhaltija kohtuullisessa ajassa vaatimuksesta tiedon saatuaan ilmoita käyttäjälle myyjää, joka ottaa vastattavakseen verkkopalvelun keskeytymiseen perustuvan vakiokorvauksen.
- 12.8. Vakiokorvaukseen oikeuttavien ehtojen täytyminen ei tarkoita, että verkkopalvelussa olisi kohdan 10. mukainen virhe.

D. Sopimusehtojen muuttaminen, sopimuksen siirto ja päättymisen**13. Sopimusehtojen ja hintojen muuttaminen**

- 13.1. Sopijapuolet voivat yhdessä sopia yksilöllisen verkkosopimuksen muuttamisesta. Jos muuta ei ole sovittu, noudatetaan mitä kohdissa 2.5.-2.5.5. on määrätty.
- 13.2. Verkonhaltijalla on:
- oikeus muuttaa verkkosopimuksen sopimusehtoja ja hintoja, jos syynä on verkkopalveluun liittyvien pääomakustannusten tason, kuten korkokustannusten muutos, verkon kehittämiseen liittyvien investointitarpeiden muutos tai verkostoon sidotun pääoman poisto- tai takaisinmaksuajan muutos, joka ei johdu verkonhaltijasta; ja
 - oikeus muuttaa verkkosopimuksen hintoja siten, että hinnoittelu muutoksen jälkeenkin vastaa sähkömarkkinalain 14 § 2 momentin mukaisen kohtuullisen hinnoittelun vaatimuksia (tällä perusteella voidaan tehdä vain kohtuullisia muutoksia); ja
 - oikeus muuttaa verkkosopimuksen sopimusehtoja ja hintoja, jos syynä on verkonrakennus- tai ylläpitokustannusten muutokset, verkonhaltijan muille verkonhaltijoille suoritettavien maksujen muutokset, häviösähkön hankintakustannusten muutokset, muiden kuin verkoston rakentamiseen tai ylläpitoon mutta verkkopalveluun liittyvien työvoima- tai muiden toimintakustannusten muutokset, verkkopalvelun tarjoamiseksi tarpeellisten muiden palvelujen tuottamisen kustannusten muutokset tai verkkopalveluun kohdistuvien velvoitteiden muutokset. Tämän kohdan perusteella käyttäjän verkkosopimusta ei voida muuttaa niin, että verkkosopimuksen sisältö siitä olennaisesti muuttuisi.
- 13.3. Verkonhaltijalla on oikeus muuttaa hintoja ja muita sopimusehtoja, jos muutos perustuu lainsäädännön muuttumiseen tai viranomaisen päätökseen, jota verkonhaltija ei ole voinut ottaa lukuun verkkosopimusta tehtäessä.
- 13.4. Verkonhaltija voi muuttaa hintoja ja muita sopimusehtoja myös sellaisen lainsäädännön muutoksen tai viranomaisen päätöksen perusteella, joka on ollut sopimusta tehtäessä tiedossa, edellyttäen, ettei muutos olennaisesti muuta verkkosopimuksen hintoja tai muuta keskeistä sisältöä.

Liite 3. 15(16)

- 13.5. Jos verkonhaltijan vastuualue muuttuu, verkonhaltijalla on oikeus muuttaa verkkopalvelujen hintoja tai muita sopimusehtoja yhtenäisen hinnoittelun toteuttamiseksi. Yksittäisten käyttäjien maksuihin merkittäviä muutoksia aiheuttavat hintamuutokset tulee toteuttaa sähkömarkkinaviranomaisen ennen uuden hinnoittelun käyttöönottoa hyväksymän siirtymäajan kuluessa.
- 13.6. Verkonhaltijalla on lisäksi oikeus muuttaa sopimusehtoja ja hintoja, jos muutokseen on erityistä syytä,
- olosuhteiden olennaisen muuttumisen johdosta;
 - vanhentuneiden sopimus- tai hinnoittelujärjestelyjen uudistamisen takia tai
 - energian säästämiseksi tarpeellisten toimenpiteiden toteuttamiseksi.
- 13.7. Verkonhaltijalla on oikeus vaihtaa käyttäjän vanhentunut verkkopalvelutuote toiseen tuotehinnastossa olevaan käyttäjälle soveltuvaan verkkopalvelutuotteeseen kohtuullisen siirtymäajan puitteissa. Verkonhaltijan on lähetettävä käyttäjälle tuotteen lakkautussuunnitelma, josta käy ilmi miten ja millä aikataululla vanhentunut tuote lakkautetaan. Suunnitelma on lähetettävä käyttäjälle kohtuullisessa ajassa ennen muutosta.
- 13.8. Verkonhaltijalla on oikeus sellaisiin vähäisiin sopimusehtojen muutoksiin, jotka eivät vaikuta sopimussuhteen keskeiseen sisältöön.
- 13.9. Verkonhaltijan on lähetettävä käyttäjälle ilmoitus siitä, miten ja mistä ajankohdasta lukien hinnat tai muut sopimusehdot muuttuvat ja mikä on muutoksen peruste. Ilmoituksessa on myös mainittava, onko sopijapuolella oikeus irtisanoa verkkosopimus. Jos perusteena on muu syy kuin lainsäädännön muutos tai viranomaisen päätös, muutos saa tulla voimaan aikaisintaan kahden viikon, kuluttajien osalta kuukauden, kuluttua ilmoituksen lähettämisestä. Ilmoitus lähetetään käyttäjän laskutusosoitteeseen tai muuhun erikseen sovittuun osoitteeseen, ja se voi sisältyä esimerkiksi käyttäjälle tulevaan laskuun.
- 13.10. Jos muutoksen perusteena on lainsäädännön muuttuminen tai viranomaisen päätös, on verkonhaltijalla oikeus toteuttaa muutos siitä päivästä lukien kun muutos tai päätös tuli voimaan. Muutos voidaan toteuttaa myöhemminkin verkonhaltijan määräämänä ajankohtana, jollei kyseessä ole muutos käyttäjän eduksi. Verkonhaltijan on ilmoitettava näillä perusteilla tehtävistä muutoksista mahdollisimman pian.

14. Verkkosopimuksen siirto

- 14.1. Käyttäjä ei voi siirtää verkkosopimusta kolmannelle.
- 14.2. Verkonhaltija on oikeutettu siirtämään verkkosopimuksen toiselle verkonhaltijalle. Verkkosopimuksen ehtoja ei voida siirron yhteydessä muuttaa, jollei 13.5 muuta johdu. Uuden verkonhaltijan on ilmoitettava siirrosta käyttäjälle viimeistään ensimmäisen laskun yhteydessä.

15. Verkkosopimuksen päättyminen

- 15.1. Liittymissopimuksen päättyessä päättyvät myös liittymissopimuksen mukaista sähkökäyttöpaikkaa koskevat verkkosopimukset.
- 15.2. Määräaikainen verkkosopimus päättyy määräajan umpeuduttua tai purkamisen johdosta. Kuluttajalla on kuitenkin oikeus irtisanoa myös määräaikainen verkkosopimus kuten toistaiseksi voimassa olevan verkkosopimus.
- 15.3. Toistaiseksi voimassa oleva verkkosopimus päättyy irtisanomisen tai purkamisen johdosta.
- 15.4. Käyttäjä saa aina irtisanoa toistaiseksi voimassa olevan verkkosopimuksen päättymään kahden viikon irtisanomisajalla.
- 15.5. Käyttäjällä on 15 päivän ajan (kuluttajalla 30 päivän ajan) ehtojen tai hintojen muutoksesta tai verkkosopimuksen siirrosta tiedon saatuaan oikeus irtisanoa verkkosopimus päättyväksi ilman irtisanomisaikaa. Tällöin muutetut ehdot tai hinnat eivät koske käyttäjää ellei muutos johdu viranomaisen päätöksestä tai lainsäädännön muutoksesta.
- 15.6. Verkonhaltija ei voi irtisanoa kuluttajan verkkosopimusta. Muun käyttäjän verkkosopimuksen verkonhaltija voi irtisanoa kolmen kuukauden irtisanomisajalla, jos verkkosopimuksen pitämisen voimassa on lainsäädännön muutoksen tai olosuhteiden olennaisen muutoksen takia hänen kannaltaan kohtuutonta.

Käyttäjä saa purkaa verkkosopimuksen, jos verkkopalvelun alkaminen on viivästynyt tai verk-

Liite 3. 16(16)

- kopalvelu on ollut keskeytyneenä yli vuorokauden edellyttäen, että viivästys tai keskeytys johtuu verkonhaltijan puolella olevasta muusta syystä kuin ylivoimaisesta esteestä.
- 15.8. Verkonhaltijalla on oikeus purkaa verkkosopimus,
- 15.8.1. jos käyttäjä on olennaisesti rikkonut verkkosopimukseen perustuvia velvoitteitaan eikä sopimusrikkomusta ole oikaistu verkonhaltijan kirjallisesti ilmoittamassa kohtuullisessa määräajassa;
- 15.8.2. jos käyttäjä on syyllistynyt sähkön anastamiseen tai verkonhaltijan tai myyjän vastuulla olevien laitteiden tahalliseen vahingoittamiseen; tai
- 15.8.3. jos verkkopalvelu sähkökäyttöpaikkaan on keskeytetty käyttäjän maksu- tai muun sopimuslainlyönnin takia ja keskeytys on kestänyt vähintään kuukauden.
- 15.9. Kuluttajan maksuviivästyksen johdosta verkkosopimus voidaan purkaa vain kohdan 15.8.3. mukaisessa tilanteessa.
- 15.10. Verkonhaltija lähettää käyttäjälle ja tämän avoimen toimituksen myyjälle kirjallisen ilmoituksen verkkosopimuksen purkamisesta, jossa mainitaan purkuperuste ja verkkosopimuksen päättymisaika.

16. Vastuutahot

- 16.1. Sopijapuolet ovat vastuussa toisilleen verkkosopimuksen mukaisista velvoitteista.
- 16.2. Käyttäjä vastaa verkkosopimuksen mukaisten velvollisuuksiensa rikkomisesta aiheutuvista vahingoista kolmansille osapuolille.
- 16.3. Sopijapuolet vastaavat myös muiden kuin 4. luvussa mainittujen vastuupiirissään olevien tahojen toiminnasta, asennuksista ja laitteista.
- 16.4. Käyttäjällä on aina oikeus esittää 10. luvun mukaiseen verkkopalvelun virheeseen ja 12. luvun mukaiseen verkkopalvelun keskeytymiseen perustuvat vaatimuksensa verkonhaltijalle. Vaatimus on esitettävä kohtuullisessa ajassa siitä, kun käyttäjä havaitsi verkkopalvelun virheen tai keskeytymisen taikka hänen olisi pitänyt se havaita ja hänellä oli vaatimusten esittämiseksi tarvittavat tiedot verkonhaltijasta.
- 16.5. Verkonhaltija vastaa 10. luvussa tarkoitettusta verkkopalvelun virheestä käyttäjälle. Verkonhaltija ei vastaa virheestä, jos hän kohtuullisessa ajassa vaatimuksesta tiedon saatuaan ilmoittaa käyttäjälle virheestä vastuussa olevan myyjän, joka ottaa vastattavakseen virheestä aiheutuvan vahingonkorvauksen tai hinnanalennuksen.
- 16.6. Verkonhaltija vastaa 12. luvussa tarkoitettusta verkkopalvelun keskeytymisestä käyttäjälle. Verkonhaltija vastaa verkkopalvelun keskeytymisestä verkossaan tämän lisäksi myös käyttäjälle, joka ostaa sähkön hänen jakeluverkkoonsa liittyneen kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sisäisen sähköverkon kautta, jollei verkonhaltija kohtuullisessa ajassa vaatimuksesta tiedon saatuaan ilmoita käyttäjälle myyjää, joka ottaa vastattavakseen verkkopalvelun keskeytymiseen perustuvan vakiokorvauksen.

17. Riitojen ratkaiseminen

- 17.1. Kuluttajalla on oikeus saattaa tämän verkkosopimuksen tulkinnasta aiheutuneet erimielisyydet kuluttajariitalautakunnan käsiteltäväksi.
- 17.2. Verkkosopimuksesta johtuvat erimielisyydet käsitellään käyttäjän sähkökäyttöpaikan käräjäoikeudessa ensiasteena, jollei toisin ole sovittu. Kuluttajalla on kuitenkin aina oikeus nostaa kanne Suomessa olevan kotipaikkansa käräjäoikeudessa.

Sähköntuotannon verkkopalveluehdot
TVPE11

1(3)

Energiateollisuus ry:n suosittama

LIITE VERKKOPALVELUEHTOIHIN KOSKIEN SÄHKÖNTUOTANNON VERKKOPALVELUA

TVPE 11

A Yleistä, verkkosopimuksen tekeminen, palvelun edellytykset ja aloittaminen

1. Soveltamisala ja määritelmiä

1.1 Tätä liitettä TVPE11 sovelletaan jakeluverkkoon liitetyille sähköntuottajalle toimitettavassa *sähköverkkopalvelussa* jossa sähköntuottajan sähköntuotantolaitteisto toimii rinnan jakeluverkon kanssa niin, että tuotettu sähkö voidaan siirtää osin tai kokonaan jakeluverkkoon, ja kun verkon jännite-taso on alle 24 kV. Nämä ehdot ovat osa tätä palvelua koskevaa, jakeluverkon haltijan ja sähköntuottajan välistä *verkkosopimusta*. Sähköntuottajan sähköntuotantolaitteisto voi olla kytketty jakeluverkkoon suoraan tai kiinteistön sisäisen tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sähköverkon kautta.

1.2 Verkkopalveluehdoissa käytettäessä termiä *käyttäjä* tarkoitetaan tämän liitteen mukaisessa sopimuksessa sähköntuottajaa.

1.3 *Liittämiskohta* on määritelty liittymissopimuksessa.

1.4 *Sähköntuottaja* on henkilö tai yhteisö, jonka sähköntuotantolaitteisto toimii rinnan jakeluverkon kanssa niin, että tuotettu sähkö voidaan siirtää osin tai kokonaan jakeluverkkoon.

1.5 *Sopijapuolilla* tarkoitetaan näissä ehdoissa jakeluverkon haltijaa ja sähköntuottajaa.

1.6 *Tuottajan myyntisopimuksella* tarkoitetaan näissä ehdoissa sopimusta, jolla sähköntuottaja sopii tuottamansa sähköenergian myynnistä.

2. Verkkosopimuksen tekeminen

2.1 Tuotantoa koskeva verkkosopimus voidaan tehdä, kun kyseistä kohdetta koskeva liittymissopimus on voimassa. Tarvittaessa sähköntuotantoa koskemaan tehdään erillinen tuotannon liittymissopimus.

2.2 Mikäli sähköä myydään sähkömarkkinoille, edellyttää verkkopalvelun aloittaminen ja jatkaminen verkkosopimuksen ja liittymissopimuksen lisäksi yhden ja vain yhden sähkönostajan kanssa tehdyn avointa toimitusta koskevan sähköntuotantolaitteen ostosopimuksen voimassaoloa.

2.3 Sopimusasiakirjat muodostavat verkkosopimuksen sisällön: jos tässä liitteessä ja kulloinkin voimassa olevissa verkkopalveluehdoissa on ristiriitoja, sovelletaan tätä liitettä. Jos tässä liitteessä ei kuitenkaan ole lausuttu mitään, sovelletaan verkkopalveluehtoja.

3 Sähköntuotantolaitteiston käyttöönotto ja käyttö

3.1 Sähkölaitteistojen sähköturvallisuus

3.1.1 Sähköntuottajan sähköntuotantolaitteisto, sähköasennukset ja sähkölaitteistot eivät saa aiheuttaa vaaraa jakeluverkossa työskenteleville tai jakeluverkkoon liitetyille sähkökäyttäjille eikä häiritä muiden sähkökäyttäjien sähkölaitteistojen toimintaa.

3.1.2 Sähköntuotantolaitteisto ei saa jäädä syöttämään verkonhaltijan jakeluverkkoa tai sen osaa silloin kun jakeluverkkoa ei syötetä muualta.

3.1.3 Sähköntuotantolaitteisto on varustettava laitteilla, joilla se voidaan erottaa jakeluverkon haltijan jakeluverkosta. Näiden laitteiden on oltava jatkuvasti jakeluverkon haltijan käytettävissä ja ne on voitava lukita, jotta jakeluverkossa tehtävät toimenpiteet voidaan tehdä turvallisesti.

2(3)

3.2 Sähköntuotantolaitteiston valmistumisesta on ennen sen käyttöönottoa tehtävä jakeluverkon haltijalle ilmoitus, johon liitetään mukaan asianmukaiset koestus- ja käyttöönottotarkastuspöytäkirjat. Sähköntuotantolaitteiston saa kytkeä jakeluverkkoon vasta, kun jakeluverkon haltija on antanut siihen luvan.

3.3 Tuotantolaitteiston teknisten ominaisuuksien tulee täyttää erillisiin sopimusehtoihin kirjatut vaatimukset.

4. Sähköntuotantolaitteistojen käyttö, ohjaus ja suojaus

4.1 Sähköntuotantolaitteiston tulee soveltua jakeluverkossa käytettäväksi ottaen huomioon jakeluverkon ohjaus- ja suojausjärjestelmät. Jakeluverkon haltija antaa sähköntuottajalle verkon ominaisuuksiin liittyviä tietoja verkkoon liittämiseksi. Sähköntuottajan tulee selvittää, onko hänen sähköntuotantolaitteistonsa kytkettävissä jakeluverkkoon sen ominaisuudet ja laitteiston käyttötapa huomioon ottaen.

4.2 Sähköntuotantolaitteistoon tehtävistä teknisistä muutoksista tulee ilmoittaa verkonhaltijalle.

4.3 Mikäli sähköntuotantolaitteiston tekninen muutos edellyttää muutoksia jakeluverkkoon, vastaa sähköntuottaja jakeluverkon haltijalle aiheutuneista kustannuksista liittymismaksuperiaatteiden mukaisesti.

4.4 Jos sähköntuotantolaitteiston tekninen muutos aiheuttaa muutoksen liittymän kokoon tai rakenteeseen, muutetaan liittymää koskevaa liittymissopimusta ja liittyjältä peritään muutoksesta aiheutuvat kustannukset liittymismaksuperiaatteiden mukaisesti.

4.5 Jakeluverkon haltijalla on oikeus määrätä rajoituksia sähköntuotantolaitteiston käyttöön, jos jakeluverkon ominaisuudet, käyttö-, huolto- ja/tai kunnossapitotilanteet sitä vaativat.

4.6 Sähköntuotantolaitteistosta jakeluverkkoon siirrettävän sähkön tulee täyttää sähkön laatua koskevien standardien vaatimukset.

4.7 Sopijapuolet ovat velvollisia korvaamaan toisilleen edellisissä kohdissa tarkoitettujen säännösten, määräysten, sopimusten ja kirjallisten ohjeiden vastaisten asennustensa tai viallisten laitteistojensa tai niiden käytön aiheuttaman vahingon soveltuvin osin tämän liitteen 7. luvussa sekä verkkopalveluehtojen 11. luvussa mainituin edellytyksin ja rajoituksin.

4.8 Sähköntuottaja vastaa sähköntuotantolaitteiston tai laitteistojen ominaisuuksista, vanhentumisesta, kulumisesta, rikkoutumisesta tai niiden yhteensopivuudesta jakeluverkon, sähköntuottajan oman verkon tai sähköntuottajan verkossa olevien muiden sähkölaitteiden tai -laitteistojen kanssa tai edellä mainittujen seikkojen aiheuttamista vahingoista. Jakeluverkon haltija ei vastaa edellä mainituista vahingoista eikä sähköntuottajan asennuksien tai laitteistojen tai niiden suojauksien puutteellisuuden aiheuttamista vahingoista.

B. Mittaus, laskutus ja keskeyttäminen

5. Sähkön mittaus

5.1 Tuotetun ja käytetyn energian mittaukselle asetetaan lainsäädännössä erityisvaatimuksia, jotka sähköntuottajan on otettava erikseen huomioon.

5.2 Mittauslaitteistojen vioista vastaa se sopijapuoli, joka omistaa mittauslaitteet tai on tilannut mittauspalvelun muulta kuin verkkosopimuksen osapuolelta. Vastuu koskee myös vikojen selvittämistä, korjaamista ym. ja vioista mahdollisesti johtuneiden tai johtuvien laskutusvirheiden oikaisemiseksi tarpeellisten tietojen antamista sähkömarkkinoita koskevien säännöksiä tai alan käytännön edellyttämille osapuolille.

C. Sähköntuotannon virhe ja vahinkojen korvaaminen

6. Sähköntuotannon virhe

3(3)

6.1 Sähköntuotannossa on virhe, jos sähkön laatu tai toimitustapa ei vastaa sitä, mitä on sovittu tai mitä voidaan katsoa sovitun tai jos sähköntuotantolaitteistoa tai sähkölaitteistoa ei käytetä tai hoideta sopimuksenmukaisesti.

6.2 Sopijapuoli on pyydettyä velvollinen antamaan toiselle sopijapuolelle tarpeelliset tiedot tämän epäilemästä virheestä ja sen syistä.

6.2 Sopijapuolen on viipymättä ilmoitettava havaitsemastaan virheestä, virheen uhasta tai siitä, että hänen käsityksensä mukaan kysymyksessä on virhe, toiselle sopijapuolelle.

6.3. Sopijapuolen tulee viipymättä siitä kun sille on ilmoitettu hänen puolellaan olevasta virheestä tai kun se on muutoin tullut kyseisestä virheestä tietoiseksi, selvittää virheen syy ja korjata virhe.

7. Vahingonkorvaus

7.1 Sähköntuottaja korvaa verkkonhaltijalle näissä ehdoissa määritellystä sähköntuotannon virheestä tai sopimuksen rikkomisesta aiheutuneen vahingon näissä ehdoissa mainituin perustein ja rajoituksin.

7.2 Sähköntuottaja on kuitenkin korvausvelvollinen vain, jos tuottaja on tiennyt tai hänen olisi pitänyt tietää, ottaen huomioon hänen asiantuntemuksensa, laitteidensa käytön verkkonhaltijalle aiheuttamista riskeistä.

7.3 Mikäli sähköntuottajan laitteissa on vika tai ominaisuus, jota tuottaja ei ole havainnut eikä hänen olisi pitänytkaan havaita, tuottaja vastaa verkkonhaltijalle aiheutuneista vahingoista, jos tuottaja jatkaa viallisen laitteen käyttämistä verkkonhaltijan huomautuksesta huolimatta.

7.4 Verkkonhaltijalla on oikeus saada korvaus välillisestä vahingosta vain, jos virhe aiheutuu sähköntuottajan puolella olevasta huolimattomuudesta. Jos muuta ei ole sopijapuolten välillä sovittu, on vahingonkorvauksen enimmäismäärä aiheutuneiden välillisten vahinkojen osalta enintään 8.500 euroa. Jos sähköntuottaja on syyllistynyt tahallisuuteen tai törkeään huolimattomuuteen, vahingonkorvauksen enimmäismäärän rajoitusta ei sovelleta. Välillinen vahinko on määritelty verkkopalveluehdoissa.

7.5 Sopijapuolen tulee vahingon estämiseksi, sen sattuessa tai sen uhatessa aina ryhtyä kaikkiin sellaisiin toimiin vahingon torjumiseksi tai rajoittamiseksi, joita häneltä voidaan kohtuudella vaatia ja edellyttää. Vahinko, joka on aiheutunut sopijapuolelle näiden ehtojen mukaan korvattavan vahingon rajoittamisesta, on korvattava. Jos sopijapuoli omalla toiminnallaan aiheuttaa vahingon, ei toisella sopijapuolella ole velvollisuutta korvata sitä.

7.6 Jos verkkonhaltija laiminlyö velvollisuutensa ryhtyä kohtuullisiin toimenpiteisiin vahinkonsa rajoittamiseksi, verkkonhaltija vastaa itse vahingosta tältä osin.

ELSPOT PRICES [Elspot prices](#)

ALL SYS NO SE FI

TABLE CHART

Hourly Daily Weekly Monthly Yearly

< 28 February 2015 > EUR

EUR/MWh

	28-02-2015	27-02-2015	26-02-2015	25-02-2015	24-02-2015	23-02-2015	22-02-2015	21-02-2015
00 - 01	25,91	21,24	25,64	23,51	24,98	23,66	25,32	25,46
01 - 02	25,42	21,88	25,26	23,12	24,64	22,35	25,03	25,11
02 - 03	25,10	21,98	25,07	22,99	23,90	22,13	24,81	25,09
03 - 04	25,10	23,04	25,08	23,26	24,00	22,20	24,72	24,94
04 - 05	25,16	24,24	25,55	24,19	24,91	22,58	24,76	24,96
05 - 06	25,50	29,68	26,20	26,35	45,21	26,83	24,98	24,88
06 - 07	25,53	39,42	31,02	31,34	45,05	34,02	25,13	25,08
07 - 08	26,11	38,39	33,94	35,56	40,05	32,25	25,33	25,69
08 - 09	26,31	44,26	34,24	45,03	46,05	32,12	25,88	26,06
09 - 10	26,36	44,25	31,43	39,96	46,01	31,06	26,11	26,38
10 - 11	26,41	43,97	31,08	39,98	46,01	31,07	26,22	26,70
11 - 12	26,25	27,38	26,94	27,31	29,50	31,02	26,18	26,67
12 - 13	25,70	26,64	26,46	27,22	26,94	29,59	25,84	26,17
13 - 14	24,87	26,55	26,34	27,11	28,92	27,18	25,52	25,98
14 - 15	24,83	29,51	28,93	31,01	36,50	26,96	25,31	25,97
15 - 16	24,95	30,03	30,53	30,02	31,07	26,64	25,05	26,19
16 - 17	25,37	33,04	32,92	32,57	36,42	27,16	26,16	30,97
17 - 18	32,33	42,71	45,06	44,49	48,00	31,06	31,02	44,01
18 - 19	31,04	44,27	45,05	44,50	46,03	31,05	31,02	33,19
19 - 20	25,78	27,10	27,14	28,14	28,29	30,39	27,50	28,97
20 - 21	24,91	26,19	25,99	27,14	26,17	26,55	26,07	26,25
21 - 22	23,87	26,08	25,62	26,82	25,92	26,38	26,62	26,34
22 - 23	23,04	25,73	25,14	26,44	25,37	26,10	26,50	26,17
23 - 00	22,31	25,29	24,03	25,96	24,60	24,93	25,07	25,35
Min	22,31	21,24	24,03	22,99	23,90	22,13	24,72	24,88
Max	32,33	44,27	45,06	45,03	48,00	34,02	31,02	44,01
Average	25,76	30,95	29,36	30,58	33,52	27,72	26,09	27,19
Peak	26,68	34,98	32,18	34,78	37,48	29,61	26,82	28,94
Off-peak 1	25,48	27,48	27,22	26,29	31,59	25,75	25,01	25,15
Off-peak 2	23,53	25,82	25,20	26,59	25,52	25,99	26,07	26,03

28-02-2015 27-02-2015 26-02-2015 25-02-2015 24-02-2015 23-02-2015 22-02-2015 21-02-2015

All hours are in CET. Last update: Today 12:42 CET.

Yleisimpien sähkölaitteiden keskimääräisiä kulutuksia

Kulutuslaite	Tilavuus litraa	Kulutus kWh/vrk	Hinta snt/vrk
Jää- viileäkaappi	350 - 400	0,4 - 0,7	6,0 - 10,5
Jääkaappi-pakastin		0,8 - 1,2	12,0 - 18,0
Pakastin	200 - 300	0,7 - 1,1	10,6 - 16,5

Kulutuslaite	Kulutus	Hinta snt
Liesi 1 levy	0,5 - 1,0 kWh/tunti	7,5 - 15
Liesi 2 levyä tai uuni	1,5 - 2,0 kWh/tunti	22,5 - 30
Mikroaaltouuni	0,2 kWh/10 min	3
Kahvinkeitin	0,1 kWh/10 min	1,5
Vedenkeitin	0,1 kWh/5 min	1,5
Leivänpaahdin	0,1 kWh/10 min	1,5
Vohvelirauta	0,2 kWh/10 min	3
Liesituuletin	0,2 kWh/tunti	3

Kulutuslaite	Kulutus kWh/kerta	Hinta snt/kerta
Astianpesu kylmäliit.	1,0 - 1,50	15 - 22,5
Astianpesu lämminliit.	0,5 - 0,8	7,5 - 12
Pyykinpesu 90c	1,8	27
Pyykinpesu 60c	0,6 - 1,9	9,0 - 28,5
Pyykinpesu 40c	0,5 - 0,8	7,5 - 12
Kuivausrumpu	3	45
Höyrysilitysrauta	1 kWh/tunti	15 snt/tunti

Kulutuslaite	Kulutus kWh/tunti	Hinta snt/tunti
LCD TV 32 - 37"	0,08 - 0,19	1,2 - 2,9
LCD TV 42"	0,14 - 0,2	2,1 - 3,0
Plasma TV 42" - 46"	0,31 - 0,41	4,7 - 6,2
Digiboxi	0,03	0,5
Tallentava digiboxi	0,08	1,2
Tietokone	0,13 - 0,17	2,0 - 2,6
Läppäri	0,03	0,5
	Kulutus kWh/vuosi	Hinta €/vuosi
Laajakaista modeemi	51	7,7
Monitoimilaite	32	4,8
Tulostin	19	2,9

Liite 6. 2(2)

Kulutuslaite	Kulutus kWh/tunti	Hinta snt/tunti
Hehkulamppu 60W	0,06	0,9
Halogeenilamppu 10-50W	0,01-0,05	0,2 - 0,75
Energiansäästölamppu 18W	0,02	0,03
Loisteputki 36W	0,04	0,6
Hiustenkuivain	0,25 kWh/10min	3,8snt/10min
Saunominen 1,5 tuntia	8kWh/kerta	1,20 €/kerta
Vedenlämmitys	1000 - 1200 kWh/v/hlö	150 - 180 €/v/hlö
Auton lohkolämmitin	0,5	7,5
Auton sisätilanlämmitin	0,75 - 1,5	11,3 - 22,5
Pölynimuri	1	15
Öljypoltin	200 - 500kWh/h	30 - 75 €/v
Lämmitin 1000W	1	15

<<http://www.vattenfall.fi/fi/keskimaarainen-kulutus.htm>>



Pientuottajan ostaessa sähköä hintaan lisätään arvonlisävero. Sen sijaan pientuottajan myydessä ylijäämäsähkönsä Fortumille, on myynti verotonta, ellei pientuottaja ole arvonlisäverovelvollinen. Myynti- ja ostohinta eroavat toisistaan arvonlisäveron verran. Lähisähkö sopimus tulee voimaan kun Fortum on vastaanottanut asiakkaan täydentävän sopimuslomakkeen ja asiakkaalla on voimassa oleva sopimus käyttöpaikkaan ostamastaan sähköstä Fortumin kanssa (Fortum Kesto, Takuu, Tarkka, Tuuli tai Vakaa sähkö sopimuksella). Olen lukenut ohessa olevat sopimusehdot ja hyväksyn ne. Valtuutan Fortum Markets Oy:n hoitamaan sähkönmyyjän vaihtoon liittyvät toimenpiteet puolestani.

LÄHISÄHKÖN SOPIMUSEHDOT SÄHKÖN PIENTUOTANNON TOIMITUKSESTA

1 SOPIMUSPUOLET

Pientuottaja, jäljempänä Myyjä, ja Fortum Markets Oy, Y-tunnus 1852328-0, jäljempänä Fortum, ovat tehneet seuraavan sähkön toimitussopimuksen.

2 SOPIMUKSEN TARKOITUS JA VOIMASSAOLO

Myyjä toimittaa ja Fortum vastaanottaa sähköä tässä sopimuksessa ja liitteessä olevissa sähkönmyyntiehdossa mainituilla ehdoilla paikallisen jakeluverkonhaltijan verkkoon toimitettuna.

Fortum vastaanottaa avoimena toimituksena sähköä Myyjän tuotantolaitokselta Myyjän omaan tuotantokäyttöpaikkaan liittyvän kulutuksen / laitoksen omakäytön yli jäävän tuotanto-osuuden.

Myyjä vastaa siitä, että tuotantolaitteisto on voimassa olevien määräysten mukainen ja että tuotantokäyttöpaikalle on voimassa oleva liittymis- ja siirtosopimus paikallisen jakeluverkon haltijan kanssa sisältäen toimituksen edellyttämän aktiivoidun tuntimittauslaitteiston koko tämän sopimuksen voimassaoloajan.

Tuotantokäyttöpaikka on liitetty paikallisen jakeluverkonhaltijan verkkoon. Myyjä on sopinut paikallisen jakeluverkon haltijan kanssa tuntimittaus tietojen toimittamisesta Fortumille sähkömarkkinoiden ilmoitusmenettelyjen mukaisesti.

Myyjä omaan käyttöönsä hankkimasta sähköstä Myyjä sopii Fortumin kanssa erillisellä sopimuksella.

Sopimuksen soveltaminen alkaa kun jakeluverkon haltija aloittaa sähkön tuotantoa koskevien tuntimittaus tietojen toimittamisen Fortumille.

Fortum Lähisähkö sopimus on voimassa toistaiseksi. Myyjällä on oikeus irtisanoa sopimus kahden viikon irtisanomisajalla, ja Fortumilla on oikeus irtisanoa sopimus yhden kuukauden irtisanomisajalla.

3 TOIMITUS JA LASKUTUS

3.1 Toimitettujen sähkömäärien toteaminen

Tällä sopimuksella toimitettavat sähkömäärät mitataan tunneittain ja todetaan jakeluverkonhaltijan mittalaitteiden mittaustietojen avulla. Sähkömäärien toteamiseen liittyvien mittaustietojen toimittamisesta ja raportoinnista sovitaan ennen toimituksen aloittamista.

Tässä sopimuksessa määritellyn palvelun aloittamisen edellytyksenä on, että Myyjän Fortumille toimittamat energiamäärät voidaan selvittää tuntiperusteisesti.

Fortum ei vastaa verkkopalvelun toimimattomuuden johdosta toimittamatta jääneestä energiasta, toteutumatta jääneestä myynnistä ja/tai muista välittömistä tai välillisistä vahingoista, joita verkkopalvelun toimimattomuus Myyjälle aiheuttaa.

3.2 Toimituksia koskevat ilmoitukset ja toimituksen laskutus

Fortum vastaa laskutusperusteiden (tunneittaiset toimitetut energiat ja hinnat sekä sovituuu hinnoitteluun perustuvat rahamäärät) selvittämisestä Myyjälle. Myyjä voi seurata tunneittaisia myyntimääriä Fortum Valpas -palvelusta.

Fortum laatii laskun Myyjän puolesta niin kutsuttuna ostajan itselaskuna siten, että laskuttajana on Myyjä ja maksajana Fortum. Fortum vie laaditun laskun tiedot omiin järjestelmiinsä ja lähettää sen tiedoksi Myyjälle. Fortum maksaa laskun Myyjän tilille.

Fortumilla on oikeus käyttää Myyjän jakeluverkkoon toimittamasta sähköstä Fortumin laskuttamia maksuja Myyjän Fortumilta ostamien sähkötoimitus- tai sähkönmyyntisopimuksiin perustuvien eräntyneiden saatavien, kertyneiden viivästyskorkojen ja kohtuullisten perimiskulujen suorittamiseen.

Fortumilla on oikeus käyttää Myyjän jakeluverkkoon toimittamasta sähköstä Fortumin laskuttamia maksuja Myyjän Fortumilta ostamien sähkötoimitus- tai sähkönmyyntisopimuksiin perustuvien eräntyneiden saatavien, kertyneiden viivästyskorkojen ja kohtuullisten perimiskulujen suorittamiseen.

Myyjä ilmoittaa Fortumille tilinumeronsa IBAN -muodossa ja BIC -koodin sekä tiedon arvonlisäverovelvollisuudestaan ja sitä koskevan tunnuksen. Myyjä on velvollinen ilmoittamaan Fortumille mahdolliset muutokset näissä tiedoissa.

Fortum laatii laskun toimitetusta sähköstä kalenterikuukausittain tai useamman kuukauden jaksoissa Myyjän toimitusmäärien mukaan suhteutettuna.

Sopimuspuolet ilmoittavat toisilleen välittömästi, mikäli yhteyshenkilöissä tai muissa tässä tarkoitetuissa tie-doissa tapahtuu muutoksia.

Muilta osin toimitusten toteamisessa noudatetaan voimassa olevia viranomaismääräyksiä ja sähkökaupan toimintaperiaatteita.

4 HINNOITTELU

4.1 Sähkötoimitus Fortumille

Fortum maksaa Myyjälle tämän tunneittain toimittamasta sähköstä Nord Pool Spot AS:n Suomen alueen toteutuneen Spot -tuntihinnan vähennettynä 0,24 c/kWh (ALV 0 %) suuruisella hintatekijällä.

Liite 7. 2(2)

Kunkin tunnin toteutunut Spot-hinta vähennettynä 0,24 c/kWh kerrotaan vastaavan tunnin aikana mitatulla ja jakeluverkonhaltijan verkkoon toimitetulla energiamäärällä.

4.2 Palvelumaksu

Fortum veloittaa laskutuspalvelusta kulloinkin voimassa olevan hinnaston mukaisen palvelumaksun. Sopimuksen tekohetkellä maksu on 0 €/kk.

4.3 Maksujen muutokset

Fortum voi muuttaa kohdassa 4.1 tarkoitettua hintatekijää ja kohdassa 4.2 tarkoitettua palvelumaksua ilmoittamalla siitä Myyjälle 30 päivää ennen muutoksen voimaantuloa. Fortum ilmoittaa näistä muutoksista lähettämällä ilmoituksen asiakkaan ilmoittamaan posti- tai sähköpostiosoitteeseen.

4.4 Muut maksut

Edellä mainittujen hintojen lisäksi laskutuksessa huomioidaan kulloinkin voimassa olevat verot ja viranomaismaksut, kuten arvonlisävero ja sähkövero.

4.5 Muut ehdot ja riitojen ratkaiseminen

Jos taloudellisten tai kaupallisten olosuhteiden muutokset, lainsäädännössä tapahtuvat muutokset, viranomaisten toimenpiteet tai muut sopimuspuolista riippumattomat syyt, joita sopimusta tehtäessä ei ole voitu kohtuudella ottaa huomioon, johtavat suoritusvelvollisuuksien ilmeiseen epäsuhteeseen, sopimuspuolet neuvottelevat hintojen tai muiden sopimusehtojen tarkistamisesta epäsuhteen poistamiseksi.

Suoritusvelvollisuuksien ilmeiseen epäsuhteeseen johtavaksi syyksi ei kuitenkaan lueta sähkön markkinahintatason vaihtelua Suomessa ja Pohjoismaissa.

Sopijapuolet sitoutuvat pitämään luottamuksellisena tämän sopimuksen ehdot.

Sopijapuolet sulkevat vahingonkorvausvastuunsa ulkopuolelle tämän sopimuksen voimassa ollessa mahdollisesti aiheutuvat välilliset vahingot.

Sopimukseen sovelletaan Suomen lakia.

Mahdolliset erimielisyydet ratkaistaan ensisijaisesti neuvotteluteitse, mutta ellei tämä ole mahdollista, Keskuskauppakamarin sääntöjen mukaisessa välimiesmenettelyssä Helsingissä.

Sopimuspuolilla on kuitenkin oikeus saattaa sopimusta koskevat maksuerimielisyydet Helsingin käräjäoikeuden ratkaistavaksi.

Muilta osin noudatetaan soveltuvin osin kulloinkin voimassa olevia yleisiä sähkön myyntiehtoja. Mikäli yleiset sähkönmyyntiehdot poikkeavat tämän sopimuksen ehdoista tai ovat niiden kanssa ristiriidassa, noudatetaan tämän sopimuksen ehtoja. Yleiset sähkön myyntiehdot löytyvät osoitteesta www.fortum.fi/sopimusehdot.



Voimassa 1.2.2015 alkaen

Pientuotannon osto

Tuotantospot (alv 0 %)

Perusmaksu €/kk	0,00
Energia c/kWh	Spot -0,00 c/kWh

Ehdot

Tuote on tarkoitettu asiakkaalla olevan pientuotantolaitteiston (yli asiakkaan oman sähkönkäyttötarpeen) tuottaman sähköenergian ostoon. Tässä tarkoitettun pientuotantolaitteiston koko on enintään 50 kW.

Sopimus on voimassa toistaiseksi. Sopimus on irtisanottavissa molemminpuolisesti kahden viikon irtisanomisajalla.

Helen Oy:llä on oikeus muuttaa sopimusehtoja ja -hintoja sekä palvelumaksuja ilmoittamalla muutoksista asiakkaalle 30 päivää ennen niiden voimaantuloa. Aika lasketaan ilmoituksen lähettämisestä.

Tuote edellyttää tuntimitausta, Helen Oy:n sähkömyyntiasiakkuutta ja voimassa olevaa sähköntoimitusta pientuotantolaitteiston käyttöpalkkaan. Helen Oy hoitaa pientuotantoon liittyvän tasevastuun.

Spot tarkoittaa pohjoismaisen sähköpörssin (Nord Pool Spot) ilmoittamaa tuntikohtaista Suomen hinta-alueen hintaa. Helen Oy:n asiakkaalle kuukausittain maksama tuotannon ostohinta muodostuu tunneittain toteutuneen pörssihinnan (vähennettynä toimitusmaksulla) sekä jakeluverkkoon siirtyvän jakeluverkonhaltijan mittaaman sähköenergiamäärän perusteella. Saadusta summasta vähennetään lisäksi kuukausittainen perusmaksu. Tällä hetkellä perusmaksu on 0 €/kk ja toimitusmaksu 0,00 c/kWh. Kaikki hinnat ovat alv 0 %. Mikäli asiakas on alv-velvollinen, lisätään hintoihin kulloinkin voimassa oleva arvonlisävero.

Asiakas huolehtii mahdollisista verotukseen liittyvistä ilmoitustarpeista ja vastaa itse mahdollisesti syntyvistä veroseuraamuksistaan.

Asiakas vastaa kaikilta osin tuotantolaitteistosta ja sen käytöstä ja siitä, että tuotantolaitteisto on liitetty jakeluverkkoon paikallisen jakeluverkonhaltijan ohjeiden mukaisesti ja tarvittavat ilmoitukset käyttöönotosta on tehty paikalliselle jakeluverkonhaltijalle. Asiakkaalla on velvollisuus ilmoittaa Helen Oy:lle tietojen muuttumisesta. Kaikista jakeluverkkoon mahdollisesti liittyvistä kustannuksista vastaa asiakas. Helen Oy ei vastaa verkkopalvelun toimimattomuuden johdosta toteutumatta jääneestä ostosta ja/tai muista välittömistä tai välillisistä vahingoista, joita verkkopalvelun toimimattomuus asiakkaalle mahdollisesti aiheuttaa.

Mahdolliset sopimusta koskevat erimielisyydet ratkaistaan ensisijaisesti neuvottelutitse. Ellei tämä ole mahdollista, erimielisyydet voidaan saattaa Helsingin käräjäoikeuden ratkaistavaksi.

HELEN OY
HELENFI

POSTIOSOITE
00090 HELEN

Y-TUNNUS
2630573-4

ASIAKASPAVELU
KAMPINKUJA 2
MALMINRINNE 6
HELSINKI

KOTITALOUDET 010 802 802
YRITYKSET 010 802 803
MA-PE 8.00-18.00

ENERGIANEUVONTA 010 802 805
ENERGIATORI
MA-PE 8.30-17.00

TUOT120204



M-paketti

Aurinkosähköjärjestelmä muuntaa auringon säteilyenergian suoraan normaaliksi 230 V, 50 Hz käyttösähköksi. Ensisijaisesti käytät aurinkosähköä. Kun aurinkosähköä ei ole saatavilla, saat käyttösähkön saumattomasti paikallisesta sähköverkosta.

Aurinkopaneelien asennustelineet on suunniteltu Suomen ankariin ilmasto-olosuhteisiin. Aurinkopaneeleilla on 10 vuoden takuu materiaali- ja valmistusvirheille ja 25 vuoden tehontuottotakuu. Lisäksi verkkoinvertterillä on 5 vuoden ja asennusjärjestelmällä 10 vuoden takuu.

Tuotetiedot

- aurinkopaneeliteho 3000 Wp, aurinkopaneelit 12 kpl * 250 Wp Polykide, Solarwatt Saksa
- vuosituotto 2700 kWh etelä- ja länsirannikolla optimiolosuhteissa
- aurinkopaneelien pinta-ala n. 21 m²
- yhden aurinkopaneelin koko n. 1 m * 1,7 m (1680 x 990 x 40 mm), paino n. 20 kg
- verkkoinvertteri kolmivaiheinen Fronius Symo S, 3 kW, 3-vaihe, valmistusmaa Itävalta
- kattoasennustelineet lappeen myötäiseen asennukseen, kattokiinnikkeet vaihtaan katemateriaalin mukaan: saumattu pelti-, profiilipelti-, aaltopelti-, tiili- ja huopakatot
- aurinkokaapelit 2 * 30 m (DC) ja liittimet, turvakytkin
- EN50438-standardin edellyttämät varoitusmerkinnät sekä suomeksi ja ruotsiksi
- välttämättömät ja tavanomaiset sähkötarvikkeet sis. hintaan, erikoistarvikkeet sovitaan erikseen

Avaimet käteen -asennus

Järjestelmän saat avaimet käteen asennettuna sisältäen:

- verkkoonliityntäilmoitus
- aurinkopaneelien asennus
- kaapelivedot
- sähkötyöt

Optiot

- lisäpaneelit 1-2 kpl, lisäpaneeliteho yhteensä 250-500 Wp
- SMA invertteri, valmistusmaa Saksa

Tuotonseuranta ja liitännämahdollisuudet tietoverkkoihin

- tietojen tarkastelu: Graafinen näyttö, Fronius solar web, www.solarweb.com
- kulutuslaitteiden ohjaus mahdollista sähköreleen avulla
- tietojen siirto myös paikallisesti WiFin tai USB:n kautta

Liite 9. 2(2)

Tavanmukainen asennus sisältää yllä mainituista invertterin sisäänrakennetun näytön käytön opastuksen. Muiden datapalveluiden opastus ja käyttöönotto haluttaessa lisähintaan.

Finnwind tarjoaa invertterivalmistajan tarjoamat internet- ja datapalvelut sellaisenaan kuin ne ovat/niillä ehdoilla kuin invertterivalmistaja ne tarjoaa, ja Finnwind Oy ei ole vastuussa, mikäli invertterivalmistaja muuttaa datapalvelujensa ehtoja.



L-paketti

Aurinkosähköjärjestelmä muuntaa auringon säteilyenergian suoraan normaaliksi 230 V, 50 Hz käyttösähköksi. Ensisijaisesti käytät aurinkosähköä. Kun aurinkosähköä ei ole saatavilla, saat käyttösähkön saumattomasti paikallisesta sähköverkosta.

Aurinkopaneelien asennustelineet on suunniteltu Suomen ankariin ilmasto-olosuhteisiin. Aurinkopaneeleilla on 10 vuoden takuu materiaali- ja valmistusvirheille ja 25 vuoden teho- ja tuottotakuu. Lisäksi verkkoinvertterillä on 5 vuoden ja asennusjärjestelmällä 10 vuoden takuu.

Tuotetiedot

- aurinkopaneeliteho 5000 Wp, aurinkopaneelit 20 kpl * 250 Wp Polykide, Solarwatt Saksa
- vuosituotto 4500 kWh etelä- ja länsirannikolla optimiolosuhteissa
- aurinkopaneelien pinta-ala n. 34 m²
- yhden aurinkopaneelin koko n. 1 m * 1,7 m (1680 x 990 x 40 mm), paino n. 20 kg
- verkkoinvertteri kolmivaiheinen Fronius Symo S, 4,5 kW, 3-vaihe, valmistusmaa Itävalta
- kattoasennustelineet lappeen myötäiseen asennukseen, kattokiinnikkeet valitaan katemateriaalin mukaan: saumattu pelti-, profiilipelti-, aaltopelti-, tiili- ja huopakatot
- aurinkokaapelit 2 * 30 m (DC) ja liittimet, turvakytkin
- EN50438-standardin edellyttämät varoitusmerkinnät sekä suomeksi ja ruotsiksi välttämättömät ja tavanomaiset sähkötarvikkeet sis. hintaan, erikoistarvikkeet sovitetaan erikseen

Avaimet käteen -asennus

Järjestelmän saat avaimet käteen asennettuna sisältäen:

- verkkoonliityntäilmoitus
- aurinkopaneelien asennus
- kaapelivedot
- sähkötyöt

Optiot

- SMA 5kWp invertteri, valmistusmaa Saksa

Tuotonseuranta ja liitäntämahdollisuudet tietoverkkoihin

- tietojen tarkastelu: Graafinen näyttö, Fronius solar web, www.solarweb.com
- kulutuslaitteiden ohjaus mahdollista sähköreleen avulla
- tietojen siirto myös paikallisesti WiFin tai USB:n kautta

Tavanmukainen asennus sisältää yllä mainituista invertterin sisäänrakennetun näytön käytön opastuksen. Muiden datapalveluiden opastus ja käyttöönotto haluttaessa lisähintaan.

Liite 10. 2(2)

Finnwind tarjoaa invertterivalmistajan tarjoamat internet- ja datapalvelut sellaisenaan kuin ne ovat/niillä ehdoilla kuin invertterivalmistaja ne tarjoaa, ja Finnwind Oy ei ole vastuussa, mikäli invertterivalmistaja muuttaa datapalvelujensa ehtoja.

Esimerkkilaskujen yhteenvetotaulukko

Liite 11.1(2)

Yhteenveto 3 kWp järjestelmä Sähkön hinta 0,13 €/kWh	Aurinko säteilee 1:lle paneelipinta-alalle kWh/m2/v	1 Paneelin tuotto kWh/m2/v	Hyötysuhde %	Kokonaistuotto 12 paneelia kWh/v	Takaisinmaksuaika laitteisto v	Takaisinmaksuaika häviöt huomioiden v	Takaisinmaksuaika häviöt + asennus v	Takaisinmaksuaika häviöt+as.+invertteri v
Pohjois-Suomi 900 kWh/m2/v	1476	215,5	14,6	2586	18,1	26,4	33	36,9
Keski-Suomi 1000 kWh/m2/v	1640	240	14,6	2880,2	16,3	22,3	27,9	31,3
Etelä-Suomi 1100 kWh/m2/v	1804	263,4	14,6	3161	14,9	21,5	27	30,1
Pohjois-Suomi 900 kWh/m2/v	1476	442,8	30	5313,6	8,8	12,8	16,1	18

Yhteenveto 5 kWp järjestelmä Sähkön hinta 0,13 €/kWh	Aurinko säteilee 1:lle paneelipinta-alalle kWh/v	1 Paneelin tuotto kWh/v	Hyötysuhde %	Kokonaistuotto 20 paneelia kWh/v	Takaisinmaksu aika laitteisto v	Takaisinmaksuaika häviöt huomioiden v	Takaisinmaksuaika häviöt + asennus v	Takaisinmaksuaika häviöt+as.+invertteri v
Pohjois-Suomi 900 kWh/m2/v	1476	219,9	14,9	4398	16,6	24,1	28,7	32,5
Keski-Suomi 1000 kWh/m2/v	1640	243,5	14,9	4870	14,9	21,7	25,8	29,2
Etelä-Suomi 1100 kWh/m2/v	1804	268,4	14,9	5376	13,6	19,6	23,4	26,5
Pohjois-Suomi 900 kWh/m2/v	1476	442,8	30	8856	8,3	12	14,2	16,1

Liite 11. 2(2)

Yhteenveto 3 kWp järjestelmä Sähkön hinta 0,20 €/kWh	Aurinko säteilee 1:lle paneelipinta-alalle kWh/v	1 Paneelin tuotto kWh/v	Hyötysuhde %	Kokonaistuotto 12 paneelia kWh/v	Takaisinmaksu aika laitteisto v	Takaisinmaksuaika häviöt huomioiden v	Takaisinmaksuaika häviöt + asennus v	Takaisinmaksuaika häviöt+as.+invertteri v
Pohjois-Suomi 900 kWh/m2/v	1476	215,5	14,6	2586	11,8	17,1	21,5	24
Keski-Suomi 1000 kWh/m2/v	1640	240	14,6	2880,2	10,6	14,5	18,2	20,3
Etelä-Suomi 1100 kWh/m2/v	1804	263,4	14,6	3161	9,7	14	17,5	19,6
<i>Pohjois-Suomi 900 kWh/m2/v sähkön hinta 0,13 €/kWh</i>	<i>1476</i>	<i>442,8</i>	<i>30</i>	<i>5313,6</i>	<i>8,9</i>	<i>12,8</i>	<i>16,1</i>	<i>18,9</i>

Takaisinmaksuaika laitteisto = Aika, jossa huomioidaan ainoastaan laitteiston hinta.

Takaisinmaksuaika häviöt huomioiden = Aika, jossa laitteisto maksaa itsensä takaisin, kun huomioidaan häviöt, mutta asennuksen hintaa ei ole huomioitu. Häviöt: Laitteiston tehontuotto keskiarvona 25:lle vuodelle, suuntaus poikkeaa optimista (tuotto -5%), kaapeloinnin-, liitosten- ja invertterin häviöt .

Takaisinmaksuaika häviöt + asennus huomioiden = Aika, jossa laitteisto asennettuna maksaa itsensä takaisin. Huomioitu myös kaikki häviöt.

Takaisinmaksuaika häviöt + as.+ invertteri huomioiden = Aika, jossa laitteisto asennettuna maksaa itsensä takaisin. Huomioitu kaikki häviöt ja invertterin vaihto uuteen.