

Adil Bouajoul

# Aurinkosähköjärjestelmien suunnittelu, toteutus ja RES-sertifiointikoulutus

Opinnäytetyö

Sähkövoimatekniikka

2021



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Sähkövoimatekniikka (YAMK)
Tekijä/Tekijät	Adil Bouajoul
Työn nimi	Aurinkosähköjärjestelmien suunnittelu, toteutus ja RES-sertifiointi koulutus
Toimeksiantaja	
Vuosi	2021
Sivut	48 sivua, liitteitä 10 sivua
Työn ohjaaja(t)	Risto Asp

## TIIVISTELMÄ

RES-direktiivissä on vaatimus asentajien sertifiointijärjestelmästä. Direktiivin mukaan aurinkosähköjärjestelmien asentajia varten on luotava sertifiointikoulutus ja -järjestelmä. Sertifiointijärjestelmä koskee biomassakattiloiden ja –tulisijojen, aurinkosähkö- ja aurinkolämpöjärjestelmien, lämpöpumppujen asentajia.

Tässä työssä selvitetään aurinkosähköjärjestelmien sertifiointikoulutusta koskevat vaatimukset ja se, mitkä ovat lait aurinkosähköjärjestelmien käyttävien asentajien kouluttajan hyväksymisestä.

Stadin ammatti- ja aikuiskoulu aloittaa koulutuksen opetushallituksen kriteerien mukaisesti aurinkosähköasentajakoulutuksessa vuonna 2021. Opetushallitus ei vaadi aurinkosähköjärjestelmien sertifiointi koulutusta osana tutkintoa. Tutkittiin mahdollisuutta aloittaa aurinkosähköjärjestelmien sertifiointi koulutuksen koulussamme. Uusiutuvien energialähteiden sertifiointi koulutus perustuu lakiin 38/2015, jolla hyväksytään tiettyjen uusiutuvien energialähteiden järjestelmien asentajien koulutus. Tämä laki tuli voimaan 1. lokakuuta 2015.

Stadin ammatti- ja aikuiskoulu haluaa pysyä ajan tasalla tekniikan kehityksestä ja tarjota maksetun uusiutuvien energialähteiden sertifiointikokeen. Suomessa Tavastian ammattikoululla on uusiutuvien energialähteiden sertifiointioikeudet. Stadin ammatti- ja aikuiskoulu haluaa olla toinen koulutusta tarjoava koulutusyksikkö.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli saada lupa Stadin ammatti- ja aikuiskoululle järjestää aurinkosähköjärjestelmien sertifiointikoulutus, joka vaatii kouluttajalta sekä osaamista että taitoja. Energiavirasto hyväksyi kouluttajan, joka täyttää lain mukaiset vaatimukset.

Ennen RES-kouluttajan hyväksymishakemuksen laittamista käytiin kolmen päivän sertifiointikoulutus, Lisäksi toteutettiin Lahdessa aurinkosähköasennuskohteen käyttöönottotarkastus, ja siitä laadittiin mittauspöytäkirja. Tämän jälkeen haettiin sertifikaatti Motivalta. Uusiutuvan energian toimikunta myöntää meille sertifikaattikäyttöoikeuden hakemuksen perusteella. Sertifikaatti on voimassa viisi vuotta. Sen voi halutessaan uusia yhden päivän koulutuksella ja asennuspöytäkirjalla.

**Asiasanat:** Aurinkoenergia, Aurinkosähköasentajien sertifiointikoulutus, RES-direktiivi sertifiointi

Degree	Master of Electrical power technology
Author (authors)	Adil Bouajoul
Thesis title	Design implementation and RES certification of solar power systems
Commissioned by	
Time	April 2021
Pages	48 pages, 10 pages of appendices
Supervisor	Risto Asp

## ABSTRACT

The RES directive requires a certification system for installers; according to the RES directive, a certification possibility must be created for installers of photovoltaic systems. The certification system applies to installers of biomass boilers and fireplaces, photovoltaic and solar heating systems, heat pumps. This work investigates the requirements for certification training for photovoltaic systems, and what are the laws governing the approval of an instructor for installers using photovoltaic systems.

Stadin Vocational and Adult School will begin training education according to the criteria of the National Board of Education in the photovoltaic installer examination in 2020.

The National Board of Education does not require a RES-certified training as part of the degree; RES team are exploring the possibility of starting a RES-certified examination in our school.

RES-certified training will be based on the law 38/2015 act approving the training of installers of certain renewable energy systems. This law act shall enter into force on October 1, 2015.

Stadin Vocational and Adult School wants to keep abreast of technological developments and provide paid RES certification examination. In Finland Tavastia Vocational School has RES certification education rights. Stadin Vocational and Adult School wants to be another education unit providing education.

The aim of this thesis is to obtain a permit from Stadin Vocational and Adult School to organize certification training for the Photovoltaic System, which requires both knowledge and skills from the trainer. The Energy Agency approves a trainer who meets the requirements of the law.

Before putting in the application for the approval of the RES trainer, must took three days of certification training for the Photovoltaic System, then the proper installation work was done, in addition to which there will be a measurement report. Certificate issued by the Certification Committee for Renewable Energy Installers coordinated of Motiva. The certificate is valid for five years. It can be renewed with a one-day training and installation protocol

**Keywords:** Solar energy, Certification training for photovoltaic installers, RES directive certification



## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	8
2	AURINKOENERGIA .....	9
2.1	Aurinkoenergian muodostaminen .....	9
2.2	Aurinkoenergian historiaa .....	11
2.3	Aurinkoenergian nykytilanne ja tulevaisuuden Suomessa .....	13
3	AURINKOSÄHKÖ .....	17
3.1	Aurinkosähkömarkkinoiden kehitys Suomessa .....	17
3.2	Aurinkopaneelit .....	18
3.3	Aurinkopaneelien virta- ja jännitekäyrä .....	19
4	SERTIFIOITU ASENTAJA JA RES-DIREKTIIVI, KOULUTUKSET .....	20
4.1	RES-direktiivi .....	21
4.2	Laki kouluttajan hyväksymisestä .....	22
4.3	Energiaviraston RES-kouluttajaohje .....	23
5	SERTIFIOINTIKOULUTUS .....	24
5.1	Yleistä .....	24
5.2	Koulutuksen sisältöä koskevat vaatimukset .....	24
5.2.1	Sertifiointikoulutuksen päivityskoulutus .....	25
6	AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS .....	26
6.1	Aurinkosähköjärjestelmän suunnitteluvaatimukset .....	26
6.2	Suunnitteluohje .....	27
7	RES-KOULUTTAJAKSI HAKEUTUMINEN .....	28
7.1	Hyväksymishakemuksen täyttäminen .....	28
7.2	Energianviraston päätökset .....	29
8	AURINKOSÄHKÖASENTAJAN SERTIFIOINTIKOULUTUS .....	30
8.1	Ammattitaitovaatimukset .....	30
8.2	Aurinkosähköjärjestelmien sertifiointikoulutuksen sisältö .....	30

9 POHDINTA.....	32
-----------------	----

LÄHTEET.....	33
--------------	----

## KUVALUETTELO

Kuva 1. Aurinko säteilee energiaa avaruuteen (NASA, SDO Gallery, 2017)

Kuva 2. Maapallolle saapuvat auringon säteilyn hajautuminen (Energisteollisuus Ry, 2010)

Kuva 3. Suomen sähkötuotanto energialähteittäin, vuonna 2016

Kuva 4. Aurinkoenergian maksimituoton vuotuiset tunnit Euroopassa (Motiva Oy)

Kuva 5. Aurinkokennon virta-jännitekäyrä. (Korpela,2014)

Kuva 6. Sertifiointikoulutukseen liittyvät taustatekijät ja niiden roolit (ST-käsikirja -40)

Kuva 7. Jäsenmaiden tavoitteiksi vuonna 2020, (Työ- ja Elinkeinoministeriö)

Kuva 8. Aurinkosähkölaitteiston yleinen toiminnallinen kokoonpano (IEC 62548.2016)

Kuva 9. Aurinkosähköpaneeliston, jossa on peruskokoonpanon

Kuva 10. Sertifiointin haku ja vaatimukset. (ST-käsikirja\_40)

## LIITTEET

Liite 1. Aurinkosähkölaitteiston sertifiointikoulutus, 15 osp tuotekortti

Liite 2. Uusiutuvan asentajan sertifiointihakemus

Liite 3. *RES-Kouluttajan* hyväksymishakemus

## 1 JOHDANTO

Uusiutuvan energian käyttöön vaikuttavat Suomen omat energiat- ja ilmasto- poliittiset linjaukset sekä EU:ssa tehdyt päätökset ja direktiivit, joita Suomen on huomioitava energiapolitiikassaan. Tavoitteiden mukaisesti uusiutuvan energian käyttöä pyritään lisäämään nykyisestä. Suomen osuus energiankulutuksesta vuonna 2020 olisi 38 prosenttia. (Ilmasto-opas – uusiutuva energia Suomessa 2020.)

Työssä tutustutaan Suomen uusiutuvan energian nykytilanteeseen ja siihen, miten kansallinen ja paikallinen lainsäädäntö ohjaavat aurinkosähköjärjestelmien kestäväää kehitystä. Työssä tarkastellaan myös sähkötekniisten standardien, syntyneiden käytänteiden, lakien ja asetusten merkitystä aurinkosähköjärjestelmien kannalta. (ST-käsikirja-40 2016, 1-2.)

Työssä tutustutaan aurinkojärjestelmän suunnitteluun ja apuvälineisiin, koska järjestelmät tulee suunnitella ja mitoittaa aina haluttuun käyttötarkastukseen. EU:n direktiivi on asettanut tavoitteeksi uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisen. Jokaiselle jäsenvaltiolle on asetettu RES-direktiivit. RES-direktiivissä on myös annettu vaatimus asentajien sertifiointijärjestelmästä. Se koskee pienen mittakaavan biomassakattiloiden ja tulisijojen, aurinkosähkö- ja aurinkolämpöjärjestelmien sekä geotermistä lämpöä matalasta syvyydestä ottavien järjestelmien ja lämpöpumppujen asentajia. Koulutus on asentajille vapaaehtoista, mutta sertifiointijärjestelmä on velvoittavaa lainsäädäntöä. (Motiva Oy 2020.)

Työn ensisijaisena tavoitteena on selvittää asentajien sertifiointijärjestelmää koskevien vaatimusten täyttymisen ehdot. Suomessa on säädetty laki mainittujen uusiutuvaa energiaa käyttävien energiajärjestelmien asentajien kouluttajan hyväksymisestä. Työssä tutustutaan RES-kouluttajalain yleisiin vaatimuksiin lain tarkoittamalle koulutukselle, lisäksi tutustutaan, miten Energiavirasto valvoo lain noudattamista ja hyväksyy kouluttajan.



Tavoitteena on myös tutustua asentajia koskevaan suomalaiseen sertifiointijärjestelmään. Asentajien sertifiointi on Uusiutuvan Energian toimikunnan hallinnoima ja toimintaa koordinoi Motiva Oy. Toimikunnassa ovat edustettuna alan keskeiset yhdistykset, koulutuksen järjestäjät, ympäristöministeriö ja Energiavirasto. Heidän roolinsa on seurata ja ohjata sertifiointijärjestelmän toteutusta ja koulutuksen järjestämistä. Sertifikaatti myönnetään silloin, kun sertifioitu asentaja täyttää asetetut vaatimukset. Sertifikaatti myönnetään asentajalle viiden vuoden määräajaksi. Sertifikaatin uusimisen edellytyksenä on hyväksytysti suoritettu päivityskoulutus ja laiteasennus.

## **2 AURINKOENERGIA**

Aurinkoenergia on säteilyenergiaa, jota hyödynnetään. Säteilyenergiaa hyödynnetään tavallisesti aurinkokennojen, aurinkokeräimien tai keskitettävien aurinkovoimaloiden avulla. Auringon säteilyä muunnetaan sähköenergiaksi valosähköisen ilmiön avulla. Aurinkokeräimillä sekä keskittävillä aurinkovoimaloilla säteily muutetaan käyttökelpoiseksi lämmöksi, joka voidaan hyödyntää sellaisenaan tai muuttaa sähköenergiaksi. (Clean Technica- Advantage and Disadvantages Of Solar Power 2011.)

### **2.1 Aurinkoenergian muodostaminen**

Aurinko on osa tähtijärjestelmää, joka tiivistyi noin 4,6 miljardia vuotta sitten tähtienvälisen aineen pilvestä. Ja sen uskotaan loistavan vielä toiset viisi miljardia vuotta. Auringossa fuusioituu joka sekunti 600 miljoonaa tonnia vetyä ja 596 miljoonaksi heliumia. (Le système solaire 2012.)

Auringon energia syntyy fuusiosta. Auringossa fuusioituu joka sekunti  $600 \cdot 10^6$  tonnia vetyä  $596 \cdot 10^6$  tonniksi heliumia. Neljä  $10^6$  tonnia massaa muuttuu energiaksi. Energia vapautuu suurienergiasina fotoneina. (Ilmatieteen Laitos 2020.)

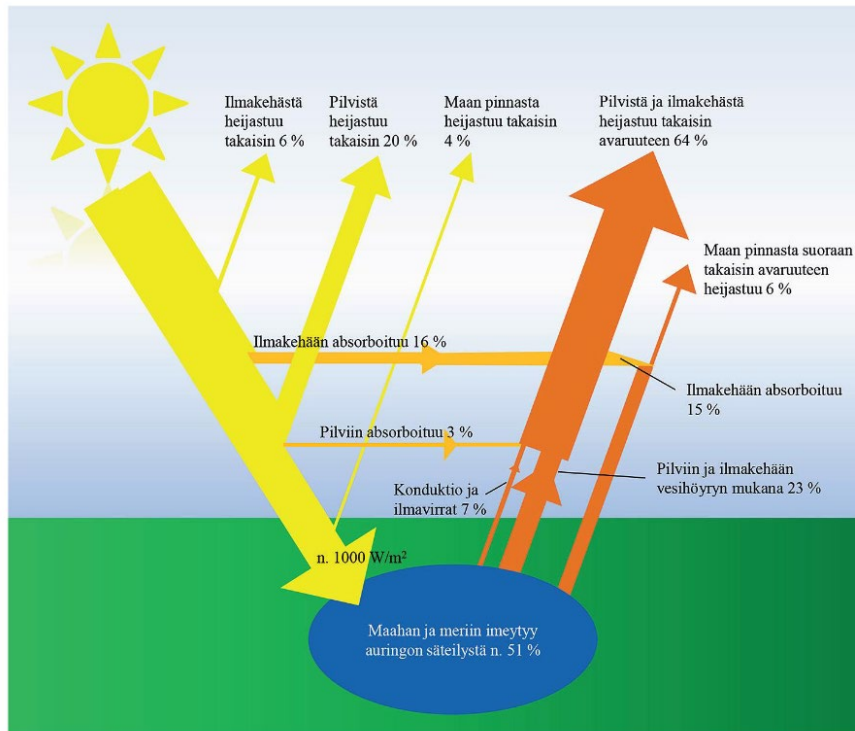
Aurinkosäteily voi helposti täyttää nykyisen energiantarpeen. Auringon säteilyn teho maan pinnalla on noin 170 000 TW, mutta siitä ei voida hyödyntää kuin pieni osa. Maapallolla kahden tunnin aikana vastaanotettu aurinkosäteily

on enemmän kuin maailmanlaajuinen vuotuinen energiankulutus. Kun otetaan huomioon aurinkokennojen energiatehokkuus, kolme tuntia aurinkoa maapallolla vastaanotettu säteily riittää kattamaan maailmanlaajuisen vuotuisen sähkövirran energiankulutus. Esimerkiksi Tampereen seudulla aurinkokennot voivat tuottaa yli  $200 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{a}$  sähköenergiaa (optimaalisesti kallistetut kiinteät PV-moduulit). Tampereen  $525 \text{ km}^2$ :n maa-alue riittää tuottamaan noin 40 TWh sähköenergiaa vuodessa, mikä on lähes puolet vuotuisesta kulutuksesta Suomessa (85,1 TWh vuonna 2016.)



KUVA 1. Aurinko säteilee energiaa avaruuteen (NASA, SDO Gallery 2017)

Auringossa tapahtuva fuusioreaktio tuottaa suunnattoman määrä energia. Reaktiossa vapautuvan energian kokonaisteho on  $3,8 \cdot 10^{23} \text{ kW}$ . Tästä kokonaistehosta maapallolle saapuu  $1,7 \cdot 10^{14}$  kilowattituntia, joka on 10 000 kertaa ihmiskunnan vuodessa käyttämän energian määrä vuoden 2008 kulutuslukujen perusteella. Etelä-Suomessa vuoden aikana aurinkoenergiaa tulee 1000 kilowattituntia neliometriä kohden. (Erat ym. 2016, 12.)



KUVA 2. Maapallolle saapuvat auringon säteilyn hajautuminen (Energiateollisuus Ry 2010)

Aurinkoenergia on siis auringon säteilemän energian hyödyntämistä sähkö- tai lämpöenergiana aurinkokennon tai aurinkokeräimen avulla. Aurinkoenergia on uusiutuvaa energiaa, jota energiamuotona eivät rasita polttoainekustannukset. Siitä ei myöskään synny hiilidioksidipäästöjä eikä jätteitä. Päästöjä syntyy vain energian sähköksi tai lämmöksi muuttamisessa ja varastointiin tarvittavien laitteiden valmistuksessa, huollossa ja kierrätyksessä.

## 2.2 Aurinkoenergian historiaa

Aurinkoenergian hyödyntämisellä on pitkä ja monipuolinen historia. Perinteisesti aurinkoenergiaa on hyödynnetty muun muassa rakennusten sijoittelulla ja rakennusmateriaalien valinnalla. Maailman ehkä tunnetuimman aurinkoenergian historiantekijän John Perlinin mukaan kiinassa oli 6000 vuotta sitten taloja, jotka lämpenivät myös talvella pääosin auringon säteilyllä, mutta eivät kuumenneet keräisin liikaa. (Isomäki 2016, 11.)

Kiinalaisilla oli hyvin yksinkertainen aurinkoarkkitehtuurin periaate: rakennusvaiheessa talojen seinät suunnattiin ilmansuuntien mukaan ja ikkunat sijoitettiin talojen eteläpuoleiselle seinälle. Aurinko paistaa talvella matalalta, jolloin

siitä tuleva lämpö tulee suoraan ikkunan läpi huoneistoon. Kesäaikaan aurinko paistaa korkealta, joten lämpö ei tule suoraan ikkunoista sisälle eikä lämmitä huoneistoa liikaa. (Isomäki 2016, 11.)

Jo 700 eKr. Ihmiset oppivat sitten keskittämään auringonvalon tulipaloon. Esi-merkiksi kreikkalaiset sytyttivät olympiakiekon älykkään peilijärjestelmän ansiosta keskittämällä auringon säteet tarkkaan pisteeseen. (Aurinkoenergian historia 2018.)

Vuonna 1893 ranskalainen Alexander Edmond Bequerel löysi aurinkosähkön vaikutuksen ensimmäistä kertaa. Bequerel kokeili elektrolyyttistä akkua, jossa oli platinaelektrodit ja huomasi, että auringonvalossa virta kasvoi. Tätä havaintoa pidetään yleisesti aurinkoenergian syntymämerkkinä. Ranskalainen opettaja Auguste Mouchout kehitti ja patentoi vuonna 1865 ensimmäinen aurinkoenergialla toimivan moottorin. Hänen aurinkovoimakoneessansa oli kahden ja puolen metrin levyinen peili, ja kone pystyi pumppaamaan kaivosta 2000 l/min vettä. (Histoire condensée du photovoltaïque 2015.)

Henry Willsie oli ensimmäinen vuonna 1904, joka osasi onnistuneesti varastoida aurinkoenergialla tuotettua sähköä ja käyttää sitä öisin. 1906-1914 amerikkalainen Frank Shumanin yhtiö rakensi siihen asti laajimman ja taloudellisimman aurinkosähköjärjestelmän Meadin Egyptiin. Shumanin laitos käytti viisi 60 metrin pituista ja 8 metrin levystä, voimakkaasti heijastavalla materiaalilla päällystettyä aurinkokourua 60-70 hevosvoiman moottorin käyttämiseen. Moottori pumppasi 24 000 litraa minuutissa vettä. (History of sustainable energy s.a.)

Vuonna 1956 esiteltiin ensimmäinen kaupalliseen käyttöön suunniteltu aurinkokenno. Aurinkokennon hinta oli 300 dollaria watilta ja sitä käytettiin radiossa ja leluissa. (A Brief History of Solar Panels 2019.)

Ensimmäinen satelliitti laukaistiin vuonna 1958, joka käytti aurinkoenergiaa sähköntuotantoon. 60-luvulla käytettiin avaruusohjelmissa useita aurinkoener-

giateknologioita. 70-luvun energiakriisi johti uusien energialähteiden etsimiseen ja aurinkosähköpaneelien hinta putosi noin 20 dollariin tuotettua wattia kohti.

Toisen maailmansodan jälkeen öljy nousi tärkeimmäksi energian tuotantotavaksi ja aurinkosähkön kehitys jäi taka-alalle. Energiakriisi kuitenkin herätti uudelleen kiinnostuksen uusiutuvien energianmuotoihin.

Aurinkosähkön tuotantokapasiteetti ylitti 21,3 MW vuonna 1982. Aurinkosähkön myynti ylitti tuona vuonna 250 miljoonaa dollarin rajan ja aurinkoteknologia on edelleen kehittynyt huimasti 1990- ja 2000-luvuilla.

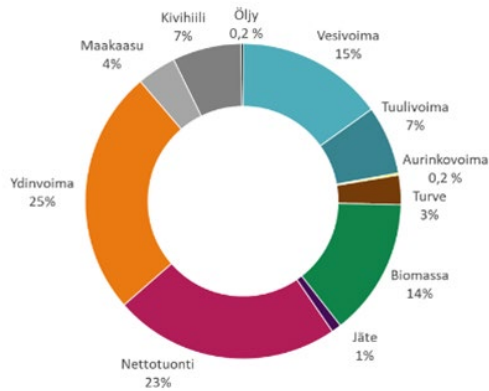
Vuonna 2016 Intian kunnianhimoisena tavoitteena oli lisätä aurinkosähkön tuotantokapasiteettia 100 gigawattiin eli 20-kertaistaa aurinkoenergian tuotantokapasiteettina. Sen jälkeen, kun aurinkokennoilla tuotetun sähkön hinta laski ensimmäistä kertaa kivihiehellä tuotetun sähkön hinnan alapuolella. Huhtikuussa 2016 aurinkosähkön hinta oli 33€/MWh ja kivihiehellä tuotetun sähkön oli 38€/MWh. (Aurinkoenergiolla tuotetaan sähköä Intiassa 2016.)

### **2.3 Aurinkoenergian nykytilanne ja tulevaisuuden Suomessa**

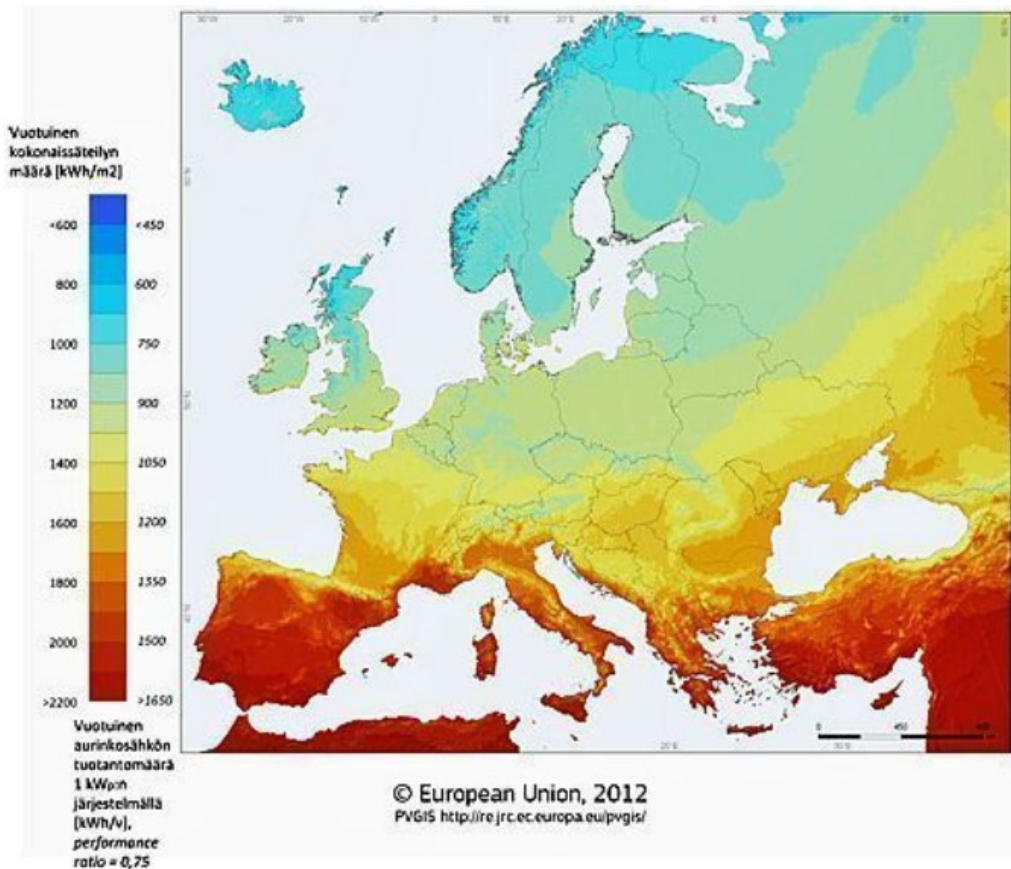
Vuonna 2016 aurinkovoiman osuus Suomen sähkötuotannosta oli alle prosentin (0,2%) luokkaa, mutta tilanne muuttuu tulevaisuudessa. IEA:n mukaan aurinkoenergian tuotanto Suomessa vuonna 2017 oli yhteensä 80,4MW. Kasvua vuoteen 2016 verrattuna syntyi 43MW. Arvio vuoden 2018 osalta on 140MW.

Suomen sähköenergiajärjestelmälle on ominaista tuotannon monipuolisuus ja useat merkittävät tuotantomuodot. Ydinvoimalla tuotetaan noin neljännes koko sähkön tarpeesta. Toiseksi suurimmat osuudet tuotannosta, noin viidenneksen osuuksillaan kattavat teollisuuden- ja kaukolämmön ja sähkö- ja lämmön yhteistuotanto. Nettotuonti ulkomailta on myös 20%’n luokkaa.

Alla oleva kuva 3 havainnollistaa Suomen sähkön hankintaa, eli tuotantoa ja tuontia.



KUVA 3. Suomen sähkötuotanto energialähteittäin, vuonna 2016



KUVA 4. Aurinkoenergian maksimituoton vuotuiset tunnit Euroopassa (Motiva Oy 2012)

Aurinkoenergian tuotannon kannalta tarpeellista auringonsäteilyn määrää havainnollistetaan kuvassa 4. Säteily jakautuu Euroopassa siten, että Etelä-Eu-

roopassa vuotuisen maksimituoton tunnit optimaalisest in suunnatuille aurinkopaneeleille ovat lähellä 1500 tuntia, kun taas pohjoisempana Skandinaviassa vuotuiset maksimituoton tunnit jäävät lähes puolet pienemmiksi. (Energy and Climate Policy 2018.)

Karttaa tarkastellessa havaitaan kuitenkin, että maksimituottotuntien määrä on Suomessa suunnilleen samalla tasolla kuin Saksassa tai Iso-Britanniassa huolimatta huomattavasti pohjoisemmasta sijainnista. Auringonsäteilyn vuotuisen jakauma vuodenaikojen välillä puolestaan on sitä suurempaa, mitä pohjoisemmaksi mennään.

Sähköverkkoyhtiöiden mukaan sähköverkkoon kytketyn aurinkoenergian määrä vuoden 2017 lopussa oli 80,4 MW ja kasvua edelliseen vuoteen 2016 oli 43MW. Vuonna 2018 kasvun oletettiin jatkuvan samanlaisena (Ahola J. 2017.)

Lähivuosina aurinkovoiman yleistymistä saattaa Suomessa edistää suurten liikeketjujen ja julkisten tahojen kiinnostus aurinkovoiman asennukseen ja käyttöön ottoon. Uusiutuva aurinkoenergiantuotanto tulee tulevaisuudessa osaksi yhtiöiden ekologisemman imagon luontia.

Aurinkosähköjärjestelmät ovat laajalti käytössä ja ovat käyttövarmuudeltaankin hyvin luotettavia. Kuitenkin aurinkosähköteknologian edelleen kehittäminen on ratkaisevaa, jotta aurinkosähkö voidaan saada merkittäväksi osaksi sähkön tuotantoa. Aurinkosähkön laajemman tuotannon mahdollistaminen vaatii sen, että aurinkosähköjärjestelmän hinta tulee alaspäin.

Selvästi keskeisin tavoite tulevaisuudessa onkin hintojen ja kustannuksien pientyminen. Teknologian kehittyessä aurinkokennojen hyötysuhde ja käyttöikä kasvavat, mikä johtaa siihen, että tuotantokustannukset alenevat. Kun pystytään tuottamaan ohuempia kennoja, saadaan piin kulutus kennoa kohti

pienemmäksi ja valmistuskustannukset alaspäin. Näin aurinkosähköjärjestelmän energian takaisinmaksuaika saadaan lyhemmäksi. (Renewable Energy in Europe 2010.)

Nykyisten teknologioiden kehittäminen ei ole ainoa tapa saada kustannuksia alaspäin. Aurinkokennot on jaettu kolmeen sukupolveen. Yksikide- ja monikidekennot ovat ensimmäistä sukupolvea ja ohutkalvokennot kuuluvat toisen sukupolveen. Kolmannen sukupolven kennot ovat vasta kehitysvaiheessa. (Motiva Oy 2020.)

Uusien kennojen kehittäminen on jatkuvaa, ja lähiaikoina voidaankin odottaa nanoteknologiakennojen kaupallistumista. Nanorakenteinen väriainekenno eroaa toiminnaltaan kiteisistä kennoista ja ohutkalvokennoista. Väriainekennoissa tapahtuu kemiallinen reaktio, jossa väriaineella päällystetyt titaanidioksidipartikkelit tuottavat sähköä auringon säteilystä. Väriainekennot ovat edullisia ja helppoja valmistaa. Tähän mennessä väriainekennoissa on saavutettu 11 prosentin hyötysuhde. Väriainekennojen lisäksi kehitysvaiheessa on myös muita kennoja, joista osa on jo kaupallistumassa ja osa vielä kehitysvaiheessa. Näitä kennoja ovat esimerkiksi joustavat kennot ja keskitetyn järjestelmän kennot. Joustavat kennot perustuvat samanlaiseen valmistusprosessiin kuin ohutkalvokennot, missä valoherkkä aine asetetaan joustavalle pohjalle, kuten vaikkapa ohuelle, taivuteltavalle muoville.

Keskitetyssä järjestelmässä auringonvalo keskitetään kennolle peilien tai linsien avulla. Päätarkoituksena on käyttää mahdollisimman vähän kallista puolijohdemateriaalia, samaan aikaan keräten mahdollisimman paljon auringonvaloa. Keskitetyssä järjestelmässä kennojen hyötysuhde on välillä 20-30 prosenttia. Monet aurinkokennovalmistajat lupaavat aurinkokennojen tehokkuudeksi 25 vuotta, jonka voidaan ajatella olevan kennon minimikäyttöikä. Kennojen eliniän odotetaan olevan 30-35 vuotta. (Aalto Solar Energy 2016.)

Aurinkoenergian kustannus muodostuu Tahkokorven (2016) mukaan pääasiallisesti energian keruu- ja varastointijärjestelmän investoinneista, olipa kyse aurinkosähköstä tai aurinkolämmöstä. Sen vuoksi vertailu polttoainepohjaisiin



energiantuotantomenetelmiin on melko vaikeaa. Aurinkoenergiavoimalan elinikä on yleensä 20-30 vuotta, joten tasapuolisen vertailun vuoksi polttoaineiden hintojen tulisi olla etukäteen tiedossa samalta ajalta. (Tahkokorpi 2016, 187.)

Tahkokorpi mainitsee kirjassaan, että aurinkosähköjärjestelmien hintakehitys on edelleen laskeva, joten kilpailukyky energiamarkkinoilla tulevaisuudessa paranee. Lähivuosikymmeninä Tahkokorven mukaan nähdään sekini hetki, jolloin aurinkosähkövoimalla tuotettu sähkö on Suomessakin halvempaa kuin millään Kiinassa vuonna 2016 fossiilisella polttoaineella tuotettu. (Tahkokorpi 2016, 191.)

Tulevaisuuden ennustaminen on kuitenkin vaikeaa lähes mahdotonta. Suurin ongelma teknologiassa on siinä, miten saadaan hetkellisesti ylimääräinen aurinkoenergia varastoitua. Aurinkoenergiasta suurin osa syntyy päivällä kesäaikaan, jolloin sitä tarvitaan varsinkin yksityistaloudessa vähiten. Aamut, illat ja varsinkin yöt ovat aurinkoenergiatuotannon kannalta huonoja, kun taas energian käyttö olisi silloin suurempaa kuin päivällä.

### **3 AURINKOSÄHKÖ**

#### **3.1 Aurinkosähkömarkkinoiden kehitys Suomessa**

Aurinkosähkömarkkinat ovat kehittyneet voimakkaasti viimeisten 15 vuoden aikana. Esimerkiksi vuonna 2001 aurinkosähkön kumulatiivinen asennuskanta maailmanlaajuisesti oli alle 2 000 megawattia, kun se vuoden 2015 aikana ylitti 200 000 megawattia. Asennettujen aurinkosähköjärjestelmien määrä on siis yli satakertaistunut kuluneiden neljäntoista vuoden aikana. Samaan aikaan aurinkosähköjärjestelmien hinnat ovat laskeneet. (Tahkokorpi 2016, 135.)

Suomessa aurinkosähkön tuotantokustannus on alittanut verkosta ostettavan sähkön hinnan, eli niin sanottu verkkopariteetti on saavutettu. Aurinkosähkön omakustannushinta on Suomessa vuoden 2014 hinnoilla ollut noin 60 senttiä/kilowattitunti voimalan koosta, toimittajasta, sijaintipaikasta ja erilaisten tukien saannista riippuen. Lisäksi aurinkosähköjärjestelmiin liittyviä säädöksiä

on päivitetty viime vuosina. Muun muassa sähkön myynti verkkoon on tullut pientuottajan kannalta mahdolliseksi, joskaan nykyhinnoilla ei vielä kovin kannattavaksi. (FinSolar 2014.)

Aurinkojärjestelmä vaatii kolme erilaista komponenttia:

- Sopivat aurinkopaneelit.
- Vaihtosuuntaaja eli invertteri, jonka tehtävänä on muuntaa paneeleilta saatava tasavirta vaihtovirraksi. Valinnassa on ensin syytä miettiä tarkasti käyttötarkoitus. Esimerkiksi lämminvesivaraajat tarvitsevat yleensä kolmivaihevirtaa. Mikäli aurinkosähköllä on tarkoitus lämmittää talouden käyttövesi, invertteri tulee olla vastaavasti kolmivaiheinen. (Motiva OY 2020.)
- Sähkön varastoinniseksi aurinkosähköjärjestelmä tarvitsee, ilman suoraa syöttöä kodin sähköverkkoon, energiavaraston. Paneeleita tuleva sähkö pitää väliaikaisesti varastoida, ennen kuin se voidaan hyödyntää kotikäyttöön. (Solar Power World 2017.)

Sähkövarasto ei verkkoon kytketyissä järjestelmissä ole pakollinen. Nykyisillä hintatasoilla kannattaa pyrkiä maksimaalisesti korvaamaan ostosähköä itse tuotetulla aurinkosähköllä. Silloin kun tuotantoa on, sitä kannattaa käyttää esimerkiksi lämpimän käyttöveden tuottamiseen tai muuhun vastaavaan käyttöön. Akkujen hinta tosin laskee koko ajan (esim. 35 % vuoden 2015 aikana Bloomberg New Energy Financen mukaan) muun muassa teknologian kehittymisen myötä ja sähköisen liikenteen lisääntymisen johdosta. (Helen Oy 2015.)

### **3.2 Aurinkopaneelit**

Aurinkopaneeli on puolijohdetekniikkaan perustuva jännitelähde, joka tuottaa auringon valosta energiaa valosähköisen ilmiön avulla (Gevorkian 2011, 1). Paneelityyppejä on markkinoilla useita erilaisia, ja niiden ominaisuudet voivat vaihdella merkittävästi toisistaan. Tärkeimpiä paneelityypin valintaan vaikuttavia ominaisuuksia ovat huipputeho, hyötysuhde ja paneelin kyky kestää vallitsevia olosuhteita. Viime kädessä myös paneelin hinta muodostuu merkittä-

väksi tekijäksi, koska voi olla kannattavampaa toteuttaa järjestelmä suuremmalla määrällä pienitehoisia ja huonommalla hyötysuhteella toimivia paneeleita. (IFC 2015, 25.)

Merkittävimmät kaupalliset aurinkopaneelityypit ovat piikidepaneelit ja ohutkalvopaneelit. Piikidepaneelit jaetaan kennon valmistusprosessin mukaan yksikide- ja monikidepaneeleihin. Yksikidepaneelit ovat hyötysuhteeltaan parempia, mutta kalliimpia kuin monikidepaneelit. (IFC2015 25-26.)

Aurinkopaneelit valmistetaan kytkemällä yksittäisiä aurinkokennoja sarjaan siten, että niistä muodostuu verkkoon kytketyissä järjestelmissä yleensä 200-330 piikkiwatin ( $W_p$ ) nimellistehoinen paneeli. Kennosta kapseloidaan ilmatiiwiisti lasin alle ja kehystetään niin, että siitä saadaan mekaanisesti ympäristöolosuhteita kestävä. Suomen vaihtelevat sääolosuhteet asettavat kennostoille kovat vaatimukset. (Käpylehto 2016 137.)

### **3.3 Aurinkopaneelien virta- ja jännitekäyrä**

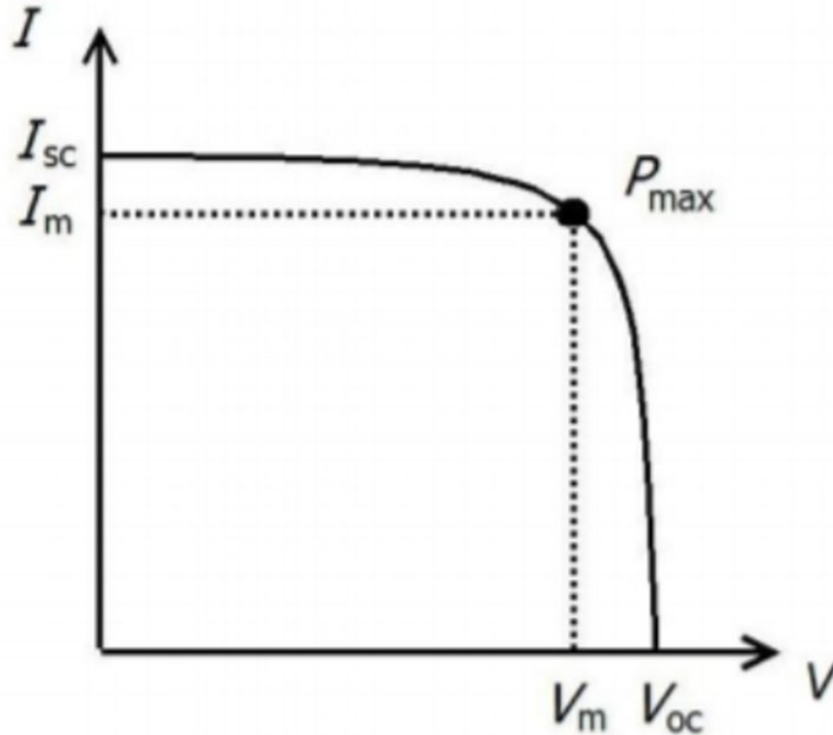
Puolijohdeaurinkokennon toiminnalla on kolme toimintapistettä ovat tyhjäkäynti, oikosulku ja maksimitehopiste. Ensimmäisessä toimintapistettä aurinkokennon navat ovat irti toisistaan, silloin niiden välinen resistanssi lähestyy ääretöntä. Tyhjäkäynnissä napojen välissä ovat virran ja tehon arvot nolliä. (Korpela, 2014.)

Valmistaja yleensä ilmoittaa aurinkopaneeleita muun muassa sen oikosulkuvirran ja tyhjäkäyntijännitteen. Tyhjäkäynnissä napojen välillä syntyy jännite, kun virittyneet ja tyhjennysalueen erottelemat varaukset eivät pääse ulos kennosta. Tämä jännite heikentää tyhjennysalueen sähkökentän voimakkuutta.

Kun sähkökenttä on niin heikko, ettei se enää pysty erottelemaan elektroneja, niin napojen välillä on silloin maksimijännite eli tyhjäkäyntijännite.

Oikosulkutilanteessa kennon navat on kytketty toisiinsa, jolloin niiden välinen resistanssi lähestyy nolliä ohmia. Oikosulkutilanteessa jännite on nolliä voltia ja myös teho on nolliä wattia. Tällöin tyhjennysalueen sähkökenttä on maksimiarvossaan.

Valmistaja usein ilmoittaa maksimitehopisteen jännitteen ja virran. Jos nämä arvot asettaa virta-jännitekuvaajalle, saadaan kuvan 2 mukainen virta-jännitekäyrä. (Korpela 2014.)



KUVA 5. Aurinkokennon virta-jännitekäyrä. (kuva: Korpela,2014)

Aurinkopaneelin tuottama teho on sen jännitteen ja virran tulo. Teho on suurimmillaan virta-jännitekäyrän maksimitehopisteessä. (Korpela 2014)

#### 4 SERTIFIOITU ASENTAJA JA RES-DIREKTIIVI, KOULUTUKSET

Asentajan sertifiointi on vapaaehtoinen järjestelmä, jonka EU:n RES-direktiivi pohjimmiltaan vaatii EU:n jäsenvaltiolta uusiutuvien energialähteiden käytön edistämiseksi. Joissain lähteissä puhutaan myös UE:sta (uusiutuvan energian asentaja).

Sertifiointilla voi osoittaa:

- Kykenevänsä täyttämään näille erikoisasennuksille asetetut vaatimukset.
- Tuntevansa riskit ja turvallisen työskentelyn edellytykset.

- Hallitsevansa järjestelmien ominaisuudet, suunnittelun, asennukset ja ylläpidon.

Sertifointijärjestelmä on alan toimijoiden luoma, ja sitä valvoo uusiutuvan energian toimikunta. Kuvan 6 mukaan toimikuntaan kuuluu edustajia Motivasta, ympäristöministeriöstä, Energiavirastosta, uusiutuvan energian valtakunnallisista yhdistyksistä sekä täydennyskoulutuksen erikoituneista oppilaitoksista. (ST-käsikirja -40 2017.)



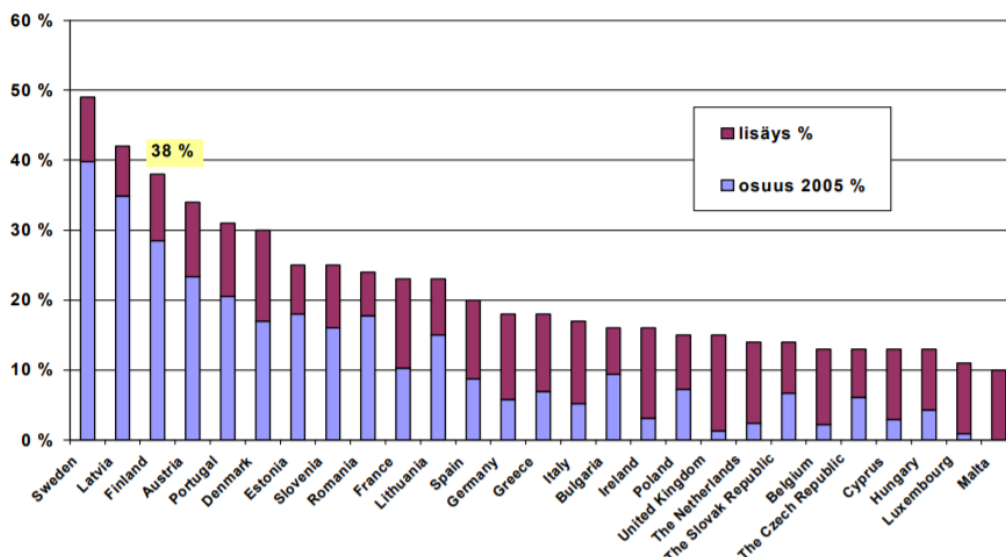
KUVA 6. Sertifointikoulutukseen liittyvät taustatekijät ja niiden roolit (ST-käsikirja -40 2017)

#### 4.1 RES-direktiivi

Euroopan unionin tavoitteena on nostaa uusiutuvan energian osuus 20 prosenttiin energian loppukulutuksesta vuoteen 2020 mennessä.

Uusiutuvan energian direktiiviin on kirjattu jokaiselle jäsenvaltiolle omakohtaiset tavoitteet, ja maat voivat itse päättää toimista, joilla tavoitteisiin pyritään pääsemään.

Suomen tulee komission ehdotuksen mukaan nostaa uusiutuvan energian osuus 38 prosenttiin loppukulutuksesta eli lisäysvelvoite on 9,5 prosenttiyksikköä. Suomessa käytettävistä uusiutuvista energiamuodoista tärkeimpiä on bioenergia, kuten tuuli-, puu- ja aurinkoenergia.



KUVA 7. Komission ehdotus jäsenmaiden tavoitteiksi vuonna 2020, % (Työ- ja Elinkeinoministeriö)

Tällä hetkellä uusiutuvasta energiasta 70 prosenttia on metsäteollisuuden puuperäisiä sivutuotteita. Uusiutuvan energian lisäämisen katsotaan edellyttävän metsäteollisuuden sivutuotteiden ohella muun bioenergian (metsähakkeen, pellettien, peltobiomassan ja jätteiden) lisäkäyttöä, vesi- ja tuulivoiman sekä maalämmön hyvin suurta lisäystä sekä energiasäätötoimia.

RES-direktiivi sisältää myös kaikille jäsenmaille asetetun tavoitteen: nostaa yhteisesti biopolttoaineen osuus liikenteessä 10 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä (ST-käsikirja -40 2017).

#### 4.2 Laki kouluttajan hyväksymisestä

RES-kouluttajalain mukaan energiavirasto hyväksyy kouluttajan, joka täyttää lain mukaiset vaatimukset. Energiavirasto tekee kouluttajan hyväksymishakemuksen perusteella päätöksen kouluttajan hyväksynnästä.

Energiaviraston antamassa hyväksymispäätöksessä määritellään kouluttajalle pätevyysalueet, joilla kouluttaja voi antaa sertifiointiin johtavaa ammatillista lisä- ja päivityskoulutusta. Pätevyysalueita koostuu neljästä alueesta, ja ne ovat:

- Aurinkolämpöjärjestelmät

- Aurinkosähköjärjestelmä
- Biolämpöjärjestelmät
- Lämpöpumppujärjestelmät.

Kouluttajan tulee hyväksymishakemukseen määritellä, mitä pätevyysalueita hakemus koskee. Hyväksymishakemuksessa kouluttajan tulee osoittaa, että tällä on riittävä opetushenkilöstö, tilat ja tarvittavat tekniset laitteet ja välineet jokaisen haettavan pätevyysalueen osalta. (ST-käsikirja -40 2016.)

### 4.3 Energiaviraston RES-kouluttajaohje

Energiaviraston RES-kouluttajaohjeessa on annettu yksityiskohtaisemmat ohjeet kouluttajasta ja koulutusten sisällöstä. Ohjeessa todetaan mm., että kouluttajan opetushenkilöstön tulee olla riittävän asiantuntevaa toteuttaakseen koulutuksen.

Kouluttajan välineistöstä annetaan seuraavanlainen esimerkki, joka täyttää vaatimukset sertifiointikoulutuksen järjestämiseksi:

- Aurinkosähköilmiön havainnollistamisen laitteet
- Harjoittelulaitteet ja –välineet aurinkopaneelien kattoasennukseen
- Harjoituskatto
  - Kaapelit,
  - Vaihtosuuntaajat ja turvavälineet
- Laboratorio aurinkosähköjärjestelmän verkkoon liittämisen harjoittelamista varten
- Aurinkosähköjärjestelmä, jolla voidaan tarkastella aurinkosähköjärjestelmän energiantuotantoa (mittarilla tai antureilla ulkoilman lämpötilan ja säteily määrän mittaamiseksi)
- Sähkölaboratorio aurinkosähköjärjestelmän tuottaman sähkön analysoimiseksi
- Näytteitä erilaisista aurinkokennomateriaaleista ja aurinkopaneeleista
  - Liitännäkotelot, ylijännitesuojat, asennustarvikkeet yms.
- Asennuskiinnikkeet aurinkopaneelin asentamiseksi
- Asennuksen yhteydessä tarvittavat mittalaitteet
- Turvavälineet kattotyöskentelyyn. (Energiavirasto. s.a.)

## 5 SERTIFIOINTIKOULUTUS

### 5.1 Yleistä

RES-kouluttajalaissa sertifiointikoulutuksella asetetut vaatimukset koskevat erityisesti kouluttajan organisaatioita, opetuksen soveltuvia tiloja sekä teknisiä laitteita ja välineitä. Sertifiointikoulutuksen tulee jakaantua teoreettisiin ja käytännön osioihin. Koulutuksen on päätyttävä loppukokeeseen, ja siinä on käytännön tasolla arvioitava asentajan kykyä asentaa uusiutuvan energian järjestelmiä.

Kouluttaja itse vastaa koulutuksen sisällön ja laajuuden määrittelystä, mutta koulutuksen päätyttyä asentajalla on oltava kyky asentaa tarvittavat laitteet ja järjestelmät asiakkaan suorituskyky- ja luotettavuusvaatimusten mukaisesti ja hänen on kyettävä noudattamaan kulloinkin sovellettavia määräyksiä ja standardeja.

Sertifiointikoulutuksen järjestämisessä voidaan käyttää yhteistyökumppaneiden resursseja, kuten muiden yhteistyökumppaneiden tiloja, teknisiä laitteita ja välineitä sekä opetushenkilöstöstä. Kouluttajan tulee kuvata Energiavirastolle, miten yhteiskumppani valitaan, mitä yhteistyökumppani resursseilta vaaditaan ja miten kouluttaja varmistaa, että yhteistyökumppani täyttää vaatimukset.

(Motiva Oy 2020.)

### 5.2 Koulutuksen sisältöä koskevat vaatimukset

Koulutuksen sisältöä koskevat RES-direktiivin mukaiset suuntaviivat. Suuntaviivojen lisäksi asentajien täydennyskoulutuksessa tulisi ottaa huomioon järjestelmille asetettavat kansalliset vaatimukset, jotka liittyvät paikallisiin asennusolosuhteisiin, kulutustottumuksiin sekä kansallisiin normeihin.

Aurinkosähköasentajien koulutuksessa asentajat saavat yleisnäkemyksen:

- Aurinkoenergiatuotteiden markkinatilanteesta
- Kustannus- ja kannattavuusvertailuista
- Ekologisista näkökulmista
- Järjestelmien komponenteista
- Ominaispiirteistä ja mitoittamisesta
- Järjestelmän valinnasta



- Komponenttien mitoittamisesta
- Palosuojauksesta
- Taloudellisista tukimuodoista
- Aurinkosähkölaitteistojen suunnittelusta, asentamisesta ja ylläpidosta.

Asentaja saa lisäksi tietoa eurooppalaisista teknologiastandardeista ja sertifiointijärjestelmistä sekä asiaan liittyvästä kansallisesta ja yhteisön lainsäädännöstä.

Asentajan on kyettävä osoittamaan omaavansa seuraavat keskeiset taidot:

- Valmis työskentelemään turvallisesti käyttäen asianmukaisia työkaluja ja laitteita noudattaen turvallisuusmääräyksiä
- Tunnistaa aurinkosähköasennuksiin liittyvät sähkötyöriskit sekä muut riskit.
- Valmius tunnistaa aurinkosähköjärjestelmille ominaiset järjestelmäratkaisut, komponentit ja mekaaniset rakenteet sekä määrittää komponenttien sijoitus, järjestelmärakenne sekä järjestelmäkokoontaminen
- Valmius määrittää tarvittavat aurinkosähköpaneelien asennusalue, asennussuunta ja kallistus ottaen huomioon varjostumat, aurinkoisuus, rakennekestävyys ja asennustavan soveltuvuus kyseiseen rakennukseen tai ilmastoon sekä tunnistaa eri kattotyypeille sopivat asennustavat ja asennuskohteen kannalta järkevä laitekokonaisuus
- Valmius tehdä sähköjärjestelmään tarvittavat muutokset mukaan lukien mitoitusvirtojen määrittely, oikeiden johdintyyppien ja sähköpiirien normiarvojen valinta
- Kaikkien tarvittavien laitteiden ja alijärjestelmien koon, arvojen ja sijainnin määrittely sekä sopivan liittämispisteen valinta. (ST-käsikirja -40 2017.)

### **5.2.1 Sertifiointikoulutuksen päivityskoulutus**

Sertifiointikoulutuksen päivityskoulutuksella tarkoitetaan koulutusta, joka on edellytyksenä asentajan sertifiointin jatkamiselle eli sertifiointin uusimiselle. Sertifiointikoulutuksen päivityskoulutukseen ei sovelleta vaatimuksia siitä, että koulutuksen tulee jakaantua teoreettisiin ja käytännön osioihin. Sen pitää

päätyä loppukokeeseen. Päivityskoulutukselta edellytetään, että se tarjoaa ajankohtaista tietoa uusiutuvien energiajärjestelmien markkinatilanteesta, mahdollisesti uusista teknologioista sekä muista asentajille ajankohtaisista teemoista. (ST-käsikirja -40 2017.)

## **6 AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS**

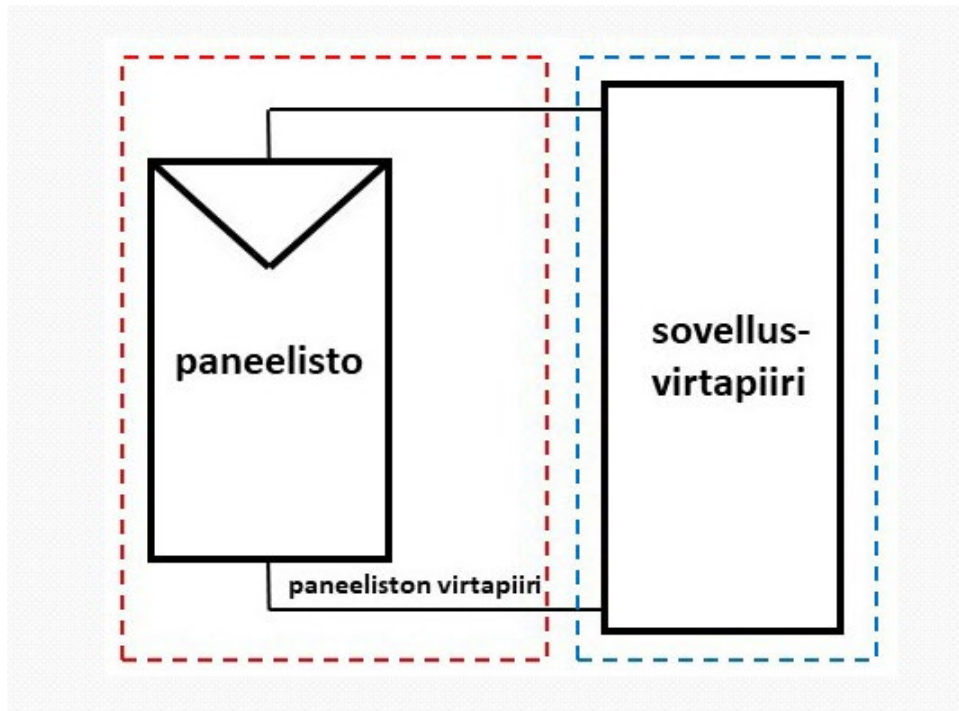
Uuden opetussuunnitelman mukaan myös Stadin ammatti- ja aikuisopisto aloittaa aurinkosähköjärjestelmäkoulutuksen keväällä 2021. Opetushallitus ei vaadi RES- sertifioitua koulutusta osana tutkintoa, mutta kasvatus- ja koulutuslautakunnan suomenkielinen jaosto on päättänyt hyväksyä Stadin ammatti- ja aikuisopiston uuden paikallisiin ammattitaitovaatimuksiin perustuvat tutkinnon osat ”aurinkosähköjärjestelmien toteutus 15 osp”. RES- tiimi tutki mahdollisuutta aloittaa myös aurinkosähköjärjestelmän sertifiointikoulutus.

Stadin ammatti- ja aikuisopisto haluaa pysyä ajan tasalla tekniikan kehityksestä ja tarjota maksetun aurinkosähköenergian sertifiointikokeen.

Suomessa Tavastian ammattikoululla on aurinkosähköjärjestelmän sertifiointioikeudet. Stadin ammatti- ja aikuisopisto haluaa olla toinen koulutusta tarjoava koulutusyksikkö.

### **6.1 Aurinkosähköjärjestelmän suunnitteluvaatimukset**

Aurinkosähköpaneelien suunnitteluvaatimukset löytyvät SESKO ry:n SFS-käsikirjasta 607, jonka tarkoituksena on ollut aurinkosähköjärjestelmän suunnittelu, asennuspaikat ja paneelien ryhmittely ja käyttövalvontaan liittyviä standardisointijärjestöjen laatimia julkaisuja huomioitavat turvallisuusvaatimukset.

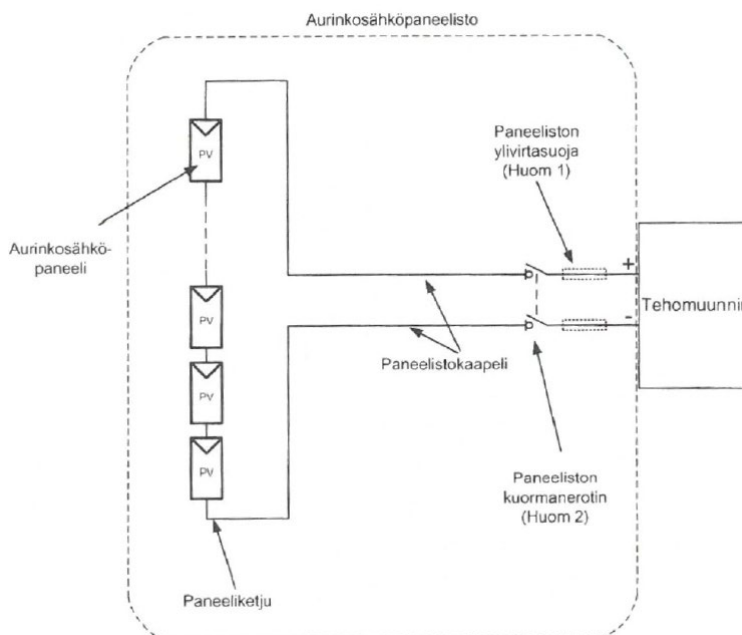


KUVA 8. Aurinkosähkölaitteiston yleinen toiminnallinen kokoonpano (IEC 62548 2016)

## 6.2 Suunnitteluohje

Suunnitteluohjeessa käydään läpi järjestelmän kokoonpanoa, arkkitehtuuria, piirustuksia ja suorituskykyä. SFS-käsikirjassa 607 suunnittelu etenee järjestelmään vaikuttavista mekaanisista rasitteista sekä järjestelmän turvallisuusvaatimuksiin ylivirtasuojauksista. Tämän jälkeen tulee sähkölaitteiden valinta ja asentaminen sekä niiden vaatimukset. Suunnitteluohje jatkaa järjestelmän hyväksyntään, kunnossapitoon ja dokumentaatioon. Ohjeen lopussa tulee opastavia liitteitä, jossa on esimerkkejä soveltuvista järjestelmästä. (SFS-käsikirja 607 2015.)

Aurinkosähköjärjestelmän suunnittelussa on monia lisävaarantekijöitä, mitkä pitää ottaa huomioon. Aurinkosähköjärjestelmä kykenee tuottamaan valokaaria, ja sen on kestettävä niitä mitoitussähkövirtojen arvoilla. Standardien IEC 62109-1 ja IEC 62019-2 mukaan inventteri täytyy täyttää asennusvaatimusten. (Aurinkosähköpaneelistot. Suunnitteluvaatimukset. 2016. IEC 62548)



## Selitykset

..... Komponentit, joita ei vaadita kaikissa järjestelmissä

----- Järjestelmän tai alijärjestelmän rajapinta

HUOM. 1 Ylivirtasuojalaitteet, jos on vaadittu (ks. kohta 6.5).

HUOM. 2 Aurinkosähköpaneeliston erottimen/kuormanerotin vaatimukset. (ks. kohdista 7.3.6 ja 7.4.1)

KUVA 9. Aurinkosähköpaneeliston kaavio, jossa on peruskokoonpanon yksittäisestä paneeliketjusta.

(Aurinkosähköpaneelilot. Suunnitteluvaatimukset. 2016. 5.1.3. IEC 62548)

## 7 RES-KOULUTTAJAKSI HAKEUTUMINEN

### 7.1 Hyväksymishakemuksen täyttäminen

Hyväksymishakemuksen tulee toimittaa Energiavirastoon. Hakemuksessaan kouluttajan tulee kuvata keskeiset tiedot, kuten:

- Koulutuksen sisällöstä ja sen eri osioista
- Opetushenkilöstöstä, opetusympäristöstä

- Soveltuvista tiloista
- Sopivista laitteista ja välineistä ja muista koulutuksen kannalta merkittävistä seikoista. (Liite 3.)

Hakemuslomaketta täytettäessä on oltava huomioon, että kaikkiin kohtiin tulee vastata. Energiavirasto käsittelee hakemuksen hallintolain (434/2003) mukaisesti. (Energiavirasto. RES-Kouluttajaohje 2016.)

Lomakkeessa on neljää eri järjestelmää, aurinkolämpöjärjestelmien, aurinkosähköjärjestelmien, biolämpöjärjestelmien ja lämpöpumppujärjestelmien.

Lomakkeessa on kuvaus:

- Järjestettävästä sertifiointikoulutuksesta
- Koulutuksen oppimistavoitteista
- Sertifiointikoulutuksen loppukokeen järjestämisestä, sekä käytettävistä opetustiloista
- Lisäksi kuvataan opetushenkilöstö, järjestämisen määrä ja päivityskoulutuksen järjestäminen (Energiavirasto. RES-kouluttajaksi 2016.).

## 7.2 Energianviraston päätökset

Energiavirasto päättää uusiutuvan energian kouluttajien hyväksynnästä kahdentyyppisiä päätöksiä

- Päätös uusiutuvaa energiaa käyttävien energiajärjestelmien asentajien kouluttajan hyväksymisestä
- Päätös uusiutuvaa energiaa käyttävien energiajärjestelmien asentajien kouluttajan hyväksymispäätöksen muuttamisesta.

Edelliset päätökset ovat voimassa toistaiseksi. Energiavirasto voi peruttaa hyväksynnän, jos hyväksytty kouluttaja ei enää täytä RES-kouluttajalle asetettuja vaatimuksia. (RES-Kouluttajaohje 2016.)

Päätökset ovat maksullisia, ensimmäinen päätöksen hinta on 3000 €, ja toinen päätöksen hinta on 2000€. Energianviraston päätösten hinnat määräytyvät Työ- ja Elinkeinoministeriön Energiaviraston maksullisista suoritteista annetun asetuksen (1125/2015) mukaan. (Energiavirasto. Uusiutuvan energian asentajan koulutus 2016.)

## 8 AURINKOSÄHKÖASENTAJAN SERTIFIOINTIKOULUTUS

### 8.1 Ammattitaitovaatimukset

Koulutus on tarkoitettu Stadin ammatti- ja aikuisopiston opiskelijoille, joilla on suorittu sähkö- ja automaatioalan perustutkinto tai seuraavat tutkinnon osat: ”Sähkö- ja automaatioalalla toimiminen” ja ”Pien- ja pienoisjännitesähköasennukset” ennen tämän tutkinnon osan aloittamista. Koulutuksen laajuus on 15 osp, ja koulutus kokoaa yhteen keskeiset asiat, jotka sähköurakoitsijan tulee tietää aurinkosähköjärjestelmistä ja niiden liittamisestä sähköverkkoon. Koulutuksen aikana kuullaan yleiskatsaus aurinkosähköstä ja sen hyödyntämismahdollisuuksista Suomessa, saadaan tietoa järjestelmien kannattavuudesta ja takaisinmaksuajoista sekä niiden merkityksestä uudisrakentamisessa. Lisäksi harjoitellaan käytännönläheisesti pienen aurinkosähköjärjestelmän asentamista.

### 8.2 Aurinkosähköjärjestelmien sertifiointikoulutuksen sisältö

RES-kouluttajaohjeessa annettu myös tarkkoja ohjeita siitä, mitä koulutuksen sisällön tulee antaa sertifioidulle asentajalle. Koulutuksen koostuu teoreettinen ja käytännön osio.

Teoreettisessa osassa tutustutaan:

- Aurinkoenergiatuotteiden markkinatilanne
- Kustannus- ja kannattavuusvertailu
- Tukimuodot sekä ekologiset näkökohdat
- Perehdytään myös soveltuvan järjestelmän valintaan
- Järjestelmän tarvitsemiin komponentteihin, ominaispiirteisiin ja mitoittamiseen
- Teoria osuudessa tutustutaan järjestelmän suunnitteluun, asentamiseen ja ylläpitoon.

Käytännön osiossa asentajan on kyettävä osoittamaan seuraavat valmiudet:

- Pystyä työskentelemään turvallisesti
- Noudattamaan turvallisuusmääräyksiä sekä tunnistamaan aurinkosähköasennuksiin liittyvät sähköriskit

- Pystyä tunnistamaan eri järjestelmäratkaisut, komponentit ja mekaaniset rakenteet sekä määrittämään komponenttien sijoitukset, järjestelmärekenne ja järjestelmäkokoontaminen
- Osata määrittää tarvittavan paneelien asennusalueen, -suunnan ja -kallistuksen sekä järjestelmän sopivan liittimien tarpeet
- Pystyä toteuttamaan tarvittavat muutokset kohteessa mukaan lukien mitoitusvirtojen määrittelyn sekä oikeiden johdintyyppien ja sähköpiirien ominaisuuksien valinnan.
- Pystyä määrittelemään kaikkien tarvittavien laitteiden ja alijärjestelmien koon, arvot ja sijainnin. (Liite 1.)

Koulutuksen jälkeen asentaja tulee lähettää Motivalle hakemuksensa sertifiointiin saamiseksi (Liite 2).



KUVA 10. Sertifiointin haku ja vaatimukset. (ST-käsikirja\_40 2016)

Saadakseen sertifiointin tulee osallistujan olla itsenäiseen työhön kykenevä sähköalan ammattilainen (STL 1135/2016 § 73). Tämän lisäksi hänellä tulee olla voimassa olevat:

- Työturvallisuuskortti
- Sähkötyöturvallisuuskoulutus
- Ensiapukoulutus
- Tulityökortit

Lisäksi osallistujalla tulee olla hyväksytysti suoritettu aurinkosähköasentajan sertifiointikoulutus, ja hänen pitää pystyä esittämään ainakin yhden sellaisen aurinkosähköasennuskohteen käyttöönottotarkastuspöytäkirjat, jota on ollut itse toteuttamassa (Liite 1).

## 9 POHDINTA

RES-direktiivissä on annettu vaatimukset asentajien sertifiointijärjestelmästä. RES-direktiivin mukaan aurinkosähköjärjestelmien asentajia varten on luotava sertifiointimahdollisuus. Sertifiointijärjestelmä koskee biomassakattiloiden ja tulisijojen, aurinkosähkö- ja aurinkolämpöjärjestelmien ja lämpöpumppujen asentajia.

Mielestäni opinnäytetyö ja sen tuoma lisätieto on hyödyllinen selvitetessä aurinkosähköjärjestelmien sertifiointikoulutusta koskevia vaatimuksia, säädettyjä lakeja, aurinkosähköjärjestelmiä asentavien asentajien kouluttajan hyväksymisestä. Työ antaa suuntaa, mihin kannattaa kiinnittää huomiota, kun suunnitellaan aurinkosähköjärjestelmien sertifiointikoulutuksen järjestämistä.

Kiinnostavaa on myös tietää, että sertifiointikoulutuksen takaa asentajien tiedon, taidon ja asennustyön laadun yhteismitallisuuden. Lisäksi sertifiointikoulutus parantaa asennustöiden turvallisuutta. Samalla se myöntää asentajalle päivitetty tietoa ja taitoa millä voisi parantaa oman työn tehokkuutta ja laitteistojen käytettävyyttä standardien mukaisesti. Koulutuksessa on tullut esiin monille uutena asiana käyttöönottotarkastuksen merkitys. Aurinkosähköjärjestelmän sertifikaatti parantaa yrityksen markkinointi.



## LÄHTEET

Ahola J. National Survey Report of Photovoltaic Applications in Finland, 2017, s. 4-7,20-24.

Aulio K. 2016. Aurinkoenergialla tuotetaan Intiassa sähköä jo halvemmalla kuin hiilellä. Tiedebasaari. 2016. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tiedebasaari.wordpress.com/2016/04/29/aurinkoenergialla-tuotetaan-intiassa-sahkoa-jo-halvemalla-kuin-hiilella/> [viitattu 16.12.2020].

Aurinkosähköpaneelistot. Suunnitteluvaatimukset. 2016. SFS-käsikirja 607. Helsinki: Suomen Standardi-soimisliitto SFS ry.

Auvinen K., Lovio R., Jalas M., Juntunen J., Liuksiala L., Nissilä H. & Müller J. 2016. Aurinkoenergian markkinat kasvuun Suomessa. Aalto yliopisto Finsolar WWW-dokumentti. Päivitetty 1.2016. Saatavissa: <https://aalto-doc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/20264/isbn9789526067674.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [viitattu 16.12.2020].

Chu E. & D. Tarazano L. 2019. A Brief History of Solar Panels. Smithsonian magazin. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.smithsonian-mag.com/sponsored/brief-history-solar-panels-180972006/> [viitattu 16.12.2020].

Energiavirasto. RES-Kouluttajaohje. 2016. Motiva Oy. PDF-dokumentti. Päivitetty 21.3.2016. Saatavissa: <https://www.motiva.fi/files/15832/RES-Kouluttaja-ohje.pdf> [viitattu 15.11.2020].

Erat, B., Hänninen, P., Nyman, C., Rasinkoski, A., Tahkokorpi, M. & Wiljander, M. 2016. Aurinkoenergia Suomessa Helsinki: Into Kustannus.

Gevorkian, Peter 2011, Large-Scale Solar Power System Design, ISBN:978-0-07-176327-1.

Graabak I. & Korpås M. Variability Characteristics of European Wind and Solar Power Resources—A Review. 2016. Semantic scholar. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.semanticscholar.org/paper/Variability-Characteristics-of-European-Wind-and-Graabak-Korp%C3%A5s/6ed25b9632205b8a339a5d58418cd3c064035e60> [viitattu 12.09.2020].

Huvilinna J. Aurinkosähköä myös silloin, kun aurinko ei paista. 2015 Helen Oy. WWW-dokumentti. Päivitetty 25.7.2016. Saatavissa: <https://www.helen.fi/helen-oy/vastuullisuus/ajankohtaista/blogi/2015/aurinkosahkoa-myos-silloin-kun-aurinko-ei-paista> [viitattu 2.10.2020].

International Finance Corporation 2015. s.15. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/a1b3dbd3-983e-4ee3-a67b-cdc29ef900cb/IFC+Solar+Report+Web+08+05.pdf?MOD=AJPERES&CVID=kZePDPG> [viitattu 2.10.2020].

Korpela, A. 2014 Aurinkosähkön perusteet.

Kovarik B. Solar. 2016. History of sustainable energy. WWW-dokumentti. Päivitetty 12.2016. Saatavissa: <https://sustainablehistory.wordpress.com/solar/> [viitattu 13.3.2021].

Käpylehto, Janne. Auringosta sähköt kotiin, kerrostaloon ja yri-tykseen. Helsinki. Intokustannus Oy. 2016.

Le soleil. 2021 Le système solaire á portée de votre souris.. WWW-dokumentti. Päivitetty 10.02.2021. Saatavissa: <https://www.le-systeme-soleil.net/soleil.html> [viitattu 13.3.2021].

L'énergie solaire ne date pas d'hier et n'est pas prête de s'arrêter. Aurinkoenergian historiaa. 2018. Energies. WWW-dokumentti. Päivitetty 25.06.2018. Saatavissa: <https://6nergies.fr/blog/lenergie-solaire-ne-date-pas-dhier-et-nest-pas-prete-de-sarreter/> [viitattu 16.01.2021].

Quentin M. Histoire condensée du photovoltaïque.2013. Futura planet. WWW-dokumentti. Päivitetty 24.08.2015. Saatavissa: <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/developpement-durable-cel-lules-photovoltaiques-coeur-panneaux-solaires-1688/page/4/> [viitattu 13.3.2021].

Raskinen M. Solar energy. 2016. Aalto University 20.1.2016. WWW-dokumentti. Päivitetty 25.7.2016. Saatavissa: <https://www.aalto.fi/en/news/bicycle-designed-by-students-is-powered-by-solar-energy> [viitattu 16.12.2020].

Renewable Energy. 2010. European Renewable Energy Council. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.solarthermalworld.org> [viitattu 15.11.2020].

Sertifiointikoulutus. 2021. Motiva Oy. WWW-dokumentti. Päivitetty 25.1.2021. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/palvelut/sertifioidut\\_asentajat/sertifiointikoulutus](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/palvelut/sertifioidut_asentajat/sertifiointikoulutus) [viitattu 15.11.2020].

Shahan Z. Advantage and Disadvantages Of Solar Power 08.09.2013. Clean Technica. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://cleantech-nica.com/2013/10/08/advantages-disadvantages-solar-power/> [Viitattu 10.01.2021].

Sähkötieto ry. 2017 ST-käsikirja -40.

Tahkokorpi, M. 2016. Aurinkoenergia Suomessa. Helsinki: Into Kustannus.

The History of Solar Power: Solar Energy in Ancient Times. 2012. SolarMax Technology. WWW-dokumentti. Päivitetty 06.11.2012. Saatavissa: <http://solar-maxtechnology.wordpress.com/2012/11/13/the-history-of->[viitattu 10.9.2020].

Uusiutuvan energian RED II -direktiivi. 2021. Motiva OY. WWW-dokumentti. Päivitetty 3.2.2021. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskei-not/direktiivit/uusiutuvan\\_energian\\_direktiivi\\_%28res-direktiivi%29](https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskei-not/direktiivit/uusiutuvan_energian_direktiivi_%28res-direktiivi%29) [viitattu 10.10.2020].

Verkkoon liitetty aurinkosähköjärjestelmä. 2020. Motiva Oy. WWW-dokumentti. Päivitetty 5.8.2020. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkosahko/jarjestelman\\_valinta/tarvittava\\_laitteisto/verkkoon\\_liitetty\\_aurinkosahkojarjestelma](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/tarvittava_laitteisto/verkkoon_liitetty_aurinkosahkojarjestelma) [viitattu 15.09.2020].

Waston J. & M Schmela M. Solar Power Europe's Global Market. 2018. Solar Power. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2018/09/Global-Market-Outlook-2018-2022.pdf> [viitattu 15.11.2020].

## Liite 1. Aurinkosähköjärjestelmän sertifiointikoulutus, 15 osp tuotekortti

## Tuotekortti

Stadin ammatti- ja aikuisopisto

Tutkinto: Sähkö- ja automaatioalan perustutkinto OPH-2595-2019

Tutkinnon osa ja laajuus	Osaamisala	Tekijät ja pvm
Aurinkosähköjärjestelmien sertifiointikoulutus, 15 osp	Valinnainen tutkinnon osa: automaatioasentaja ja sähköasentaja	31.11.2020 Adil Bouajoul Tapani Kultaranta
<b>Ammattitaitovaatimukset (<a href="https://eperusteet.opintopolku.fi">https://eperusteet.opintopolku.fi</a>)</b>		
Opiskelijalla tulee olla suoritettuna sähkö- ja automaatioalan perustutkinto tai seuraavat tutkinnon osat: Sähkö- ja automaatioalalla toimiminen ja Pien- ja pienoisjännitesähköasennukset ennen tämän tutkinnon osan aloittamista.		
<p><b>Opiskelija osaa aurinkosähköjärjestelmän suunnittelu ja mitoituksen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ suunnittelee sekä off-grid että on-grid-aurinkosähköjärjestelmät</li> <li>○ mitoittaa aurinkosähköjärjestelmän olosuhteiden ja tarpeiden mukaan asennuskohteeseen</li> <li>○ hallitsee kustannus- ja takaisinmaksulaskelmat</li> </ul> <p><b>Opiskelija tuntee aurinkosähköjärjestelmään liittyvät standardit ja määräykset</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ soveltaa aurinkosähköjärjestelmiin liittyviä standardeja</li> <li>○ hallitsee aurinkovoimalan sähkö- ja työturvallisuusmääräykset</li> <li>○ hallitsee lupamenettelyt</li> <li>○ käyttää ja soveltaa REY 8 sopimusehtoja</li> </ul> <p><b>Opiskelija hallitsee aurinkosähköjärjestelmien sähköasennukset ja käyttöönototarkastukset</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ osaa valita kohteeseen asennusmenetelmän, joka täyttää kohteen vaatimukset</li> <li>○ osaa käyttää aurinkovoimalan sähköasennukseen sopivia ja hyväksytyjä menetelmiä</li> <li>○ hallitsee standardin mukaiset käyttöönottomittaukset ja -mittalaitteet</li> </ul>		
<b>Tutkinnon osan osaamisen hankkiminen (= tutkinnon osan toteuttaminen)</b>		
Tutkinnon osan osaamista hankitaan seuraavien osaamiskokonaisuuksien kautta:		
<p><b>A.) Aurinkosähköjärjestelmän suunnittelu ja mitoitus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ tutustuu ja perehtyy: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ aurinkoenergiaan ja sen hyödyntämiseen</li> <li>▪ aurinkosähköjärjestelmän hankintaan ja komponentteihin</li> </ul> </li> <li>○ harjoittelee aurinkosähköjärjestelmän suunnittelua ja mitoittamista</li> <li>○ tekee suunnitelmat sekä on-grid että off-grid järjestelmistä</li> <li>○ tekee em. suunnitelmien pohjalta kustannus- ja kannattavuusvertailun</li> </ul> <p><b>B.) Aurinkosähköjärjestelmään liittyvät standardit ja määräykset</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ tutustuu ja perehtyy: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ aurinkosähköjärjestelmien sähkötyöturvallisuuteen</li> <li>▪ kattotyöturvallisuuteen</li> <li>▪ rakennusvalvontaan ja rakennusluvan hankkimiseen</li> <li>▪ rakennusalan erikoistöitä koskevaan sopimus ehdot REYS 8</li> <li>▪ rakennusalan erikoistöitä koskevaan sopimusehtoon REY 8</li> <li>▪ standardeihin: SFS-6000-7-712, SFS-EN-62446 ja IEC 6248</li> <li>▪ jakeluverkon haltialle tehtäviin ilmoituksiin sekä sähkönmyyntisopimuksiin</li> </ul> </li> </ul> <p><b>C.) Aurinkosähköjärjestelmän sähköasennukset ja käyttöönototarkastukset</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ tutustuu erilaisiin asennustapoihin</li> <li>○ harjoittelee aurinkosähköjärjestelmän asennusta</li> <li>○ tekee käyttöönottomittaukset ST 55.36 mukaan: Aurinkosähköjärjestelmän käyttöönototarkastuspöytäkirja</li> </ul>		

<b>Tutkinnon osan oppimisympäristöt</b>
<p>Tutkinnon osan osaamista voidaan hankkia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ työelämässä kotimaassa ja/tai ulkomailla (koulutus sopimus, oppisopimus)</li> <li>○ osallistamalla oppilaitoksen eri oppimisympäristöissä tapahtuviin opetus- ja ohjaustilanteisiin</li> <li>○ osallistamalla oppilaitoksen eri projekteihin kotimaassa ja/tai ulkomailla</li> <li>○ harrastustoiminnan parissa</li> <li>○ muiden alojen opiskelun kautta kotimaassa ja/tai ulkomailla</li> <li>○ itsenäisen opiskelun kautta</li> </ul> <p>Oppimisympäristöt tarkentuvat opiskelijan henkilökohtaisessa osaamisen kehittämisen suunnitelmassa eli HOKSissa.</p>
<b>Tutkinnon osan osaamisen osoittaminen (= kuvaus tutkinnon osan osaamisen osoittamistavasta)</b>
<p>Koulutus perustuu Motivan ohjeisiin ja määräyksiin.</p> <p>Tutkinnon osan osaaminen osoitetaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ tekemällä kirjallinen selvitys annetusta aiheesta kohdan <b>A)</b> sisällöstä</li> <li>○ suorittamalla koe kohdan <b>B.)</b> sisällöstä</li> <li>○ suorittamalla koe kohdan <b>C.)</b> sisällöstä</li> </ul> <p>Sertifikaatin saamiseksi edellytetään:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Todistus siitä, että hakija täyttää sähköturvallisuuslain (1135/2016) 73 §:n vaatimukset itsenäiseen työhön kykenevästä sähköalan ammattilaisesta.</li> <li>○ Voimassa olevat työturvallisuus-, sähkötyöturvallisuus, ensiapu- ja tulityökoulutus.</li> <li>○ Todistus hyväksytyistä suoritetuista UE (uusiutuva energia) -asentajan koulutuksesta ja loppukokeesta.</li> <li>○ Asiakkaan allekirjoittama standardin (ST 55.36) mukainen käyttöönotto tarkastuspöytäkirja aurinkosähköjärjestelmän ja sitä koskevien sähkötyöiden asennuksista, joiden toteuttamiseen henkilö itse on osallistunut.</li> </ul>

## Liite 2. Uusiutuvan asentajan sertifiointihakemus



### HAKEMUSLOMAKE

#### UUSIUTUVAN ENERGIAN ASENTAJAN SERTIFIKAATTIHAKEMUS

Etunimi:	<input type="text"/>
Sukunimi:	<input type="text"/>
Syntymäaika:	<input type="text"/>
Sähköpostiosoite:	<input type="text"/>
Yrityksen nimi:	<input type="text"/>
Yrityksen puhelinnumero:	<input type="text"/>
Yrityksen verkko-osoite:	<input type="text"/>

Hakemus koskee seuraavaa/seuraavia uusiutuvan energian asentajan sertifiointeja:

- Aurinkolämpöasentaja  
 Aurinkosähköasentaja  
 Biolämpöasentaja  
 Lämpöpumppuasentaja

Kyseessä on:

- Ensisertifiointi  
 Sertifiointin uusiminen

Kysymys vain lämpöpumppusertifikaattia hakevalle: Yhdistetäänkö tai avataan asennuksessa kylmäpiirejä?

- Kyllä  
 Ei

Hakemuksessa mukana toimitettavat liitteet:

#### **Aurinkolämpöasentaja**

- Todistus pohjakoulutuksesta ja työkokemuksesta.
- Todistus hyväksytysti suoritetusta UE-asentajan koulutuksesta ja loppukokeesta.
- Asiakkaan allekirjoittama käyttöönottotarkastuspöytäkirja.



## HAKEMUSLOMAKE

**Aurinkosähköasentaja**

- Todistus siitä, että hakija täyttää sähköturvallisuuslain (1135/2016) 73 §:n vaatimukset itsenäiseen työhön kykenevästä sähköalan ammattilaisesta.
- Voimassa olevat työturvallisuus-, sähkötyöturvallisuus, ensiapu- ja tulityökoulutus.
- Todistus hyväksytysti suoritetusta UE-asentajan koulutuksesta ja loppukokeesta.
- Asiakkaan allekirjoittama standardin mukainen käyttöönottotarkastuspöytäkirja aurinkosähköjärjestelmän ja sitä koskevien sähkötoiden asennuksista, joiden toteuttamiseen henkilö itse on osallistunut.

**Biolämpöasentaja**

- Todistus pohjakoulutuksesta ja työkokemuksesta.
- Todistus hyväksytysti suoritetusta UE-asentajan koulutuksesta ja loppukokeesta.
- Asiakkaan allekirjoittama käyttöönottotarkastuspöytäkirja.

**Lämpöpumppuasentaja**

- Todistus pohjakoulutuksesta tai työkokemuksesta.
- Todistus TUKESin Kylmäalan pätevyysrekisteriin kuulumisesta, jos asennuksessa yhdistetään tai avataan kylmäpiirejä.
- Todistus hyväksytysti suoritetusta UE-asentajan koulutuksesta ja loppukokeesta.
- Asiakkaan allekirjoittama käyttöönottotarkastuspöytäkirja.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirja ensi kertaa sertifiointia haettaessa ei saa olla 1 vuotta vanhempi ja sertifiointia uusittaessa 3 vuotta vanhempi.

Paikka:

Aika:

Tietoni saa lisätä Motivan verkkosivujen asentajaluetteloon:

Tietojani ei saa lisätä Motivan verkkosivujen asentajaluetteloon:

Hakijan allekirjoitus:

Hakemuksen toimitusosoite:

Motiva Oy  
Asentajien sertifiointi/Milja Aarni  
PL 489  
00101 HELSINKI

tai [sertifiointi@motiva.fi](mailto:sertifiointi@motiva.fi)



## Liite 3. RES-Kouluttajan hyväksymishakemus



Lomake

1 (16)

## RES-Kouluttajan hyväksymishakemus

Tällä hyväksymishakemuslomakkeella haetaan lain tietyjen uusiutuvaa energiaa käyttävien energijärjestelmien asentajien kouluttajan hyväksymisestä (38/2015) 3 ja 4 §:n mukaista Energiaviraston päätöstä kouluttajaksi hyväksymisestä.

Hakija sitoutuu noudattamaan Energiaviraston ohjeistusta ja määräyksiä RES-kouluttajana toimiessaan.

## 1 Hakijan tiedot

## A. Nimi ja yhteystiedot

Kouluttajan nimi	Stadin ammatti- ja aikuisopisto, <u>Sähkö- ja automaatioalan pt ja oppisopimuskoulutus</u>
Y-tunnus	<u>0201256-6</u>
Kotipaikka	<u>Helsinki</u>
Osoite	<u>PL 1</u>
Postinumero	<u>00099</u>
Postitoimipaikka	<u>HELSINKI</u>

## B. Yhteyshenkilöiden tiedot

Tapani Kultaranta, opettaja, 0405034490, tapani.kultaranta@edu.hel.fi  
 Adil Bouajoul, opettaja, 0406577681, adil.bouajoul@edu.hel.fi  
 Helena Lehtinen, opetuspäällikkö, 0406485756, helena.lehtinen@edu.hel.fi

## C. Yleistä hakijasta

Stadin ammatti- ja aikuisopisto on n. 16000 opiskelijan ja 1000 opetus- ja muun henkilöstön koulutuskokonaisuus. Oppilaitos antaa perustutkinto, ammatti- ja erikoisammattitutkintokoulutusta sekä oppisopimuskoulutusta. Sähkö- ja automaatioalan koulutusta annetaan kahdessa toimipisteessä, Pälkäneentie 20 ja Sturenkatu 18.

## D. Haettavat pätevyysalueet

- Aurinkolämpöjärjestelmät  
 Aurinkosähköjärjestelmät



- Biolämpöjärjestelmät
- Lämpöpumppujärjestelmät

E. Haetaanko tällä hakemuksella muutosta voimassa olevaan RES-kouluttajan hyväksymispäätökseen

- Kyllä
- Ei

F. Muutoksen syy



### 3 Aurinkosähköjärjestelmien pätevyysaluetta koskevat lisätiedot

#### A. Kuvaus järjestettävästä sertifiointikoulutuksesta

Koulutuksen keskeinen sisältö

Teoria, luokkaopetusta 24h ja itseopiskelua 16h

Luokka:

aurinkoenergia ja sen hyödyntäminen  
aurinkosähköjärjestelmän komponentit ja hankinta  
aurinkosähköjärjestelmien sähkötyöturvallisuus  
kattotyöturvallisuus  
standardit: SFS-6000-7-712, SFS-EN-62446 ja IEC 6248  
käyttökoulutus ja dokumentointi

Itseopiskelu:

rakennusvalvonta ja rakennusluvan hankkiminen  
jakeluverkon haltialle tehtävät ilmoitukset sekä sähkönmyyntisopimukset  
rakennusalan erikoistöitä koskevaan sopimus ehdot REYS 8  
rakennusalan erikoistöitä koskevaan sopimusehtoon REY 8  
kuluttajakaupan pelisäännöt ja markkinointitavat

Osio suoritetaan tentillä. Hyväksytyt suoritus 2/3-osaa maksimipistemäärästä.

Etätehtävä, 50h

laaditaan suunnitelmat sekä on-grid että off-grid järjestelmistä  
mitoittaa laitoksen koon  
valitsee asennuspaikan ja -tavan  
piirikaavio  
osaluettelot: asennus ja laitteisto  
laaditaan em. suunnitelmien pohjalta kustannus- ja kannattavuusvertailun

Osio arvostellaan ja pisteytetään. Hyväksytyt suoritus 2/3-osaa maksimipistemäärästä.

Käytännön osa ja loppukoe, 8h

pienimuotoinen käytännön asennustehtävä  
käyttönottomittaukset ST 55.36 mukaan  
kirjallinen koe

Osio arvostellaan. Hyväksytyt suoritus 2/3-osaa maksimipistemäärästä.



#### B. Kuvaus koulutuksen oppimistavoitteista

Aurinkosähköjärjestelmän suunnittelu ja mitoitus

Osaa:

- aurinkoenergiaan ja sen hyödyntämiseen
- aurinkosähköjärjestelmän hankintaan ja komponentteihin
- harjoittelee aurinkosähköjärjestelmän suunnittelua ja mitoittamista
- tekee suunnitelmat sekä on-grid että off-grid järjestelmistä
- tekee em. suunnitelmien pohjalta kustannus- ja kannattavuusvertailun

Aurinkosähköjärjestelmään liittyvät standardit ja määräykset

Osaa:

- aurinkosähköjärjestelmien sähkötyöturvallisuuteen kattotyöturvallisuuteen
- rakennusvalvontaan ja rakennusluvan hankkimiseen
- rakennusalan erikoistöitä koskevaan sopimus ehdot REYS 8
- rakennusalan erikoistöitä koskevaan sopimusehtoon REY 8
- standardeihin: SFS-6000-7-712, SFS-EN-62446 ja IEC 6248 jakeluverkon haltialle tehtäviin ilmoituksiin sekä sähkönmyyntisopimuksiin

Osaa aurinkosähköjärjestelmän sähköasennukset ja käyttöönottotarkastukset:

- tutustuu erilaisiin asennustapoihin
- harjoittelee aurinkosähköjärjestelmän asennusta
- tekee käyttöönottomittaukset ST 55.36 mukaan: Aurinkosähköjärjestelmän käyttöönottotarkastuspöytäkirja
- käyttöönottokoulutus ja dokumentit

#### C. Kuvaus sertifiointikoulutuksen loppukokeen järjestämisestä

Loppukoe järjestetään oppilaitoksessa ja sisältää:

- kirjallinen koe
- pienimuotoinen asennustehtävät ja
- käyttöönottomittaus tekemällä standardin (ST 55.36) mukaisen käyttöönottotarkastukset oppilaitoksen mittalaitteilla ja oppimisympäristössä

## D. Kuvaus sertifiointikoulutuksessa käytettävistä opetustiloista

Oppilaitoksessa on:

- luokka - ja työsalitiloja
- aurinkovoimala ja laitteistuhuone, jossa ovat tekniset- ja mittalaitteet, pc, printteri ja kirjallisuutta

## E. Kuvaus sertifiointikoulutuksessa käytettävissä olevista teknisistä laitteista ja välineistä

Mittalaitteet:

- oskilloskooppi
- PVChecks mittauslaitteisto (tekee ST55.36- mukaiset mittaukset)
- Amprobe Amp Talaris Pro 100 asennustestereitä
- yleismittareita
- luksimittari

Tekniset laitteet:

-Off-grid järjestelmä (voidaan simuloida myös on-gridiä):

- kaksi 345W panelia
- panelit kulmasäädöllä, suunta etelä
- invertteri Victron MultiPlus Compact 24\_800\_16
- Victron Color Control monitori
- Akkumonitori Victron Energy BMV 700
- 2 akkua
- pc, joka voidaan liittää mitta- ja tekniseenlaitteistoon ml. tarvittavat ohjelmistot

Off-grid 24V - järjestelmä Victron SmartSolar MPPT 100/20 24V säätimellä

## F. Kuvaus sertifiointikoulusta järjestävästä opetushenkilöstöstä

Koulutukseen osallistuvan henkilöstön määrä on kaksi. Määrää lisätään myöhemmin.

Kouluttajat:

Tapani Kultaranta, tuntiopettaja Stadin ammatti- ja aikuisopisto

Koulutus:

maisteri, tietotekniikka  
 insinööri, mittaus- ja säätötekniikka  
 insinööri (AMK), sähkötekniikka  
 Sähkötyöturvallisuuskouluttaja /Sähköinfo  
 S2- pätevyys  
 sertifioitu aurinkösähköasentaja- pätevyys

Työkokemus:

Sähköalan työkokemusta yli 30 vuotta: asentajana, suunnittelijana, sähkö- ja automaatioprojektien vetäjä, sähkötoiden- ja käytönjohtajana. Kokemusta on myös aurinkosähköjärjestelmistä.



Adil Bouajoul, tuntiopettaja Stadin ammatti- ja aikuisopisto

**Koulutus:**

Insinööri (MAMK), Sähkötekniikka  
Sähkö- ja automaatio perustutkinto (Salapaus)  
Sähkötyöturvallisuus tutkinto S1-pätevyys  
Sertifioitu aurinkosähköasentaja- pätevyys

**Työkokemus:**

Leipomon tekninen mies yli 3 vuotta  
Sähköasentajana yli 6 vuotta

Löytyy myös kokemusta aurinkosähköjärjestelmistä.

**G. Kuvaus sertifiointikoulutuksen järjestämisen määrästä**

Koulutusta annetaan sekä täydennyskoulutuksena että opiskelun loppuvaiheessa valinnaisena kurssina. Koulutus tapahtuu ns. tuotantokautena keväällä ja syksyllä. Osallistujia 30-40 vuositasolla. Opetuskapasiteetti riittää hyvin em. tasolla (ja suuremmillekin). Optimaalinen opiskelijoiden määrä yhdellä kursilla on 10-15.

**H. Kuvaus sertifiointikoulutuksen päivityskoulutuksesta**

Päivityskoulutusta ei ole tarkoitus järjestää toistaiseksi.



## 6 Riskienhallinta

Kuvaus toimenpiteistä, jolla varaudutaan muutoksiin RES-kouluttajan hyväksynnän edellytyksenä olevien vaatimusten suhteen:

Koulutukselle nimetään päävastuhenkilö ja hänelle varahenkilö.

Vastuut:

- määräysten tms. vaatimusten seuranta ja niiden vieminen koulutukseen
- teknologian kehityksen seuranta ja sen vieminen sekä opetusympäristöön että koulutukseen
- huolehtia opettajien tietojen ajantasaisuudesta ja lisäkoulutuksesta



## 7 Hakemuksen julkisuusasiat

- Hakemuksen liitteenä ei ole asiakirjoja, jotka sisältävät luottamuksellisia tietoja.
- Hakemuksen liitteenä on asiakirjoja, jotka sisältävät luottamuksellisia tietoja julkisuuslain 24 §:n 1 momentin 17 kohdan perusteella (valtion, kunnan tai muun yhteisön liike- tai ammattisalaisuus). Salassa pidettäviä asioita tällä perusteella ovat:

- Hakemuksen liitteenä on asiakirjoja, jotka sisältävät luottamuksellisia tietoja julkisuuslain 24 §:n 1 momentin 20 kohdan perusteella (liike- tai ammattisalaisuus). Salassa pidettäviä asioita tällä perusteella ovat:

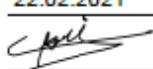
- Hakemuksen liitteenä on asiakirjoja, jotka sisältävät luottamuksellisia tietoja julkisuuslain 24 §:n 1 momentin 32 kohdan perusteella (henkilösuoja). Salassa pidettäviä asioita tällä perusteella ovat:

- Hakemuksen liitteenä on asiakirjoja, jotka sisältävät luottamuksellisia tietoja julkisuuslain 24 §:n muun kohdan perusteella. Salassa pidon peruste on ja salassa pidettäviä asioita tällä perusteella ovat:

## 8 Lisätiedot

Mahdolliset lisätiedot

## 9 Allekirjoitukset

Paikka	Helsinki
Päivämäärä	22.02.2021
Allekirjoitus	
Nimenselvennys	Adil Bouajoul