

# Aurinkovoimaloiden turvallisuusohjeistus

# Aurinkovoimaloiden turvallisuusohjeistus: Suunnittelu, asennus ja pelastustoiminta

*Aurinkovoimaloiden turvallisuusohjeistus kokoaa tiivistetyksi yhteen tärkeimmät pääkohdat, joilla varmistetaan aurinkovoimalan laadukas ja turvallinen toteutus.*

*Turvallisuusohjeistuksen tarkoitus on tarjota tukea ja suosituksia aurinkovoimalan suunnittelusta, asennuksesta ja ylläpidosta vastaaville toimijoille sekä pelastuslaitoksen edustajille.*

*Ohje on lähtökohtaisesti tarkoitettu yli 35 A päävirran omaaville laitoksille ja lakisääteisen varmennustarkastuksen vaativille kohteille. Ohjetta voi myös hyödyntää omakotitalojen aurinkovoimaloiden hankinnassa.*

Turvallisuusohjeistus on luotu yhteistyössä Helen Oy:n ja Helsingin pelastuslaitoksen toimesta. Lisäksi haettu kommentteja ja kehitysehdotuksia on haettu myös kolmansilta osapuolilta.

Ohjeistus on jaettu neljään eri osioon:

1. Suunnittelu,
2. Asennus,
3. Käyttöönotto ja dokumentointi
4. Pelastustoiminta.

Turvallisuusohjeistusta kehitetään jatkuvasti ja päivitettyjä versioita tullaan julkaisemaan tarvittaessa.

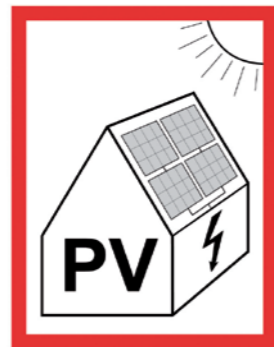
## 1. Suunnittelu

- Kiinteistön katolla sijaitseviin savunpoistoluukkuihin jätetään vapaata etäisyyttä vähintään 1 metri tai vähintään luukun halkaisijan verran sekä luokse päästävyys on säilytettävä huoltokäytävän avulla.
- Aurinkovoimalan yhtenäisen paneelikentän suositeltu maksimikoko on 20.0 m x 20.0 m ja sen jälkeen vähintään 1.6 m huoltokäytävä.
- Kattokaivojen päälle ei tule asentaa paneeleja sekä luokse päästävyys on säilytettävä huoltokäytävän avulla.
- Katon reunoilla jätetään etäisyyttä vähintään 2.0 m putoamissuojauksen takia.
- Kiinteistön katon kantavuudessa tulee huomioida keskimääräinen 25.0 kg/m<sup>2</sup> lisäkuorma, joka katolle aiheutuu perinteisellä kelluvalla asennuksella (betoniset vastapainot). Tämä tulee ottaa huomioon tuuli – ja lumikuorman lisäksi. Sijoitussuunnitelman ja painojakaumalaskelman jälkeen pätevä rakennussuunnittelija tekee selvityksen kattorakenteiden kantavuudesta ja antaa siitä kirjallisen lausunnon.
- Aurinkovoimalan komponenteissa käytetyt materiaalit eivät saa lisätä merkittävästi katolla olevan palokuorman määrää tai nostaa tulipalon syttymisherkkyyttä kiinteistössä.
- Mikäli kiinteistön katolla on palo-osastointeja tai palomureja, ne on jätettävä ennalleen. Palomuriin jätettävä 2.0 m etäisyys aurinkopaneeleista. Mahdolliset palomuurin ylitykset on tehtävä palonkestävällä koteloinnilla.
- Aurinkovoimala ei saa lisätä palon leviämisen vaaraa kätteessa eikä sen alustassa.
- Kaapeleiden reiteistä ja kaapelihyllyjen rakentamisesta tehdään sijoituspiirustus.
- Kaapelointireitti suunnitellaan lähimpään mahdolliseen liityntäkeskukseen ja ensisijaisesti yhteen lähtöön. Mikäli hyödynnetään useampaa lähtöä, tulee se olla erittäin selkeästi merkitty.
- Aurinkosähköjärjestelmän kytkeminen kiinteistön keskuksen lähtöihin tulee suunnitella mahdollisimman yksinkertaisesti. Mikäli mahdollista, tulee aurinkovoimala aina kytkeä lähimmässä keskuksessa sijaitsevaan yhteen lähtöön, joko johdonsuojakatkaisijaan tai kytkinvarokkeeseen.

- ✓ Suunnittelussa tulee aina pyrkiä siihen, että aurinkovoimala on erotettavissa yhdestä pisteestä / yhdestä sijainnista. Mikäli projektissa tämä ei ole mahdollista, tulee kiinnittää erityisesti huomioita näiden erotuspisteiden selkeään merkintään ja dokumentointiin.
  - ✓ Tarvittaessa aurinkovoimalaan toteutetaan aurinkosähkökeskus (Kuva 1). Aurinkosähkökeskus on kiinteistöön tuotu sähkökeskus, joka palvelee vain aurinkovoimalaa ja joka liitetään kiinteistön keskukseseen. Aurinkosähkökeskus sijaitsee joko IV-konehuoneessa tai sähkötilassa kohteesta riippuen. Lisäksi katolle toteutetaan aina DC-kytkimet tai kenttäkotelo, mistä erotus voidaan tehdä.
  - ✓ Asuinkiinteistöissä yhden invertterin toteutukset suositellaan asentamaan vikavirtasuojattuun sulakelähtöön.
- Aurinkosähköjärjestelmillä varustetut kiinteistöt tulee varustaa niistä ilmoittavalla kilvellä (Kuva 2). Varoituskilpi tulee sijoittaa paloilmoitunkeskukseseen, sähköpääkeskukseseen sekä mahdollisesti katolle vievien kulkuväylien yhteyteen.
  - Tämän lisäksi kenttäkoteloihin tai turvakytkimiin, josta DC-järjestelmän erottaminen voidaan tehdä, lisätään aurinkosähköjärjestelmästä kertovat säänkestävät tarrat tai kilvet (Kuva 3).



Kuva 1. Aurinkosähkökeskus



Kuva 2. Varoituskilpi (PV)



Kuva 3. Kenttäkoteloiden tai turvakytkimien merkintä katolla.

- DC-kytkimet tai pääkytkimellä varustetut kenttäkotelot sijoitetaan katolle helposti luokse päästävään paikkaan tai katolle tulevaan nousukäytävään.
- Aurinkopaneelien liittimissä käytetään vain saman valmistajan liittimiä. Lukuisten kansainvälisten tutkimusten mukaan eriparisten liittimien käyttäminen on aiheuttanut merkittävästi onnettomuuksia aurinkovoimaloissa. Samankaltaisen liittiminen käyttäminen ei ole riittävä.
- Aurinkopaneelien liittinten yhdistämiseen tulee käyttää tarkoituksenmukaista liittöstyökälyä, joka varmistaa tiukan liittöksen.
- Lähtökohtaisesti jokaisessa kohteessa jätetään keskelle kattoa huoltokäytävä (katon aukaisua varten), erityisesti kohteet, joissa ei ole savunpoistoluukkuja.

## 2. Asennus

- Kaapeloinnit tulee toteuttaa hyvien asennustapojen mukaisesti ja käyttää kaapelihyllyä tai kaapeliputkea niiden asennuksessa. Jokainen kaapeli kiinnitetään hyllyihin.
- Paneelien väliset kaapelit myös kiinnitetään. Erityisesti aurinkopaneeliliittimet niin, että kiinnitys tehdään sekä ennen ja jälkeen liittintä, ettei vetoa liittimeen pääse syntymään. Lisäksi kaapelit tulee toteuttaa niin, että ne ovat irti katosta, ettei lumi tai jää pääse synnyttämään niihin vetoa.
- Sähköasennuksia saa tehdä vain sellaiset urakoitsijat, joilla on S2 (1000 VAC tai 1500 VDC) tai S1 (Rajoittamaton) pätevyys sekä ovat ilmoittautuneet Tukesin ylläpitämään urakoitsijarekisteriin. Aurinkopaneelien mekaanisen asennuksen voi tehdä kuka vain, mutta liitokset ovat sähköalan ammattilaisten sähkötoita.
- Kaikki laitteet ja kaapelit merkitään selkeästi samoilla tunnuksilla, jotka on merkitty esim. yleiskaavioon (laitetunnukset). Paneelit merkitään ketjuittain sijoitussuunnitelman mukaisesti.

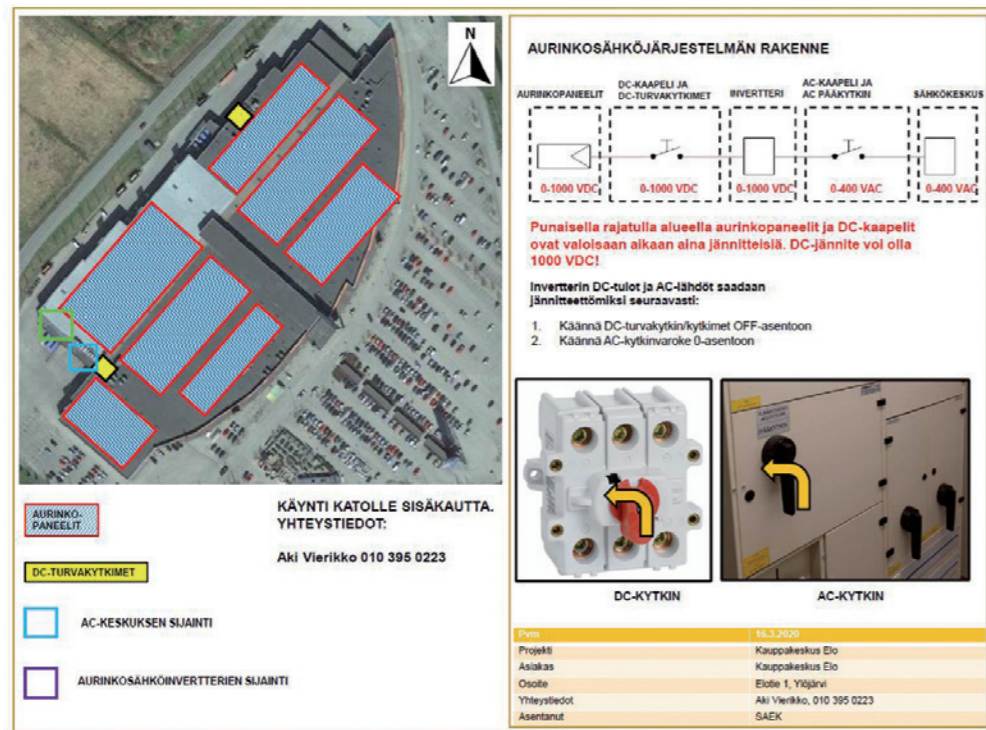
## 3. Käyttöönotto ja dokumentointi

- Kaapeleista mitataan eristysvastukset ennen käyttöönottoa, jotta tiedetään eristeiden olevan kunnossa asennuksen jälkeen. Lisäksi paneeliketjuista tai kenttäkoteloista mitataan tyhjäkäyntijännitteet sekä oikosulkuvirrat ennen invertterin kytkemistä päälle, jolloin voidaan varmistua asennusten toimivuudesta.
  - ✓ Mitattuja arvoja verrataan projektikohtaisiin raja-arvoihin. Mikäli jokin mitattu arvo poikkeaa raja-arvoista selkeästi, on hyvin todennäköistä, että mittauksen kohteena olevassa ketjussa tai kotelon paneeliketjuissa on jotain pielessä.
- Aurinkosähköjärjestelmästä (DC) laaditaan oma käyttöönottopöytäkirja. Sähköjärjestelmästä (AC) vaaditaan oma käyttöönottopöytäkirja.
- Piirustukset, datalehdet, käyttöönottopöytäkirjat, huolto-ohje ja käyttöohjeet toimitetaan paperisina kansioon kohteeseen.
- Pääkaavio toimitetaan selkeästi näkyville pääkeskuksen tai ryhmäkeskuksen läheisyyteen.
- Paloilmoitinkeskuksen läheisyyteen toimitetaan pelastuslaitoksen infokortti (sisältää mm. ohjeet aurinkovoimalan erotuksesta ja erotuspisteiden sijainnista).
- Käyttöönotossa tai heti käyttöönoton jälkeen suositellaan tekemään aurinkoisena päivänä lämpökamerakuvaus paneeleille, liitoksille sekä keskuksille.

## 4. Pelastustoiminta

- Ensimmäiseksi on tärkeintä saada tietoon, että kohteessa on aurinkosähköjärjestelmä, jotta sen aiheuttamat erityispiirteet voidaan huomioida taktiikassa, aurinkosähkövoimala merkitty varoituskilvellä (Kuva 2).
- Kohteen aurinkovoimalan pelastuslaitoksen infokorttiin tulee tutustua (sisältää mm. ohjeet aurinkovoimalan erotuksesta ja erotuspisteiden sijainnista). (Kuva 4).

- Pelastustoiminnassa on huomioitava, että aurinkovoimalaa on aina käsiteltävä jännitteisenä. Häätäsulkukytkimet (ns. rapid shutdown -ominaisuudella varustetut lisälaitteet) eivät tee Suomen sähköturvallisuusstandardin mukaista sähköistä erotusta eikä niiden käyttäminen vaikuta pelastustoimintaan onnettomuustilanteessa.
- Varusteina on oltava ehjät ja kuivat sammutusvarusteet.
- Työturvallisuus pelastustoiminnassa
  - ✓ Katolla työskentelyssä huomioitava kiinnittäytyminen, katoilla paljon kaapeleita yms.
  - ✓ Tasakatoilla paneeleita ei välttämättä ole kiinnitetty kattorakenteisiin, vaan ne lepäävät oman painonsa varassa (huomioitava PVT-työskentelyn kiinnityspisteissä).
  - ✓ Paneelien vastapainot saattavat myötävaikuttaa katon nopeampaan sortumiseen.
  - ✓ Palokaasut ovat myrkyllisiä (paineilmalaite aina).
  - ✓ Jännitteiset osat ja kaapelit, huomioitava jos esim. tarvetta katkaista kaapeleita.
  - ✓ Paneelien irrottaminen ainoastaan poikkeustilanteissa, esim. mikäli palavan rakennuksen katon aukaisu sitä edellyttää.
- Lämpökameran käytössä huomioitava, että paneelit ovat normaalikäytössä lämpimiä, paneelien lämpötiloja voi verrata toisiinsa palavan/vaurioituneen paneelin löytämiseksi.
- Paneelien peittäminen täysin valoa läpäisemättömällä aineella/peitolla ainoa tapa tehdä jännitteettömäksi; vaahto ei toimi vaan valuu pois paneeleilta.



Kuva 4. Pelastuslaitoksen infokortti

Seuraavissa kappaleissa on kuvattuna kolme eri onnettomuustilannetta ja niiden kaikki suoritettavat toimenpiteet toteutusjärjestyksessä.

#### • (1) Tulipalo paneelissa tai komponentissa katolla.

1. DC-kytkimet tai kenttäkotelon pääkytkimet OFF-asentoon, paneelien sähköntuotanto pysähtyy, mutta paneelit sekä katon kaapelit jäävät jännitteisiksi (rajaa jännitteisen alueen katolle).
2. Aurinkosähkökeskus tai liityntäpiste sähkökeskuksessa OFF-asentoon, aurinkosähkön syöttäminen kiinteistön sähköjärjestelmään loppuu ja invertterit sammuvat.
3. Suojaetäisyydet: 1.0 m sumusuihkulla, 5.0 m suoralla suihkulla.

#### • (2) Ihmisen pelastaminen.

1. DC-kytkimet tai kenttäkotelon pääkytkimet OFF-asentoon, paneelien sähköntuotanto pysähtyy, mutta paneelit sekä katon kaapelit jäävät jännitteisiksi (rajaa jännitteisen alueen katolle).
2. Aurinkosähkökeskus tai liityntäpiste sähkökeskuksessa OFF-asentoon, aurinkosähkön syöttäminen kiinteistön sähköjärjestelmään loppuu ja invertterit sammuvat.
3. Henkilön irrottaminen eristävin käsinein tai sähköä johtamattoman esineen avulla.

#### • (3) Yksittäisen aurinkopaneelin irrottaminen.

1. DC-kytkimet tai kenttäkotelon pääkytkimet OFF-asentoon, paneelien sähköntuotanto pysähtyy, mutta paneelit sekä katon kaapelit jäävät jännitteisiksi (rajaa jännitteisen alueen katolle).
2. Aurinkosähkökeskus tai liityntäpiste sähkökeskuksessa OFF-asentoon, aurinkosähkön syöttäminen kiinteistön sähköjärjestelmään loppuu ja invertterit sammuvat.
3. Pikaliittimet irrotetaan paneelin molemmin puolin, jolloin paneeli voidaan irrottaa.
4. Yhden paneelin jännite nimellisesti on noin 45 VDC ja pienoisjännitteen raja on 120 VDC, jolloin yksittäinen paneeli ei aiheuta hengenvaaraa. Paneeliketjussa voi olla jopa 1500 V tasajännite ennen ketjun irrotusta ja se on tehtävä eristetyillä työkaluilla ja eristehanskoilla.

