

RAPORTTI

DNRO 13137/02.03.02/2022

Tekijät: Sakari Hatakka, Esko Iivonen, Jukka Välimaa

RAPORTTI

Aurinkosähköjärjestelmien asennustyön vaatimustenmukaisuus

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

tukes

Aurinkosähköjärjestelmien asennustyön vaatimustenmukaisuus

Sakari Hatakka, Esko Iivonen, Jukka Välimaa

Sisällysluettelo

1 Projektin tausta	3
2 Projektin toteutus.....	4
3 Aurinkosähköjärjestelmiä koskevat tekniset vaatimukset	4
4 Tarkastusraporttien analysointi	5
5 Yhteenveto tarkastusten tuloksista.....	5
6 Aurinkosähköjärjestelmät on asennettava erityisen huolellisesti	6
7 Korjaavia toimenpiteitä tarvitaan ja vaaditaan	6
8 Liitteet	7

1 Projektin tausta

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) yksi tehtävä on toimia Suomessa sähköturvallisuusviranomaisena. Tukes ylläpitää ja edistää turvallisuutta valvonnan, kehittämistoiminnan ja viestinnän avulla.

Vihreä siirtyminen, sähkön hinnan nousu ja tarve säästää energiaa ovat lisänneet voimakkaasti kuluttajien kiinnostusta hankkia kiinteistönsä aurinkosähköjärjestelmä. Järjestelmien lisääntyessä Tukes on saanut lisääntyvässä määrin kysymyksiä aurinkosähköjärjestelmien asennuksista ja turvallisuudesta, niin asentajilta kuin kuluttajiltakin. Tukesin tietoon on tuotu huomattavan paljon ilmoituksia virheellisistä, ammattitaidottomista ja toisinaan myös ilman sähköasennusoi-keutta tehdyistä asennuksista.

Sähkö- ja paloturvallisuuden kannalta on olennaista, että järjestelmien asennukset tehdään teknisten vaatimusten mukaisesti. Aurinkosähköjärjestelmiin liittyvien tasasähköosien erityispiirteiden vuoksi korostuu asennustyössä teknisten vaatimusten noudattaminen ja oikea huolellinen asennustapa.

Yhteydenottojen perusteella on alan toimijoilla sekä järjestelmien asentamista aloittavilla tai sitä harkitsevilla toiminnanharjoittajilla epätietoisuutta sekä toimintaa koskevista säädöksistä että teknisistä vaatimuksista.

Yhteydenotoista, ilmoituksista ja valvontahavainnoista on ollut nähtävissä, että toteutuksiin ei ole ollut kaikin osin tarvittavaa ammattiosaamista. Ilmi on tullut myös suoranaista sähköturvallisuuslain (STL 1135/2016) vastaista toimintaa.

Tukes on reagoinut tilanteeseen kohdennetulla valvonnalla ja laatinut verkkosivuilleen perustietoa aurinkosähköjärjestelmistä. Ilmenneitä ongelmia on tuotu esiin eri yhteyksissä mm. ammatillisille suunnatuissa tiedotteissa. Aihepiiristä on laadittu mediatiedote, jossa kuluttajien ja tilaajien huomiota kiinnitettiin järjestelmien hankintaan ja vaatimuksiin.

Tiedotteen mediahuomion seurauksena kuluttajien yhteydenotot Tukesiin lisääntyivät entisestään.

Loppuvuodesta 2022 aloitettiin Tukesissa projekti, jossa selvitettiin ja luotiin tilannekuvaa teknisen tarkastuksen keinoin aurinkosähköjärjestelmien sähköasennusten vaatimustenmukaisuudesta ja ilmenneiden ongelmien laajuudesta.

Projektissa tarvittavat tekniset tarkastukset hankittiin Tukesin valtuuttamilta sähkötarkastajilta. Linkki: [Tarkastustoiminta | Turvallisuus- ja kemikaalivirasto \(Tukes\)](#)

Projekti rajattiin koskemaan sähköverkon kanssa rinnakkain toimivia järjestelmiä, jossa järjestelmä on liitetty kiinteistön sähköliittymän 230/400 voltin sähköverkkoon. Hankkeen painopisteenä ovat kuluttajien pientalokiinteistöt ja mm. maatilat.

Projektin tuloksena saatuja tietoja hyödynnetään suunniteltaessa ja kohdennettaessa Tukesin riskiperusteista valvontaa. Keskeinen tavoite on edistää sähköalan toimijoiden tietämystä säädösten ja teknisten vaatimusten velvoitteista ja korostaa sekä lisätä toimijoiden vastuullisuutta. Projektin tuloksia hyödynnetään mm. tiedottamisessa, sidosryhmien luentotilaisuuksissa ja toiminnanharjoittajien luona tapahtuvassa valvonnassa.

2 Projektin toteutus

Projekti toteutettiin maantieteellisesti määritellyillä alueilla eri puolella Suomea. Tarkastukset teetettiin näillä alueilla palvelujaan tarjoavilla sähkö tarkastajilla.

Tarkastettavia kohteiden yhteystietoja pyydettiin alueiden jakeluverkkoyhtiöiden haltijoiden sähköturvallisuuden valvontaa varten pidettävistä rekistereistä. Sähköturvallisuuslain (STL 1135/2016) mukaan jakeluverkonhaltijan on pidettävä rekisteriä jakelualueensa liittymien sähkölaitteistoista. Rekisteriin on tallennettava tiedot, joiden perusteella voidaan sähköturvallisuuden valvontaa ja mahdollisten vahinkojen selvittämistä varten asianmukaisella tavalla selvittää laitteiston tyyppi, rakentaja sekä haltija tai omistaja.

Tukesin projektiryhmä oli ensi vaiheessa yhteydessä laitteistojen haltijoihin ja tiedusteli halukkuutta tarkastuttaa laitteisto osana projektia. Epäselvyyksien ja väärinkäytösten välttämiseksi tarkastettavien laitteistojen haltijoille toimitettiin Tukesin virallinen kirje, josta ilmeni projektin yhteyshenkilö Tukesissa ja tarkastajan yhteystiedot.

Projektiin liittyvän teknisen tarkastuksen laajuus koski aurinkosähköjärjestelmää pisteeseen, jossa se liittyy kiinteistön sähköjärjestelmään. Määrämuotoisessa tarkastuksessa ja käytettävissä olevista tiedoista tuli selvittää mahdolliset tekniset asennuspuutteet ja epäkohdat. Samoin onko asennuksesta laadittu ja luovutettu tarvittava dokumentointi, kuten asianmukainen sähköturvallisuuslaissa vaadittu käyttöönottotarkastuspöytäkirja sekä tarvittavat piirustukset, kaaviot ja ohjeet.

Tarkastukset olivat luonteeltaan teknisiä arvioita. Tarkastuksella tuli kuitenkin noudattaa sähköturvallisuuslaissa sähkölaitteistotarkastustoiminnalle asetettuja nimeämisvaatimuksia.

Tarkastajat sopivat haltijan kanssa ajankohdan tarkastukselle. Havaintojen raportointi tapahtui yhdessä tarkastajien kanssa käydyssä ohjauskokouksessa laadittuna määrämuotoisena Webropol-vastauksena.

Jakeluverkkoyhtiöiltä pyydettiin tietoja lähiaikoina verkkoon liitetyistä aurinkosähköjärjestelmistä eri puolelta Suomea. Osana projektia tehtiin myös sähkötöihin tarvittavien toimintaoikeuksien valvontaa. Jakeluverkkoyhtiöille ilmoitettujen laitteistojen rakentajien tietoja verrattiin Tukesin sähköurakoitsijarekisteriin tehtyihin sähkötöihin oikeuttaviin toimintailmoituksiin.

Teknisen tarkastuksen kohteeksi valittiin 45 asennettua aurinkosähköjärjestelmää. Tarkastetut aurinkosähköjärjestelmät olivat ns. jakeluverkon kanssa rinnan käyviä järjestelmiä. Tarkastukset kohdentuivat siten, että otannassa on eri rakentajaksi ilmoitettuja sähköurakoitsijoita, usean tyyppisiä kiinteistöjä ja laajuudeltaan erilaisia järjestelmiä.

3 Aurinkosähköjärjestelmiä koskevat tekniset vaatimukset

Projektia varten suoritettut tarkastukset ajoittuivat vuoden 2023 keväälle. Lähtökohtaisesti tekninen tarkastus suoritettiin pienjännitesähköasennuksia koskevan standardin SFS 6000 vuoden 2017 painoksen kiinteistöjen sähköasennuksia ja aurinkosähköjärjestelmiä koskevan osan 7-712 vaatimuksia vastaan.

Pienjännitesähköasennuksia koskeva standardi SFS 6000 uusiutui syksyllä 2022. Tarkastuksissa on huomioitu standardin painoksen aiheuttamat muutokset vaatimuksiin, kun rakentaja on ilmoittanut noudattaneensa vuoden 2023 alusta Tukesin luetteloimaa standardin uutta painosta. Linkki: [Luettelo S10-2023 \(tukes.fi\)](https://tukes.fi/luettelo-s10-2023)

Sähköturvallisuuslain mukaan standardin tai sen painoksen vaihtuessa luettelon päivityshetkellä rakenteilla oleva sähkölaitteisto voidaan rakentaa valmiiksi ja ottaa käyttöön edellisen standardin mukaisena kolmen vuoden kuluessa päivityksestä.

Tukesin verkkosivuilla sähköosiossa on perustietoa aurinkosähköjärjestelmistä, teknisistä vaatimuksista ja tarvittavista sähkötyöoikeuksista: [Aurinkosähköjärjestelmät | Turvallisuus- ja kemikaalivirasto \(Tukes\)](#)

4 Tarkastusraporttien analysointi

Koonti laajoista tarkastusraporteista on esitetty raportin liitteessä 1.

Raportinkohdan asiayhteydessä on esitetty joitain raporteista koottuja tarkastajan sanallisia kommentteja poikkeamista ja toistuvia puutehavaintoja.

Tarkastuksista toimitettuja valokuvia on koottu raportin liitteeseen 2.

Tarkastetun laitteiston haltijalle toimitetaan Tukesille laadittu raportti, jossa tarkastaja on eritelty ne raportin kohdat, joissa laitteisto ei täytä sille asetettuja vaatimuksia tai sen ei voitu tarkastuksen laajuudessa todeta täyttävän asetettua turvallisuustasoa ja haltijan on suositeltavaa/ tarpeen turvallisuudesta varmistuakseen selvittää asiaa edelleen.

5 Yhteenveto tarkastusten tuloksista

Projektin tarkastustulosten perusteella muodostuva havainto ja kuva on, että monissa tarkastetuista kohteista aurinkosähköjärjestelmien asennuksia on tehty huolimattomasti, välinpitämättömästi tai suoranaisesti ammattitaidottomasti.

Tarkastushavainnot ja tarkastusraportteihin liitetyt valokuvat virheistä ja puutteista ovat toistuvia ja samankaltaisia kuin Tukesin saamat asiakasilmoitukset.

Merkittävimmät virheet ja vaatimustenvastaisuudet voidaan jaotella kolmeen osaan: puutteellinen käyttöönottotarkastus ja/tai sen dokumentointi, epäasiallinen standardin vastainen johtojärjestelmän asennus sekä valmistajan asennusohjeiden noudattamatta jättäminen.

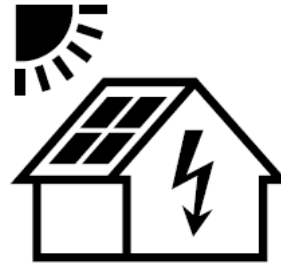
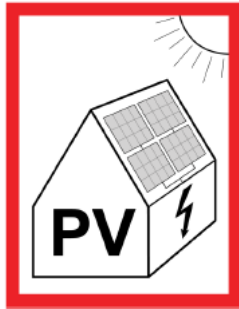
Kaikista tarkastetuista kohteista sähköturvallisuuslaissa edellytetty käyttöönottotarkastuspöytäkirja oli käytettävissä noin kahdessa kolmasosassa (70 %). Näistä sekä säädösvaatimuksen, että asennusstandardin dokumentointivaatimuksen täyttäviä pöytäkirjoja oli vain noin yksi kolmasosa (32 %).

Tarkastetuissa neljässäkympessä (45) aurinkosähköjärjestelmässä ilmeni teknisiä, muita kuin dokumenttipuutteita, neljässäkympessä asennuksessa (40). Kääntäen, noin 11 % asennuksista oli sellaisia, joissa ei arvioitu ilmenneen vaatimustenmukaisuuteen ja käytön turvallisuuteen merkittävästi vaikuttaneita puutteita.

- Suoritetuissa käyttöönottotarkastuksissa yleisenä poikkeamana oli järjestelmän tasasähkö DC-osaa koskevien käyttöönottotarkastusten ja -mittausten puutteellinen suorittaminen tai ainakin tarkastuksen dokumentointi (standardit SFS 6000 712.6.101 ja SFS-EN 62446-1).

- Johtojärjestelmän asentamisessa puutteet painoutuivat tasasähköosan kaapelointiin. Kaapeleita ja liittimiä ei oltu kiinnitetty tai tuettu asianmukaisesti ja tarvittaessa käytetty asennukseen johtoteitä, minkä seurauksena kaapelit roikkuvat tai lepäävät virheellisesti katolla vapaana alttiina mm. veden ja alas liukuvan lumen ja jään aiheuttamille vahingoille. Toisaalta kaapeleita oli sidottuina kattorakenteisiin, kuten kulkusiltoihin ja lumiesteisiin. Kaapeleita oli puristuksessa räystäs- ja harjapeltien välissä siten, että kaapelin vaippa on vaarassa painua ja rikkoutua teräviä reunoja vasten.

- Laittevalmistajan ohjeita oli jätetty huomioimatta useissa kohteissa, joissa ilmoitettiin noudatettua aiempaa asennusstandardin SFS 6000 vuoden 2017 painosta. Poikkeamia ilmeni vaihtosuuntaajan ”invertterin” virheellisenä sijoituksena mm. asennuksena palavaa materiaalia olevalle alustalle ja potentiaalintasaukseen liittyvinä puutteina, jotka sittemmin on sisällytetty asennusstandardin SFS 6000 aurinkosähköjärjestelmiä koskeviin vaatimuksiin vuoden 2022 painoksessa.
- Muita yleisiä havaintoja olivat puutteet varoituksista kiinteistössä sijaitsevasta aurinkosähköjärjestelmästä:



Raporteissa huomio kiinnittyi tarkastajien kommentteihin siitä, että asennetusta järjestelmästä on jälkikäteen haastavaa, ellei mahdotonta, todeta tasasähköosien pistokytkimien ja liittimien yhteensopivuutta. Jokaisen liitinparin on oltava sähköisesti ja mekaanisesti yhteensopiva sekä sovelluttava käyttöympäristöön. Asennusstandardin SFS 6000 vuoden 2022 painoksen mukaan yhdessä liitoksessa ei saa käyttää eri valmistajien tuotteita.

Verrattaessa verkkoyhtiöiden rekisteristä saatuja tietoja Tukesin sähköurakoitsijarekisteriin ei projektissa ilmennyt oikeudetonta sähkötyötä.

6 Aurinkosähköjärjestelmät on asennettava erityisen huolellisesti

Aurinkosähköjärjestelmän tasasähköpiirit (DC) poikkeavat teknisesti tavanomaisista mm. kiinteistöjen sähköasennusten vaihtosähköpiireistä (AC). Tasasähköpiirien katkaiseminen on haastavampaa kuin vaihtosähköpiirien johtuen siitä, että tasasähkössä ei ole vastaavia sähkövirran nollakohtia kuin vaihtosähkössä. Virran katkaisu ja syntyneen valokaaren sammutus on vaikeampaa kuin vaihtovirralla, koska virta ei käy itsestään nollassa. Aurinkosähköjärjestelmien tasasähköosissa ei ole myöskään aina vikatilanteen poiskytkeviä suojalaitteita, kuten kiinteistöjen vaihtosähköpiireissä.

Vikatilanteessa verkon kanssa rinnan käyvien aurinkosähköjärjestelmien paneelistojen tuottamat virrat ja jännitteet ovat niin suuria, että ne kykenevät aiheuttamaan vikatilanteessa henkilö- ja palovahinkoja.

Aurinkosähköjärjestelmien asentamisessa onkin ensiarvoisen tärkeää noudattaa huolellisuutta, standardien turvallisuusvaatimuksia ja laitteiston osien valmistajien antamia asennusohjeita.

7 Korjaavia toimenpiteitä tarvitaan ja vaaditaan

Projektin tulos kertoo ja tukee käsitystä, että aurinkosähköjärjestelmien asennuksiin liittyy vahvassa järjestelmien kasvuvaiheessa vakavia turvallisuuspuutteita. Vaatimusten vastaisia asennuksia on ilmennyt huomattavasti enemmän kuin vastaavien kiinteistöjen muissa ns. perinteisissä sähköasennuksissa. Tuloksia tarkastellessa on kuitenkin huomioitava, että projektin tarkastukset on kohdennettu tietyn tyyppisiin kiinteistöihin ja tarkastusotanta on varsin pieni.

Sähköalan toimijoiden ja nimettyjen vastuuhenkilöiden sähkötyöiden johtajien tulee tuntea vastuunsa ja huolehtia työntekijöiden riittävästä ammattitaidosta, omavalvonnasta sekä ennen

kaikkea siitä, että asennukset ovat turvallisia ja sähköturvallisuuslain edellyttämässä kunnossa ennen käyttöönottoa ja luovuttamista.

Tukes kiinnittää erityistä huomiota valvonnassaan aurinkosähköjärjestelmien asentamiseen ja tekee yhteistyötä alan sidosryhmien kanssa turvallisten toimintatapojen ja toiminnanharjoittajien vastuullisuuden edistämiseksi.

Vastuu siitä, että aurinkosähköjärjestelmän asennustyö täyttää kokonaisuudessaan sitä koskevat vaatimukset on yksiselitteisesti järjestelmän asentaneella sähköurakoitsijalla.

Aurinkosähköjärjestelmien kokonaisturvallisuuden, asennuksen ja käytön kannalta on tarpeen huomioida myös pelastustoimen näkemyksen mukaisia suosituksia pelastustoiminnan mahdollistamiseksi, pelastushenkilöstön työturvallisuuden huomioimiseksi ja hyvän paloturvallisuuden toteutumiseksi. Linkki: [Aurinkosähköjärjestelmien paloturvallisuusohje | Pelastuslaitokset](#)

Kaikkiaan laadukkaista tuotteista ammattilaisen huolellisesti rakentama, turvallisuusvaatimukset täyttävä ja käytössä ylläpidetty aurinkosähköjärjestelmä tuottaa ympäristöystävällistä puhdasta energiaa.

8 Liitteet

Kooste raportista, liite 1.

Valokuvaliite, liite 2.