

STEK

PSR
PALOSUOJELURAHASTO

AURISKI

Loppuraportti



Ylinen Marko, SAMK
Ylipaino Juho, TAMK
Kortetmäki Aki, TAMK
Mari Kujala, SAMK

 Tampereen
ammattikorkeakoulu

samk 

 tredu
TAMPEREEN SEUDUN AMMATTIOPISTO

 SATAEDU

Maaliskuu 2025

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	3
2	Kartoitustutkimuksen toteutus ja tulokset	6
2.1	Kartoitusten toteuttaminen	6
2.2	Tiivistetyt tulokset	7
2.2.1	Kohteen yleistiedot	7
2.2.2	Käyttöönottotarkastus ja pöytäkirja	7
2.2.3	Merkinnät ja dokumentoinnit.....	8
2.2.4	Suojausmenetelmät	10
2.2.5	Laitteiston erottaminen	10
2.2.6	Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen.....	11
2.2.7	Kaapelointi ja johtoreitit	12
2.2.8	Potentiaalintasaus	13
2.2.9	Mekaaninen asennus	13
2.3	Kiinteistön omistajien tyytyväisyys aurinkosähköjärjestelmien hankinta- ja asennusprosessiin.....	14
2.4	Kartoitusten yhteenveto.....	16
3	Hankkeen aikana laadittu aurinkosähköjärjestelmien asentajille kohdistettu opastava materiaali – urakoitsijaohjeistus	18
3.1	Rakennusten palomääräykset sekä kaupunkien rakennusjärjestysselvitys.....	18
3.1.1	Asetus rakennusten paloturvallisuudesta	19
3.1.2	Kuntien rakennusjärjestysten vaatimuksia aurinkosähköjärjestelmien asennukseen.....	20
3.2	AURISKI-portfolio.....	22
4	Koulutusasteiden välinen yhteistoimintamalli.....	23
5	Yhteenveto ja pohdinta.....	25
	Liitteet	26
	Liite 1. AURISKI - Kohdetietolomake	26
	Liite 2. AURISKI - Kartoituslomake	39
	Liite 3. AURISKI - Asiakastyytyväisyyslomake.....	59
	Liite 4. Esimerkki kiinteistön omistajalle luovutetusta kohdetietokortista	65

1 JOHDANTO

Aurinkosähköjärjestelmät kiinnostavat yhä useampaa pientalon omistajaa. Trendi on ollut voimakkaassa kasvussa vuosia, mutta erityisesti vuonna 2022 alkanut ostosähkön hinnan voimakas nousu loi poikkeuksellisen suuren kiinnostuksen energiatehokkuustoimiin. Aurinkosähköjärjestelmien osuus Suomen vuosienergiantuotannosta on edelleen pieni, mutta niiden erityispiirteinä ovat voimaloiden keskimääräisesti pieni yksikkökoko ja näin ollen suuri määrä yksittäisiä, monin yksityiskohdin toisistaan eroavia järjestelmätoimituksia. Monesti isoihin voimalaitoksiin verrattuna kyseessä on myös poikkeava tilaaja-urakoitsija-asetelma, jossa ilman alan asiantuntijuutta toimiva pienkiinteistön omistaja tilaa laajuudeltaan varsin pienen toimituksen alalla toimivalta yritykseltä. Yrityksellä taas saattaa olla pitkä kokemus rakentamisalalta, mutta ei välttämättä kokemusta aurinkosähköjärjestelmien erityispiirteistä.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) toteutti aurinkosähköjärjestelmien valvontaprojektin vuosina 2022–2023, jossa tarkastivat yhteensä 45 asennusta eri puolin Suomea. Taustana työlle oli useat kuluttajien ja urakoitsijoiden epätietoisuuteen liittyvät yhteydenotot ja ilmoitukset virheellisistä, ammattitaidottomista tai ilman sähköasennusoikeuksia toteutetuista asennuksista. Valvontaprojektin aikana havaittiin useita puutteita tai laiminlyöntejä asennusten toteutustavoissa ja käyttöönottotarkastuksissa.¹

Tämä Palosuojelurahaston (PSR)² ja Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskuksen (STEK)³ rahoittama AURISKI-hanke jatkaa Tukesin viitoittamalla tiellä, ja tutkii yhteensä 60 Satakunnassa ja Pirkanmaalla toteutettua aurinkosähköjärjestelmän asennusta. Hanke on toteutettu yhteistyössä Satakunnan ammattikorkeakoulun (SAMK), Satakunnan koulutuskuntayhtymän Sataedun (SATAEDU), Tampereen ammattikorkeakoulun (TAMK) ja Tampereen seudun ammattiopiston (TREDU) kanssa, luoden näin myös uusia yhteistyömalleja eri koulutusasteiden sekä maakuntien välillä. Samalla tämä on jatkoa SAMKin ja TAMKin aiemmalle yhteistyöprojektille ”Omatuotannon vaikutus pienkiinteistön sähköverkkoon”⁴, joka osaltaan nosti esiin potentiaalisia kiinteistön sähköverkon kokonaisturvallisuuteen ja -toimintaan kohdistuvia riskejä, mikäli eri järjestelmien välistä toimintaa ei osata tarkastella kokonaisuutena.

Sähköturvallisuuslain (1135/2016) 33 §:n mukaisesti Suomessa sähköturvallisuutta valvova viranomainen (Tukes) julkaisee luettelon standardeista, joita noudattamalla sähköturvallisuuslain vaatimukset katsotaan täytyneiksi⁵. Näiden sähkölaitteistoja ja sähkötyötä koskevien standardien päivitettyä listaa ylläpidetään Tukesin luettelossa S10⁶. AURISKI-projektin tarkoituksena on tutkia asennettujen pienen kokoluokan aurinkosähköjärjestelmien vaatimustenmukaisuutta ja turvallisuutta edellä mainitussa luettelossa esitettyjen asennuksia velvoitta-

¹ Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes), ”Aurinkosähköjärjestelmien asennuksissa tehdään paljon virheitä”, 5. heinäkuuta 2023, <https://tukes.fi/-/aurinkosahkojarjestelmien-asennuksissa-tehdään-paljon-virheitä>.

² ”Palosuojelurahasto”, viitattu 13. maaliskuuta 2025, <https://www.palosuojelurahasto.fi/palosuojelurahasto/>.

³ STEK, ”Älykästä ja päästötöntä sähkökäyttöä”, viitattu 13. maaliskuuta 2025, <https://stek.fi/>.

⁴ Aki Kortetmäki, Marko Ylinen, ja Juho Ylipaino, ”Omatuotannon vaikutus pienkiinteistön sähköverkkoon”, Tampereen ammattikorkeakoulu 2023, <http://www.theseus.fi/handle/10024/804597>.

⁵ ”Sähköturvallisuuslaki 1135/2016” (2016), <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saadokset/koelma/2016/1135>.

⁶ Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes), ”Luettelo S10-2023”, 2023, <https://tukes.fi/teollisuus/standardit>.

vien standardien näkökulmasta. Luettelossa S10 aurinkosähköjärjestelmien asennuksiin vaatimuksia antavia standardeja ovat SFS 6000 standardisarja sekä SFS-EN 62446-1 standardi velvoittavineen viittauksineen.

Tässä työssä täydennetään aikaisempien selvitystöiden tuloksia tarkastelemalla yksityiskohtaisemmin ja vakioidulla toimintamallilla aurinkosähköjärjestelmien eri osa-alueiden vaatimustenmukaisuutta alan velvoittaviin standardeihin verraten. Uutuusarvona työssä on myös se, että kartoitettaviin kohteisiin valittiin lähes pelkästään (95 %) vuosina 2022–2023 rakennettuja voimaloita. Tämä mahdollistaa seurannan sille, miten aikaisempi näkyvyys alan vaihtelevasta työnlaadusta, lisääntynyt ohjeistus oikeisiin toimintamalleihin ja asentajien kertynyt kenttäkokemus ovat ohjanneet työn laatua parempaan suuntaan. Standardien näkökulmasta mielenkiintoisena tarkastelun kohteena on myös se, miten vuonna 2023 voimaan tullut uusi SFS 6000-standardi, sekä vuoden 2023 alussa Tukesin S10-luetteloon lisätty aurinkosähköjärjestelmien dokumentaatioita, käyttöönottotestejä ja tarkastuksia koskevan standardi SFS-EN 62446-1:2016 + A1:2018 luvut 1–6 on osattu huomioida asennuksia ja dokumentointia tehdessä.

Hankkeen erityispiirteenä on myös uudenlaisen yhteistyömallin luominen, jossa työ toteutetaan yli maakunta- ja oppilaitosrajojen tiiviissä ja koordinoitussa yhteistyössä. Asiantunteva ohjausryhmä on lisäksi tuonut vahvasti esiin työelämän näkemyksiä ja tarpeita jo suunnitteluvaiheessa. Valittu toimintamalli edistää oppilaitosten välistä osaamisen jakamista ja antaa opiskelijoille aktiivisen roolin hankkeen eri vaiheissa, vahvistaen samalla tulevien ammattilaisten osaamista ja kiinnostusta aurinkosähköjärjestelmiä kohtaan.

Työn tavoitteena ei ole vain listata havaittuja virheitä, vaan myös korostaa säädöksiin ja standardeihin perustuvia oikeita toimintatapoja. Siksi työssä nostetaan esiin myös hyviä esimerkkejä asennusten eri osa-alueista ja asiakaskokemuksista. Tulosten toivotaan herättävän alalla laajaa keskustelua aurinkosähköjärjestelmien oikeista toteutustavoista ja näin edistävän turvallisempia asennuksia sekä entistä parempia asiakaskokemuksia.

Tämä loppuraportti koostaa tiiviisti yhteen kartoituksissa käytetyt menetelmät, kohteissa tehdyt havainnot, sekä näiden pohjalta koostetut johtopäätökset. Tarkemmin tietystä osa-alueesta kiinnostuneelle lukijalle tämän raportin liitteenä on esitetty yksityiskohtaiset hankkeen aikana luodut lomakkeet ja kohdekortit. Lisäksi erillisinä liitetiedostoina on saatavilla kartoitusten tarkempi tulosanalyysi sekä hyvät ja huonot asennuskäytänteet yhteen koostava AURISKI-portfolio.

Tämän raportin **toisessa luvussa** esitetään hankkeen aikana tehdyn aurinkosähköjärjestelmien kartoitustutkimuksen toteutus ja keskeiset tulokset. Luvun tarkoituksena on tuoda läpinäkyvästi esiin käytetyt menetelmät, mutta myös tarjota valmiit toimintatavat hyödynnettäväksi muissa vastaavissa hankkeissa. Lisäksi luvussa esitellään asiakkaiden kokemukset myynti- ja asennusvaiheista sekä järjestelmien käyttöönoton jälkeisestä ajasta, perustuen kohdekäyntien yhteydessä toteutettuihin asiakaskyselyihin.

Kolmannessa luvussa esitellään hankkeen aikana laaditut aurinkosähköjärjestelmien asentamista ja hankintaa tukevat urakoitsijaohjeisukset. Luvussa koostetaan hankkeen aikana tehty selvitys rakentamismääräysten huomioimisesta aurinkosähköjärjestelmien asennuksiin ja paloturvallisuuteen liittyen.

Neljännessä luvussa esitellään hankkeessa luotu toisen asteen ja korkeakoulun välinen uusi yhteistoimintamalli. **Viidennes luku** tiivistää yhteen projektin keskeiset tulokset, sekä koostaa esiin nousseet uudet tutkimus- ja kehitystarpeet.

Raportin lopussa on esitetty seuraavat liitteet, joihin viitataan raportin aikana:

- **Liite 1:** Kiinteistöjen omistajille luovutettu kohdetietolomake hankkeeseen ilmoittautumisen yhteydessä.
- **Liite 2:** Kohdekartoituksissa käytetty lomake, jossa kuvataan kartoituksissa tutkittavat osa-alueet.
- **Liite 3:** Asiakkaan kokemuksia aurinkosähköjärjestelmän hankinnasta ja urakoitsijan toiminnasta kartoittava asiakastyytyväisyyslomake.
- **Liite 4:** Esimerkki kiinteistön omistajalle kartoituksen jälkeen luovutetusta kohdekortista. Kohdekortteissa on kiinteistön omistajalle kuvattu aurinkosähköjärjestelmän toteutustapa, sekä mahdolliset huomautukset tai merkittävät riskit, joita kartoituksessa on havaittu.

Tässä raportissa viitataan lisäksi hankkeen aikana tehtyihin erillisiin laajempiin liitetiedostoihin:

- **Liitetiedosto 1:** Tarkempi yhteenveto kohdekartoitusten tuloksista. Liitteessä kuvataan tulosten perusteella kaikkien tarkasteltavien osa-alueiden kokonaiskuva erikseen ja analysoidaan tuloksien merkitystä tätä raporttia syvällisemmin.
- **Liitetiedosto 2:** Valokuviin pohjautuva portfolio asennusten eri osa-alueiden toteutustavoista. Tähän portfolioon on pyritty sisällyttämään esimerkkejä sekä virheellisistä toteutustavoista, mutta myös vaihtoehtoisista oikein tehdyistä asennuksista.

2 KARTOITUSTUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA TULOKSET

AURISKI-hankkeessa toteutettiin järjestelmien laatua- ja turvallisuutta tarkasteleva kohdekartoitus yhteensä 60:lle pienen kokoluokan aurinkosähköjärjestelmälle. Tässä luvussa esitetään tiivistetysti kohdekartoitusten toteuttamisen periaatteet sekä keskeisimmät tulokset. Yksityiskohtaisemmat tulokset ja tulosanalyysit on koostettu erilliseen liitetiedostoon (Liitetiedosto 1). Lisäksi kartoituksilla kuvatuista valokuvista on koottu erillinen AURISKI portfolio (Liitetiedosto 2), joka tukee tulosten tulkitsemista järjestelmän eri osa-alueissa.

2.1 Kartoitusten toteuttaminen

Kartoituskäyntien kohteet valittiin tutkimusosapuolien edustamien alueiden mukaisesti Pirkanmaan ja Satakunnan seuduilta. Vapaaehtoiset osallistujat tavoitettiin sosiaalisen median alustoilla ja alan verkostoissa mainostamalla. Kartoitukseen osallistuneet aurinkosähköjärjestelmät olivat pääasiassa pienen kokoluokan järjestelmiä, jotka oli asennettu omakotitalokiinteistöihin. Suurin osa järjestelmistä oli rakennettu vuosina 2022, 2023 tai 2024 (yhteensä 95 %).

Ensimmäisen yhteydenoton jälkeen asiakkaille välitettiin kohdetietolomake (Liite 1), jonka avulla kohteesta saatiin yleistiedot kerättyä, sekä tämän pohjalta paremmin valmistauduttua kartoituksen suunnitteluun. Kohdetietolomakkeen lisäksi kartoituksen jälkeen kiinteistön omistajan täytettäväksi annettiin myös ns. asiakastyytyväisyyslomake (Liite 3), jossa selvitettiin aurinkosähköjärjestelmän hankkineen kiinteistön omistajan omakohtaisia kokemuksia järjestelmän hankinnan eri vaiheista myyntikontaktista käyttöönottoon, sekä toteutuksen jälkeiseen aikaan.

Kohteeseen saavuttaessa asiakkaan kanssa käytiin yhdessä läpi kohteen yleistietoja koskevat osiot, kerättiin urakoitsijan asiakkaalle luovuttamat dokumentit sekä ohjeistettiin tarvittaessa toivottujen lomakkeiden täyttämistä. Tämän jälkeen kartoituksen tekijät tutkivat ja kuvasivat aurinkosähköjärjestelmän fyysisen toteutuksen osa-alueet yksi kerrallaan. Kartoituksessa noudatettiin liitteessä 3 esitetyn kartoituslomakkeen vaiheita. Tämä kartoituslomake laadittiin yhteistyössä hankkeen osapuolten näkemysten pohjalta, huomioiden myös alan työelämän ja viranomaistahojen antamat kommentit. Yhtenäisten menettelytapojen varmistamiseksi järjestettiin aluksi yhteinen kartoituskäynti ensimmäiseen kohteeseen Pirkanmaan ja Satakunnan hanketyöryhmän kanssa. Tämän avulla varmistettiin, että kaikilla oli yhtenäinen näkemys työn eri vaiheista.

Kartoituksen valmistuttua asiakkaan kanssa käytiin yhdessä tärkeimmät havainnot läpi ja lisäksi jälkikäteen asiakkaalle tuotettiin kirjallinen, kuvin havainnollistettu kohdekortti (esimerkki liitteessä 4), jossa tärkeimmät havainnot järjestelmän eri osista esitettiin mahdollisimman selkeästi ja perustellusti.

2.2 Tiivistetyt tulokset

2.2.1 Kohteen yleistiedot

Yleistietojen perusteella kohteiden urakoitsijoista yksi oli toteuttanut kahdeksan tutkituista asennuksista, yksi viisi asennusta ja yksi neljä. Loput asennukset jakautuivat tasaisesti eri toimijoiden kesken. Teknisen toteutuksen osalta tyypillisin aurinkosähköjärjestelmä oli keskusinvertterijärjestelmä, jossa oli yksi tai kaksi paneeliketjua omien MPPT-säätimien takana.

Kartoituksilla tehtyjen havaintojen ja keskustelujen perusteella joka neljännessä kohteessa raportoitiin, ettei aurinkosähköjärjestelmää ollut asennettu kokonaisuudessaan sähköasentajan toimesta.

2.2.2 Käyttöönottotarkastus ja pöytäkirja

Tässä osiossa tarkastellaan kohteiden käyttöönottotarkastuspöytäkirjojen käytettävyyttä ja sisältöä verraten niiden vaatimustenmukaisuutta sähköturvallisuuslain 1135/2016, valtioneuvoston asetuksen 1434/2016 sekä standardien SFS 6000-6 ja SFS-EN 62446-1 vaatimuksiin. Sähköurakoitsija on velvollinen ennen järjestelmän käyttöönottoa suorittamaan käyttöönottotarkastuksen, jolla varmistetaan järjestelmän turvallinen toiminta ja vaatimustenmukaisuus. Tästä tarkastuksesta tulee laatia käyttöönottotarkastuspöytäkirja. Kartoituksen yhteydessä havainnointi kohdistui käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan ja sen sisällön vaatimustenmukaisuuteen.

Yhteensä kymmenessä kohteessa (17 %) ei ollut käytettävissä, tai kiinteistön omistajalle ei ollut luovutettu käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa aurinkosähköjärjestelmän asennuksen yhteydessä. Tämän takia, tässä luvussa käsiteltävät suhteelliset tulokset vertautuvat kohteisiin, joissa käyttöönottotarkastuspöytäkirja oli käytettävissä (50 kohdetta). Kohteista, joissa pöytäkirja oli käytettävissä, 49 kohteessa (98 %) oli suoritettu AC-puolen mittauksia ja 40 kohteessa (80 %) oli suoritettu DC-puolen mittauksia. Sekä AC- että DC-puolen mittaustuloksia oli sen sijaan suoritettu vain 39 kohteen (65 %) pöytäkirjoissa.

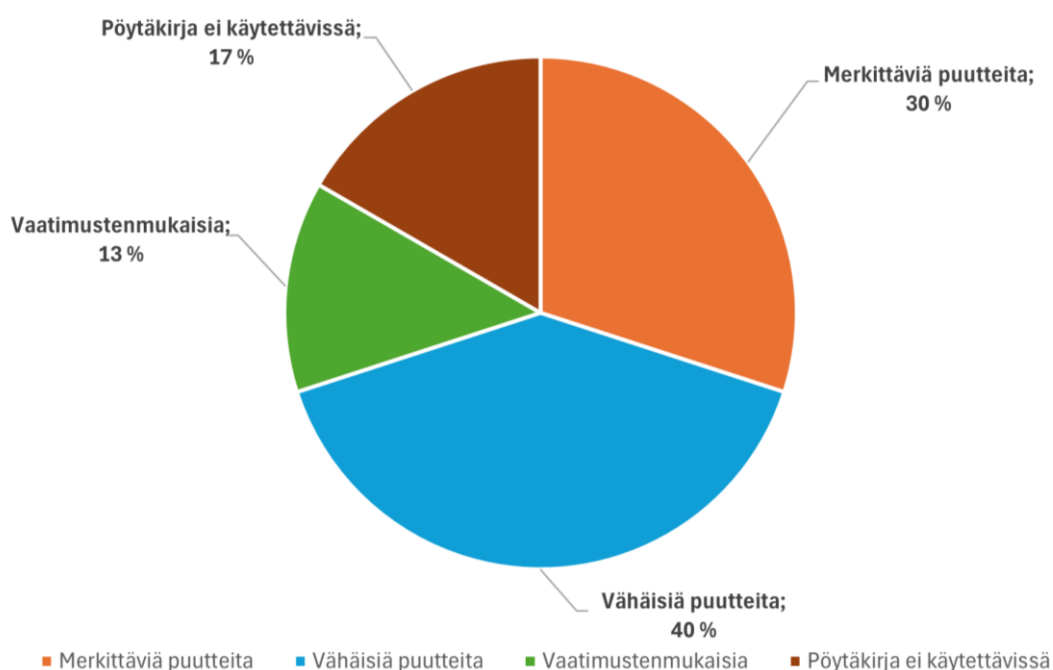
Niistä kohteissa, joissa oli tehty AC-puolen mittauksia, vain 25 prosenttia käyttöönottotarkastuspöytäkirjoista täytti SFS 6000-6 vaatimukset vaihtosähköpuolen tarkastusten sisällöstä. Tyypillisimmät puutteet olivat kiertosuunnan mittauksen puuttuminen ja toimintatestien tekeminen. Kohteista, joissa oli tehty DC-puolen tarkastuksia, standardin SFS-EN 62446-1 vaatimukset DC-puolen tarkastuksista ja testeistä täyttyi kokonaisuudessaan vain 33 prosentissa käyttöönottotarkastuspöytäkirjoissa. Kohteista 72 prosentissa mittaustuloksia ei ollut verrattu mittaushetken vallitseviin olosuhteisiin. Mittaustuloksia ei voida pitää luotettavina, mikäli tuloksia ei verrata vallitseviin olosuhteisiin.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjoista 23 prosenttia täytti valtioneuvoston asetuksen vaatimukset pöytäkirjan tietosisällöistä kokonaisuudessaan. Pöytäkirjoista 47 prosentissa oli puutteita vain yhdessä tietosisällössä. Tyypillisimmin puuttuva tieto oli tieto käytetystä mittalaitteista.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa tulee viitata tarkastushetkellä voimassa oleviin standardeihin. Suomessa aurinkosähköjärjestelmien tarkastuksissa riittää viittaus SFS 6000 -standardisarjaan ja sen voimassa olevaan painokseen. Lisäksi vuonna 2023 ja sen jälkeen asennetuissa järjestelmissä tulisi olla viittaus myös standardiin SFS-EN 62446-1:een. Tämä on kuitenkin

kin tulkinnanvarainen asia ja tutkimuksessa katsottiin, että voimassa olevaan SFS 6000-standardisarjaan tehty viittaus on vaatimukset täyttävä. Voidaan kuitenkin todeta, että SFS 62446-1:een ei ole viitattu yhdenkään kohteen pöytäkirjassa. Niissä kohteissa, joissa pöytäkirja oli käytettävissä, pöytäkirjoista vain 57 prosentissa oli viitattu oikein standardeihin.

Yhteenvetona voidaan todeta, että vain kahdeksan kartoitetuista kohteista oli sellaisia, että käyttöönottopöytäkirjat olivat kokonaan vaatimustenmukaisia. Kohteista 42:ssa käyttöönottopöytäkirja löytyi, mutta siinä oli puutteita. Erityisen huolestuttavaa on, että yhteensä 10 kohteessa käyttöönottotarkastuspöytäkirja puuttui kokonaan. (Kuva 1)



Kuva 1. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjojen vaatimuksenmukaisuus.

2.2.3 Merkinnät ja dokumentoinnit

Aurinkosähköjärjestelmien asennuksia velvoittavat standardit SFS 6000-7-712 ja SFS-EN 62446-1 (luettelo S10) asettavat vaatimuksia sille, miten järjestelmän eri osat tulee merkitä, sekä miten asennus ja järjestelmän käyttö tulee dokumentoida. Tässä osiossa tarkasteltiin, miten asennuksen eri kohtiin tehdyt merkinnät ja asiakkaalle luovutetut dokumentit vastasivat näitä vaatimuksia.

Keskuksiin laitettavissa varoitusmerkinnöissä esiintyi puutteita, mutta puutteista suurin osa on tulkittu vähäiseksi. Merkintöjen kestävyys ja luettavuus olivat pääosin hyvällä tasolla, mutta pienessä osassa kohteita oli puutteita.

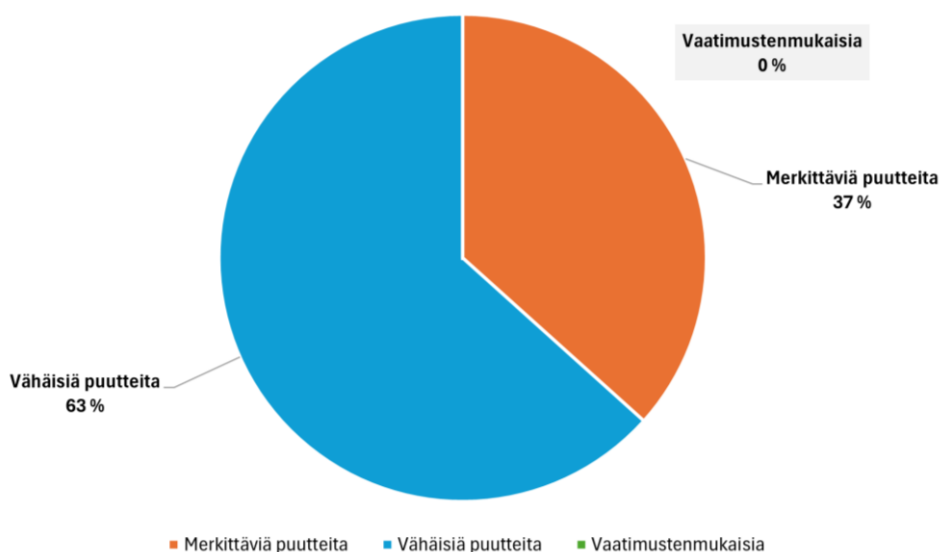
Standardin SFS 6000-7-712 kohdassa 712.514.103 on suora vaatimus invertterin merkinnälle, jossa maininta, että ennen huoltotoimenpiteitä vaihtosuuntaaja on erotettava sekä tasasähköosasta että vaihtosähköosasta (esim. keltainen huomiotarra). Tämä merkintä löytyi vain 36 prosentissa kohteista.

SFS 6000-7-712-standardin kohta 712.514.102 määrittelee, että tasasähköosan kaikissa luokse päästävissä jännitteisissä osissa tulee olla merkintä, joissa varoitetaan jännitteestä erottamisen jälkeen. Yleisesti nämä merkinnät löytyivät järjestelmistä hyvin. Tämä tulos voi olla osittain seurausta siitä, että pienissä järjestelmissä ei tyypillisesti ole merkittävästi erilaisia tasasähköpuolen komponentteja, joihin tämä merkintä tulisi huomata laittoa.

Standardit asettavat vaatimuksia myös tasasähköpuolen kaapelimerkinnöille. Paneeliketjujen kaapelit oli vain 38 prosentissa kohteista merkitty kokonaan siten, että niistä voidaan erottaa paneeliketjun napaisuus ja tarvittaessa ketjun numero.

Dokumentoinnin osalta ainoassakaan tarkastellussa kohteessa ei asiakkaalle ollut luovutettu kaikkia dokumentteja, joita standardi SFS-EN 62446-1 vaatii. Kohteista 80 prosentissa löytyi tiedot järjestelmän asentajasta ja suunnittelijasta sekä järjestelmän perustiedot. Invertterin datalehdet löytyivät 58 prosentissa kohteista ja aurinkopaneelien 45 prosentissa kohteista. Heikoimmin dokumentoinnit löytyivät käyttö- ja kunnossapito-ohjeista (33 %), kiinnitysjärjestelmistä (17 %) ja johdotuskaaviosta (12 %). Viidessä kohteessa asiakkaalla ei ollut esittää minkäänlaisia järjestelmään liittyviä dokumentteja.

Tulosten perusteella aurinkosähköjärjestelmien merkinnöissä ja erityisesti dokumentaatiossa on merkittäviä puutteita. Kartoituksen perusteella yksikään kohde ei ollut merkintöjen ja dokumentoinnin osalta vaatimuksenmukainen. Puutteellisista kohteista vähäisiksi katsottuja puutteita oli 38 kohteessa (63 %) ja merkittäviä puutteita 22 kohteessa (37 %). (Kuva 2)



Kuva 2. Merkintöjen ja dokumentoinnin vaatimustenmukaisuus

Tuloksien perusteella erityisesti järjestelmien vaaditun dokumentaation jakamisessa on urakoitsijapuolella merkittäviä ongelmia. Ongelmat ovat alalla tyypillisiä erityisesti vastaavissa pienemmissä asennustöissä. Puutteet ovat osittain kohdistettavissa myös siihen, ettei pienen kokoluokan aurinkosähköjärjestelmiä suunnitella erillisen suunnittelijan toimesta. Usein tarvittavat dokumentit saataisiin suunnittelijalta, eikä ne jää tällöin kokonaisuudessaan urakoitsijan kontolle.

Dokumentoinnin kattavuutta voitaisiin parantaa esimerkiksi alueellisen rakennusvalvonnan tai jakeluverkkoyhtiön digitaalisten ”lupaprosessien” kautta, jossa lupa aurinkosähköjärjestelmän asentamiselle tai verkkoon kytkennälle vaatisi standardissa SFS-EN 62446-1 vaadittujen dokumenttien lataamista palveluun. Esimerkiksi tällä hetkellä osa jakeluverkkoyhtiöistä vaatii aurinkosähköjärjestelmien käyttöönottotarkastuspöytäkirjan luovuttamista, ennen kuin antaa luvan kytkeä aurinkosähköjärjestelmä osaksi jakeluverkkoaan.

2.2.4 Suojausmenetelmät

Alan velvoittavat standardit asettavat vaatimuksia sille, miten järjestelmän vaihto- ja tasasähköpuolella tulee suojusratkaisut toteuttaa niin, että ne suojaavat ylikuormitustilanteilta ja vikatilanteissa sähköiskuilta. Lisäksi aiemmin on havaittu, että jälkikäteen asennettu aurinkosähköjärjestelmä saattaa johtaa tilanteisiin, joissa kiinteistön aiemmin rakennetun sähköverkon ylikuormitussuojaukset eivät enää asennuksen jälkeen toimi vaatimustenmukaisesti. Tässä kohtaa tarkasteltiin toteutettujen suojusratkaisujen vaatimustenmukaisuutta ja asennuksen mahdollisia vaikutuksia aiemmin rakennetun kiinteistön sähköverkon suojauksiin.

Vaihtosähköjärjestelmän puolella suojaukset oli toteutettu pääasiassa erittäin hyvin. Kaikissa kohteissa invertteri oli suojattu 1,1 kertaa mitoitusvaihtovirran mukaisella sulakkeella tai johdonsuoja-automaatilla. Suurimmassa osassa kohteista invertteri ei myöskään aiheuttanut riskiä keskusten tai niiden välisen nousujohdon nimellisvirrankeston ylittymiselle. Kolmessa kohteessa (5 %) keskusten nimellisvirran oli mahdollista ylittyä, mutta tämän toteutuminen nähtiin epätodennäköisenä. Pää- ja ryhmäkeskuksen välisen nousujohdon ylikuormitukselle riski oli mahdollinen mutta epätodennäköinen 4 kohteessa (7 %) ja 1 kohteessa riski oli myös todennäköinen.

DC-puolella ainoastaan yksi kohteista oli sellainen, että paneeliketjujen ylivirtasuojaus olisi vaadittu useamman rinnankytketyn paneeliketjun takia. Tässä kohteessa suojausta ei kuitenkaan ollut toteutettu. DC-kaapeleita tutkiessa kaikissa kohteissa kaapelointi ja sähkölaitteet oli toteutettu asianmukaisesti kaksoiseristettynä tai niissä oli käytetty vahvistettua eristystä.

Tulosten perusteella suurin osa kohteista täytti suojausvaatimukset, ja vain 15 prosentissa kohteista löytyi puutteita tällä osa-alueella. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että järjestelmät ovat suojattu asiallisesti ja vaatimustenmukaisesti yksittäistapauksia lukuun ottamatta.

2.2.5 Laitteiston erottaminen

Alan velvoittavat standardit asettavat vaatimuksia sille, miten aurinkosähköjärjestelmä tulee olla erotettavissa vaihto- ja tasasähköpuolelta. Tässä tarkastelun vaiheessa tutkittiin, ovatko käytetyt erotusmenetelmät näiden vaatimusten mukaisia.

Vaihtosähköpuolen erotusvaatimukset toteutuivat erittäin hyvin. Vain yhdessä kohteessa ei ollut asianmukaista AC-puolen erotuskytkintä lainkaan. Lisäksi yhdessä kohteessa erotuskytkin ei ollut verkkoyhtiön käytettävissä tai lukittava. Asennusten hyvää tasoa voidaan perustella sillä, että verkkoyhtiöt vaativat heille tehtävässä ilmoituksessa vaihtosähköpuolen luotettavan erotuksen tekemistä. Erotus vaaditaan myös SFS 6000-8 standardin kohdassa 801.551.

DC-puolen erottamisen tuloksia tarkasteltiin kohteissa, joissa käytössä ei ollut mikroinvertterijärjestelmä (57 kohdetta). DC-puolen erottaminen oli toteutettu 79 prosentissa kohteista invertterin sisäisellä DC-kytkimellä yhdessä erottamiseen soveltuvilla pistokytkimillä (MC4).

Kohteista 19 prosentissa erottaminen oli toteutettu erillisellä DC-kytkimellä. Näistä neljässä kohteessa oli käytetty ylimääräiseksi tulkittua DC-kytkintä, sillä sen käytölle ei ollut invertterin erottamisominaisuuksien vuoksi erityistä tarvetta. Ylimääräisten DC-kytkimien määrä ei vaikuta negatiivisesti järjestelmän erotuskykyyn, mutta ylimääräiset DC-liitokset kasvattavat turhaan järjestelmän paloturvallisuusriskiä. Yhdessä kohteessa oli invertterin sisäinen DC-kytkin, mutta paneeleilta tulevat johtimet oli liitetty ilman erottamiseen soveltuvia pistokytкимиä. Tällöin esimerkiksi invertterin vaihtotyön yhteydessä irrotettujen paljaiden johdinpäiden välillä esiintyy vaarallinen tasajännite, jonka katkaiseminen onnistuu vain paneeliketjusta liitoksen katkaisemalla. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että vaihto- ja tasavirtapuolella järjestelmän erottamiskyky oli tarkastettavissa kohteissa hyvällä tasolla.

2.2.6 Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen

Aurinkosähkijärjestelmä on useista eri komponenteista muodostuva kokonaisuus. Järjestelmässä on useita asennusteknisiä ja mitoituksellisia näkökulmia, joiden osalta eri komponenttien välinen yhteensopivuus tulee tarkastella. Lisäksi velvoittavat standardit ja valmistajien ohjeet asettavat asennuksen toteutustavoille vaatimuksia, joita tarkasteltiin tässä osuudessa. Tässä osa-alueessa tarkasteltiin, miten paneeliketjujen virta-, jännite- ja tehoarvot oli mitoitettu suhteessa invertterin raja-arvoihin. Lisäksi tarkastettiin, että DC-puolen johdot ja komponentit on valittu jännite- ja virtakestoisuuden osalta riittäviksi kyseiseen järjestelmään. Invertterin ja paneelien välisen DC-kaapeloinnin molemmissa päissä tarkastettiin myös, ovatko käytössä olleet MC4-liittimet SFS 6000-7-712-standardin vaatimustenmukaisesti saman valmistajan saman tyyppisillä liittimillä toteutettuja. Riski kohdistuu erityisesti kahteen kytkentäpisteeseen: ensinnäkin kohtaan, jossa paneelien valmiisiin MC4-liittimiin liitetään paneeliketjun syöttökaapelin MC4-liitin, ja toiseksi kohtaan, jossa DC-kaapeli liitetään invertterin omiin MC4-liittimiin. Näissä molemmissa tapauksissa liittimet voivat olla eri valmistajilta, jolloin yhteensopivuus ei ole varmaa ja riski huonosta liitoksesta kasvaa. Invertterin ympäristöä tarkastellessa tutkittiin, onko invertteri ja mahdollinen DC-turvakytkin asennettu palamattomalle alustalle, sekä riittääkö invertterin ympärillä oleva vapaa asennustila täyttämään valmistajan vaatimukset.

Kokonaisuudessaan 67 prosentissa kohteista sähkölaitteet oli valittu ja asennettu kokonaisuudessaan vaatimustenmukaisesti, kun taas 28 prosentissa kohteissa oli havaittavissa vähäisiä puutteita. Viidessä prosentissa kohteista oli havaittavissa merkittäviä puutteita tällä osa-alueella.

Kymmenessä kohteessa (17 %) paneeliketjun avoimen piirin jännite tai oikosulkuvirta ei ollut invertterin raja-arvojen mukaisia. Sen sijaan paneeliston nimellistehoilla tarkastellessa vain kolmessa kohteessa (5 %) paneeliketjun arvot eivät olleet invertterin raja-arvojen sisällä.

DC-komponenttien mitoituksessa vain yhdessä kohteessa valitut komponentit olivat sellaisia, etteivät niiden jännite- tai virrankestoisuus ollut riittävä. Sen sijaan MC4-liittimien osalta 10 kohteessa (17 %) voitiin silmämääräisesti varmistaa, että keskenään liitetyt liittimet eivät ole jossakin asennuksen kohdassa saman valmistajan samaa mallia. Yleisesti voidaan sanoa, että MC4-liitosten yhteensopivuuden varmistaminen jälkikäteen on käytännössä erittäin vaikeaa ja 43 kohteessa (72 %) asiaa ei voitu luotettavasti selvittää.

Invertterin ympäristön osalta yhteensä 16 kohteessa asennusta ei ollut toteutettu palamattoman materiaalin tai taustalevyn päälle. Tarkemmin asennusvuosien mukaan tarkasteltuna

kuitenkin havaittiin, että vuosina 2023–2024 tehdyissä asennuksissa tämä vaatimus laiminlyötiin ainoastaan 2 kohteessa (6 %). Voidaan siis todeta, että lisätty vaatimus uuteen SFS 6000-standardiin on parantanut tämän osa-alueen toteutustapoja, vaikka sama vaatimus oli sikin aiemmin sisältynyt invertterivalmistajien ohjeisiin. Yleisin valittu taustalevy materiaali oli sementtikuitulevy (33 %), kun taas 18 kohteessa (43 %) taustalla oli valmiiksi palamaton betoni- tai tiiliseinä. Vapaata asennustilaa invertterin ympärillä tarkastellessa havaittiin, että 39 kohteessa (68 %) tilaa oli jätetty invertterivalmistajien ohjeiden mukaisesti.

Kartoituksen yhteydessä tarkasteltiin myös turvakytkimien asennustapaa. Useiden turvakytkinvalmistajien asennusohjeissa on maininta ns. ”vesireiän” puhkaisusta. Kohteista 67 prosentissa vesireikä oli puhkaisematta turvakytkimiin. Vesireiän puhkaisematta jättäminen voi aiheuttaa ongelmia kytkimen sisään muodostuvan kondenssiveden seurauksena ja saattaa lisätä paloturvallisuusriskiä, etenkin DC-erotuskytkimissä. Tässä tarkastelussa on kuitenkin huomioitava, etteivät kaikki valmistajat vaadi vesireiän puhkaisemista, eikä kaikissa erotuskytkimissä ole vesireikäaihiota.

2.2.7 Kaapelointi ja johtoreitit

Tässä osa-alueessa tarkasteltiin, onko AC- ja DC-puolen kaapelit valittu standardien vaatimusten sekä invertterivalmistajien ohjeiden mukaisesti ja miten johtoreittien mekaaninen suojaus ja kestävyys on varmistettu.

AC-puolella liitoskaapeli keskukselle oli yleisimmin (87 %) toteutettu 2,5 mm²:n MMJ- tai MCMK-kaapelilla. Kohteista 95 % oli tämän syöttökaapelin osalta toteutettu vaatimustenmukaisesti.

DC-puolen kaapeloinneista yhtä kohdetta lukuun ottamatta kaikki oli toteutettu standardin vaatimusten mukaisesti metallivaipattomilla yksijohtimisilla kaapeleilla tai eristetyillä johtimilla, jotka oli asennettu erikseen eristeaineisiin asennusputkiin ja johtokanaviin. Kaapelien tai johtimien yleisin poikkipinta-ala oli 6 mm², mutta kolmessa kohteessa tunnistettiin myös asennuksia, joissa käytettiin 4 mm²:n poikkipintaa.

DC-kaapelit oli pääasiassa asennettu käyttötarkoituksen mukaisilla PV-kaapeleilla tai muilla soveltuvilla tasasähkökaapeleilla. Kaapelointireiteillä tai kaapelin mekaanisessa suojauksessa havaittiin kuitenkin merkittävä määrä puutteellisia asennuksia, joissa oli riski vaipan vaurioitumiselle. Kohteista 27 prosentissa havaittiin vähäisiä puutteita ja 7 prosentissa paljon puutteita, jotka liittyivät vaipan mahdolliseen vaurioitumiseen.

Tyypillisimmät puutteet liittyivät tasasähkö- ja vaihtosähköosien puutteellisesti toteutettuun kaapeloinnin mekaaniseen suojaukseen sekä kaapelien puutteelliseen kiinnitykseen vesikatolla tai sinne vievällä reitillä. Usein paneeliketjun DC-kaapelointi tuodaan vesikatolle esimerkiksi kattotiilen tai harjapellin alta ilman mekaanista suojaa, jolloin ajan kuluessa kaapelin vaurioituminen on erittäin todennäköistä. Paneeliketjun kaapelin vaurioituminen aiheuttaa aina mahdollisen paloturvallisuusriskin.

Puutteita löydettiin myös vaihtosähköosan (AC) kaapeloinnin mekaanisessa suojauksessa. Esimerkiksi seinän lävistävien kaapelien läpivienti oli toteutettu ilman suojaputkea, mikä altistaa kaapelin vaipan rikkoutumiselle.

2.2.8 Potentiaalintasaus

Tässä osa-alueessa tarkasteltiin, minkälaisia vaatimuksia järjestelmän potentiaalintasaukselle on asetettu ja onko se toteutettu vaatimustenmukaisesti. Toisistaan poikkeavia kohteita olivat ne invertterivalmistajat, jotka vaativat invertterin liittämistä potentiaalintasaukseen erillisellä potentiaalintasauskaapelilla. Tällaisia kohteita oli yhteensä 42, joista 29:ssä kyseinen vaatimus oli huomioitu asennusten toteutuksessa.

Toinen erityistapaus oli kolme mikroinverttereillä toteutettua kohdetta, joissa standardi SFS 6000 ei vaadi erikseen potentiaalintasauasta järjestelmään, mikäli paneeliston jännite jää alle 60 VDC:n. Myöskään invertterivalmistajien ohjeissa ei ollut tähän liittyviä vaatimuksia. Vaikka potentiaalintasauasta ei näissä kohteissa vaatimusten perusteella tarvinnut toteuttaa, kahdessa niistä se oli kuitenkin tehty.

Kohteista, joissa potentiaalintasaus oli toteutettu (52 kohdetta), 35 prosentissa kaikki vaaditut johtavat osat oli liitetty siihen. Koska paneelisto sijaitsee kiinteistön katolla ja on usein hankalasti saavutettavissa, potentiaalintasauksen laajuutta ja laatua on vaikea todentaa. Tämän vuoksi 42 prosentissa tarkastetuista kohteista kaikkia potentiaalintasaukseen liitettyjä osia ei voitu selvittää. Yhteensä 14 kohteessa raportoitiin puutteita, mukaan lukien tapaukset, joissa potentiaalintasauksen kokonaisuutta ei pystytty tarkistamaan.

Tyypillisimmin potentiaalintasauksesta puuttuivat paneelien asennustelineet. Tämä tarkoitti, että asennustelineitä ei ollut liitetty potentiaalintasaukseen lainkaan tai vain osittain. Tulosten perusteella oli yleistä, että vain asennustelineiden ylin rivi oli liitetty potentiaalintasaukseen, kun taas alemmat rivit oli jätetty yhdistämättä. Mikäli asennustelineitä ei ole liitetty potentiaalintasaukseen, voidaan myös olettaa, että paneelien kehyksiä ei ole kytketty siihen luotettavasti. Paneelien kehykset liitetään yleensä potentiaalintasaukseen asennustelineiden kautta, ja jos telineiden liittoksissa on puutteita, tämä tarkoittaa myös puutteita paneelien kehyksien potentiaalintasauksessa. Tulosten perusteella kuitenkin vain kahdessa kohteessa havaittiin puutteita kehyksien ja kahdeksassa kohteessa asennustelineiden potentiaalintasauksessa.

Yli puolessa kohteista, joissa potentiaalintasaus oli tehty, liittokset olivat asianmukaisia. 31 prosentissa kohteista liittoksia ei pystytty tarkistamaan. Vähäisten ja merkittävien puutteiden määrä oli oletettua pienempi. Vähäiseksi puutteeksi tulkittiin esimerkiksi porakärkiruuvilla tehty liitos telineisiin, ja merkittäväksi puutteeksi katsottiin kuparijohtimen liittäminen suoraan alumiinipintaiseen asennustelineeseen.

Yhteenvedona voidaan todeta, että niiltä osin kuin tarkastus pystyttiin suorittamaan, 60 prosentissa kohteista potentiaalintasaus oli toteutettu vaatimusten ja ohjeiden mukaisesti. Tässä asennuksen osa-alueessa on kuitenkin selkeästi vielä parantamisen varaa.

2.2.9 Mekaaninen asennus

Mekaanista asennusta arvioitaessa tarkasteltiin, ovatko paneelien ja katon reuna-alueiden väliset etäisyydet riittäviä, onko telinejärjestelmään käytetty riittävä määrä kattokiinnikkeitä, onko katolla olevat toistuvat varjostukset huomioitu ja onko paneelien väliset kaapelit kiinnitetty asianmukaisesti.

Reuna-alueiden etäisyyksiä tarkasteltaessa havaittiin, että paneeliston keskimääräinen etäisyys katon reunoihin oli 1–2 metriä 67 prosentissa kohteista ja alle yhden metrin 32 prosentissa kohteista. Tulosten perusteella voidaan todeta, ettei pelastusviranomaisen julkaiseman

ohjeistuksen mukainen etäisyys paneeliston ja katon reunan välillä täytyy pienikokoisissa järjestelmissä.

Paneelistot oli asennettu kohteisiin, joissa ulkoisten tekijöiden varjot eivät merkittävästi heikentäneet aurinkosähköjärjestelmän tuotantokapasiteettia. Positiivisena huomiona voidaan todeta, että kartoituskohteisiin ei sisällynyt kohteita, joissa paneelit olisi asennettu "umpimetsään". Osassa kohteista havaittiin vähäisiä puutteita, kuten savupiipun tai muun varjostavan elementin sijainti paneelienten vieressä, mikä aiheutti osittaisen varjon tiettyinä vuorokaudenaikana.

Telinejärjestelmän kiinnitykset katon ja paneelien välillä olivat yleisesti hyvällä tasolla. Lisäksi paneelit oli pääasiallisesti kiinnitetty "klämpeillä" telineisiin pitkältä sivulta, mikä parantaa niiden mekaanista kuormitettavuutta.

Paneelien väliset kaapeloinnit ovat tyypillisesti aurinkosähköjärjestelmien näkyvin ongelma-kohta. Tulosten perusteella 67 prosentissa kohteista havaittiin puutteita kaapeleiden kiinnityksissä, mutta vain 10 prosentissa puutteet olivat merkittäviä. Kartoituskäynneillä havaittiin, että paneelikaapeleiden kiinnittämiseen tarvittaisiin enemmän yleisesti käytössä olevia hyviä asennustapoja sekä kiinnitysjärjestelmiä, jotta päästäisiin eroon pelkästään nippusiteillä telineisiin kiinnitetystä kaapeloinneista.

2.3 Kiinteistön omistajien tyytyväisyys aurinkosähköjärjestelmien hankinta- ja asennusprosessiin

Osana kartoituskäyntejä aurinkosähköjärjestelmän omistajalle annettiin vapaaehtoisesti täytettävä asiakastyytyväisyyslomake. Sen avulla pyrittiin kartoittamaan asiakaskokemusta ja tavoittamaan näkökulmia, joita asennuksen fyysisten osien tarkastelu ei paljasta. Lomakkeen sisältö on kuvattu liitteessä 3. Kartoituskäyntien päätyttyä vastaanotettiin yhteensä 28 täytettyä lomaketta, mikä vastaa 47 % kaikista kohteista.

Kysyttäessä, miten asiakas päätyi hankkimaan aurinkosähköjärjestelmän, 18 vastanneista oli itse ottanut yhteyttä järjestelmätoimittajiin, 9 oli tavoitettu myyjän yhteydenoton kautta ja yhdelle tarjouksen oli tehnyt järjestelmiä asentava urakoitsija. Yhteydenotoista 12 oli toteutettu sähköpostitse, 8 puhelimitse ja 8 kasvotusten, esimerkiksi ovelta ovelle -myynnin tai julkisten tapahtumien yhteydessä.

Suurin osa asiakkaista ei kokenut myyntitilannetta painostavaksi, mutta kaksi asiakasta kertoi kokeneensa kasvokkain tapahtuneessa myyntitilanteessa painetta sopimuksen pikaisesta allekirjoittamisesta.

Saaduista tarjouksista yhtä lukuun ottamatta kaikki olivat kirjallisia. Tarkemmin tarjouksen sisältöä arvioitaessa kävi ilmi, että vain kaksi vastanneista piti tarjoustaan riittämättömänä. Epäselvinä tai haastavina seikkoina nousivat esiin monimutkaiset rahoitusyhtiöiden osamaksusuohjelmat sekä hyvin optimistiset kannattavuusarviot. Palautteissa toivottiin myös tarkempia kuvauksia takuista, suunnitellusta toteutustavasta (esimerkiksi johtoreiteistä) sekä tarjouksen taustalla olevista lakipykälistä ja standardeista.

Hintaa jälkikäteen arvioitaessa 20 vastanneista piti hintaa sopivana, 5 koki sen kalliiksi ja 2 edulliseksi. Yksi ei ottanut kantaa.

Muita esiin nousseita haasteita olivat myyjän teknisen osaamisen puute, yhteydenottoihin reagoimattomuus paneelien vikatilanteissa sekä asiakkaalle yllättäen tullut lisämaksuvaatimus, kun johtoreitti kulki katon läpi.

Pääosin kuitenkin tarjouksiin, myyntitilanteisiin ja joustavuuteen muutostilanteissa oltiin tyytyväisiä. Kaikkien vastanneiden antama arvosana myyntitilanteen asiakaskokemuksesta vaihteli välillä 3–5, keskiarvon ollessa 4.

Asennustyöhön liittyviä kokemuksia kysyttiin erikseen. Suurin osa asiakkaista oli tyytyväisiä, mutta myös poikkeavia kokemuksia raportoitiin. Asennuksen kokonaisarvosana vaihteli välillä 1–5, keskiarvon ollessa 3,8.

Esiin nousseita ongelmia olivat:

- huoli asennusryhmän työturvallisuudesta
- toteutuksen poikkeaminen myyjän esittämästä, erityisesti läpivientien ja invertterin sijainnin osalta
- suomenkielisen ohjeistuksen ja tuen puute nettiseurantaan
- puutteellinen potentiaalintasaus
- heikko dokumentointi
- yhdellä asiakkaalla paneelit olivat väljien kiinnikkeiden vuoksi alkaneet valua alaspäin.

Yhteensä kahdeksalla asiakkaalla oli ilmennyt järjestelmän kanssa ongelmia tai korjaustarpeita. Heistä kolmella oli ollut haasteita saada urakoitsijalta apua ongelman ratkaisuun. Kaikissa tapauksissa ongelmat liittyivät siihen, ettei reklamaatioihin tai yhteydenottoihin vian ilmetessä vastattu asianmukaisesti.

Vastanneista 18 koki saaneensa riittävän käyttökoulutuksen, 9 piti koulutusta riittämättömänä ja yksi ei ottanut kantaa. Kolme vastaajaa nosti esiin, ettei asianmukaisia dokumentteja, kuten käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa tai käyttöohjeita, ollut toimitettu asiakkaalle.

Lomakkeessa kysyttiin myös, miten järjestelmän tuottoennusteet ja luvatut kustannussäästöt olivat toteutuneet. Vastanneista 21 (75 %) koki järjestelmän tuottaneen ennusteiden mukaisesti, kun taas kolmella ennusteet eivät olleet toteutuneet. Neljä vastaajaa ei osannut tai halunnut arvioida asiaa.

Taloudellisen kannattavuuden osalta 12 vastaajaa (43 %) koki investoinnin kannattavaksi, kun taas 13 (46 %) piti sitä kannattamattomana. Kolme vastaajaa ei ottanut kantaa. Kysyttäessä tarkemmin, miten tarjouksessa esitetyt tuotto- ja säästöennusteet olivat toteutuneet, 12 vastaajaa (43 %) koki niiden toteutuneen odotetusti, 8 (29 %) koki, etteivät ne toteutuneet, ja 8 (29 %) ei osannut tai halunnut ottaa asiaan kantaa.

Vapaissa palautteissa toistuivat näkemykset siitä, että pörssisähkön matala hinta kesäpäivinä on vähentänyt myyntiin menevän sähköntuotannon arvoa merkittävästi. Lisäksi moni vastaaja korosti, ettei järjestelmän hankintaa tehty pelkästään taloudellisten syiden vuoksi, vaan taustalla oli myös ekologisia tavoitteita ja halu lisätä omavaraisuutta.

Vastanneista 20 (71 %) ilmoitti, että järjestelmän hankinta oli vaikuttanut heidän sähkönkulutustottumuksiinsa. Tyypillisiä muutoksia olivat tuotannon ja pörssisähkön hinnan seuraaminen sekä kulutuksen ajoittaminen niiden mukaisesti. Moni kertoi siirtäneensä pesukoneiden käytön edullisen tuotannon tai pörssisähkön ajankohtiin, ajoittaneensa lämminvesivaraajan

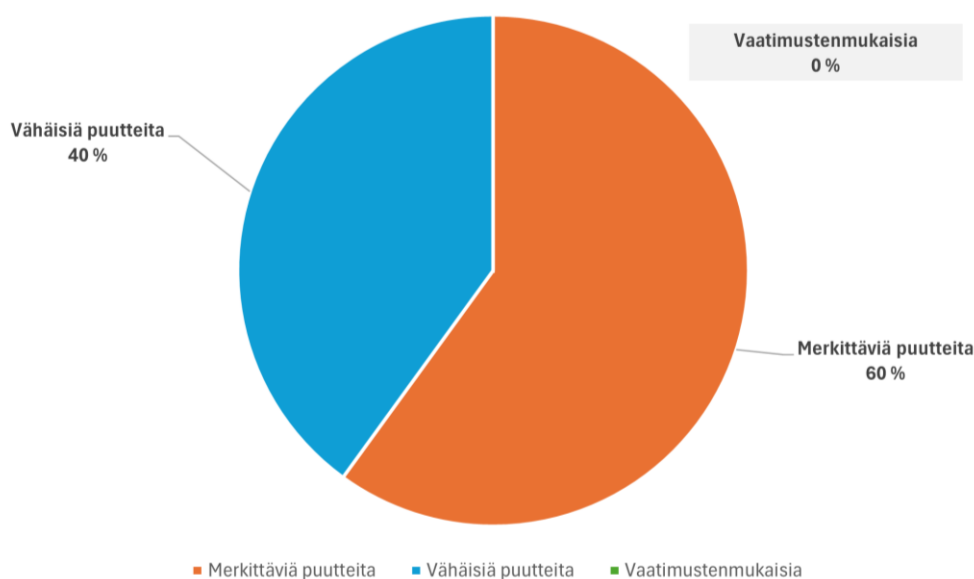
ja lattialämmityksen toiminnan päiväsaikaan tai optimoineensa sähköauton latauksen kustannustehokkaimmille tunneille.

Sähkösovimusten osalta kartoituskäynnin ajankohtana vuonna 2024 puolet vastanneista (14/28) oli siirtynyt pörssisähköön. Tämä on merkittävä muutos aiempaan, sillä kyselyn perusteella vuonna 2022 yhdelläkään heistä ei vielä ollut pörssisähkösopimusta.

2.4 Kartoitusten yhteenveto

Kartoitustutkimuksessa analysoitiin asennusten eri osa-alueita systemaattisesti, keskittyen erityisesti käyttöönottotarkastuksiin, merkintöihin ja dokumentaatioon, suojausmenetelmiin, laitteiston erottamiseen, kaapelointiin, potentiaalintasaukseen ja mekaaniseen asennukseen. Tuloksia täydennettiin kiinteistön omistajille suunnatulla asiakastytyväisyyskyselyllä, jolla kartoitettiin kokemuksia hankinta- ja asennusprosessista.

Kartoitusten perusteella yksikään kohde (0 %) ei täyttänyt kaikkia standardien ja säädösten vaatimukset. Yhteensä 24 kohteessa (40 %) oli vähäisiä puutteita ja 36 kohteessa (60 %) merkittäviä puutteita (Kuva 3). Merkittävimpiä ongelmia havaittiin merkintöjen ja dokumentaation puutteissa (37 %), käyttöönottotarkastuspöytäkirjoissa (30 %) ja potentiaalintasauksen toteutuksessa (15 %). Parhaiten vaatimustenmukaisiksi todettiin järjestelmän erottamisen toteutus (88 %) sekä suojausvaatimusten toteutuminen (85 %).



Kuva 3. Kartoituskohteiden aurinkosähkijärjestelmien vaatimustenmukaisuus

Käyttöönottotarkastuksissa havaittiin puutteita erityisesti dokumentoinnissa. Kymmenessä kohteessa (17 %) tarkastuspöytäkirja puuttui kokonaan. Saatavilla olleista pöytäkirjoista 42 kohteessa (70 %) oli puutteita, ja vain 13 % täytti kaikki vaatimukset. Suurimmat puutteet liittyivät DC-puolen mittauksiin, joiden vaatimaton toteutus vaikutti tuloksiin.

Merkinnöissä ja dokumentaatioissa puutteet olivat erityisen laajoja. Ainoassakaan kohteessa ei ollut saatavilla kaikkia standardin SFS-EN 62446-1 vaatimia dokumentteja. Esimerkiksi invertterin datalehdet löytyivät 58 prosentissa ja aurinkopaneelien 45 prosentissa kohteista, kun taas käyttö- ja kunnossapito-ohjeet olivat saatavilla vain 33 prosentissa kohteista.

Suojausmenetelmissä vaihtosähköpuolen suojaus oli pääosin kunnossa, mutta DC-puolen ylivirtasuojauksen osalta havaittiin yksi tapaus, jossa suojaus olisi ollut tarpeen, mutta sitä ei ollut toteutettu. Kaapeloinnin ja johtoreittien mekaaninen suojaus oli 27 prosentissa kohteista vähäisiltä osin puutteellinen ja 7 prosenttia kohteista sisälsi merkittäviä puutteita.

Potentiaalintasaus oli toteutettu 52 kohteessa, mutta vain 35 prosentissa kohteista kaikki vaaditut osat oli liitetty siihen asianmukaisesti. Merkittävimpiä puutteita havaittiin asennustelineiden ja paneelien kehysten potentiaalintasauksessa.

Asiakastyytyväisyyskyselyn vastauksista selvisi, että myyntiprosessiin oltiin pääosin tyytyväisiä. Tarjoukset olivat sisällöltään pääosin kattavia, mutta eräät asiakkaat kokivat saaneensa liian optimistisia kannattavuusarvioita. Asennustyöhön liittyen keskimääräinen tyytyväisyys oli hyvä, mutta ongelmia esiintyi työturvallisuudessa, potentiaalintasauksen toteutuksessa ja dokumentaation puutteissa.

Taloudellisten tuottojen osalta suurin osa (75 %) vastaajista koki, että järjestelmä oli tuottanut odotusten mukaisesti, mutta vain alle puolet (43 %) piti investointia taloudellisesti kannattavana. Moni oli hankkinut järjestelmän muista kuin taloudellisista syistä, kuten ekologisista syistä tai omavaraisuutta lisätäkseen.

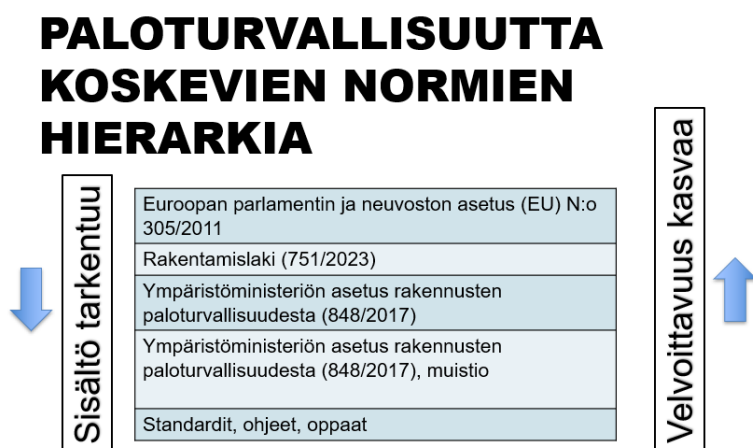
Kartoitustutkimuksen ja asiakastyytyväisyyskyselyn perusteella voidaan todeta, että pienkiinteistöjen aurinkosähköjärjestelmien asennusprosessissa on edelleen merkittäviä haasteita, erityisesti dokumentaation, merkintöjen, käyttöönottotarkastusten ja potentiaalintasauksen osalta. Toisaalta suojausmenetelmät ja järjestelmän erottaminen oli pääosin toteutettu hyvin, mikä on positiivinen havainto. Hankkeessa saadut tulokset tarjoavat arvokasta tietoa, jota voidaan hyödyntää sekä urakoitsijoiden koulutuksessa että viranomaisten ja rakennusvalvonnan ohjeistusten kehittämisessä. Näin tulevaisuuden asennukset täyttävät paremmin vaatimukset ja asiakaskokemus paranee. Kartoituskäyntien yhteydessä dokumentoitiin valokuvien avulla erinomaisia esimerkkejä hyvin toteutetuista ratkaisuksista eri osa-alueilla, ja näiden avulla alan toimijoita voidaan jatkossa ohjata entistä parempiin käytäntöihin.

3 AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMIEN URAKOITSIJOHJEISTUS-MATERIAALIT

Hankkeen aikana kartoitusten lisäksi tuotettiin erilaisia aurinkosähköjärjestelmien hankintaa ja asennusta tukevia materiaaleja, joiden tarkoituksena on tuoda esiin hyviä käytäntöjä näihin liittyen. Tässä luvussa esitellään hankkeessa laadittu selvitys rakennusten palomääräyksistä ja kaupunkien rakennusjärjestyksistä aurinkosähköjärjestelmien näkökulmasta. Lisäksi luvussa esitellään ”AURISKI-portfolio”, joka kokoaa yhteen aurinkosähköjärjestelmiin liittyviä hyviä ja huonoja asennuskäytänteitä.

3.1 Rakennusten palomääräykset sekä kaupunkien rakennusjärjestyksellisyys

Rakennuksille, rakennusosille ja rakennustarvikkeille on luotu omat paloluokitusjärjestelmät. Nämä paloluokitusjärjestelmät ovat yhteisiä EU:n sisällä. Kullakin maalla on kansalliset palomääräykset, joiden turvallisuustaso päätetään paikallisesti. Kuvassa 3 on esitetty Suomessa voimassa olevien rakennusten paloturvallisuutta koskevien normien hierarkia.



Kuva 4. Suomen paloturvallisuutta koskevien normien hierarkia vuoden 2025 alussa (muokattu lähteestä) ⁷

AURISKI-hankkeessa tehtyjen kartoitusten aikana oli voimassa vielä vanha Maankäyttö- ja rakennuslaki ⁸, joka on säädellyt rakentamista Suomessa yli 20 vuoden ajan. Tuona aikana rakentaminen ja sen toimintaympäristö on muuttunut Suomessa merkittävästi. Maankäyttö- ja rakennuslain uudistus on ollut vireillä jo vuosia. Eduskunta hyväksyi uuden rakentamislain alun perin jo viime hallituskaudella eli vuoden 2023 lopussa. Uuden hallitusohjelman myötä rakentamislakiin on tehty muutoksia ja ns. rakentamislain korjaussarja oli lausunnoilla alkuvuonna 2024. Korjattu rakentamislaki tuli voimaan 1. tammikuuta 2025 ⁹. Uusi rakentamislaki

⁷ ”RIL 195-1-2018 Rakenteellinen paloturvallisuus. Yleiset perusteet ja ohjeet”, RIL, viitattu 13. maaliskuuta 2025, <https://ril.fi/tuote/ril-195-1-2018-rakenteellinen-paloturvallisuus-yleiset-perusteet-ja-ohjeet/>.

⁸ ”Maankäyttö ja rakennuslaki 132/1999” (1999), <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saadusko-koelma/1999/132>.

⁹ ”Rakentamislaki 751/2023” (2025), <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2023/751>.

tuo ilmastonmuutoksen torjunnan kattavasti osaksi rakentamisen lainsäädäntöä ja vauhdittaa kiertotaloutta. Lainsäädännön kautta tulee jatkossa uusia kiristyneitä vaatimuksia myös rakennusten energiatehokkuuteen ¹⁰. Näin ollen voidaan ajatella, että uuden lainsäädännön kautta tulevat kiristyneet ilmasto- ja energiatehokkuustavoitteet voivat lisätä entisestään pienten aurinkosähköjärjestelmien rakentamista ja kuluttajien kiinnostusta aurinkosähköjärjestelmiin.

Rakentamislain 32 § mukaan ”rakentamishankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla paloturvalliseksi. Palon syttymisen vaaraa on rajoitettava. Palon ja savun kehittymistä ja leviämistä rakennuksessa sekä palon leviämistä lähistöllä oleviin rakennuksiin on pystyttävä rajoittamaan. Rakennuksen rakentamisessa on käytettävä paloturvallisuuden kannalta soveltuvia rakennustuotteita ja teknisiä laitteistoja.”

3.1.1 Asetus rakennusten paloturvallisuudesta

Rakennusten paloturvallisuutta säätelee Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017 ¹¹. Asetus ei suoraan ota kantaa aurinkosähköjärjestelmien asennukseen. Asetuksen pykälän 28 mukaan: ”Kate ei saa syttyä helposti naapurirakennuksen palosta. Palo ei saa levitä katteessa eikä sen alustassa vaaraa aiheuttavalla tavalla. Katteen on oltava BROOF(t2)-luokkaa.” Asetus asettaa vaatimuksia rakennuksen katemateriaalille ja yleisesti voidaan todeta, että Suomessa käytettävät rakennusten katemateriaalit täyttävät BROOF(t2)-luokan vaatimukset.

Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten paloturvallisuudesta ei mainita aurinkosähköjärjestelmiä, mutta asetuksen perustelumuistio selvennetään em. pykälää 28 seuraavasti: ”Yleensä aurinkopaneelien asentaminen katolle ei aiheuta paloturvallisuuden kannalta erityistoimenpiteitä. Mikäli rakennuksen katolle asennetaan laajahko pinta-ala aurinkopaneeleita, on tarpeen tarkistaa, että ne eivät oleellisesti lisää palon leviämisen vaaraa katteessa eikä sen alustassa. Tämä voi perustua aurinkopaneelien ja käytettyjen asennustarvikkeiden palokuorman määrään ja palo-ominaisuuksiin suhteessa hyväksyttäviin katteisiin. Pelastushenkilöstön työturvallisuutta arvioitaessa otetaan huomioon sähköturvallisuus.”

Asetuksen 10 § antaa määräyksiä rakennuksen teknisistä asennuksista: ”Palon syttymisen sekä palon ja savun leviämisen vaara rakennuksessa ei saa olennaisesti kasvaa teknisten asennusten johdosta.” Lisäksi 22 §:n mukaan ”Rakennuksessa käytettävät tarvikkeet eivät saa myötävaikuttaa palon kehittymiseen vaaraa aiheuttavalla tavalla.”

Tärkeää on ottaa huomioon pelastus- ja sammutustyön edellytykset, joihin asetuksen 40 § antaa seuraavat määräykset: ”Palon sammuttamisen ja henkilöiden pelastamisen edellytykset rakennuksessa ja sen läheisyydessä on otettava suunnittelussa huomioon. Palo- ja pelastuskalustolla on oltava mahdollisuus päästä riittävän lähelle rakennusta (pelastustie). Ullakon jokaiseen palo-osastoon on oltava pääsy sammutustyötä varten. Jos rakennuksen korkeus on enintään 28 metriä, edellytetään pääsy ullakon palo-osastoon ulkokautta.”

¹⁰ Ympäristöministeriö, Rakentamislaki sujuvoittaa rakentamista ja edistää päästövähennyksiä ja kiertotaloutta, viitattu 13. maaliskuuta 2025, <https://ym.fi/rakentamislaki>.

¹¹ ”Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017” (2017), <https://finlex.fi/fi/lain-saadanto/2017/848>.

3.1.2 Kuntien rakennusjärjestysten vaatimuksia aurinkosähköjärjestelmien asennukseen

Rakentamista ohjataan myös kuntien rakennusjärjestyksellä, josta rakentamislaki säättää seuraavaa: ”Kunnassa on oltava rakennusjärjestys. Rakennusjärjestyksen määräykset voivat olla erilaisia kunnan eri alueilla. Rakennusjärjestyksessä voidaan antaa paikallisista oloista johtuvat suunnitelmallisen ja sopivan rakentamisen, kulttuuri- ja luonnonarvojen huomioon ottamisen sekä hyvän elinympäristön toteutumisen ja säilyttämisen kannalta tarpeelliset määräykset. Rakennusjärjestyksen määräykset eivät saa olla kiinteistönomistajalle tai muulle oikeuden haltijalle kohtuuttomia. Rakennusjärjestyksessä olevaa määräystä ei saa soveltaa, jos yleis- tai asemakaavassa taikka Suomen rakentamismääräyskokoelmassa julkaistussa määräyksessä määrätään asiasta toisin.”¹²

AURISKI-hankkeessa tehtiin vuoden 2024 alussa selvitys neljän eri kaupungin; Pori, Turku, Tampere ja Helsinki, rakennusjärjestyksiin ja kaupungin omiin ohjeisiin liittyen aurinkosähköjärjestelmien asennukseen pientaloihin. Uuden rakentamislain tultua voimaan, päivittävät kunnat myös rakennusjärjestyksiään. Tämän vuoksi hankkeen loppuvaiheessa tehtiin alkuvuonna 2025 uusi selvitys em. neljän kaupungin rakennusjärjestysten tilanteesta. Seuraavassa on kuvattuna sekä eri kuntien vanhojen rakentamisjärjestysten vaatimukset että tilanne alkuvuonna 2025 uuden rakentamislain tultua voimaan.

Vanhan Maankäyttö- ja rakennuslain ollessa voimassa oli olemassa kaksi eri lupatasoa eli rakennuslupa ja toimenpidelupa. Uuden rakentamislain tultua voimaan toimenpidelupa poistui rakentamisen luvista ja jatkossa on enää yksi rakentamislupa. Muutoksella kevennettiin hallinnollista taakkaa ja byrokratiaa.¹³

Porin kaupungin rakennusjärjestyksen mukaan toimenpidelupaa ei tarvittu lappeensuuntaisen aurinkokeräimen asentamiseen katon harjaa ylittämättä. Huomioitavaa on kuitenkin, että suojelukaava-alueilla ja kaupunkikuvallisesti merkittäville alueilla asiaa oli tarkasteltava erikseen. Porissa oli maaliskuussa 2025 edelleen voimassa vanha rakennusjärjestys.¹⁴

Turun kaupungin vanha rakennusjärjestys¹⁵, joka oli voimassa vuoden 2025 helmikuun loppuun asti, noudatteli aurinkosähköjärjestelmien asennuksessa samaa linjaa Porin kanssa eli aurinkopaneelin tai -keräimen asentaminen ei vaatinut toimenpidelupaa, paitsi silloin, jos se liittyi suojeltuun ympäristöön tai kulttuurihistoriallisesti tai rakennustaiteellisesti arvokkaaseen rakennukseen. Maaliskuussa 2025 Turussa tuli voimaan uusi rakennusjärjestys.¹⁶ Uuteen rakennusjärjestykseen on erikseen kirjoitettu, että vaikka aurinkosähköjärjestelmien rakentaminen pientaloissa ei ole luvanvaraista, pitää silti noudattaa kaikkia asiaan liittyviä lakeja ja määräyksiä. Rakentamisen luvanvaraisuudesta on rakennusjärjestyksessä kirjattu seuraavaa:

¹² Rakentamislaki 751/2023.

¹³ Ympäristöministeriö, ”Rakentamislaki sujuvoittaa rakentamista ja edistää päästövähennyksiä ja kiertotaloutta”.

¹⁴ Porin kaupunki, ”Porin kaupungin rakennusjärjestys”, 2021, https://cms.pori.fi/uploads/sites/2/2022/10/rakennusjarjestys_31122020.pdf.

¹⁵ Turun kaupunki, ”Turun kaupungin rakennusjärjestys”, 2024, <https://www.turku.fi/rakentaminen/rakennusjarjestys>.

¹⁶ Turun kaupunki, ”Turun kaupungin rakennusjärjestys”, 2025, <https://www.turku.fi/rakentaminen/rakennusjarjestys>.

huollossa noudatetaan paloturvallisuusnäkökohtien vuoksi pelastuslaitosten kumppanuusverkoston laatimaa aurinkosähköjärjestelmien paloturvallisuusohjetta. Myös päivitetystä ohjeesta on kirjattu, että ”mikäli järjestelmä ei täytä ulkoasultaan kohtuullisia vaatimuksia tai ei muutoin sovellu ympäristöön, tai se aiheuttaa olennaista haittaa naapureille tai liikenteelle, rakennusvalvontaviranomainen voi velvoittaa kiinteistön haltijan purkamaan järjestelmän tai muuttamaan sitä.”

Helsingin kaupungilla on ollut oma ohje julkisivuille asennettaville teknisille laitteille ja järjestelmille.¹⁹ Ohjeen mukaan pientaloissa aurinkokeräimet tule lähtökohtaisesti sijoittaa pihanpuoleisille katon lappeille tai piharakennusten katolle, jos se on valoisuuden kannalta mahdollista. Aurinkokeräimen, poistoilmalämpöpumpun, jäähdytyslaitteen ulkoyksikön tai muun teknisen laitteen asentamiseen tulee aina olla kiinteistön omistajan tai haltijan lupa.

Ohjeen mukaan aurinkokeräimien pinta ei saa aiheuttaa häiriötä tai häikäisyä esim. asuntoihin, työpaikoille tai liikennealueille. Aurinkokeräimet tulee aina koota yhtenäisiksi ja hallituiksi kokonaisuuksiksi. Aurinkokeräimet kannattaa ohjeen mukaan sijoittaa niin, että ne muodostavat mahdollisimman litteän katon suuntaisen kentän, joka ei piirry katon omien muotojen ulkopuolelle eikä nouse harjan yläpuolelle alhaaltakaan katsottuna. Aurinkopaneelien teknisestä toimivuudesta ja turvallisuudesta, sekä vesikaton kantavuudesta vastaa kiinteistön omistaja. Erityisesti on huomioitava sähkö- ja paloturvallisuus. Näitä ohjeita on sovellettu ennen vuotta 2025 jätettyihin hakemuksiin. Helsingin kaupungin nettisivuilla kerrotaan, että uuden rakentamislain tultua voimaan tehdään joihinkin ohjeisiin päivityksiä.²⁰ Maaliskuussa 2025 näitä uusia ohjeita ei ollut vielä julkaistu.

Tässä selvityksessä käytetyt aurinkosähköjärjestelmää kuvaavat termit on otettu suoraan eri kaupunkien rakennusjärjestyksistä ja ohjeista. Voidaan huomata, että aurinkosähköjärjestelmistä käytetään rakennusjärjestyksissä ja ohjeissa eri nimiä, joka omalta osaltaan hankaloittavat ohjeiden tulkintaa, varsinkin silloin, kun aurinkosähköjärjestelmää rakennuttaa maalikko pientaloon. Selvityksen pohjalta voidaan todeta, että tarkasteltavissa kaupungeissa ei yleensä vaadita rakennusvalvontaviranomaisen lupaa aurinkosähköjärjestelmän asentamiseen pientaloon. Eri kuntien ohjeet ovat kuitenkin hyvin erilaisia, eikä kaikissa ole erikseen ohjeita aurinkosähköjärjestelmien asentamiseen liittyen.

3.2 AURISKI-portfolio

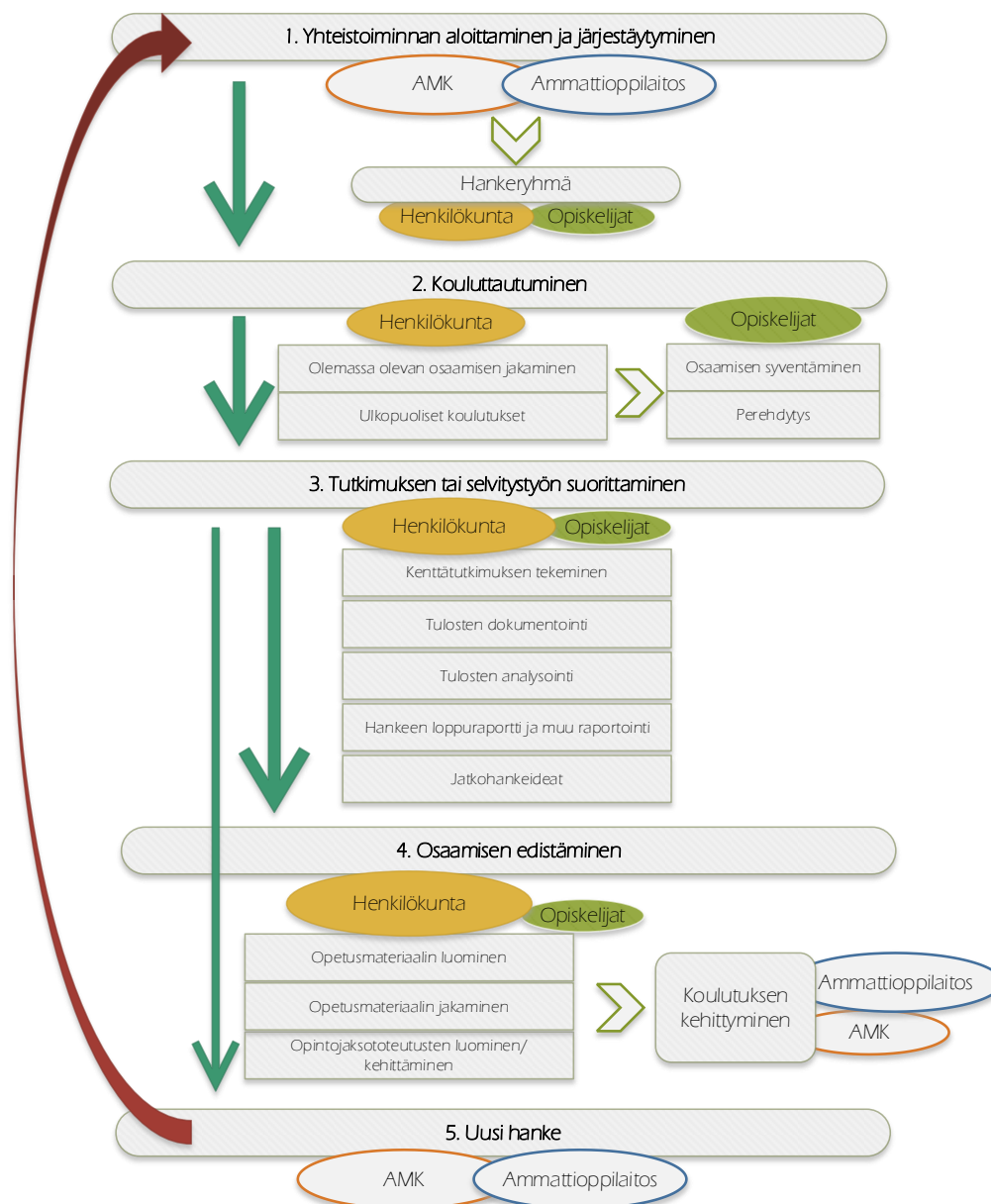
Aurinkosähköjärjestelmistä ja niihin huonosti tehdyistä asennuksista löytyy erittäin paljon erilaista kuvamateriaalia. Tyypillisesti virheelliset huonot asennukset ovat helposti osoitettavissa, mutta olisi myös ensiarvoisen tärkeää antaa esimerkkejä, kuinka asennukset voidaan tehdä oikeaoppisesti. Hankkeen kokemuksista ja sen aikana kerätystä kuvapankista muodostettu ”AURISKI-portfolio” kokoaa yhteen hyvät ja huonot asennustavat ja esimerkit aurinkosähköjärjestelmien eri osa-alueista. Portfolio on toteutettu Ulla Tuomisen Säätiön myöntämän lisärahoituksen avulla ja se on esitetty tämän raportin liitetiedostossa 2.

¹⁹ Helsingin kaupunki, ”Tekniset laitteet ja järjestelmät julkisivuilla ja vesikatoilla”, 2020, https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/ilmalampopumpun_ja_jaahdytyslaitteen_asennus.pdf.

²⁰ Helsingin kaupunki, ”Rakennusvalvonnan ohjeet ja lomakkeet”, Rakennusvalvonnan ohjeet ja lomakkeet, viitattu 12. maaliskuuta 2025, <https://www.hel.fi/fi/kaupunkiymparisto-ja-liikenne/tontit-ja-rakentamisen-luvat/rakennusluvan-hakeminen/rakennusvalvonnan-ohjeet-ja-lomakkeet>.

4 KOULUTUSASTEIDEN VÄLINEN YHTEISTOIMINTAMALLI

AURISKI-hankkeen aikana kehitettiin toistettavissa oleva yhteistoimintamalli, joka yhdistää ammattioppilaitosten ja korkeakoulujen opiskelijat sekä henkilökunnan käytännönläheisiin oppimisprojekteihin. Mallin tavoitteena on tukea työelämälähtöistä oppimista ja vahvistaa eri koulutusasteiden välistä yhteistyötä. Lisäksi se tarjoaa toisen asteen ja ammattikorkeakoulujen opettajille mahdollisuuden jakaa osaamistaan ja kehittää asiantuntemustaan yhdessä. Mallin keskeiset vaiheet on esitetty alla olevassa prosessikaaviossa (Kuva 5).



Kuva 5. Yhteistoimintamallin prosessikaavio

Mallissa opiskelijat osallistuvat hankkeeseen, mutta päävastuu tutkimuksen tekemisestä ja töiden suorittamisesta on oppilaitosten henkilökunnalla. Opiskelijoiden rooli on toimia hankkeen toimintaa tukevissa tehtävissä avustavissa rooleissa, mikä mahdollistaa heidän perehtymisensä hankkeen teemoihin käytännönläheisesti.

Yhteistoimintamallin prosessi alkaa yhteistyön käynnistämällä ja opettajien koulutuksella, minkä jälkeen opiskelijat perehdytetään hankkeen tavoitteisiin ja toimintamalleihin. Tämän jälkeen aloitetaan varsinainen hankkeen tutkimus- ja/tai selvitystyön tekeminen yhteistyössä hankeorganisaatioiden henkilökunnan ja opiskelijoiden kanssa. Hankkeen edetessä tulokset dokumentoidaan ja analysoidaan, minkä pohjalta tuotetaan oppimateriaalia molempien koulutusasteiden käyttöön.

Yhteistoimintamallin tavoitteena on varmistaa, että eri koulutusasteiden opettajat voivat kehittää osaamistaan yhdessä ja jakaa tietoa yli organisaatorajojen. Samalla se tarjoaa opiskelijoille mahdollisuuden osallistua käytännönläheiseen oppimiseen osana hankkeen tukitoimintoja. Hankkeen aikana testattu malli todettiin toimivaksi ja vaikuttavaksi. Sitä voidaan jatkoissa soveltaa myös muissa vastaavissa hankkeissa, sekä laajentaa eri alueille.

5 YHTEENVETO JA POHDINTA

AURISKI-hanke on tarjonnut kattavan katsauksen pienten aurinkosähköjärjestelmien turvallisuuteen ja vaatimustenmukaisuuteen. Hankkeen aikana tutkittiin 60 asennettua järjestelmää, ja kartoituksissa havaittiin sekä onnistuneita toteutuksia että merkittäviä kehitystarpeita. Eri-tyisesti dokumentoinnin, merkintöjen ja käyttöönottotarkastusten osalta havaittiin puutteita, mutta toisaalta suojausmenetelmät ja järjestelmien erottaminen olivat pääosin vaatimustenmukaisia.

Hankkeen aikana toteutetut asiakaskyselyt toivat esiin myös kiinteistön omistajien kokemuksia aurinkosähköjärjestelmien hankinta- ja asennusprosesseista. Vaikka suurin osa käyttäjistä oli tyytyväisiä järjestelmiinsä, taloudellisten hyötyjen arviointi vaihteli, ja myynti- ja asennusprosessien laadussa oli toisinaan eroja havaittavissa. Tämä korostaa tarvetta selkeämmille standardien tulkinnoille ja paremmalle ohjeistukselle niin urakoitsijoille kuin asiakkaillekin.

Hankkeen yhteydessä kehitetyt urakoitsijaohjeistusmateriaalit tarjoavat käytännön työkaluja aurinkosähköjärjestelmien asennusten laadun parantamiseen. AURISKI-portfolio, sekä selvitys rakennusten palomääräyksistä ja kaupunkien rakennusjärjestyksistä ovat kaikki askelia kohti turvallisempia ja kestävämpiä aurinkosähköasennuksia. Yhteistyö eri koulutusasteiden välillä osoitti, että opiskelijoiden ja henkilökunnan osallistaminen toimintaan voi merkittävästi kehittää alalla toimivien osaamista ja käytännön ymmärrystä, sekä täydentää aiempaa opetusmateriaalia monipuolisilla ja havainnollistavilla uusilla tuotoksilla.

Tulevaisuudessa vastaavia kartoituksia tulisi jatkaa laajemmalla alueella ja eri aikaväleillä, jotta voidaan seurata, miten standardimuutokset ja ohjeistusten kehittäminen vaikuttavat asennusten laatuun. Lisäksi on tärkeää selvittää, miten eri viranomaistahot ja verkonhaltijat voisivat tukea paremmin dokumentaation hallintaa ja sähköasennusten laadunvalvontaa

AURISKI-hankkeesta on haettu jatkohanke AURISKI-palossy, jonka tarkoituksena olisi tutkia palaneita kiinteistöjä, joissa osallisena on ollut aurinkosähköjärjestelmä. Hankkeen tavoitteena on selvittää, miten esimerkiksi AURISKI-hankkeessa löytyneet asennusvirheet ja -käytännöt todellisuudessa vaikuttavat toteutuneissa tulipaloissa. Lisäksi hankkeen tarkoituksena on kehittää palosyytutkimamalli, jonka avulla erilaisten kiinteistön energiajärjestelmien osallisuus paloon voitaisiin johdonmukaisemmin tunnistaa ja analysoida.

Toinen jatkohankeidea liittyy opetusvideoihin. AURISKI-hankkeen tulosten perusteella ilmeni, että aurinkosähköjärjestelmien asennuksessa yksi keskeisimmistä haasteista on käyttöönottotarkastuksen asianmukainen suorittaminen ja dokumentointi lakisääteiset vaatimukset täyttäen. Näiden haasteiden ratkaisemiseksi AURISKI-hankkeen tavoitteena oli luoda urakoitsijoille suunnattuja opetusvideoita, jotka havainnollistaisivat vaatimustenmukaisen tarkastusprosessin. Videoiden raakaleikkauksen jälkeen projektiryhmä päätyi kuitenkin ratkaisuun, ettei käytettävissä olevien resurssien ja aikataulun puitteissa ollut mahdollista tuottaa riittävän kattavia ja laadukkaita opetusvideoita julkaisua varten. Tuloksena syntyneet videomateriaalit ja luonnoskäsikirjoitukset tarjoavat kuitenkin hyvän pohjan kattavamman ja ammatillisesti merkittävän opetusmateriaalin luomiseen, jonka suunnittelu on jo aloitettu.

Yhteenvetona voidaan todeta, että AURISKI-hanke on tuonut esiin kriittisiä kehityskohteita, mutta myös onnistuneita käytäntöjä. Näiden avulla pienten aurinkosähköjärjestelmien turvallisuutta ja luotettavuutta voidaan jatkossa parantaa.

LIITTEET

Liite 1. AURISKI - Kohdetietolomake

AURISKI - Kohdetietolomake



Tämä on AURISKI eli Aurinkosähköjärjestelmien asennusten riskikartoitus -hankkeen kartoituskohteiden kohdetietolomake. Lomakkeeseen vastaamalla on mahdollisuus hakea osallistumista tutkimukseen, jossa kartoitetaan n. 60 kpl:ta pienen kokoluokan aurinkosähköjärjestelmiä. Kartoituksen tarkoituksena on selvittää aurinkosähköjärjestelmien asennusten ja dokumentoinnin vaatimustenmukaisuutta ja turvallisuutta.

Vastaamalla kokonaisuudessaan tähän lomakkeeseen haette mahdollisuutta osallistua tutkimushankkeeseen. Mikäli kohteenne ja sen aurinkosähköjärjestelmä valikoituu osaksi tutkimusta, saatte perusteellista tietoa aurinkosähköjärjestelmänne laadusta sekä edistätte merkittävästi alan kehityssuuntia. Kyselyyn vastanneiden perusteella tutkimusorganisaatio valitsee kohteet, joille aurinkosähköjärjestelmän kartoitus tehdään.

Kohdetietolomakkeen täyttämiseen kuluu arviolta aikaa noin 10 minuuttia.

Lisätietoa tutkimushankkeesta löydät tämän linkin takaa: <https://www.samk.fi/project/aurinkosahkojarjestelmien-asennusten-riskikartoitus-auriski/>

Käsitlemme kaikkia kohteiden ja yhteyshenkilöiden tietoja luottamuksellisesti. Lisätietoa tutkimuksen tietosuojasta sekä kerättävien tietojen ja henkilötietojen käsittelystä ja käytöstä löydät tämän linkin takaa: <https://www.samk.fi/tietoa-meista/tietosuoja/>

* Pakollinen

1. Aloitus

1. Haluan osallistua tutkimushankkeeseen ja, että kohteeni aurinkosähköjärjestelmälle tehdään järjestelmän laatua tarkasteleva kartoitus. *

Info: Tutkimuskohteiden ja yhteyshenkilöiden tietoja käsitellään luottamuksellisesti. Tutkimuksen tulokset anonymisoidaan siten, ettei niistä voi päätellä tutkittavaa kohdetta tai sen sijaintia.

- kyllä
- ei
- kohteessani ei ole aurinkosähköjärjestelmää

2. Annan luvan kuvata aurinkosähköjärjestelmien asennuksia, komponentteja ja dokumentteja, sekä niihin liittyviä kiinteistön julkisivuja kartoituksen yhteydessä.

Info: Kaikkia kuvia käsitellään luottamuksellisesti

- kyllä
- ei

3. Annan luvan käyttää kohteesta otettuja kuvia tutkimushankkeen loppuraportoinnissa. Jos kuvaa käytetään raportoinnissa, kuvat rajataan siten, ettei kohdetta voida sen perusteella tunnistaa. *

Info: Kaikki tutkimuksen raportoinnissa esitettävät tulokset ja kuvat anonymisoidaan siten, ettei niiden perusteella voi päätellä tutkimuskohdetta tai kohteen sijaintia.

kyllä

ei

4. Olen kiinnostunut luovuttamaan kohteen sähköenergian tuntikulutusdataa muuhun tutkimuskäyttöön. *

"Kyllä"-vastaus ei velvoita vastaajaa luovuttamaan kiinteistön sähköenergian tuntikulutusdataa. Vastauksen perusteella tutkimusorganisaatio voi ottaa vastaajaan yhteyttä mahdollisesta datan luovuttamisesta.

Info: Erilaisten kiinteistöjen sähköenergian käytön vartti- /tuntikulutusdatat ovat merkittävässä roolissa, kun pyritään edistämään energiatehokkaita ja ympäristöystävällisiä kiinteistöjen energiaratkaisuja. Aihealueen tutkimisen ja edistämisen haasteina ovat kuitenkin kiinteistöjen kulutusdatan saatavuus ja kiinteistöjen teknisten tietojen puuttuminen.

kyllä

ei

Kiinteistön omistajan ja kohteen tiedot

Täytä yhteys henkilön ja tutkimuskohteen tiedot

5. Sukunimi *

6. Etunimi *

7. Puhelinnumero *

Ilmoita puhelinnumero numeroina ilman välilyöntejä ja maatunnusta esim. 0501112233.

Huom! Lomake poistaa automaattisesti ensimmäisenä syötetyn nollan (0), kun siirryt kyselyn seuraavaan kohtaan.

Määrän on oltava 100000 – 999999999

8. Sähköpostiosoite *

esim. etunimi.sukunimi@sahkoposti.fi

9. Katuosoite *

10. Postinumero *

Määrän on oltava 0 – 99999

11. Postitoimipaikka *

12. Maakunta *

- Pirkanmaa
- Satakunta
- Muu

Kiinteistön tekniset tiedot

Täytä kiinteistön tekniset tiedot.

Info: Huomioikaa, että useissa pakollisiksi merkityissä kohdissa on myös tarvittaessa vaihtoehto "en tiedä"

13. Kiinteistön tyyppi *

- omakotitalo
- paritalo
- maatalouskiinteistö
- Muu

14. Kiinteistön rakennusvuosi (alkuperäinen)

Ilmoita vastaus kokonaisena vuosilukuna esim. 1992.
Mikäli et tiedä tarkkaa rakennusvuotta, ilmoita arvio rakennusvuodesta.

Määrän on oltava 1700 – 2024

15. Kiinteistön päärakennuksen kerrosluku *

Pyöristä ns. puolikkaat kerrokset alaspäin esim. 1,5 ≈ 1

- 1
- 2
- 3
- yli 3
- en tiedä

16. Kiinteistön päärakennuksen katon rakenteellinen tyyppi *

- harjakatto
- pulpettikatto
- aumakatto
- mansardikatto
- tasakatto
- en tiedä
- Muu

17. Kiinteistön päärakennuksen kattomateriaali ja -tyyppi *

- konesaumapeltikate
- lukkosaumapeltikate
- profiilipeltikate
- aaltopeltikate
- huopa-/kermikate (kumibitumikermi)
- tiilikate
- maa-aines esim. turve
- en tiedä
- Muu

18. Kiinteistön päälämmitysjärjestelmän tyyppi *

- suora sähkölämmitys
- öljylämmitys
- puulämmitys
- pelletti-/hakelämmitys
- maalämpöpumppu
- ilmavesilämpöpumppu
- poistoilmalämpöpumppu
- en tiedä
- Muu

19. Päälämmityksen lämmönjakojärjestelmä *

- sähköpatterit
- sähköinen lattialämmitys
- sähköinen kattolämmitys
- vesikiertoinen patterilämmitys
- vesikiertoinen lattialämmitys
- en tiedä
- Muu

20. Onko kohteessa lisälämmitysjärjestelmä? *

Info: Lisälämmitysjärjestelmiä voivat olla esim. takka tai ilmalämpöpumppu

- kyllä
- ei
- en tiedä

21. valitse lisälämmitysjärjestelmä(t)

- puulämmitteinen takka tai/ja leivinuuni
- ilmalämpöpumppu
- aurinkokeräimet
- Muu

22. Kiinteistön pääasiallinen ilmavaihtotapa *

- painovoimainen ilmanvaihto
- koneellinen poistoilmanvaihto
- koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto
- en tiedä

23. Onko kiinteistössä sähköauton latausasema? *

- kyllä
- ei
- en tiedä

Kiinteistön aurinkosähköjärjestelmän tiedot

Info: Huomioikaa, että useissa pakolliseksi merkityissä kohdissa on myös tarvittaessa vaihtoehto "en tiedä"

24. Onko aurinkosähköjärjestelmä kytketty rinnan jakeluverkon kanssa? *

Info: Jakeluverkon kanssa rinnan kytketty aurinkosähköjärjestelmä kykenee syöttämään tehoa jakeluverkkoyhtiön verkkoon aurinkosähköjärjestelmän tuotannon ylittäessä kiinteistön kulutuksen määrän (aurinkosähköjärjestelmän ylituotanto). Tällöin kyseessä on ns. "normaali" kiinteistön aurinkosähköjärjestelmä.

- kyllä (on-grid)
- ei (off-grid eli ns. mökkijärjestelmä)

25. Aurinkosähköjärjestelmän alkuperäinen asennusvuosi *

Ilmoita vastaus kokonaisena vuosilukuna esim. 2023
Mikäli et tiedä tarkkaa asennusvuotta, ilmoita arvio asennusvuodesta.

Määrän on oltava 2000 – 2024

26. Onko aurinkosähköjärjestelmään tehty muutos- tai laajennustöitä alkuperäisen asennuksen jälkeen? *

Info: muutos- tai laajennustöitä ovat esim. Inverterin vaihto, aurinkopaneelien lisääminen, rikkoutuneen paneelin vaihto jne.

- kyllä
- ei
- en tiedä

27. Minä vuonna viimeisin muutos- tai laajennustyö on tehty?

Ilmoita vastaus kokonaisena vuosilukuna esim. 2022

Määrän on oltava 2000 – 2024

28. Aurinkosähköjärjestelmän käyttöönottanut urakoitsija

Ilmoita yrityksen nimi kokonaisuudessaan esim. Aurinkosähkö Oy tai Tmi Asko Aurinkosähköasentaja

29. Mihin aurinkosähköjärjestelmän paneelit ovat asennettu? *

- katolle
- seinälle
- maahan
- katolle ja seinälle
- katolle ja maahan
- seinälle ja maahan
- Muu

30. Mikä on katon materiaali, johon aurinkosähköjärjestelmä on asennettu? *

- konesaumapeltikate
- lukkosaumapeltikate
- profiilipeltikate
- aaltopeltikate
- huopa-/kermikate (kumibitumikermi)
- tiilikate
- maa-aines esim. turve
- en tiedä
- Muu

31. Missä kiinteistön rakennuksessa tai rakennuksissa aurinkosähköjärjestelmä sijaitsee?

Voit valita useita vaihtoehtoja

- päärakennus
- autotalli
- varasto
- piharakennus
- Muu

32. Valitse aurinkosähköjärjestelmän tyyppi invertterien perusteella. *

- keskusinvertterijärjestelmä
- mikroinvertterijärjestelmä
- keskusinvertterijärjestelmä virran optimoinnilla (erilliset virranoptimoijat paneelien takapuolelle)
- yllä esitettyjen järjestelmien yhdistelmä
- en tiedä

33. Invertterien lukumäärä *

(myös mikroinvertterit)

- 1 kpl
- 2 kpl
- 3-5 kpl
- 6-10 kpl
- yli 10 kpl
- en tiedä

34. Kuinka suuri on invertteri(e)n yhteenlaskettu teho?

(aurinkosähköjärjestelmän nimellisteho)

Ilmoita arvo kilovolttiampeereina (kVA) (tai kilowatteina) yhden desimaalin tarkkuudella esim. 9.8.
Huom! Käytä desimaalierottimenä pistettä. Mikäli et tiedä vastausta, voit jättää vastaamatta kysymyksen.

Info: Invertterin nimellisteho tulisi ilmoittaa kilovolttiampeereina (kVA). Usein se kuitenkin ilmoitetaan kilowatteina (kW), joka invertterien tapauksessa on lähes vastaava kilovolttiampeereihin verrattuna. Vastauksessa ei hyväksytä yli 50 kVA syötettä, sillä tutkimuksessa tarkastellaan pienen kokoluokan aurinkosähköjärjestelmiä

Määrän on oltava 0 – 50

35. Invertteri(e)n valmistaja *

- SMA
- Fronius
- Huawei
- Kaco
- SolarEdge
- Hoymiles
- Growatt
- Kostal
- ABB
- Solis
- Ralos
- TSUN
- Useita valmistajia**
- En tiedä
- Muu

36. Aurinkopaneelien yhteenlaskettu nimellisteho

(ns. "piikkiteho")

Ilmoita arvo yhden desimaalin tarkkuudella kilowattipiikkeinä (kWp) esim. 9.8

Huom! Käytä desimaalierottimenä pistettä. Mikäli et tiedä vastausta, voit jättää vastaamatta kysymyksen.

Määrän on oltava 0 – 50

37. Onko aurinkosähköjärjestelmään kytketty akusto? *

- kyllä
- ei
- en tiedä

38. Akun kapasiteetti *

- alle 1 kWh
- 1-3 kWh
- 4-6 kWh
- 7-10 kWh
- yli 10 kWh
- en tiedä

39. Toimiiko akusto kiinteistön varavoimalähteenä sähkökatkojen aikana? *

(ns. saarekekäyttömahdollisuus)

- kyllä
- ei
- en tiedä

40. Onko kiinteistössä kuormanohjausjärjestelmä? *

Info: Kuormanohjausjärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jolla kulutusta pyritään ajoittamaan aurinkosähköjärjestelmän tuotannon mukaan eli optimoimaan aurinkosähköjärjestelmän tuotannon omakäyttöosuutta.

- kyllä
- ei
- en tiedä

41. Mitä kuormia järjestelmällä on mahdollisuus ohjata?

- lämminvesivaraaja
- sähköauton latauslaite
- kiinteistön jäädytysjärjestelmä
- kiinteistön lämmitysjärjestelmä
- Muu

Liite 2. AURISKI - Kartoituslomake

AURISKI
KARTOITUSLOMAKESAMK
SATAEDUTAMK
TREDU**KOHTIEN JA PV:N TIEDOT****1.1** Kohde ID

1.2 Tarkastuksen päivämäärä

1.3 Valitse sähköliittymän koko

- 3 x 25 A
- 3 x 35 A
- 3 x 50 A
- 3 x 63 A
- _____ Muu, mikä?

1.4 Järjestelmän rakentaja/sähköurakoitsija

1.5 Järjestelmän asennusvuosi

1.6 Invertterin valmistaja ja tyyppi

1.7 Aurinkosähköjärjestelmän tyyppi invertterien perusteella

- keskusinvertterijärjestelmä
- mikroinvertterijärjestelmä
- virranoptimointijärjestelmä + invertteri

Invertteri(e)n teho (kVA)

1.8 *Info: Ilmoita tulos yhden desimaalin tarkkuudella*

 kVA**1.9** Paneelin valmistaja ja tyyppi*Info: Tarkista tieto paneelin tyyppikilvestä, datalehdestä tai muista asiakkaalle toimitetuista dokumenteista.*

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

1.10 Virranoptimoijien valmistaja ja tyyppi (jos on)

Info: Tarkista tieto optimoijien tyyppikilvestä, datalehdessä tai muista asiakkaalle toimitetuista dokumenteista.

1.11 Paneeliketjujen lukumäärä

Huom! Älä täytä, jos mikroinvertterit

- 1
 2
 yli 2

1.12 Paneelien lukumäärä 1. paneeliketjussa

Info: Ilmoita paneelien määrä paneeliketjussa

Huom! Älä täytä, jos mikroinvertterit

1.13 Paneelien lukumäärä 2. paneeliketjussa

Info: Ilmoita paneelien määrä paneeliketjussa (jos toinen paneeliketju)

Huom! Älä täytä, jos mikroinvertterit

1.14 Paneelien lukumäärä 3. paneeliketjussa

Info: Ilmoita paneelien määrä paneeliketjussa (jos kolmas paneeliketju)

Huom! Älä täytä, jos mikroinvertterit

1.15 Paneelin standardiolosuhteen teho P_{MAX} (W)

Info: Tarkista tieto paneelin tyyppikilvestä tai datalehdessä.

PV Module Maximun Power, Pmax

_____ W

1.16 Paneelin standardiolosuhteen avoimen piirin jännite U_{OCSTC} (V)

Info: Tarkista tieto paneelin tyyppikilvestä tai datalehdessä.

Huom! aurinkosähköpaneeleissa "voltage at open-circuit" tai " V_{OC} ".

_____ V

1.17 Paneelin standardiolosuhteen oikosulkuvirta I_{SCSTC} (A)

Info: Tarkista tieto paneelin tyyppikilvestä tai datalehdessä.

Huom! aurinkosähköpaneeleissa "current at short-circuit," or " I_{SC} ".

_____ A

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

1.18 Paneelin maksimi avoimen piirin jännite U_{OC} (V)

Info: Laske arvo kaavalla $U_{OC} = 1,2 \cdot U_{OC\ STC}$

_____ V

1.19 Paneeliketjun maksimi avoimen piirin jännite $U_{OC\ MAX}$ (V)

Info: Laske arvo kaavalla $U_{OC\ MAX} = n \cdot U_{OC}$

Jos useita paneeliketjuja, ilmoita suurimman paneeliketjun arvo

_____ V

1.20 Paneelin, paneeliketjun tai paneeliston maksimi oikosulkuvirta $I_{SC\ MAX}$ (A)

Info: Laske arvo kaavalla $I_{SC\ MAX} = 1,25 \cdot I_{SC\ STC}$

_____ A

1.21 Paneeliston nimellisteho (kWp)

Info: Ilmoita tulos yhden desimaalin tarkkuudella

_____ kWp

Invertterin ja paneeliston välisen DC-kaapelin arvioitu pituus

Info: Yhdensuuntainen pituus, ei yhteenlaskettu

Huom! Älä täytä, jos mikroinvertterit

- 0-10 m
- 1.22** 10 - 20 m
- 20 - 50 m
- yli 50 m

1.23 Onko järjestelmä asennettu kokonaisuudessaan sähköasentajan toimesta?

Info:

- kyllä
- ei
- ei tiedossa

1.24 Onko järjestelmä myyty ja asennettu saman tahon toimesta?

Info:

- kyllä
- ei
- ei tiedossa

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

1.V Vapaa sana

Info: Jos järjestelmässä on jotain "normaalista" järjestelmästä poikkeavaa, kirjoita huomiot tähän.

Haastattele asiakasta: Kuka on asentanut paneelit, onko sähköasentaja tehnyt kaiken työn vai onko paneelit

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

LAITTEISTON TURVALLISUUDEN VARMISTAVA KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS JA PÖYTÄKIRJA:

Tässä tarkistetaan vain urakoitsijan toimesta tehtyä käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa! Ei suoriteta mittauksia.

YLEISTÄ

2.1 Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan käytettävyys

info: Sähköturvallisuuslaissa (STL 1135/2016) vaadittu käyttöönottotarkastuspöytäkirja, jolla rakentaja vakuuttaa laitteiston täyttävän sitä koskevat turvallisuusvaatimukset

- vain AC-puolen tarkastukset
- vain DC-puolen tarkastukset
- AC- ja DC-puolien tarkastukset
- ei kumpaakaan

2.2 Käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta sisältää

info: Valtioneuvoston asetuksessa sähkölaitteistosta (VNA 1434/2016 4 §) vaaditut tiedot.

- kohteen yksilöivät tiedot
- sähkölaitteiston rakentajan nimen ja yhteystiedot
- sähkötöiden johtajan nimen ja yhteystiedot
- käyttöönottotarkastuksen tekijän allekirjoituksen tai muun luotettava varmuuden
- tiedot käytetyistä mittalaitteista

2.3 Käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa ilmoitetut järjestelmän rakentamiseen ja tarkastamiseen liittyvät standardit:

info:

- SFS 6000:2012 -standardisarja
- SFS 6000:2017 -standardisarja
- SFS 6000:2022 -standardisarja
- SFS-EN 62446-1
- _____ muu, mikä?

Vaihtosähköosan (AC) tarkastuspöytäkirjasta löytyy järjestelmän työsuoritukseen sisältyvä vaaditut tarkastukset ja

2.6 testit tuloksineen

vaatimus: SFS 6000-6

- äistinvarainen tarkastus
- suojajohtimien jatkuvuus
- eristysresistanssi
- syötön automaattisen poiskytkennän toiminta
- kiertosuunnan mittaus
- toimintatestit
- _____ muu, mikä?

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

Tasasähköosa (DC)

Tasasähköosat (DC) tarkastuspöytäkirjasta löytyy järjestelmän työsuoritukseen sisältyvä vaaditut tarkastukset ja

2.8 testit tuloksineen

*info: SFS-EN 62446-1 vaatii kategoria 1 aurinkosähköjärjestelmille seuraavat tarkastukset ja testit.
Standardi lisätty Tukes Luettelo- S10:iin vuonna 2023 tai sen jälkeen asennetuissa järjestelmissä*

- aistinvarainen tarkastus
- potentiaalintasausjohtimen jatkuvuuden testaus
- napaisuuden testaus
- avoimen piirin jännitteen mittaus
- paneeliketjun toiminta- tai oikosulkuvirran mittaus
- kytkin- ja ohjauslaitteiden sekä vaihtosuuntaajan toiminnalliset testit
- paneeliston eristysresistanssin mittaus
- _____ muu, mikä?

2.9 Avoimen piirin jännitteen ja oikosulkuvirran mittaustuloksia on verrattu vallitseviin mittaushetken olosuhteisiin

Mittaustuloksia tulee verrata mittaushetken olosuhteisiin.

vaatimus: SFS-EN 62446-1 kohta 6.4.

- kyllä
- ei

Yhteenveto

2.Y Käyttöönottotarkastuspöytäkirja on tarkastuksen perusteella vaatimustenmukainen

info: Muodosta kuva kokonaisuudesta, onko käyttöönottotarkastuspöytäkirja "riittävän" hyvä

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita

2.V Vapaa sana

Info: Voit esimerkiksi tarkentaa näkemystäsi kohtaan 2.Y liittyen

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

MERKINNÄT JA DOKUMENTOINTI

Merkinnät

Laitteistossa on varoitukset aurinkosähköjärjestelmästä pääkeskuksessa, invertterin liityntäkeskuksessa ja

3.1 mahdollisissa välissä olevissa muissa keskuksissa

vaatimus: SFS 6000-7-712.514.101

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita

3.2 Varoitusmerkit ja kilvet ovat kestävyydeltään ja luettavuudeltaan asianmukaisia

info:

- kyllä
- ei

Vaihtosuuntaajassa on merkintä, että ennen huoltotoimenpiteitä vaihtosuuntaaja on erotettava sekä

3.3 tasasähköosasta, että vaihtosähköosasta

info:

vaatimus:

- kyllä
- ei

3.4 Tasasähköosan (DC) kaikissa luokse päästävissä jännitteisiä osia sisältävissä laitteissa on merkintä

info: Erillinen DC-kytkin tai paneeliketjun jakokeskus/kotelo. Teksti esim. "Aurinkosähkö DC – jännitteisissä osissa voi olla jännite erottamisen jälkeen"

vaatimus: SFS 6000-7-712.514.102

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita

3.5 Paneeliketjujen kaapelit ovat merkitty siten, että niistä voidaan erottaa paneeliketjun numero ja napaisuus?

info: Merkitseminen johtimen päissä ja liitoskohdissa, esimerkiksi teippimerkintä kytkentäpaikoissa

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita

Dokumentointi

3.6 Asiakkaalle on luovutettu seuraavat aurinkosähköjärjestelmään liittyvät dokumentit

info: johdotuskaavio voi olla myös esim tasopiirustuksessa yms.

vaatimus: SFS-EN 62446-1 kappale 4

- järjestelmän käyttö- ja kunnossapito-ohjeet
- järjestelmän perustiedot
- tiedot järjestelmän asentajasta ja suunnittelijasta
- johdotuskaavio
- aurinkopaneelien datalehdet
- invertterin datalehdet
- kiinnitysjärjestelmän datalehdet tai muu liittyvä selvitys
- tuuli- ja/tai lumikuormien laskennat tai muu liittyvä selvitys

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

Aurinkosähköjärjestelmän lisäys ja mahdolliset muut muutokset kiinteistön sähköverkkoon on ajantasaistettu

3.7 loppupiirustuksiin

*info: keskusten merkinnät, keskuskaaviot, maadoituskaavio, tasopiirustus tai asemapiirustus
vaatimus: SFS 6000-1 ja SFS 6000-5-514.5*

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita
- ei voitu selvittää

Yhteenveto

3.Y Merkinnät ja dokumentointi on tarkastuksen perusteella vaatimusten ja ohjeiden mukainen

info: Muodosta kuva kokonaisuudesta, onko merkinnät ja dokumentointi tehty vaatimustenmukaisesti.

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita

3.V Vapaa sana

info: Kirjoita ja perustele mahdollisia huomiota ja puutteita.

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

SUOJAUS SÄHKÖISKULTA, YLIVIRTASUOJAUS JA SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ

Vaihtosähköosa (AC)

Aurinkosähköjärjestelmän invertteri on suojattu ylikuormitukselta ja oikosululta keskukseen asennetulla

4.1 sulakkeella tai johdonsuoja-automaatilla?

- kyllä
 ei

Suojalaitteen nimellisvirta on suurempi kuin invertterin valmistajan ilmoittama suurin vaihtovirta tai tiedon

4.2 puuttuessa 1,1 kertaa mitoitusvaihtovirta

6 kVA invertteri --> vähintään 10 A suojalaite
10 kVA invertteri --> vähintään 16 A suojalaite
12 kVA invertteri --> vähintään 20 A suojalaite
15 kVA invertteri --> vähintään 25 A suojalaite

vaatimus: SFS 6000-7-712.433.104

- kyllä
 ei

Voiko aurinkosähköjärjestelmä aiheuttaa riskin kiinteistön pää- tai ryhmäkeskuksen johtimien tai kiskoston

4.3 ylikuormittumiselle?

info: esim. PV:n liityntäkeskuksen $I_n = 25 A$, pääsulakkeet $25 A + PV$ sulakkeet $16 A = 41 A > 25 A$ --> riski mahdollinen
On kuitenkin huomioitava, että ylikuormitusriski on merkittävä vain, jos kiinteistössä on suuria yksittäisiä kuormia, joita käyttäjän toimesta tai automaattisten ohjaustoimien avulla ajoitetaan parhaan tuotannon ajankohdille samanaikaisesti ja/tai normaalia suuremmalle teholle.

Merkittäviä kuormia ovat esim. sähköauton latauslaite, kiuas, maalämpö-, ilma-vesilämpöpumppu ja poistoilmalämpöpumppu, käyttöveden lämminvesivaraajat, sähköiset vesivaraajat (lämmitys).

- kyllä, keskuksen nimellisvirta ylittyy ja ylikuormitus todennäköistä
 kyllä, keskuksen nimellisvirta ylittyy, mutta ylikuormitus epätodennäköistä
 ei, keskuksen nimellisvirta ei ylity
 ei voitu selvittää

Voiko aurinkosähköjärjestelmä aiheuttaa riskin pää- ja ryhmäkeskusten välisten nousukaapeliin

4.4 ylikuormittumiselle?

Esim. Riski syntyy, jos nousujohto on suojattu liittymän pääsulakkeilla ja johdon kuormitettavuus ei riitä liittymän ja PV-järjestelmän samanaikaiseen tehonsyöttöön. Riski on todennäköinen, jos lisäksi ryhmäkeskuksessa on aktiivisesti ohjattuja merkittäviä kuormia, jotka kasvattavat tehoa parhaan tuotannon ajankohtina. Katso kuormitettavuus liitteistä.

- kyllä, nousukaapeli on ylikuormitettavissa ja se on todennäköistä
 kyllä, keskuksen nimellisvirta ylittyy, mutta ylikuormitus epätodennäköistä
 ei, nousujohdon kuormitettavuus riittää ilman erillistä ylikuormitusuojaa
 ei, nousujohto on suojattu erikseen ylikuormitukselta
 ei voitu selvittää tai ei liity kohteeseen

Onko kiinteistössä kuormanohjausjärjestelmiä, jotka voivat kasvattaa keskusten tai nousukaapeliin

4.5 ylikuormitusriskiä?

info: esim. Sähköauton latausjärjestelmän tai lämpöpumppulaitteiston dynaaminen kuormanhallinta, joka mittaa liittymän vapaata tehokapasiteettia liityntäpisteessä, mutta ei huomioi erikseen aurinkosähköjärjestelmän tuotantoa.

- kyllä
 ei
 ei voitu selvittää

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

Tasasähköosa (DC)

Tasasähköosan (DC) kaapelit ja sähkölaitteet ovat kaksoiseristettyjä tai niissä on käytetty vahvistettua eristystä

4.6

*info: yleisesti käytetään PV-kaapeleita, jotka ovat nykyään käytännössä aina kaksoiseristettyjä kaapeleita.
vaatimus: SFS 6000-7-712.410.102 ja 712.412.101*

- kyllä
 ei

4.7

Mikäli rinnakkaisia paneeliketjuja on yli kaksi, paneeliketjuihin on asennettu ylivirtasuojat?
*info: Ylivirtasuojia ei vaadita aurinkosähköpaneelistoissa, joissa on yksi tai kaksi paneeliketjua.
Jos paneeliketjut on kytketty erillisiin MPPT-tuloihin, ylivirtasuojia ei tarvita
vaatimus: SFS 6000-7-712.431.101*

- ei vaadittu
 kyllä
 ei

Paneeliketjun ylivirtasuojina on käytetty gPV-varokkeita, varokekytkinyhdistelmää tai katkaisijaa, jotka ovat suunniteltu tasasähkölle ja niiden jännitekestoisuus on riittävä

4.8

*info: jännitekestoisuuden tulee olla vähintään 1000 VDC
Vaatimus: SFS 6000 712.533.101*

- ei vaadittu
 kyllä
 ei

Yhteenveto

4.Y

Vaihtosähkö- ja tasasähköosien suojausvaatimukset ovat tarkastuksen perusteella vaatimustenmukaisia
*info: Muodosta kuva kokonaisuudesta, onko suojaukset tehty vaatimustenmukaisesti.
Kirjoita mahdollista puutteista alla olevaan vapaaseen osioon.*

- kyllä
 vähäisiä puutteita
 paljon puutteita

4.V

Vapaa sana

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

EROTTAMINEN

5.1 AC erotus

Aurinkosähkölaitteisto on varustettu AC-puolen erotuslaitteella, jolla se voidaan erottaa yleisestä jakeluverkosta
vaatimus: SFS 6000-8-801.551

- kyllä
- ei

5.2 Invertterin vaihtosähköpuolen (AC) erotuskytkin on lukittava ja se on verkkoyhtiön käytettävissä

vaatimus: SFS 6000-8-801.551 ja SFS 6002

- kyllä
- ei

DC-erotus

5.3 Invertterin tasasähköpuolen (DC) erottaminen

info: katso kysymyksestä 5.4, milloin vaatimukset ei toteudu. Erillisen DC-kytkimen käyttö on perusteltua, jos invertterissä ei ole sisäistä DC-kytkintä tai/ja pistokytinliityntää (MC4).

Vaatimus: SFS 6000-7-712.537.2.2.101

- on toteutettu invertterin sisäisellä DC-kytkimellä ja erottamiseen soveltuvilla pistokytkimillä (MC4)
- on toteutettu erillisellä DC-kytkimellä
- ei toteudu vaatimusten mukaisesti

5.4 Miksi tasasähköpuolen (DC) erottamisen vaatimukset eivät toteudu?

info: Erillisten tasasähkökytkimien lisäämistä tulee välttää. Erilliset erotuskytkimet ovat perusteltuja esimerkiksi silloin, kun tasasähkökaapelointi kulkee pitkiä matkoja rakennuksen sisällä, eikä sitä ole suojattu palonkestävällä koteloinnilla tai vastaavalla tavalla

vaatimus: SFS 6000-7-712.537.2.2.101

- asennuksissa ei ole ollenkaan DC-kytkintä tai muuta virran katkaisuun ja piirin erottamiseen soveltuvaa laitekokonaisuutta.
- asennuksissa on vain invertterin sisäinen DC-kytkin ilman erottamiseen soveltuvia pistokytkimä (MC4)
- asennuksissa on vain erottamiseen soveltuvat pistokytkimet (MC4) ilman invertterin sisäistä DC-kytkintä
- asennuksissa on ylimääräisiä DC-kytkimiä, joiden käyttöä ei voi perustella

5.Y Yhteenveto

Tarkastuksen perusteella järjestelmän erottaminen on mahdollista vaatimusten mukaisesti

info: Kirjoita mahdollista puutteista alla olevaan vapaaseen osioon.

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita

5.V Vapaa sana

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen

Laitteiden ja komponenttien valinta

Paneeliketjun tai -ketjujen suurin mahdollinen avoimen piiri jännite U_{OCMAX} ja

6.1 oikosulkuvirta I_{SCMAX} ovat invertterin raja-arvojen mukaisia.

info:

- kyllä
- ei
- tarvittavia tietoja ei ole saatavilla

6.2 Paneeliketjun tai -ketjujen nimellistehot ovat invertterin raja-arvojen mukaisia

info: Valmistajasta riippuen invertteriä voidaan kuormittaa esim. 150 % nimellisestä tehosta

- kyllä
- ei
- tarvittavia tietoja ei ole saatavilla

6.3 Tasasähköosan (DC) komponentit ovat mitoitettu vähintään U_{OCMAX} -jännitteelle

info: Yli 1000 VDC arvo on yleisesti ok, mutta jotkut invertterit voivat ottaa sisään yli 1000 VDC:n jännitteitä. Tämä on kuitenkin harvinaista pienen kokoluokan järjestelmissä. Mikäli DC-puolella on vain kaapelointi ja liittimet (ei kytkimiä tai suojalaitteita) ja ne ovat tarkoituksenmukaisia, vastaa "kyllä"

- kyllä
- ei
- tarvittavia tietoja ei ole saatavilla

Tasasähköosan (DC) komponenttien virtakestoisuus on suurempi kuin paneeliketjussa esiintyvän suurin virta

6.4 I_{SCMAX} .

info: Komponentit ovat valittu I_{SCMAX} mukaisesti. Esim. DC-kytkimen alimitoitus on paloturvallisuusriski.

Mikäli DC-puolella on vain kaapelointi ja liittimet (ei kytkimiä tai suojalaitteita) ja ne ovat tarkoituksenmukaisia, vastaa "kyllä"

- kyllä
- ei
- tarvittavia tietoja ei ole saatavilla

Keskenään yhteen liitetyt pistokytkinliittimet (MC4) ovat samaa tyyppiä ja samalta valmistajalta kaikissa DC-kaapeloinnin liitoksissa.

6.5 info: Tarkastele erityisesti paneeliketjun viimeiseltä paneelilta lähtevän DC-kaapelin liitosta ja DC-kaapelin liitosta invertterille (jos MC4-liitin).

- kyllä
- ei
- ei voitu selvittää
- _____ muu, mikä?

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

Invertterin ja turvakytkimien asennus

Invertteri ja mahdollinen erillinen DC-kytkin on asennettu palamatonta materiaalia olevalle seinäpinnalle tai

6.6 taustalevyllä

*info: Palamattomia materiaaleja ovat: sementtikuitulevy, pelti, betoni, tiili, kipsilevy
vaatimus: SFS 6000-7-712.420.101*

- kyllä
 ei

6.7 Jos kyllä, niin valitse alusta ja materiaali:

- kipsilevyseinä (kuiva tila)
 betoniseinä
 tiiliseinä
 peltiseinä
 sementtikuitulevy
 taustapelti
 _____ muu, mikä?

6.8 Jos ei, niin valitse alusta ja materiaali:

- puuseinä
 _____ muu, mikä?

6.9 Palamattoman seinärakenteen tai taustalevyn koko on vaatimusten mukainen

info: Vaatimus katsotaan täyttyväksi, jos taustalevy kattaa kokonaisuudessaan invertterin (ja erillisen DC-kytkimen) fyysisen asennusalan.

- kyllä
 ei

6.10 Palamattoman taustalevyn koko suhteessa invertteriin (ja erillisen DC-kytkimeen)

*info: Mittaa taustalevyn "ylitys" kaikilta neljältä sivulta tai anna siitä silmämääräinen arvio.
Ilmoita ylityksen keskiarvo senttimetreinä (cm)*

_____ cm

6.11 Palamattoman taustalevyn ja seinämateriaalin välissä on tarvittava ilmarako?

*info: ilmaraan tarkoituksena on estää lämmön siirtyminen hyvin lämpöä johtavasta materiaalista palaavaan materiaaliin. Lisäksi sen tarkoitus on myös ehkäistä kosteissa ympäristöissä olevan taustalevyn ja sen takana olevan seinärakenteen kostuminen. Ilmarako tarvitaan, jos taustalevynä käytetään peltiä tai muuten hyvin lämpöä johtavaa materiaalia ja/tai levy asennetaan kosteaan asennusympäristöön materiaalista riippumatta.
vaatimus: SFS6000-7-712 ja levyjen asennusohjeet*

- kyllä
 ei
 tarvittavia tietoja ei ole saatavilla

6.12 Invertterin ympärillä oleva vapaa asennustila on valmistajan ohjeiden mukainen

info: tarkista invertterivalmistajan ohjeista

- kyllä
 ei
 tarvittavia tietoja ei ole saatavilla

6.13 Onko turvakytkimiin tehty vesireikä valmistajan ohjeiden mukaisesti

info: Vesireiällä ehkäistään kondenssiveden jäämistä kytkimen sisään

- kyllä
 ei
 ei voitu selvittää

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

Yhteenveto

6.Y Sähkölaitteet ovat valittu ja asennettu vaatimusten mukaisesti

info: Pohdi kokonaisuutta, onko invertteri asennettu asiallisesti, onko kytkimien tiivistys tehty hyvin jne.

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita

6.V Vapaa sana

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

KAPELOINTI, JOHTOREITIT

AC-kaapelointi

7.1 Invertterin AC-syöttökaapelin tyyppi

- MMJ 5x1.5 S / MCMK 4x1.5+1.5
- MMJ 5x2.5 S / MCMK 4x2.5+2.5
- MMJ 5x6 S / MCMK 4x6+6
-

_____ muu, mikä?

7.2 AC-syöttökaapeli on invertterin valmistajan ohjeiden mukainen

info: Jotkut valmistajat vaativat poikkeuksellisen isoja kaapeleita

- kyllä
- ei
- ei voitu selvittää

7.3 Onko AC-syöttökaapeli valittu ja asennettu SFS 6000 vaatimusten mukaisesti?

info: Kaapeli on asennettu johtotielle ja/tai kiinnitetty asianmukaisella tavalla. Kaapelin kuormitettavuus on riittävä?

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita
- ei voitu selvittää

Paneeliketjun DC-kaapelointi (paneelien väliset kaapelit käsitelty erikseen sivulla 9)

DC-kaapelointi on toteutettu metallivaipattomilla yksijohtimisilla kaapeleilla tai eristetyillä johtimilla asennettuna

7.4 erikseen eristeaineisiin asennusputkiin ja johtokanaviin

info: Käytetty esim. aurinkosähkökaapelia tai muuta soveltuvaa tasasähkökaapelia.

Esim. merkintä H1Z222-K täyttää standardin SFS 50618 vaatimukset

- kyllä
- ei
- ei voitu selvittää

7.5 Paneeliketjun DC-kaapelien johtimien poikkipinta-ala neliömillimetreinä (mm²)

info: invertterin ja paneeliketjujen välinen kaapelointi, ei paneelien kiinteät kaapelit

- 4 mm²
- 6 mm²
- 10 mm²
-

_____ muu, mikä?

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

Johtotiet ja asennus

7.6 Onko paneeliketjun kaapelointireitti järkevä ja mahdollisimman lyhyt

info: Paneellen väliset kaapelit käsitelty erikseen osassa 9.

- kyllä
- ei
- ei voitu selvittää

7.7 Onko paneeliketjun kaapeli asennettu ja/tai suojattu siten, ettei kaapelireitillä ole sen vaipan hajoittavia kohtia?

info: esim. kaapelin ja terävän metallin hankaus ja JAPP-putket ilman päätteitä ovat riski kaapelin vaurioitumiselle

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita
- ei voitu selvittää

Onko paneeliketjun kaapeli asennettu johtotielle tai muuten kiinnitetty asianmukaisesti johtoreitillä

7.8 kokonaisuudessaan?

info: Kaapelit eivät saa kulkea vapaasti ilmassa ilman asianmukaista kiinnitystä tai johtotietä. Paneellen väliset kaapelit käsitelty erikseen sivulla 9.

vaatimus:

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita
- ei voitu selvittää

Yhteenveto

7.Y Kaapelit ja johtotiet ovat tarkastuksen perusteella valittu ja asennettu vaatimusten ja ohjeiden mukaisesti

info:

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita

7.V Vapaa sana

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

POTENTIAALINTASAUUS

Onko invertteri liitetty kiinteistön potentiaalintasaukseen erillisellä potentiaalintasaukskaapelilla?

8.1 Vaatiiko invertterinvalmistaja tätä?

info: Jotkut invertterinvalmistajat vaativat invertterin liittämistä potentiaalintasaukseen erillisellä kaapelilla. Tämä on kuitenkin harvinaista ja yleisesti syöttökaapelin suojamaadoitusjohdin on riittävä

- on liitetty, valmistaja vaatii
- on liitetty, valmistaja ei vaadi
- ei ole liitetty, valmistaja vaatii
- ei ole liitetty, valmistaja ei vaadi
- ei voitu selvittää

8.2 Vaaditaanko aurinkosähköjärjestelmälle (standardi tai valmistajien ohjeet) liityntä potentiaalintasaukseen?

info: Standardin mukaan potentiaalintasaus vaaditaan jos pannelliston jännite on yli 60 VDC. Lisäksi valmistaja voi vaatia sen vaikka jännite olisi alle 60 VDC (mikroinvertterit).

- kyllä
- ei
- ei voitu selvittää

8.3 Onko aurinkosähköjärjestelmä liitetty potentiaalintasaukseen?

- kyllä
- ei
- ei voitu selvittää

8.4 Onko kohteessa salamasuojajärjestelmä?

- kyllä
- ei

8.5 Potentiaalintasausjohtimen poikkipinta-ala neliömillimetreinä (mm²) on

info: Standardin mukaan potentiaalintasausjohtimen poikkipinta-ala tulee olla vähintään 6 mm². Mikäli kohteessa on salamasuojaus tulee johtimen poikkipinta-alan olla vähintään 16 mm² vaatimus: SFS 6000-7-712

- 6 mm²
- 10 mm²
- 16 mm²
- _____ muu, mikä?

8.6 Potentiaalintasaukseen on liitetty kaikki katolla olevat metalliset johtotiet ja niiden lähellä olevat johtavat osat

info: JAP-putket tulee olla myös liitetty potentiaalintasaukseen. Peltikattoa ei yleisesti tarvitse liittää erikseen potentiaalintasaukseen, vaan se voidaan katsoa olevan riittävästi yhdeydessä maihin asennustelineiden kautta.

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita
- ei voitu selvittää

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

8.7 Mitä johtavia osia ei mahdollisesti ole liitetty potentiaalintasaukseen?

info:

- johtotiet tai osa johtoteistä
- paneeliston lähellä olevat johtavat osat
- paneelien asennustelineet
- paneelien kehykset
- _____ muu, mikä?

8.8 Potentiaalintasauksen liitokset ovat tehty asianmukaisesti ja ympäristön olosuhteet huomioivalla tavalla

info: Esim. porakärkiruuvien käyttö on vähäinen puute. Kuparin liittäminen suoraan alumiinipintaan on merkittävä puute

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita
- ei voitu selvittää

8.Y Yhteenveto

Potentiaalintasaus on tarkastuksen perusteella toteutettu vaatimusten ja ohjeiden mukaisesti

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita

8.V Vapaa sana

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

ARVIO PANEELISTON MEKAANISESTA ASENNUKSESTA

9.1 Arvio paneelien ja katon reunan välisestä etäisyydestä oikealla

info:

- alle 0.5 m
- 0.5 - 1 m
- 1 - 2 m
- yli 2 m

9.2 Arvio paneelien ja katon reunan välisestä etäisyydestä vasemmalla

info:

- alle 0.5 m
- 0.5 - 1 m
- 1 - 2 m
- yli 2 m

9.3 Arvio paneelien ja katon harjan välisestä etäisyydestä

info:

- alle 0.5 m
- 0.5 - 1 m
- 1 - 2 m
- yli 2 m

9.4 Arvio paneelien ja katon alareunan välisestä etäisyydestä

info:

- alle 0.5 m
- 0.5 - 1 m
- 1 - 2 m
- yli 2 m

9.5 Paneelientä on sijoitettu siten, että mahdollisia "turhia" varjostumia ei synny

info: Onko varjostavia elementtejä, esim. piippu, metsä, IV-putki.

Esim. piippu = vähäinen puute, iso metsä auringon ja paneelisto välissä/lähellä = merkittävä puute

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita

9.6 Kohteessa pystyttiin tekemaan katolla tehtävät silmämääräiset tarkastukset

info: Pystyttiinkö esim. katolle menemään turvallisesti?

- kyllä
- ei

9.7 Telinejärjestelmän kiinnitykseen käytettäviä kattokiinnikkeitä on riittävä määrä

info: Telineiden ja katon välinen kiinnike.

katso valmistajan ohje. Esim. Oriman Solar delta vaatii kattokiinnikkeen vähintään 1,6 m. välein.

- kyllä
- ei
- ei voitu selvittää

9.8 Telinejärjestelmän on kiinnitetty oikeilla kattoprofiiliin sopivilla kattokiinnikkeillä ja niin, että ei ole riskiä

esim. tasaisella peltikatteella on käytetty kattokiinnikkeen alla vesitiivistepaloja

- kyllä
- ei
- ei voitu selvittää

AURISKI
KARTOITUSLOMAKE

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

9.9 Mihin paneelien klämpit ovat asennettu

info: Kiinnike, jolla paneeli kiinnitetään telineeseen. Paneelien lumikuormakestävyys on mitoitettu pystyreunakiinnitykseen, vaakareunakiinnityksellä voi muodostua pidemmällä aikavälillä ongelmia lumikuormakestävyiden kanssa

- paneelin pitkä sivu
- paneelin lyhyt sivu
- paneelin kulma

9.10 Paneelien väliset kaapelit ovat kiinnitetty paneelien alle, siten ettei ne roiku vapaana kattopinnalla

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita
- ei voitu selvittää

Yhteenveto

9.Y Tarkastajan arvion perusteella paneliston mekaaninen asennus on toteutettu vaatimusten ja ohjeiden

- kyllä
- vähäisiä puutteita
- paljon puutteita

9.V Vapaa sana

Liite 3. AURISKI - Asiakastyytyväisyyslomake

AURISKI

Asiakastyytyväisyyslomake

kevät/kesä 2024

Asiakastyytyväisyyslomake

Tämän lomakkeen tarkoituksena on kerätä tietoa ja kokemuksia aurinkosähköjärjestelmien hankintaan liittyvistä kuluttajien kokoemuksista, alalla olevista käytänteistä, hyvistä toimintatavoista ja todennäköisistä kehitystarpeista. Lomake on osa SAMKin, TAMKin, Sataedun ja Tredun yhteistyössä toteuttamaa AURISKI-hanketta.

Lomakkeen kaikkia tuloksia käsitellään anonyymisti. Lomakkeen alussa kerättävällä kohde ID:llä pyritään kohdistamaan tämän kyselylomakkeen tulokset toteutetun kohdekartoituksen tuloksiin. Tämän avulla saadusta tutkimusdatasta voidaan tehdä erilaisia johtopäätöksiä esim. asiakastyytyväisyyden ja asennusten laadun välillä.

Ongelmatilanteissa tai mikäli teillä on jotain kysyttävää lomakkeeseen tai hankkeeseen liittyen, olkaa yhteydessä kyselylomakkeen yhteyshenkilöön.

Ystävällisin terveisin,
AURISKI-projektitiimi

Yhteyshenkilö:
Juho Ylipaino
Lehtori/projektipäällikkö
Tampereen ammattikorkeakoulu
juho.ylipaino@tuni.fi
+358 50 566 6877

Kohdetiedot

Kohde ID*

info: Mikäli ette tiedä kohteenne ID:tä, olkaa yhteydessä kyselylomakkeen yhteyshenkilöön.

Järjestelmän hankinta

Mitä kautta päädyitte hankkimaan järjestelmänne?

- järjestelmien myyjän yhteydenoton kautta
- järjestelmiä asentavan urakoitsijan yhteydenoton kautta
- ottamalla itse yhteyttä järjestelmiä toimittaviin tahoihin
- jollain muulla tavalla

Millä muulla tavalla?

AURISKI

Asiakastytyväisyysslomake

kevät/kesä 2024

Mitä kautta myyntiin/hankintaan liittyvä yhdeydenotto tapahtui?

- puhelimitse
- sähköpostitse
- kasvokkain (esim. ovelta-ovelle myynnin tai messutapaamisen kautta)
- sosiaalisessa mediassa
- jollain muulla tavalla

Millä muulla tavalla?

Koitteko hankintatilanteessa painetta hankintapäätöksen teosta myyjätahon toimesta?

- kyllä
- ei
- en tiedä/en halua vastata

Kuvaile tilannetta

Saitteko aurinkosähköjärjestelmästä kirjallisen tarjouksen?

- kyllä
- ei
- en tiedä/en halua vastata

Oliko tarjouksen sisältö mielestänne riittävä?

- kyllä
- ei
- en tiedä/en halua vastata

Mitä mielestänne tarjouksesta puuttui tai mikä siinä oli erityisen hyvää?

AURISKI

Asiakastyytyväisyyslomake

kevät/kesä 2024

Oliko mielestänne aurinkosähköjärjestelmästä maksamanne hinta silloiseen markkinahintaan verrattuna

- kallis
- halpa
- sopiva
- en tiedä/en halua vastata

Vapaa sana järjestelmän hankintaa, myyntiin tai tarjoukseen liittyen:

info: Missä asiat menivät hyvin? Ilmenikö ongelmia tai kyseenalaista toimintaa? Muita kommentteja, huomioita tai nostoja.

Toimitus ja toteutus

Toimitettiinko järjestelmä ajallaan sovittujen aikataulujen sisällä?

- kyllä
- ei
- en tiedä/en halua vastata

Aiheuttiko toimituksen viivästyminen tai aikaistuminen teille ylimääräistä vaivaa tai haittaa?

- kyllä
- ei
- en tiedä/en halua vastata

Asteikolla 1-5, minkä arvosanan antaisitte aurinkosähköjärjestelmän asennuksien laadulle?

info: 1 = huono, 2 = välttävä, 3 = hyvä, 4 = kiitettävä, 5 = erinomainen

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Vapaa sana järjestelmän asennustyöhön liittyen:

info: Missä urakoitsija onnistui? Missä olisi ollut kehittämisen varaa?

AURISKI

Asiakastyytyväisyyslomake

kevät/kesä 2024

Onko toimituksen jälkeisenä aikana ilmennyt ongelmia tai onko asennuksiin jouduttu tekemään korjauksia?

- kyllä
 ei
 en tiedä/en halua vastata

Onko ongelmien ratkaisemisessa ollut haasteita järjestelmän toimittaneen urakoitsijan kanssa?

- kyllä
 ei
 en tiedä/en halua vastata

Kuvaillkaa tilannetta ja siihen liittyviä ongelmia ja ratkaisuja?

Saitteko mielestänne riittävän käyttökoulutuksen aurinkosähköjärjestelmän käyttöön liittyen?

- kyllä
 ei
 en tiedä/en halua vastata

Asteikolla 1-5, minkä arvosanan antaisit urakoitsijalle ja sen toiminnalle aurinkosähköjärjestelmän hankinta- ja asennusprosessin aikana ja sen jälkeen?

info: 1 = huono, 2 = välttävä, 3 = hyvä, 4 = kiitettävä, 5= erinomainen

- 1 2 3 4 5

Vapaa sana järjestelmän toimitukseen ja toteutukseen liittyen:

info: Mikä urakoitsijan toimissa oli erityisen hyvää? Mitä mahdollisia ongelmia ilmeni? Muita kommentteja, huomioita tai nostoja liittyen urakoitsijan toimintaan?

AURISKI

Asiakastyytyväisyyslomake

kevät/kesä 2024

Aurinkosähköjärjestelmän tuotanto ja taloudellinen kannattavuus

Onko tarjouksessa tai jollain muulla tavalla teille mahdollisesti esitetyt aurinkosähköjärjestelmän energian tuotantoenusteet toteutuneet?

- kyllä
- ei
- en tiedä/en halua vastata

Oletteko kokeneet, että aurinkosähköjärjestelmä on ollut taloudellisesti kannattava investointi?

- kyllä
- ei
- en tiedä/en halua vastata

Onko tarjouksessa tai jollain muulla tavalla mahdollisesti esitetyt taloudelliset tuottoenusteet ja kustannussäästöt mielestänne toteutuneet?

- kyllä
- ei
- en tiedä/en halua vastata

Onko aurinkosähköjärjestelmän hankinta vaikuttanut energiankäyttötottumuksiisi?

- kyllä
- ei
- en tiedä/en halua vastata

Miten energiankäyttötottumuksesi ovat muuttuneet?

Vapaa sana järjestelmän taloudelliseen kannattavuuteen liittyen:

info: Miten aurinkosähköjärjestelmä on vaikuttanut sähköenergian käyttökustannuksiin? Mitä teille luvattiin aurinkosähköjärjestelmän taloudellisista tuotoista ja ovatko ne toteutuneet? Muita huomioita?

AURISKI

Asiakastyytyväisyyslomake

kevät/kesä 2024

Muut tiedot

Mikäli olitte halukkaita, luovuttamaan kohteenne kulutustietoja myös muuhun tutkimuskäyttöön, voitte halutessanne vastata sähköenergian ostosopimuksenne (energiayhtiö) tyyppiin liittyviin alla esitettyihin kysymyksiin.

Mikä sähköenergian ostosopimus kohteessanne on käytössä juuri nyt?

- kiinteä
- yö-/päiväsähkö
- talvi-/kesäsähkö
- pörssisähkö
- kiinteä +/- kulutusvaikutus
- _____jokin muu, mikä?

Mikä sähköenergian ostosopimus kohteessanne oli käytössä vuonna 2023?

info: Jos sopimus on vaihtunut vuoden aikana, ilmoita pisinpään käytössä ollut sopimustyyppi

- kiinteä
- yö-/päiväsähkö
- talvi-/kesäsähkö
- pörssisähkö
- kiinteä +/- kulutusvaikutus
- _____jokin muu, mikä?

Mikä sähköenergian ostosopimus kohteessanne oli käytössä vuonna 2022?

info: Jos sopimus on vaihtunut vuoden aikana, ilmoita pisinpään käytössä ollut sopimustyyppi

- kiinteä
- yö-/päiväsähkö
- talvi-/kesäsähkö
- pörssisähkö
- kiinteä +/- kulutusvaikutus
- _____jokin muu, mikä?

Mikä sähköenergian ostosopimus kohteessanne oli käytössä ennen vuotta 2022?

info: Jos erityyppisiä sopimuksia on ollut useita, ilmoittakaa yleisin käytössä ollut sopimustyyppi

- kiinteä
- yö-/päiväsähkö
- talvi-/kesäsähkö
- pörssisähkö
- kiinteä +/- kulutusvaikutus
- _____jokin muu, mikä?

Liite 4. Esimerkki kiinteistön omistajalle luovutetusta kohdetietokortista

AURISKI-hanke
KOHDEKORTTISAMK
SATAEDUTAMK
TREDU

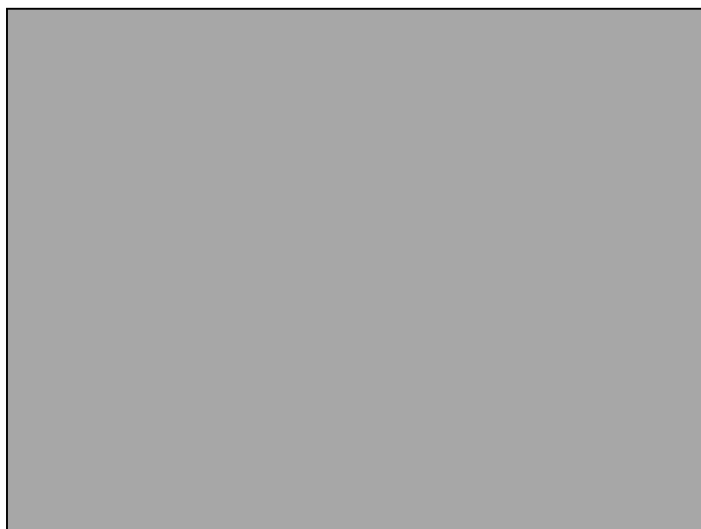
KOHDEKORTTI

Tässä kohdekortissa on tiivistetty AURISKI-tutkimushankkeen kartoituksessa tehdyt havainnot tarkasteltavista kohteen aurinkosähköjärjestelmään liittyvistä osa-alueista. Tämän lisäksi lähetämme teille myöhemmin hankkeemme loppuraportin työmme tullessa päätökseen. Tässä dokumentissa on esitetty hankkeessamme tehdyt havainnot sellaisenaan niiden osa-alueiden mukaisesti, kuin ne kartoituksen yhteydessä tehtiin.

HUOM! Tämä raportti on laadittu osana riippumatonta tutkimushanketta, jonka tavoitteena on tarjota tietoa kiinteistönne aurinkosähköjärjestelmän laadusta ja turvallisuudesta. Raportin tiedot perustuvat tutkimuksen aikana kerättyihin havaintoihin ja ne on tarkoitettu vain yleiseen tiedonantoon. Tämä asiakirja ei ole virallinen valtuutetun tahon tekemä tarkastusraportti, eikä se sovellu käytettäväksi sellaisena minkäänlaisissa virallisissa tai oikeudellisissa menettelyissä. Tutkimushankkeen järjestäjä tai raportin laatija ei ota vastuuta mahdollisista seurauksista, jotka saattavat aiheutua tämän raportin tiedon käytöstä.

Kohteen yksilöivä ID-tunnus: 70

Tämän kohteenne yksilöivän ID-tunnuksen avulla eri tavoin kerätyt työn tulokset pystytään kohdentamaan samaan kiinteistöön ilman yksilöiviä osoite- tai henkilötietoja.



AURISKI-hanke
KOHDEKORTTI

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

SISÄLLYSLUETTELO:

KOHDEKORTTI	1
KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA	3
MERKINNÄT JA DOKUMENTOINTI	4
SUOJAUSMENETELMÄT	6
EROTUSMENETELMÄT	8
LAITTEET JA ASENNUS	10
KAAPELOINTI JA JOHTOREITIT	11
POTENTIAALINTASAUS	13
PANEELISTON MEKAANINEN ASENNUS	15

AURISKI-hanke
KOHDEKORTTI

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Sähköurakoitsija on velvollinen ennen järjestelmän käyttöönottoa suorittamaan käyttöönottotarkastus, jolla varmistetaan järjestelmän turvallinen toiminta ja vaatimustenmukaisuus. Tästä tarkastuksesta tulee laatia käyttöönottotarkastuspöytäkirja. Kartoituksen yhteydessä havainnointi kohdistui käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan ja sen sisällön vaatimustenmukaisuuteen. Kartoituksen yhteydessä tarkastusmittauksia ei tehty uudelleen.

Kartoittajan näkemys

Ei huomautettavaa

Tarkentavat kommentit

Käyttöönottopöytäkirjassa ilmoitetut standardit SFS-6000:2022 ja Tukes-ohjeessa S10/2023 mainitut standardit. Hyvin tehty käyttöönottopöytäkirja, kaikki vaadittava löytyy.

AURISKI-hanke
KOHDEKORTTI

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

MERKINNÄT JA DOKUMENTOINTI

Aurinkosähköjärjestelmien asennuksia velvoittavat standardit asettavat vaatimuksia sille, miten järjestelmän eri osat tulee merkitä, sekä miten asennus ja järjestelmän käyttö tulee dokumentoida. Tässä osiossa tarkasteltiin, miten asennuksen eri kohtiin tehdyt merkinnät ja asiakkaalle luovutetut dokumentit vastaavat näitä vaatimuksia.

Kartoittajan näkemys

Vähäisiä puutteita.

Tarkentavat kommentit

Pääkeskuksesta puuttui ”erotuskytkin sijaitsee”-tarra. Muut tarrat asiallisesti paikoillaan ja löytyvät kohteesta. Asiakkaalle ei oltu luovutettu johdotuskaaviota, paneelien datalehtiä eikä kiinnitysjärjestelmän datalehteä.

Tarkentavat valokuvat



Kuva 1. Takasyöttövaara tarra löytyy pääkeskuksesta. Erotuskytkimensijainti-tarra puuttuu.

AURISKI-hanke
KOHDEKORTTI

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU



Kuva 2. Invertterissä tarrat paikallaan.

AURISKI-hanke
KOHDEKORTTI

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

SUOJAUSMENETELMÄT

Alan velvoittavat standardit asettavat vaatimuksia sille, miten järjestelmän vaihto- ja tasasähköpuolella tulee suojausratkaisut toteuttaa niin, että ne suojaavat mahdollisilta sähköiskuilta ja ylikuormitustilanteilta. Lisäksi aiemmin on havaittu, että jälkikäteen asennettu aurinkosähköjärjestelmä saattaa johtaa tilanteisiin, joissa kiinteistön aiemmin rakennetun sähköverkon ylikuormitussuojaukset eivät enää asennuksen jälkeen toimi vaatimustenmukaisesti. Tässä kohtaa tarkasteltiin toteutettujen suojausratkaisujen vaatimustenmukaisuutta ja asennuksen mahdollisia vaikutuksia aiemmin rakennetun kiinteistön sähköverkon suojauksiin.

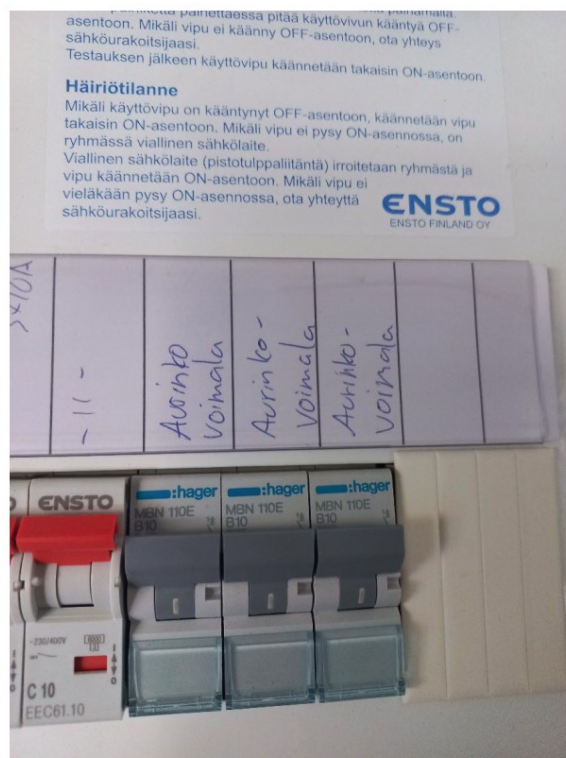
Kartoittajan näkemys

Ei huomautettavaa

Tarkentavat kommentit

Aurinkosähköjärjestelmän invertteri on suojattu ylikuormitukselta ja oikosululta pääkeskukseen asennetuilla 10A johdonsuojatkaisijalla. Pääkeskuksen nimellisvirta on riittävä sekä aiemmin rakennetun kiinteistön sähköverkon että jälkikäteen asennetun aurinkosähköjärjestelmän yhteisvaikutuksen kannalta.

Tarkentavat valokuvat



Kuva3. Aurinkosähköjärjestelmä-asennuksen johdonsuojat pääkeskuksessa.

AURISKI-hanke
KOHDEKORTTI

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU



Kuva 4. Pääkeskuksen 50A nimellisvirta on riittävä.

AURISKI-hanke
KOHDEKORTTI

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

EROTUSMENETELMÄT

Alan velvoittavat standardit asettavat vaatimuksia sille, miten aurinkosähköjärjestelmä tulee olla erotettavissa vaihto- ja tasasähköpuolelta. Tässä kohtaa tarkastettiin, ovatko käytetyt erotusmenetelmät näiden vaatimusten mukaisia.

Kartoittajan näkemys

Ei huomautettavaa, kartoituksen perusteella järjestelmän erottaminen on mahdollista vaatimusten mukaisesti.

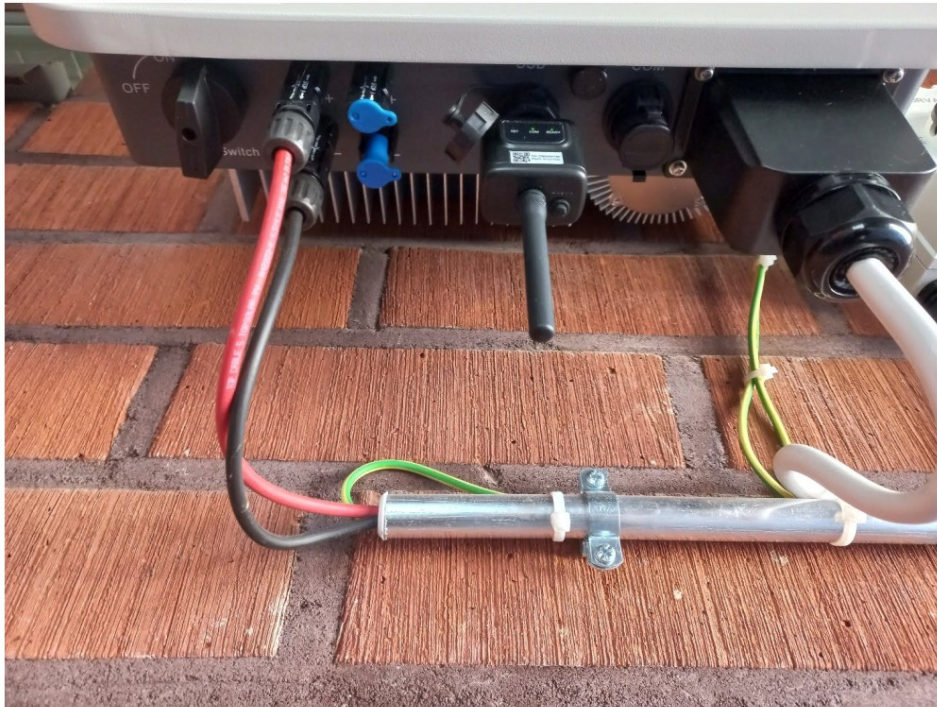
Tarkentavat kommentit

Aurinkosähkölaitteisto on varustettu vaihtosähköpuolen (AC) erotuslaitteella, jolla se voidaan erottaa yleisestä jakeluverkosta. Erotuskytkin on lukittavaa mallia ja se on jakeluverkkoyhtiön käytettävissä. Erotuskytkimeen tehty myös vesireikä josta mahdollinen kondenssivesi pääsee poistumaan.

Tasasähköpuolen (DC) erottaminen on toteutettu invertterin sisäisellä DC-kytkimellä ja erottamiseen soveltuvilla pistokytkimillä (MC4).

Asennukset on kokonaisuutena hyvin ja siististi tehty.

Tarkentavat valokuvat



Kuva 5. Tasasähköpuoli erotettavissa invertteriin integroidulla DC-kytkimellä sekä pistoliittimillä(MC4).

AURISKI-hanke
KOHDEKORTTI

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU



Kuva 6. Vaihtosähköpuolen (AC) erotuskytkin.

AURISKI-hanke
KOHDEKORTTI

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

LAITTEET JA ASENNUS

Aurinkosähköjärjestelmä on useista eri komponenteista muodostuva kokonaisuus. Järjestelmässä on useita asennusteknisiä ja mitoituksellisia näkökulmia, joiden osalta eri komponenttien välinen yhteensopivuus tulee tarkastella. Lisäksi velvoittavat standardit ja valmistajien ohjeet asettavat asennuksen toteutustavoille vaatimuksia, joita tarkasteltiin tässä osuudessa.

Kartoittajan näkemys

Ei huomautettavaa, sähkölaitteet ovat valittu ja asennettu vaatimusten mukaisesti

Tarkentavat kommentit

Paneeliketjun tai -ketjujen nimellistehot ovat invertterin raja-arvojen mukaisia. Keskenään yhteen liitetettyjen pistokytinliittimien (MC4) yhteensopivuutta ei voitu varmistaa kuin invertterin päästä.

Invertteri sijaitsee palamattomalla tiiliseinällä ja ympärillä oleva vapaa asennustila on valmistajan ohjeiden mukainen. Järjestelmä on kokonaisuutena hyvin ja siististi tehty.

Tarkentavat valokuvat



Kuva 7. Yleiskuva invertterin asennuksesta

AURISKI-hanke
KOHDEKORTTI

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

KAPELOINTI JA JOHTOREITIT

Kartoituskäynnillä havainnointiin erikseen järjestelmän vaihtosähkö- ja tasasähköpuolelle toteutettujen kaapelointien ja johtoreittien vaatimustenmukaisuutta. Tarkastelu kohdistettiin erityisesti valittuihin kaapelityyppeihin ja asianmukaisten johtoreittien toteutukseen.

Kartoittajan näkemys

Vähäisiä puutteita.

Tarkentavat kommentit

Vaihtosähköpuolen (AC) kaapelointi on invertterin valmistajan ohjeiden mukainen ja se on toteutettu SFS 6000 vaatimusten mukaisesti.

Tasasähköpuolen (DC) kaapelointi on toteutettu metallivaipattomilla yksijohtimisilla kaapeleilla (4mm²) ja ne on asennettu siististi käyttäen suojaavaa JAPP -putkitusta. Paneeliketjujen alla oli muutamia roikkuvia johdotuksia, mutta suurin osa oli kiinnitetty.

Tarkentavat valokuvat



Kuva 8. Vaihtosähköpuolen johdotus

AURISKI-hanke
KOHDEKORTTI

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU



Kuva 9. Tasasähkökaapeli katolle vienti suojattu hienosti japp-putkella jossa putkenpäätte paikoillaan.



Kuva10. Pientä roikkumista, mutta suurimmaksi osaksi johdot kiinni paneeleissa.

AURISKI-hanke
KOHDEKORTTI

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

POTENTIAALINTASAUUS

Alan velvoittavat standardit yhdessä valmistajien ohjeiden kanssa asettavat vaatimuksia sille, miten erityyppisten aurinkosähköjärjestelmien potentiaalintasaus tulee toteuttaa. Eli miten järjestelmän johtavat osat tulee liittää kiinteistön potentiaalintasausjärjestelmään. Tässä kohtaa havainnointiin potentiaalintasauksen toteutustapaa verraten sitä kyseiselle järjestelmälle asetettuihin vaatimuksiin.

Kartoittajan näkemys

Ei huomautettavaa

Tarkentavat kommentit

Invertteri on liitetty kiinteistön potentiaalintasaukseen erillisellä 6 mm² potentiaalintasausjohtimella. Potentiaalintasauksen liitokset on toteutettu asianmukaisesti pulttiliitoksien.

Tarkentavat valokuvat



Kuva 11. Invertterin liittäminen potentiaalintasaukseen keltavihreillä potentiaalintasausjohtimilla.

AURISKI-hanke
KOHDEKORTTI

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU



Kuva 12. Paneelin asennustelineen potentiaalintasausliitos.

AURISKI-hanke
KOHDEKORTTI

SAMK
SATAEDU

TAMK
TREDU

PANEELISTON MEKAANINEN ASENNUS

Tässä kartoituksen vaiheessa tarkasteltiin paneelien mekaanisen asennuksen toteutustapaa. Tarkastelu kohdistui erityisesti telineiden kiinnitystapaan, paneelien kiinnitykseen telineisiin, paneelien ja katon reunojen välisiin etäisyyksiin sekä paneelien välisten johdotusten turvalliseen kiinnitykseen.

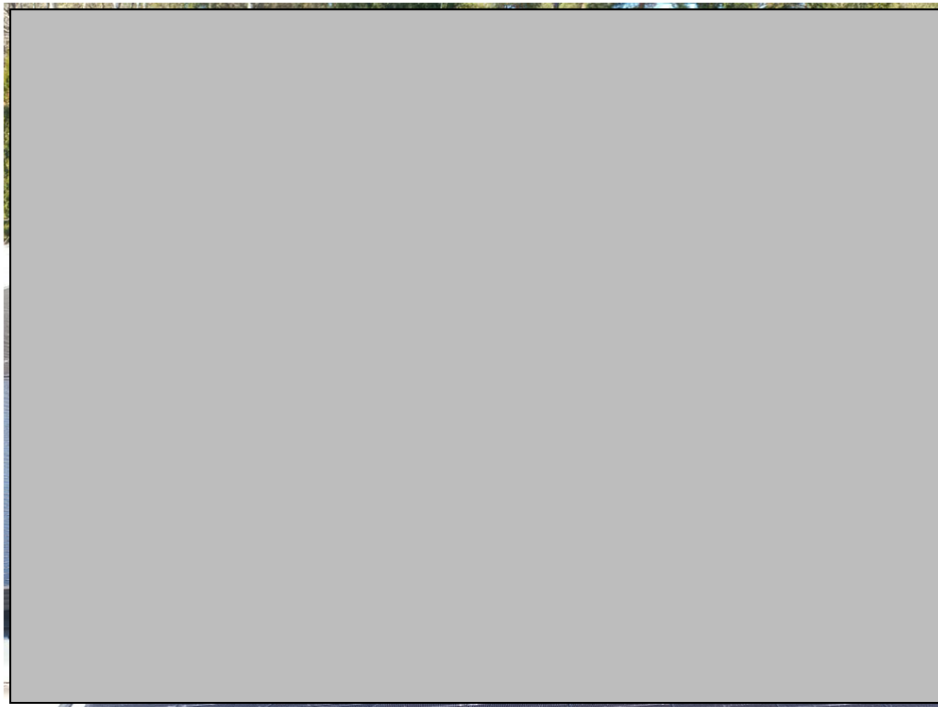
Kartoittajan näkemys

Ei huomautettavaa

Tarkentavat kommentit

Paneelikenttä on sijoitettu siten, että mahdollisia "turhia" varjostumia ei synny. Asennukset oli toteutettu siististi ja asianmukaisesti.

Tarkentavat valokuvat



Kuva 13. Yleiskuva paneeliketjujen asennuksesta.