

# Aurinkosähköjärjestelmä tarkastajan näkökulmasta

Sähköinsinöörit-SIL Aurinkosähkö ja Turvallisuus seminaari 2.10.2023 Helsingissä

Materiaali on vain osallistujan henkilökohtaiseen käyttöön. Ei edelleen luovutettavaksi.  
Copyright RTL-Palvelut Oy. Valokuvat Copyright Reijo Lintula ja Matias Tölli

## Tarkastukset

- Kyseeseen voi tulla
  - Uuden laitteiston varmennustarkastus (suojaava sulake yli 35 A tai KJ-kohteessa yli 250 A)
  - Vapaaehtoinen tarkastus
    - Usein kyseessä pientaloasennus
  - Laitteisto on osana määräaikaistarkastuskohdetta
  - Puhdas konsultointityö, muu toimeksianto

## Määräaikaistarkastus

- Laitteisto on osana tarkastettavaa kiinteistöä
- Varmistetaan, että laitteistolle on suoritettu
  - Käyttöönottotarkastus ja tarvittaessa varmennustarkastus
- Varmistetaan, että laitteiston käyttö on turvallista
- Asennukset katolla, invertterit ja liitännät jakokeskukseen on syytä käydä myös läpi, jos mahdollista



## Varmennustarkastus tai vapaaehtoinen tarkastus

- Tässä käydään läpi muita kuin energiavarastolla varustettuja maa-asenteisia suuria järjestelmiä
- Uusien asiakkaiden osalta sähkötöiden tekemisen oikeus on tarkastettava Tukesin rekisteristä
- Dokumentaation läpikäynti
- Asennustekniikan tarkastaminen
- Käyttöönottotarkastuspöytäkirjojen oikeellisuus ja riittävyys tarkastetaan
- Käyttö- ja huolto-ohjeet, ohjeet poikkeustilanteisiin

## Oikeus tehdä sähkötöitä

- Käytännössä S1 tai S2 pakollinen
- Tulevaisuudessa voi käydä niin, että 1500 DCV raja ylitetään, jolloin kyseessä on suurjännite
  - Vaatimuksena aina S1
  - Mittalaitteet ja suojarahusteet??



tukes

[Toiminnanharjoittajarekisteri](#) [Kylmäalan pätevyysrekisteri](#) [Ruiskuntestaajien pätevyysrekisteri](#) [Jalometallituotteiden leimarekisteri](#)

### Toiminnanharjoittajarekisteri

Toimintaoikeuksien selitteet löydät [Tukesin www-sivulta](#).

Yritys

Henkilö

Toimintaoikeudet

Kunnat

Syötä yritys, henkilö, toimintaoikeus tai kunta.

[TYHJENNÄ HAKUEHDOT](#)

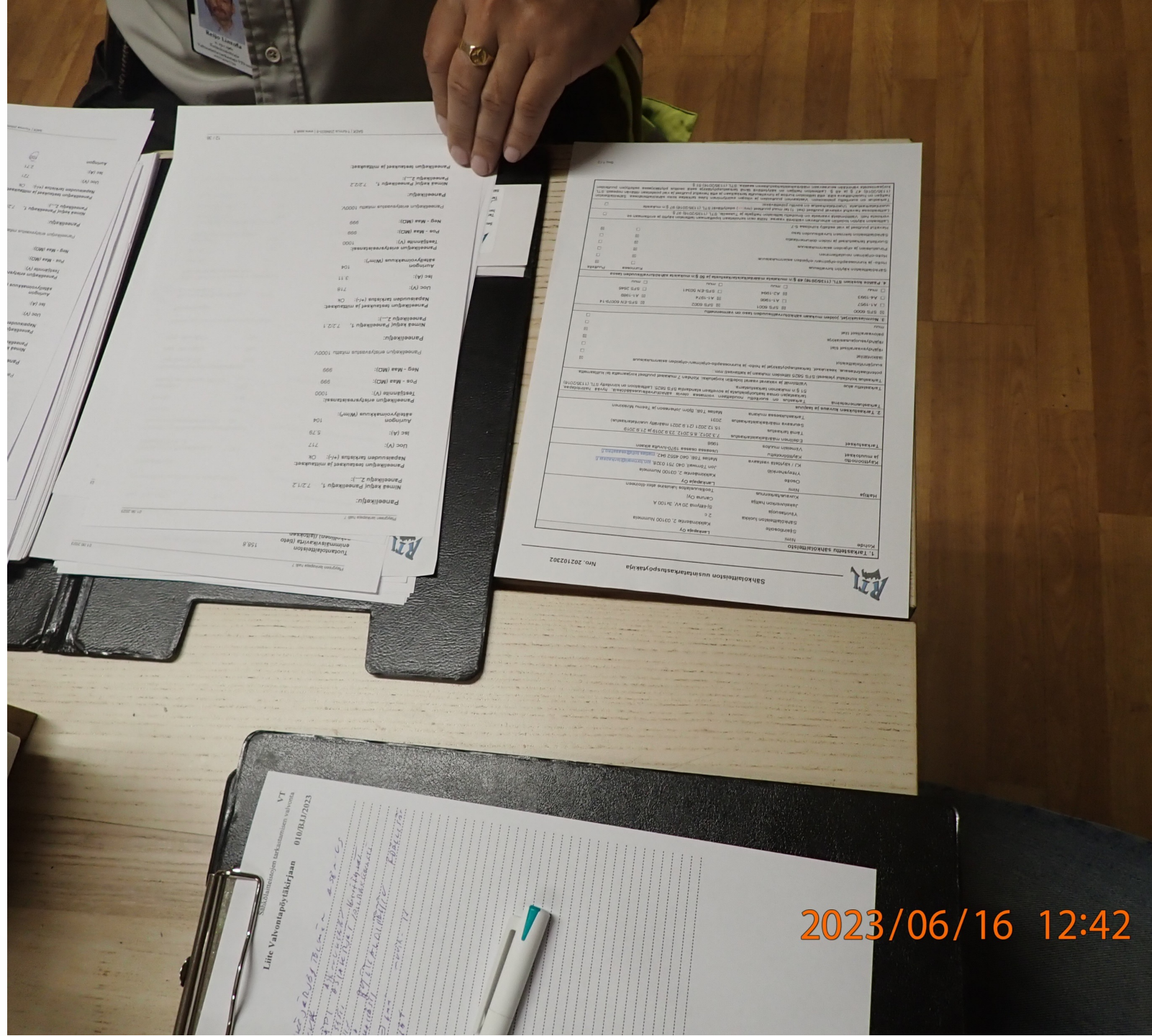
Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes)

kirjaamo (at) tukes.fi  
029 5052 000 (vaihde)

[Saavutettavuusseloste \(pdf, 144 kt\)](#)

# Dokumentointi

- Vaatimukset on standardisoitu
- Vähintään:
  - Järjestelmäkuvaus
  - Inverttereiden ja paneeleiden datalehdet, asennus- ja käyttöohjeet
  - Sijoituspiirustus (Erotuspaikat, näkyvä avausväli tai luotettava asennon osoitus)



# Dokumenttaatio

- Vaatimukset on standardisoitu
- Vähintään:
  - Kaapelointitiedot
  - Pelastuslaitoksen kohdekortti, jos vaadittu
  - Luvat verkkoyhtiöltä
  - KOT sekä AC, että DC-puolelta (sisältö, ks. osa 712 ja 62446-1)

## Laitoksen erottaminen sähköverkosta

Aurinkovoimalaa syöttävät kytkimet on merkitty PV-kilvillä tai tarroilla keskuksien kansiin.



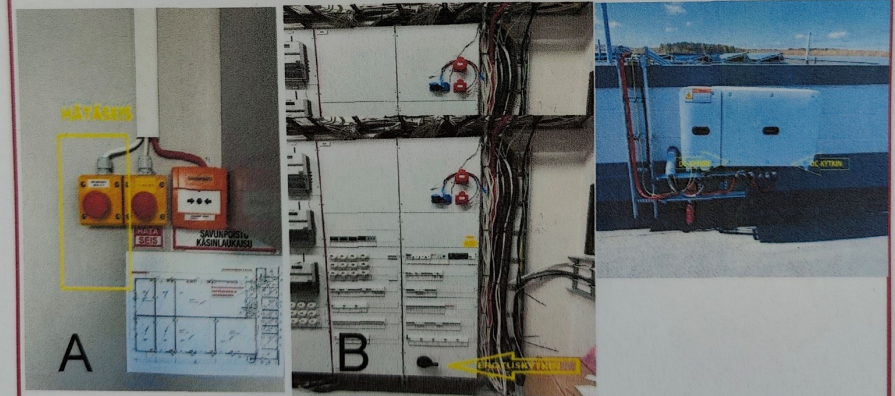
- A) PÄÄKESKUS, SIJAINTI \_\_\_\_\_ KYTKIN \_\_\_\_\_
- B) ALAKESKUS KK \_\_\_\_\_, SIJAINTI IV-KONEH. KYTKIN 46F \_\_\_\_\_
- C) AC TURVAKYTKIN, SIJAINTI IV-KONEHUONE \_\_\_\_\_
- D) DC TURVAKYTKIMET, SIJAINTI KATOLLA, INVERTTERIN ALLA \_\_\_\_\_
- E) AKUSTO, SIJAINTI \_\_\_\_\_

- Inverteri ulkona, sisällä ei ole paneelikaapeleita  Sisätila turvallinen sähkösyöttö katkaistu
- Inverteri sisällä, katolla DC-turvakytkimet  Sisätila turvallinen sähkösyöttö katkaistu ja DC-kytkin O
- Inverteri sisällä, sisällä lyhyet ja merkityt paneelikaapelit
- Inverteri sisällä, sisällä paneelikaapelit palokoteloitu

Kytkimien A, B tai C kääntäminen O-asentoon kytkee inverterin ulostulon pois päältä. Tämän jälkeen käännä DC-turvakytkin O-asentoon, mutta huomaat että se kytkee jännitteettömäksi vain kytkimen ja inverterin välisen kaapelin, paneelit ja muut kaapelit ovat silti jännitteisiä. Kosketuksettomat jänniteentunnistimet eivät ilmaise paneelin ja niiden kaapelin jännitteitä!

### Varoetäisyydet

Vesisuihkulla suora suihku 5 m ja sumusuihku 1 m.

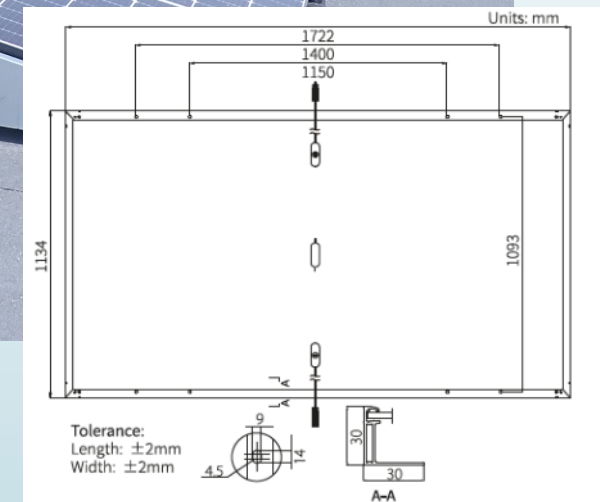
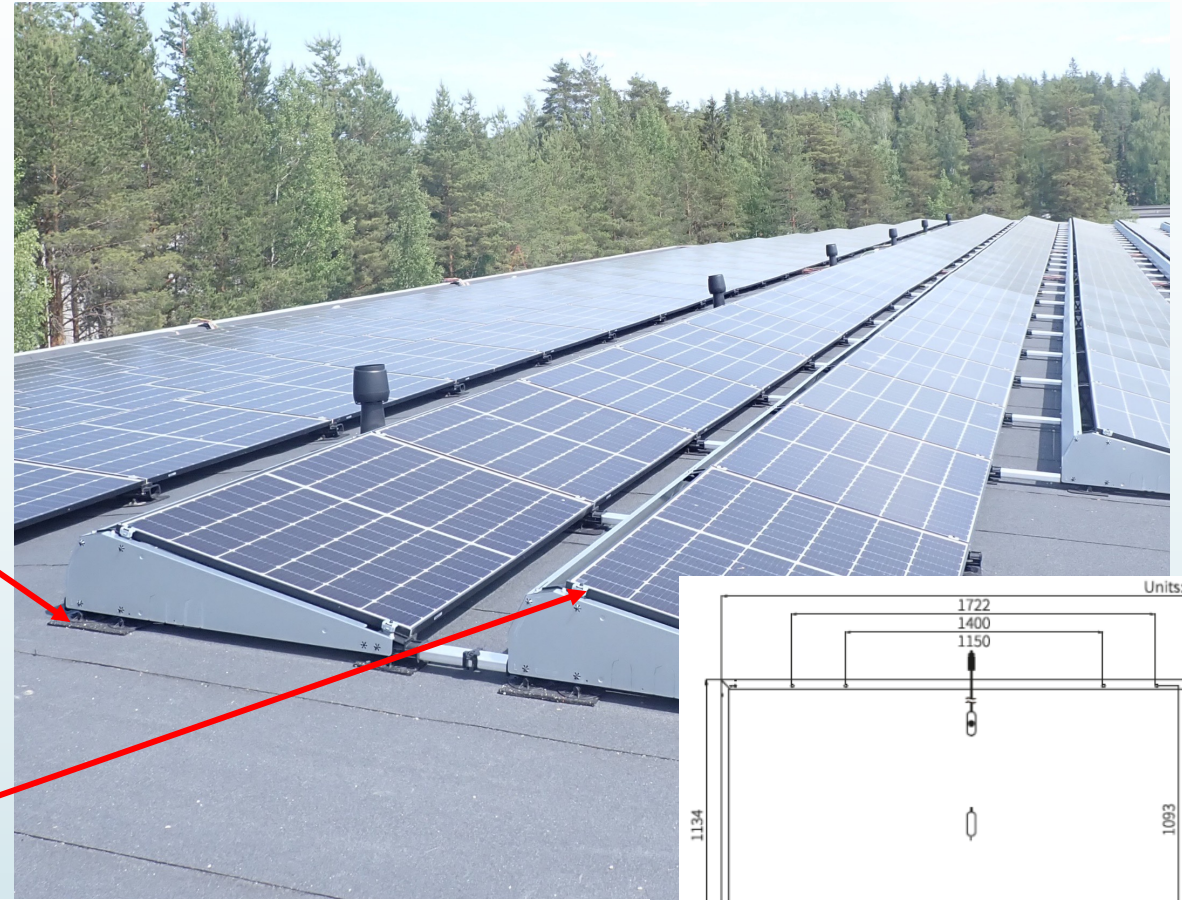


### Yleisiä turvaohjeita

- Normaalityötilanteissa järjestelmä on turvallinen, paneelista ja kaapelointi kaksoiseristetty.
- Tulipalo tai valokaari voivat paljastaa jännitteisiä osia.
- Pelastustilanteissa valoisan ja hämärän aikaan oletettakaa aina että paneeliosissa on hengenvaarallinen jännite, ellei ole käytettävissä varmaa muuta tietoa.
- Paneeliston johtojen katkaiseminen kaapelileikkurilla voi aiheuttaa valokaaren ja lisää ongelmia.
- Älkää käytäkö paneeleja kulkureittinä.
- Henkilöpelastustilanteissa jossa irrotetaan mahdollisesti jännitteistä uhria on syytä käyttää jännitetyökäsineitä.

# Asennustekniikka

- ▶ Mekaaninen asennus, kuuluko meille ja miltä osin?
  - ▶ Kuului tai ei, otan tarkastuksilla kantaa mm.
    - ▶ Paneelitukien kiinnitystapa ja alla olevan katon suojaus
    - ▶ Paneelien kiinnitys lumikuormia ajatellen. Monet telinerakenteet ohjaavat kiinnittämään paneelit "väärästä" kohdasta, jolloin valmistajan ilmoittama (tavallisesti 5400 Pa) lumikuorman kesto ei toteudu



## Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s



# Asennustekniikka

- ▶ Mekaaninen asennus, kuuluko meille ja miltä osin?
  - ▶ Kaapeleiden asentaminen johtoteille tai putkeen on mekaanista asennusta ja kuuluu olennaisesti tarkastukseen
  - ▶ Samoin kaapelityypit esim. asennustapa (UV-suojaus jne.) huomioiden
    - ▶ Monet kaapelit sopivat jopa asennettavaksi maahan!
    - ▶ Tyypillinen 6 mm<sup>2</sup> solar kaapeli kestää jatkuvasti ympäristön lämpötilaa -40...90 C°, pitkäaikaisesti johdinlämpötilaa 120 C° ja oikosulussa jopa 250 C°



# Asennustekniikka

- ▶ Invertterien ja mahdollisten DC-kytkinten asennus
  - ▶ Asennusalustan ja alla oleva materiaalin tulee olla palonkestävää
  - ▶ Palonkestävän suojalevyn koko?
    - ▶ Kuinka suuri levy tarvitaan, ettei se pala leviä rakenteisiin?
    - ▶ Kuvittele invertterin tai kytkimen olevan ilmiliekeissä. => oikea vastaus



# Asennustekniikka

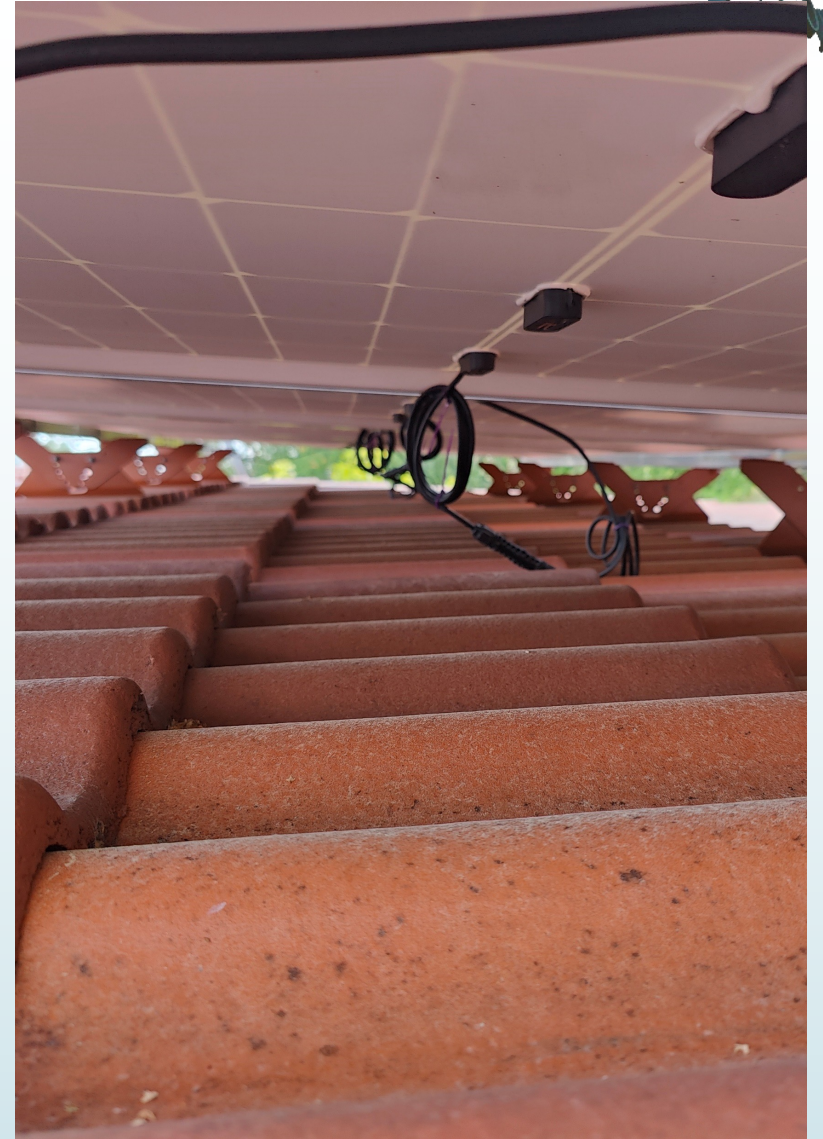
- ▶ Alumiinikaapelien käyttö
  - ▶ DC-puolella lähtökohtaisesti velvoittavissa julkaisuissa kielletty (osa 712, SFS-EN 50 618)
    - ▶ Oltava taipuisa kuparikaapeli
  - ▶ Samoin IEC 62930:2017 edellyttää kuparikaapelia
- ▶ Kaapelistandardit käsittelevät asiaa eri kaapeliluokkien kannalta, eivät materiaalien kannalta
  - ▶ IEC 60228:2004 luokittelee kaapelirakenteet (1:1-johdin, 2:monisäikeinen, 5:hienosäikeinen (taipuisa) ja 6: erittäin hienosäikeinen (taipuisampi kuin 5))
  - ▶ IEC 62548:2016 sallii kiinteässä asennuksessa luokan 2 (Alumiini??) kaapelit 60364-7-712
  - ▶ Draft IEC 60364-7-712 sallii kiinteissä asennuksissa luokan 2 tai 5 kaapelien käytön (mutta alumiini??)
  - ▶ Eräessä alustavassa standardissa alumiinikaapelit olisivat sallittuja kiinteissä asennuksissa
- ▶ Standardisointikomiteat ja sähköturvallisuusviranomaiset koettavat selvittää asian

# Asennustekniikka

- ▶ Alumiinikaapelien käyttö
  - ▶ AC-puolella käytössä esim. AC-keskuksen ja muun keskuksen välillä
  - ▶ Alumiini on haasteellinen materiaali keskivertoasentajalle
    - ▶ Empiirisen tutkimuksen mukaan muut kuin verkkoasentajat eivät ole koskaan saaneet opetusta alumiinikaapelin päättämisestä
    - ▶ Asian ovat vahvistaneet myös monet 2. asteen opettajat
    - ▶ Viime kevään luennon mukaisesti seurauksena voi olla pahimmillaan tulipaloja
  - ▶ Kaapelin päättäminen on erityisesti tarkastettava asia (pyöröstys-harjaus-oikea puristus ja tuplaprikat)

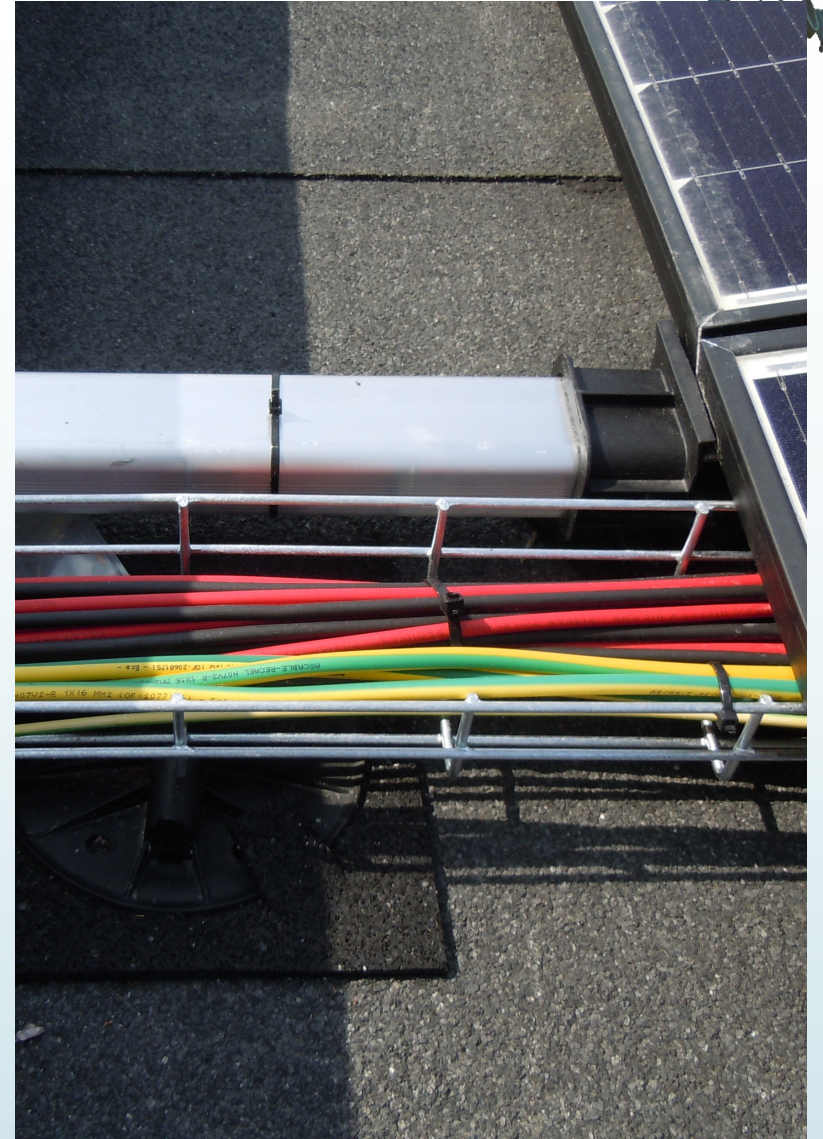
# Asennustekniikka

- ▶ Johtotiet tai putket DC-kaapeleille
  - ▶ Kaapelien asentaminen suoraan kattopinnalle on erittäin hyvistä syistä johtuen kiellettyä
    - ▶ Mekaaninen rasitus päälle astuttaessa
    - ▶ Viistoilla kattopinnoilla lumet ja jäät vahingoittavat kaapeleita
    - ▶ Rakenteiden sisään asennettaessa saattavat vahingoittaa rakenteiden elämisen vuoksi
    - ▶ Mahdollisesti helpommin havaittavissa esim. tasakatoilla talviaikaan tapahtuvassa huollossa



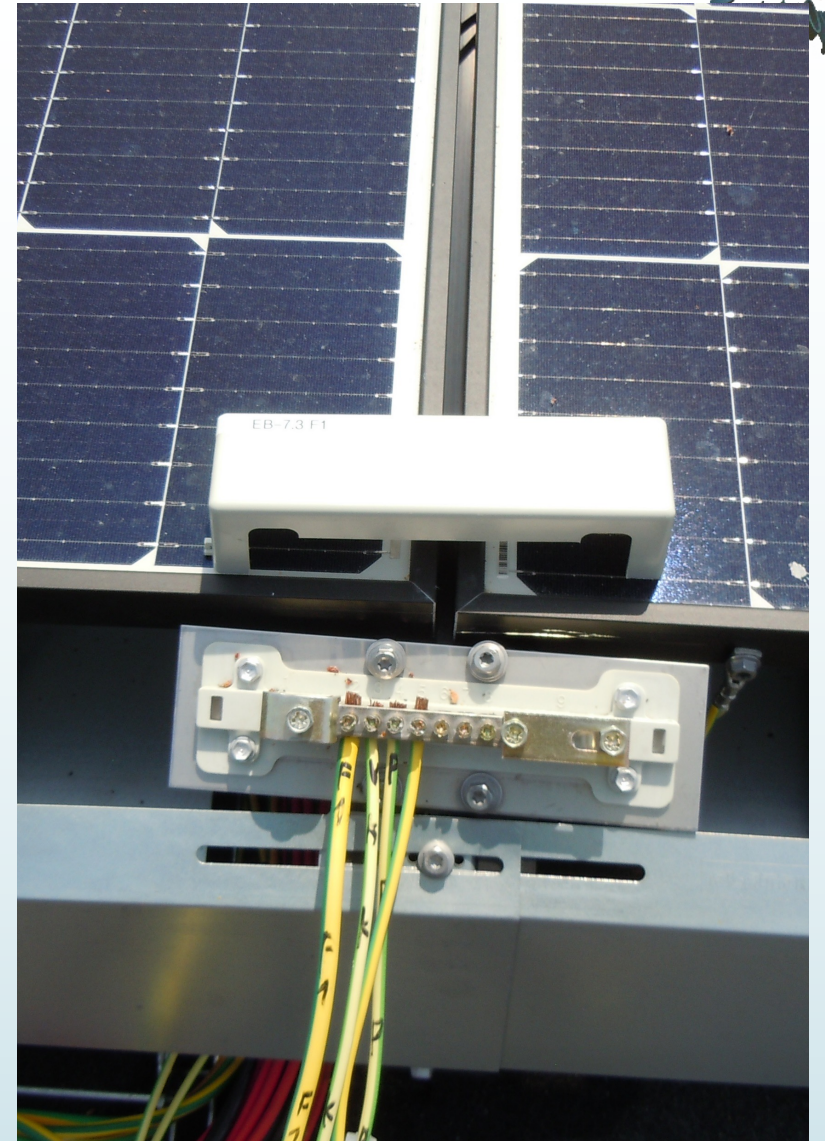
# Asennustekniikka

- ▶ Johtotiet tai putket DC-kaapeleille
  - ▶ Muovi- vai metalliputki
    - ▶ Muoviputki saattaa riittää esim. vesikaton alla parantamaan esim. napojen välistä oikosulun vaaraa, kun molemmille navoille on oma putkensa
    - ▶ Pinta-asenteisena asianmukaisesti tuettu ja kiinnitetty metalliputki



# Asennustekniikka

- ▶ Potentialintasaukset
  - ▶ Koskevat yli 60 V järjestelmien metallirakenteita ja johtoteitä ja niiden lähellä (kosketusetäisyydellä) olevia **muita** johtavia rakenteita (pää- ja lisäpotentialintasaus sekä toiminnallinen maadoittaminen)
    - ▶ Esim. erilaiset metalliportaot tai -kaiteet, IV-poistopuhaltimet, savunpoistoluukut jne.
  - ▶ Yksittäisen kaapelin mekaanisena suojana toimiva metalliputki?
    - ▶ Peltikatoilla maadoittuu rakenteiden kautta
    - ▶ Muissa tapauksissa liitettävä potentialintasaukseen



- ▶ Katon paneelienttä
- ▶ Auringon säteilyvoimakkuuden mittausta vertailukohdaksi urakoitsijan mittaustuloksiin





- Aurinkosähkön liitäntäpiste pääkeskuksessa (keskitetty suojaus)

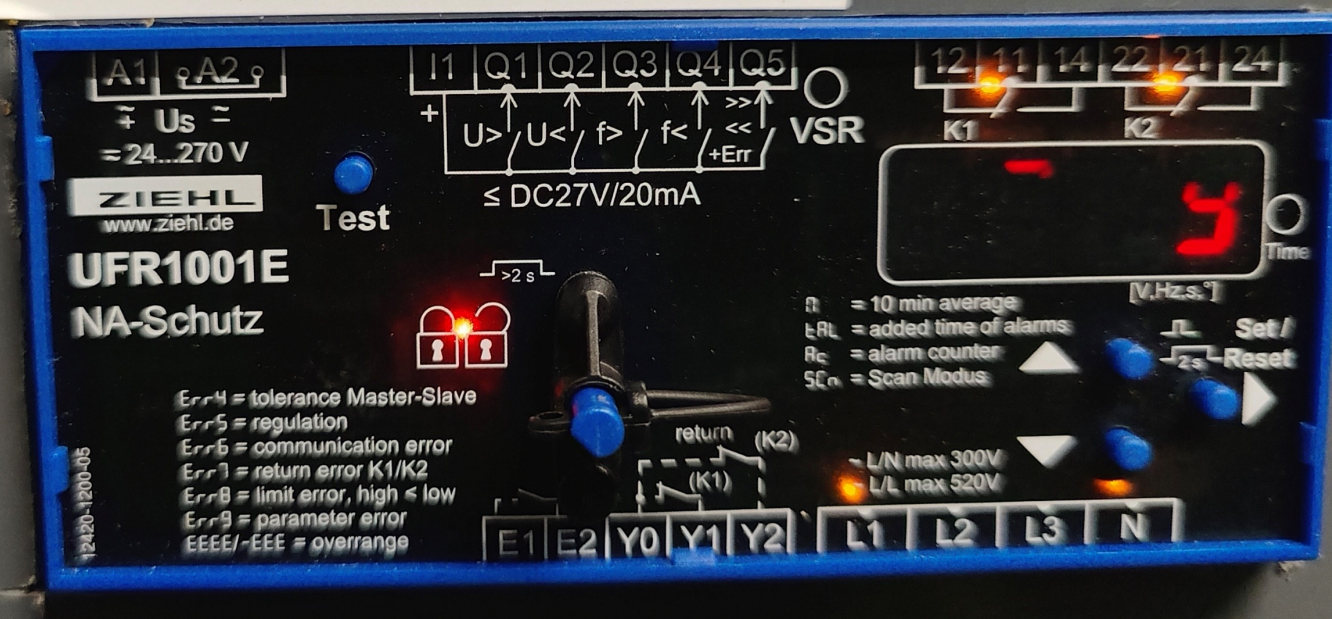


F. 19

AURINKOSÄHKÖN

SUOJALAITTE UFR1001E

- ▶ Pääkeskuksessa keskitetyn suojauksen verkonvalvontarele Ziehl
  - ▶ Useimmissa tapauksissa vaaditaan uusissa yli 50 kWp laitoksissa
  - ▶ Pienjännitelaitteistojen osalta on erilaisia näkemyksiä siitä, onko pakko käyttää invertteristä erillistä erotuslaitteistoa
  - ▶ ET:n ohje oli lausunnolla 06/2023, loppuulinen sanamuoto ei ole vielä selvillä



- ▶ **Tyypillisiä puutteita:**
- ▶ MC4 –liittimien varalähtöjen sulkutulpat puuttuivat



➤ **Tyypillisiä puutteita:**

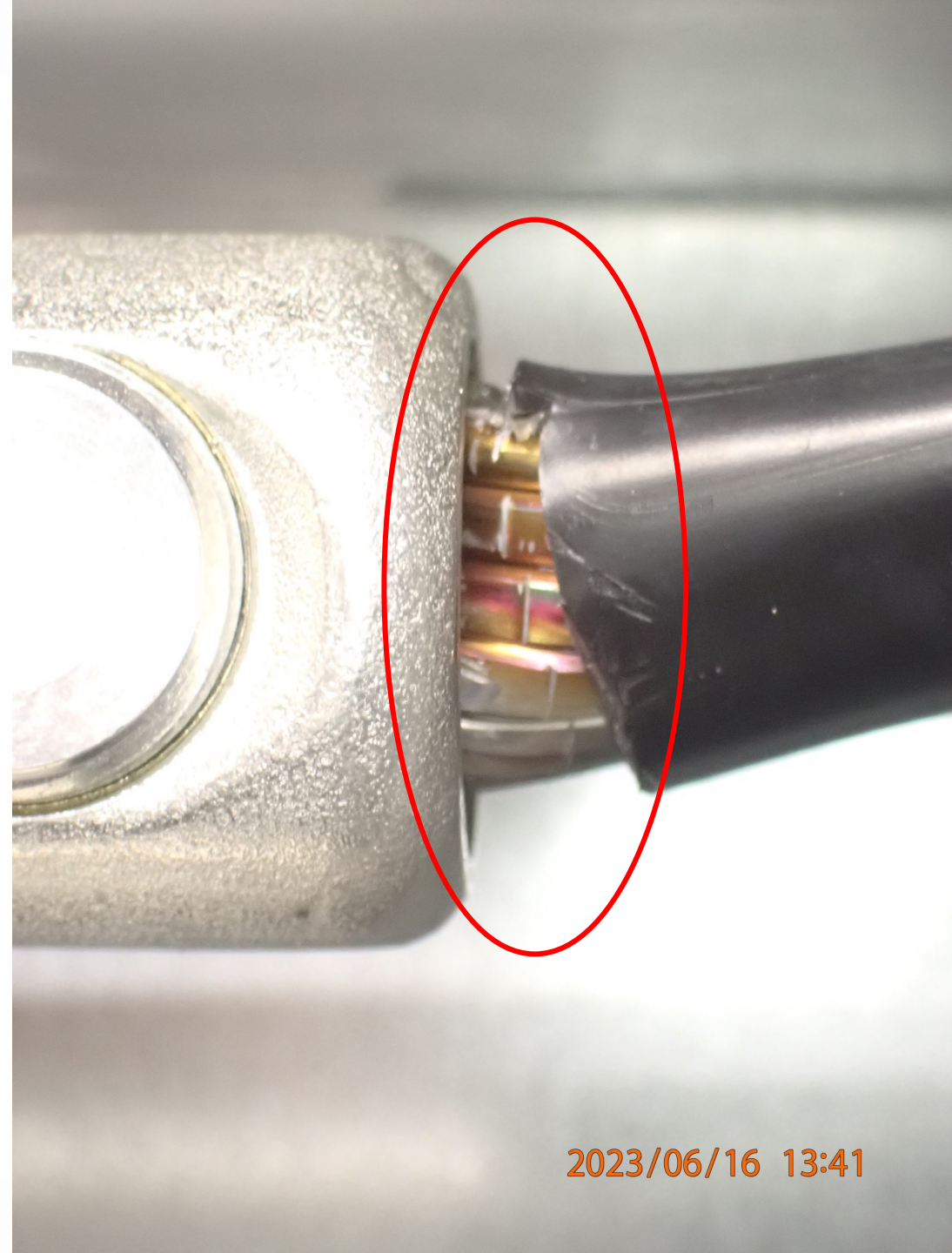
➤ Al-kaapelit päätetty väärin

- Pyöristys, harjaus, rasvaus puuttuivat
- Oikea momentti?  
Perinteinen momentin tarkistusmerkintä puuttuu

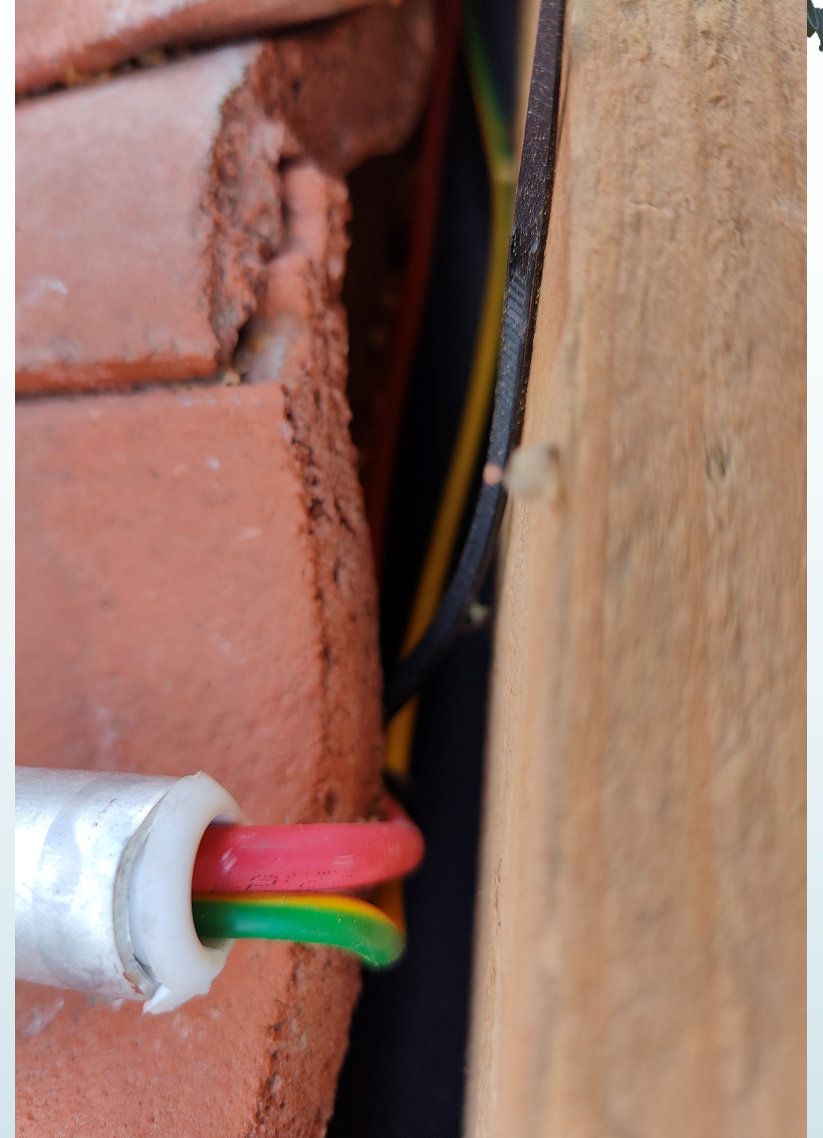


► **Tyypillisiä puutteita:**

- Kaapelikenkä läheltä
- Viillot uloimmissa säikeissä, ei oikea työkalu
- Voimakas värimuutos ei liene liitosrasvasta johtuva?

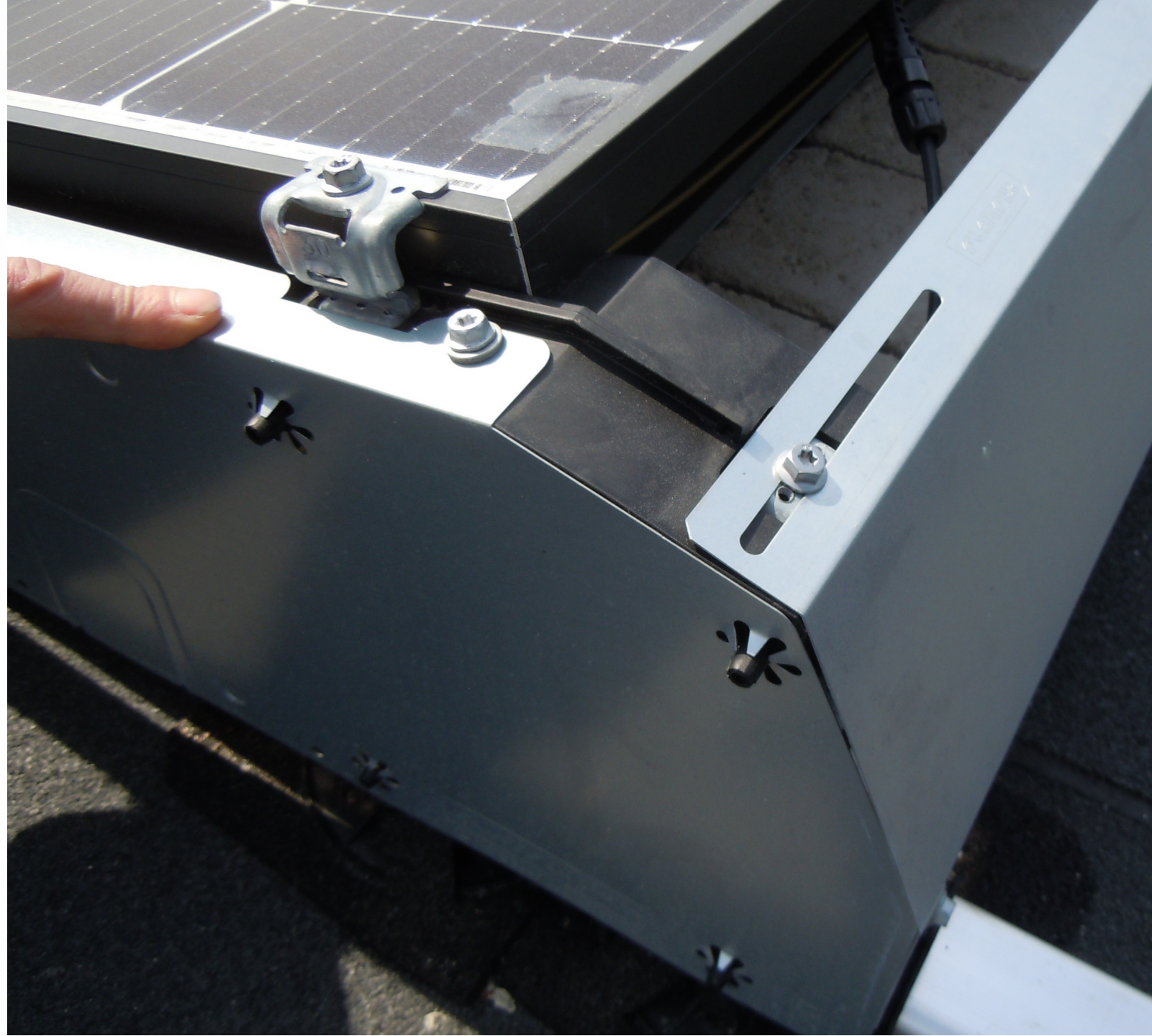


- ▶ **Tyypillisiä puutteita:**
- ▶ Johtoteitä on vain osittain tai ei lainkaan:
- ▶ Kaapelit ja potentiaalintasausjohdin asennettu harjatiilen raosta ilman suojaputkea yläpohjarakenteisiin



► **Tyypillisiä puutteita:**

- Lukuisista potentiaalintasauksista huolimatta kaikki tuulensuojapellit voivat olla irti maapotentiaalista
  - Syynä eristävät osat välissä



➤ **Tyypillisiä puutteita:**

➤ Samassa liitoksessa saa olla vain saman valmistajan saman tuoteperheen liittimiä

➤ Toteutuuko?

➤ Miten saan varmistuksen?





- KIITOS!
- Kysyttävää?