

## Aurinkopaneelien asennuksen standardinmukaisuuden tarkastus Suomen lumikuormat

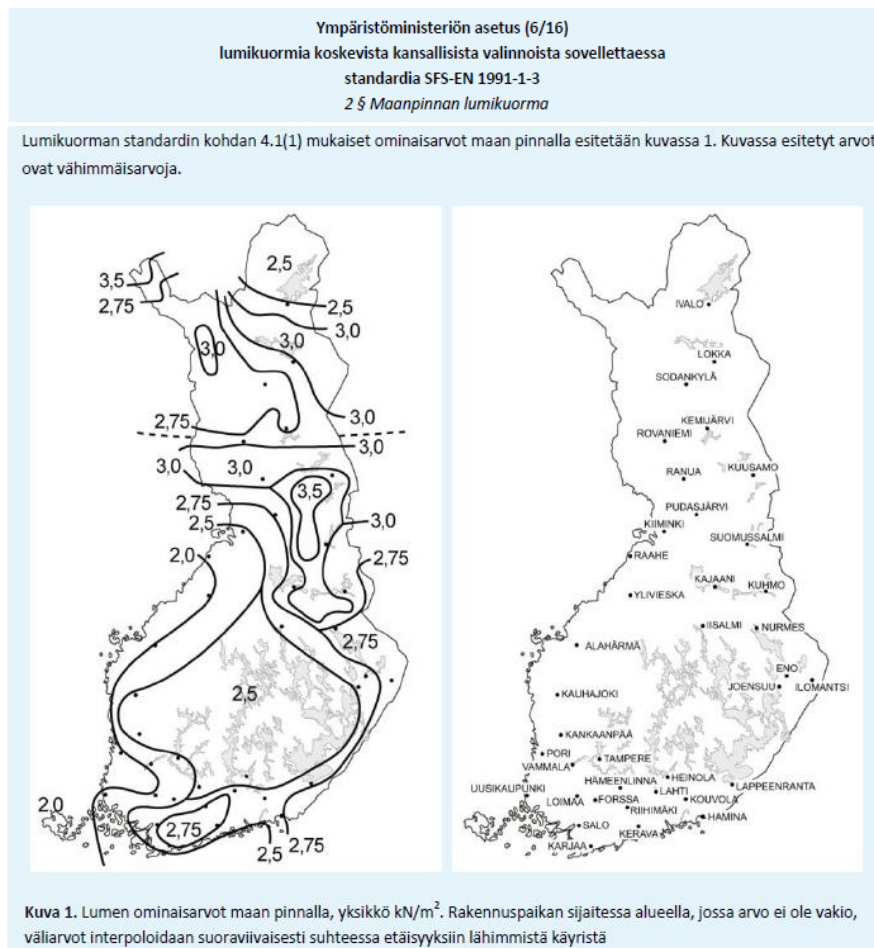
Noudatettava standardi:

SFS-EN 1991-1-3 + AC + AI

Eurokoodi I: Rakenteiden kuormat. Osa 1-3: Yleiset kuormat. Lumikuormat  
Suomen kansallinen liite

### Standardin keskeiset vaatimukset

- Lumikuorman ominaisarvot, jotka interpoloidaan kartasta (Esim. Helsingissä ominaisarvo on noin 2.6 kN/m<sup>2</sup>)



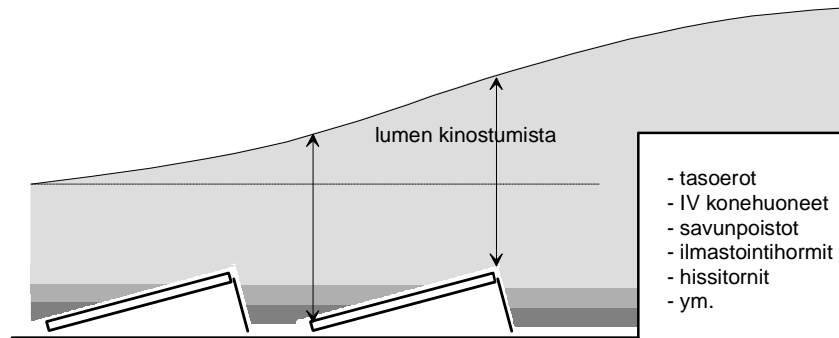
Lumikuorman ominaisarvossa huomioidaan lisäksi:

- Paneeliasennuksen muotokerroin.
- Paneeliasennuksen sijainnin tuulensuojaisuskerroin.
- Kinostuminen paneeliasennukseen. Katon korkeuseroista ja esim IV konehuoneista aiheutuva kinostuminen.

Kinostumista tapahtuu kaikilla katoilla. Kinostumista tapahtuu paneelikentässä rivien väleissä, missä kinostunut lumi on vanhaa tiivistynyttä lunta, minkä tilavuuspaino on suuri. Kinostuminen paneelikentässä kasvattaa erityisesti paneelin etureunan kuormitusta.



Lisäksi kinostumista tapahtuu katolla olevissa esteissä, esim katon porrastuksissa tai IV konehuoneiden seinustoilla, minkä läheisyydessä paneeleihin kohdistuva lumikuorma kasvaa. Lumikuormatarkastelu tulee tehdä niiden paneelien kohdalla, missä lumikuorma on suurin.



Kookkaissa aurinkopaneelikentissä huomioitava SFS-EN 1991 standardin mukainen lumikuorma Suomessa on tyypillisesti 2.5 – 3.5 kN/m<sup>2</sup>. Lumikuorman määrittelee pätevä suunnittelija, jolla on lumikuormatarkasteluun riittävä tietotaito ja kokemus. Suunnittelijan pätevyysvaatimus on kuvattu laissa 41/2014 kohdassa 120 e §.

## Aurinkopaneelin kuorman kantavuus

Paneelivalmistaja ilmoittaa asennusohjeessaan miten paneeli on kiinnitettävä ja millaisen lumikuorman paneeli kantaa ko. kiinnityksellä. Kuorman kantavuus on tyypillisesti 2400 Pa, 3500 Pa tai 5400 Pa.



2400 Pa = 2.4 kN/m<sup>2</sup>

3500 Pa = 3.5 kN/m<sup>2</sup>

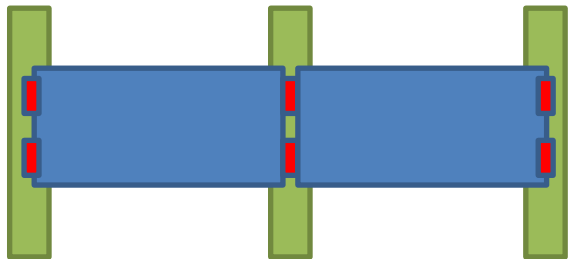
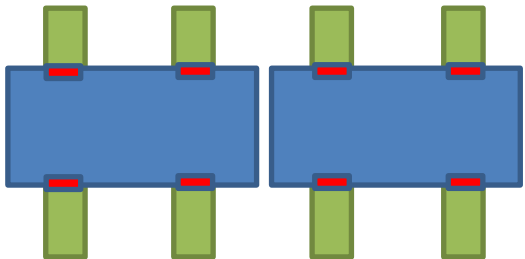
5400 Pa = 5.4 kN/m<sup>2</sup>

Paneelin kiinnitystavat ilmoitetaan yleensä kuvina, mistä ilmenee vaaditut paneelin kiinnityspisteet ja kiinnitystä vastaava kuormankantokyky. IEC normien mukaisen kuormitustestin läpäisevät kiinnityspisteet on yleensä määritelty hyvin tarkasti. Usein kuormitusarvoa ei anneta lainkaan nurkasta kiinnitykseen.

Eri paneelivalmistajilla lumikuorman kantavuus on tyypillisesti seuraava:

Paneeli kiinnitetään ns. Clamp –kiinnityksellä neljästä merkitystä pisteestä paneelin lyhyiltä sivuilta	Paneeli kiinnitetään ns. Clamp –kiinnityksellä neljästä merkitystä pisteestä paneelin pitkiltä sivuilta
	
Lumikuorman kantavuus 2400 Pa (2.4 kN/m <sup>2</sup> )	Lumikuorman kantavuus 5400 Pa (5.4 kN/m <sup>2</sup> )

Tasakattojen asennusjärjestelmän runkorakenteet ovat tyypillisesti seuraavat:

Kantavat runkolinjat kulkevat paneelien päiden kohdalla.	Kantavat runkolinjat kulkevat pitkien sivujen kiinnityspisteiden kohdalla.
	
Kiinnitys paneelin lyhyiltä sivuilta. Lumikuorman kantavuus 2400 Pa (2.4 kN/m <sup>2</sup> )	Kiinnitys paneelin pitkiltä sivuilta. Lumikuorman kantavuus 5400 Pa (5.4 kN/m <sup>2</sup> )

## Miten voi arvioida täyttääkö aurinkopaneeliasennus Suomen lumikuormavaatimuksia?

Jos aurinkopaneelit on kiinnitetty paneelin lyhyiltä sivuilta tai kulmista on mahdollista, että paneelin kantavuus ei riitä Suomen lumikuormille.

Jos telineen runkorakenne kulkee paneelin päiden kohdalla, on erittäin todennäköistä, että paneelit on kiinnitetty vain kulmista tai paneelin lyhyiltä sivuilta.

Jos paneelissa on 60 kennoa (=10 x 6 kennoa. Koko n. 1m x 1.7m) -> kantavuus ei ehkä riitä.

Jos paneelissa on 72 kennoa (=12 x 6 kennoa. Koko n. 1m x 2m) -> kantavuus tuskin riittää.



Paneelissa on 12 kennoa  
vierekkäin ja leveyttä 2m !

Paneelikiinnikkeet ovat  
kulmissa tai paneelin lyhyillä  
sivuilla !

Runkolinja kulkee vain  
paneelin päiden kohdalla !

On erittäin todennäköistä, että kuvan asennus ei täytä Suomen lumikuormavaatimusta!

## Virheellisen asennuksen potentiaalisia vaaroja

Virheellinen asennus voi aiheuttaa vakavia henkilövahinkoja tai kuoleman.

- Paneeli kaareutuu lumikuormasta -> paneeli putoaa kiinnikkeistä -> paneeli lentää myrskyssä -> hengenvaara.
- Paneeli kaareutuu ja lasi rikkoutuu tai kiderakenne säröytyy -> korkean DC jännitteen valokaarivaara -> tulipalo -> hengenvaara.
- Paneeli kaareutuu ja kiderakenne säröytyy -> maavuotoa -> sähköiskun vaara -> hengenvaara.
- Paneelirunko taivuttaa, lasi rikkoutuu ja paneeli romahtaa -> maavuotoa, paneelin lentäminen myrskyssä, kattovauriot -> omaisuusvahingot ja hengenvaara.

Virheellisestä asennuksesta voi aiheutua merkittäviä taloudellisia tappioita.

- Kattorakenteiden mekaaniset vauriot ja vesivuodot
- Paneelikenttien tulipalot ja kiinteistöpalot
- Vakuutusyhtiö voi kieltäytyä korvaamasta vahinkoa, jos paneeliasennus ei täytä normeja
- Paneelikenttä voi joutua käyttökieltoon tai korjattavaksi myöhemmissä määräaikaissa lakisääteisissä varmennustarkastuksissa.
- Rakennustarkastus voi vaatia muutoksia paneelikenttään.
- Paneelikentän ylläpito- ja huoltokustannukset voivat kasvaa merkittävästi.
- Maineen menetykset, imagotappiot

## Esimerkki. Ote asennusohjeesta: Amerisolar

Paneelityyppi kantaa vain 2400 Pa, kun paneeli kiinnitetään neljästä pisteestä merkityillä alueilla pitkältä tai lyhyeltä sivulta ns. Clamp kiinnityksellä. Asennusohjeen mukaisesti Suomessa paneelin kiinnitykseen tulisi käyttää useampia kiinnityspisteitä. Edes nelipistekiinnitys paneelin pitkältä sivulta ei riitä kaikille Suomen lumikuormille.

<http://www.weamerisolar.eu/wp-content/uploads/2012/11/Installation-Manual.pdf>

### (b) Clamp mounting

- The modules can be installed in both landscape (clamping on the short frame) and portrait (clamping on the long frame) modes by clamp mounting.
- The module clamps should not come into contact with the front glass and must not deform the frame.
- Be sure to avoid shadowing effects from the module clamps.
- The module frame is not to be modified under any circumstances.
- When choosing this type of clamp mounting method, please be sure to use at least four clamps on each module, two clamps should be attached on each frame of the module. Depending on the local wind and snow loads, if the pressure load exceeds 2400Pa, additional clamps or support would be required to ensure the module can bear the load.

For clamping mounting on the long or short frame of the module, please refer to Fig.3 and Fig.4.

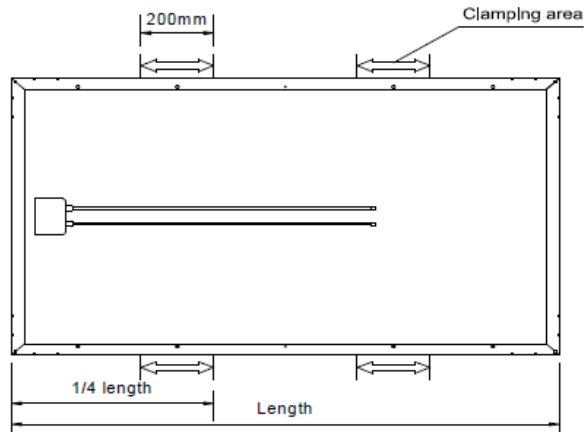


Fig.3 The module installed on long frames with clamp mounting method

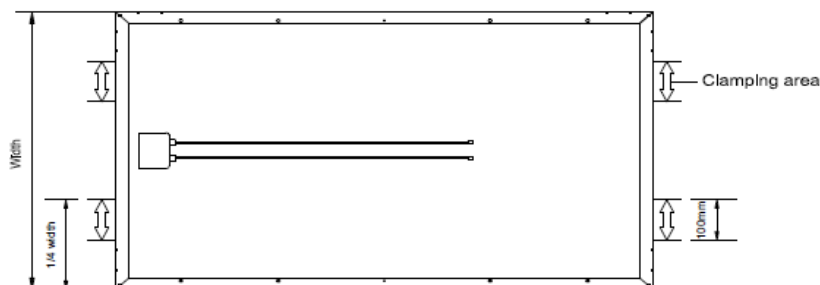


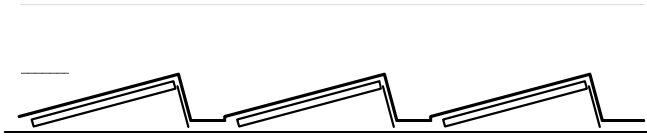
Fig.4 The module installed on short frames with clamp mounting method

## Ohje rakennesuunnittelijoille SFS-EN 1991-1-3 tulkintaan muotokertoimen osalta.

Muotokerroin valitaan sen pinnan muodon mukaan mihin lumi kerääntyy. Tasakatolla on oma muoto ja tasakaton päälle rakennetulla aurinkopaneelikentällä on oma muoto. Paneelien kuormitustapaus tulee tarkastella paneeliasennuksen muodon mukaan.

### Lumen kinostuminen paneelikentässä ja kuormitustapaus

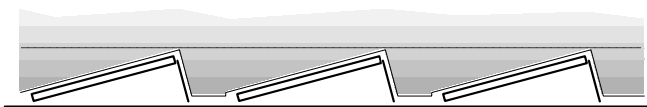
paneelikentän muoto vastaa sahakattoa



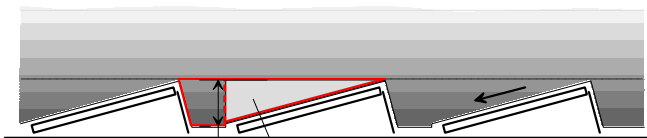
tuulessa lumi kinostuu riviväleihin ja pinta tasoittuu vastaamaan tasakaton muotoa



rivien välien lumi on vanhaa lunta missä tilavuuspaino on suuri



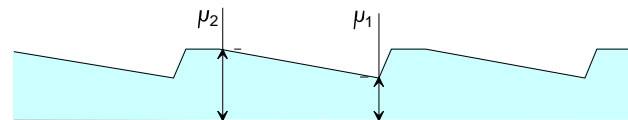
tapahtuu myös liukumista, mikä huomioitava paneelin etureunan kuormituksessa




0.3m

Alimmaisiksi kinostunut vanhan lumen kuorma:  
 $(0.3\text{m} / 2) * 3.5 \text{ kN/m}^2 = 0.53 \text{ kN/m}^2$

kuormitustapaus

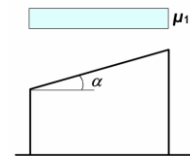


Case (ii)  
 $\mu_2(\bar{\alpha}) \quad \bar{\alpha} = (\alpha_1 + \alpha_2)/2$   
 $\mu_1(\alpha_1)$    $\mu_1(\alpha_2)$



Tapaus (ii): Tapahtuu lumen liukumista

(Kinostumisen jälkeen muoto vastaa tasakaton muotoa.)



Tilavuuspainot: LIITE E