

Lumirakenteiden laskennassa noudatettavat kuormat ja kuormitukset

Kuormien laskemisessa noudatetaan RakMK:n osaa B1, Rakenteiden varmuus ja kuormitukset sekä Rakenteiden kuormitusohjetta (RIL 144)

Mitoituslaskelmissa käytetään:

- kuormina ominaiskuormista saatuja laskentakuormia
(ominaiskuorma
kuorma jota ei määrättyllä todennäköisyydellä ylitetä rakenteen käyttöaikana)
(laskentakuorma
kuorma, jolla lasketaan jännitykset tarkasteltavana olevassa rajatilassa
= ominaiskuorma kertaa kuorman osavarmuuskerroin)

- lumen lujuuksina ominaislujuuksista saatuja laskentalujuuksia
(ominaislujuus
rakenteen materiaalin lujuus, joka määrättyllä todennäköisyydellä ylitetään)

Murtorajatilatarkastelussa rakenteen laskentakuorma q_d saadaan:

(murtorajatila:
rajatila, jossa rakenne menettää kantokykynsä tai muutoin käyttökelpoisuutensa)
(laskentalujuus
ominaislujuus jaettuna materiaalin osavarmuuskertoimella)

$$q_d = \left. \begin{matrix} 1,2 \\ 0,9 \end{matrix} \right\} g_k + 1,6 \cdot q_{k1} + 1,6 \cdot q_{klumi(tuuli)} + \sum 0,8 \cdot q_k$$

g_k pysyvä kuorma
 q_{k1} yksi muuttuva kuorma, joka ei ole lumi- ja tai tuulikuorma
 $q_{klumi(tuuli)}$ lumi- tai tuulikuorma
 q_k muut muuttuva kuormat

Käyttörajatilatarkasteluissa laskentakuorma q_d saadaan:

$$q_d = g_k + q_{k1} + q_{klumi(tuuli)} + \sum 0,5 \cdot q_k$$

Jokaisen kuorman todellinen vaikutusaika tulee arvioida mahdollisimman tarkasti.

Kuormat jaetaan vaikutusajan perusteella:

- hetkelliset kuormat (vaikutus < 1h), esim. tuulikuorman maksimiarvo murtotilamitoituksessa
- lyhytaikaiset kuormat (vaikutus 1h – 1 vrk), esim. työn aikaiset kuormat ja yleisökuormat
- pitkäaikaiset kuormat (vaikutus > 1 vrk), esim. rakenteen omapaino

Lumen virumasta syntyviä pysyviä muodonmuutoksia laskettaessa otetaan huomioon vain lyhytaikaisten ja pitkäaikaisten kuormien vaikutus.

Lumikuorma:

- Lumikuormasta voidaan tehdä 30 %:n vähennys.
(voidaan tehdä yli 30 %:n vähennys, jos rakenne valmistuu tammikuun 1. päivän jälkeen)
- Lumikuorman maksimiarvo oletetaan vaikuttavan maaliskuun 15. päivänä
(siihen asti kuorma kasvaa lähes lineaarisesti, sen jälkeen sulamisen vuoksi lumikuorma

vähenee lineaarisesti)

Tuulikuorma:

- tuulikuorma voi kohdistua maksimiarvolla milloin tahansa, jolloin se on hetkellinen, eikä aiheuta pysyviä muodonmuutoksia rakenteeseen
- pitkäaikaisia muodonmuutoksia laskettaessa voidaan tuulikuormasta tehdä 90 %:n vähennys tai määrittää tuulikuorma talviaikaisten tuulten keskinopeuksien perusteella. se oletetaan vaikuttavan rakenteeseen vakiosuuruisena.
- jos rakennelma sijaitsee voimakkaille tuulille alttiilla paikalla, voidaan pystyrakenteiden muodonmuutos laskea arvioimalla tuulikuorma 2-4 viikon kuormitusjaksoina. tuulenpaine voidaan arvioida ko. tapauksissa 10-50 % maksimiarvosta.

Laskelmissa huomioidaan lisäksi valmistuksen ja rakennustyön aikaiset kuormat ja kuormitustilanteet.

Sääolojen vaikutus lumirakenteisiin

- auringon säteily ja yli 0 C:n ilman lämpötila aiheuttavat lumirakenteen pinnassa sulamista ja sohjoontumista
- rakenteen lujuuksia laskettaessa vähennetään rakenteen paksuudesta sulaneen kerroksen paksuus
- sohjokerroksen paksuus on vähennettävä rakennepaksuudesta, mutta lisättävä kuormaksi rakenteelle

Sulamisen laskenta

Sulaneen kerroksen paksuus saadaan:

$$h_s = k_1 T_s + k_2 (1 - \beta) \cdot s \cdot Q_s \quad [\text{mm/d}]$$

h_s lumen sulaminen [mm/d]

k_1 rajoitettu astepäiväkerroin [mm/d²/C].

k_1 :n arvot lumen tiheydellä 650 kg/m³ saadaan taulukosta 1

T_s tarkasteltavan kuukauden lämpösumman keskiarvo [C_d]. kartta 1.

k_2 säteilykerroin [mm/d_m²/W].

k_2 arvo lumen tiheydellä 650 kg/m³ on 0.15 mm/d_m²/W

r lumen albedo eli heijastuskerroin, taulukko 2

s suuntakerroin globaalisäteilyn muuttamiseksi erisuuntaisille pinnoille, kuva 2

Q_s tarkasteltavan kuukauden globaalisäteilyn keskiarvo [W/m²], kartta 2.

– seinän kallistuskulma vaakatasosta [°]

Kaavan kertoimet ja säähavainnot valitaan taulukoista 1 ja 2, kuvista 1 ja 2 sekä kartoista 1 ja 2.

Laskentajärjestys:

- valitaan kuvasta 1 alue, johon rakennus tehdään
- alueen ja halutun kuukauden perusteella valitaan kerroin k_1 taulukosta 1 ja albedo r taulukosta 2.
- k_1 ja k_2 on esitetty lumen tiheydelle 650 kg/m³, voidaan korjata kaavoilla:

$$k_1 = k_{1p=650} \cdot (650 / \rho_{lumi}) \cdot (0.056 \cdot \rho_{lumi} - 0.68) / 2.96$$

$$k_2 = k_{2p=650} \cdot 650 / \rho_{lumi}$$

– ρ_{lumi} on lumen tiheys rakenteessa ennen sulamista tai sohjoontumista [kg/m³]

- valitaan kuvasta 2 suuntakerroin s seinän ilmansuunnan ja kaltevuuden \square perusteella
- valitaan säätökijät T_s ja Q_s kartoista 1 ja 2 ko. paikkakunnalle

Kaavalla saadaan sulannan h_s keskimääräinen arvo päivää kohti [mm/d].

Kerrottaessa h_s luvulla 30 saadaan kuukauden kumulatiivinen sulanta [mm]

Laskennassa voidaan käyttää lämpösomman ja globaalisäteilyn keskiarvojen tilalla niiden 50 vuoden toistuvuusarvoja.



Kuva 1. Aluejako astepäiväkertoimen k_1 ja heijastuskertoimen r määrittämistä varten.

Lähde: Lumirakenteiden suunnittelu- ja rakentamisohjeet, RIL218-2001.

Taulukko 1. Astepäiväkerroin k_1 lumen tiheydellä 650 kg/m^3 , aluejako kuvassa 1.

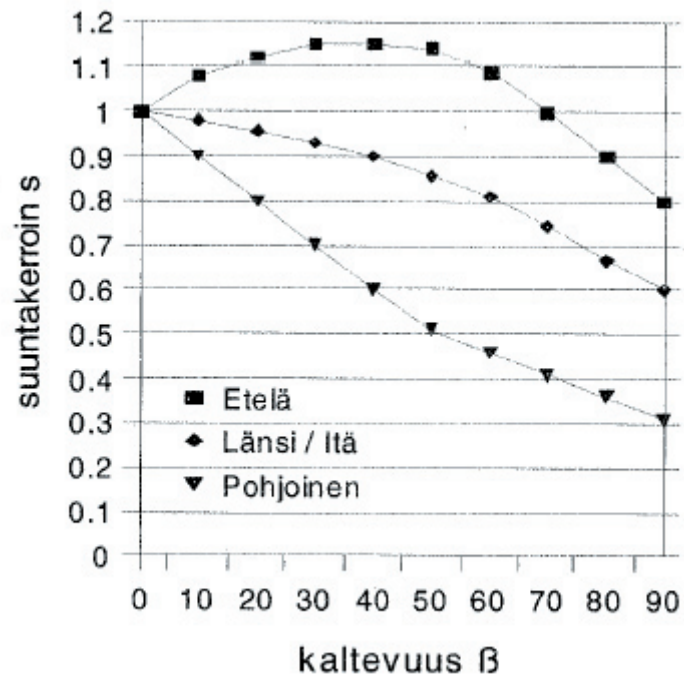
	alue 1	alue 2	alue 3	alue 4
tammikuu	0.15	0.09	0.10	0.09
helmikuu	0.16	0.10	0.11	0.09
maaliskuu	0.18	0.11	0.12	0.10
huhtikuu	0.19	0.12	0.14	0.12

Lähde: Lumirakenteiden suunnittelu- ja rakentamisohjeet, RIL218-2001.

Taulukko 2. Lumen heijastuskertoimen eli albedo r , aluejako kuvassa 1.

	alue 1	alue 2	alue 3	alue 4
tammikuu	0.7	0.7	0.7	0.7
helmikuu	0.55	0.6	0.6	0.65
maaliskuu	0.45	0.55	0.5	0.6
huhtikuu	0.3	0.4	0.4	0.5

Lähde: Lumirakenteiden suunnittelu- ja rakentamisohjeet, RIL218-2001.



Kuva 2. suuntakerroin s pinnan kaltevuuskulman ja seinän vastaisen ilmansuunnan funktiona.
 Lähde: Lumirakenteiden suunnittelu- ja rakentamisohjeet, RIL218-2001.

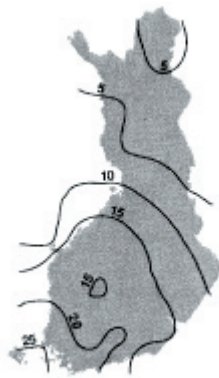
TAMMIKUU



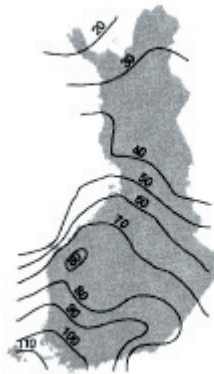
HELMIKUU



MAALISKUU

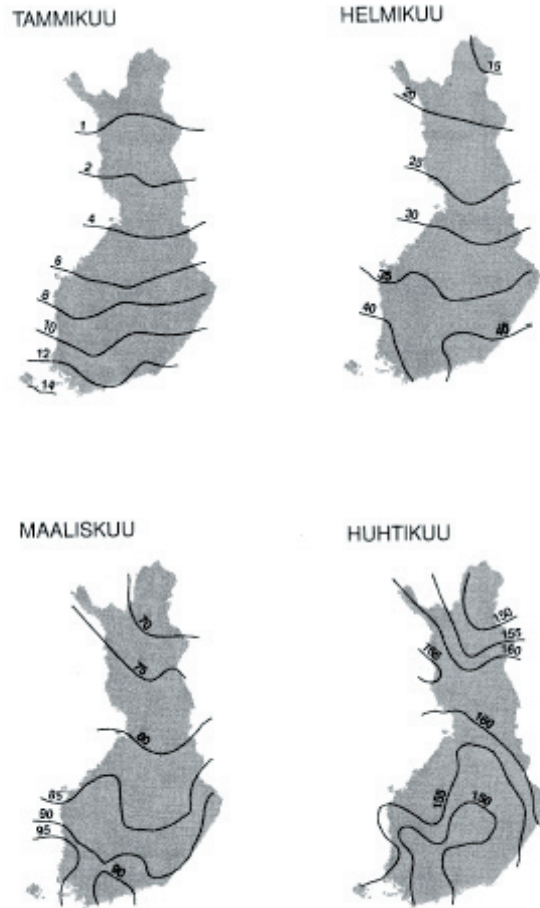


HUHTIKUU



Kartta 1. Lämpösumman T, keskiarvo maan eri osissa tammi-, helmi-, maaliskuu- ja huhtikuussa (°C·d).

Lähde: Lumirakenteiden suunnittelu- ja rakentamisohteet, RIL218-2001.



Kartta 2. Globaalin säteilyn Q_g keskiarvot maan eri osissa tammi-, helmi-, maaliskuu- ja huhtikuussa ($W \cdot m^{-2}$).

Lähde: Lumirakenteiden suunnittelu- ja rakentamisohjeet, RIL218-2001.

Sohjokerroksen laskenta

sohjokerroksen paksuus lasketaan:

$$h = 4.4 \cdot H_s \quad [\text{mm}]$$

H_s on sulaneen lumen paksuus

sohjokerroksen tiheys lasketaan:

$$\rho_{sohjo} = 1.15 \cdot \rho_{lumi} \quad [\text{kg/m}^3]$$

sohjon aiheuttama lisäkuorma rakenteelle lasketaan:

$$m = 0.001 \cdot h \cdot \rho_{sohjo} \quad [\text{kg/m}^2]$$