

Lumirakenteen käyttörajatilatarkastelut

Käyttörajatilatarkasteluun kuuluu käytön aikana syntyvien muodonmuutosten seuranta ja arviointi. Muodonmuutokset ovat lumirakenteissa lähinnä painumia ja kallistumia. Suunnitteluvaiheessa tulisi huomioida käyttörajatilat. Usein käyttörajatila on tärkeämpi mitoittava tekijä kuin murtorajatila. Paras keino välttää painumat on käyttää korkeatiheyksistä lunta.

Painumien laskenta

- seinä-, muuri- ja tornirakenteiden painumaa voidaan arvioida kaavalla:

$$\Delta = \frac{\rho \cdot g \cdot t \cdot L^2}{2 \cdot \eta_k}$$

Δ	yläreunan painuma ajassa t [m]
ρ	lumen tiheys [kg/m ³]
g	maanvetovoiman kiihtyvyys [m/s ²]
t	aika [s]
L	rakenteen korkeus [m]
η_k	lumen viskositeetti [Pa·s]

- tietyllä korkeudella olevan pisteen x painuma tietyssä ajassa lasketaan:

$$\Delta = \frac{\rho \cdot g \cdot t \cdot x}{\eta_k} \left(L - \frac{x}{2} \right)$$

Sallitut painumat:

- rakenteen sallittu painuma määritetään tapauskohtaisesti
- perusteena rakennuksen käyttö, rakenteiden käyttökelpoisuus, toiminnallisuus ja esteettisyys
- ovi- ja ikkuna-aukkojen painuminen, liittyvät rakenteiden ja kalusteiden rikkoontumisvaara sekä tilojen käyttökelpoisuus.

Raja-arvoja sallituille painumille:

- vapaasti seisova ja muita rakenteita kantamattoman seinä-, muuri- tai tornirakenne L/5
L tarkastelupisteen pystysuora etäisyys rakenteen alareunasta
- holvi-, kaari- ja kupolirakenne sisätilan lakipisteen pystysuora painuma enintään L/8,
L lakipisteen pystysuora etäisyys alareunasta

Kallistumat

- kallistumien tarkastelu tulee tehdä kun rakenteen korkeuden L ja kallistuman suuntaisen ja rakenteen kannassa olevan poikkileikkausmitan H suhde on suurempi kuin 2,5.
- oman painon perusepäkeskisyydelle voidaan käyttää arvoa L/50.
- muiden pystykuormien epäkeskisyydet arvioitava erikseen
- tuulenpaine otettava huomioon.

Raja-arvo kallistumalle:

- seinä-, muuri- ja tornirakenteen mielivaltaisesti valitun pisteen vaakasuora siirtymä saa olla L/20
L pisteen pystysuora etäisyys rakenteen alareunasta

Laskuesimerkki

Kuinka paljon painuu 3 kuukauden käytön aikana luonnonlumesta polkemalla tiivistetty lumimuuri yläosastaan? a) lumen tiheys 450 kg/m³ b) lumen tiheys 600 kg/m³.

Muurin leveys 1200 mm, korkeus 2400 mm ja pituus 15000 mm, poikkileikkaus on suorakaide. Lumi oletetaan kauttaaltaan homogeeniseksi.

Ratk.

a).

$$\Delta = \frac{\rho \cdot g \cdot t \cdot L^2}{2 \cdot \eta_1} = \frac{450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * (60 * 60 * 24 * 90) \text{s} * 2,4^2 \text{m}^2}{2 * 1 * 10^{11,2} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{s}} = 0,62 \text{m}$$

b).

$$\Delta = \frac{\rho \cdot g \cdot t \cdot L^2}{2 \cdot \eta_1} = \frac{600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * (60 * 60 * 24 * 90) \text{s} * 2,4^2 \text{m}^2}{2 * 1 * 10^{11,2} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{s}} = 0,08 \text{m}$$

=> *Lumen tiheyden kasvattaminen vähentää odotettavissa olevaa painumaa suuresti.*