

www.fise.fi	FISE Oy
FISE	Lapinlahdenkatu 1 B, 4. krs 00180 Helsinki
Rakennus-, LVI- ja kiinteistöalan henkilöpätevyudet	Byggnads-, VVS- och fastighetsbranchens personkompetenser

RAKENNUSVIRHEPANKKI

RVP-S-PU-1

Virhekortin tarkoituksena on jakaa informaatiota toteutuneesta ja virheeksi tulkitusta ongelmatilanteesta, sen taustoista ja ennaltaehkäisemisestä. Virhekortista ei tule tehdä yleistyksiä kaikkia vastaavia tapauksia koskien, koska ongelmatilanteeseen ovat vaikuttaneet useat eri osasyt. Edellytyksenä virhekortin soveltamiselle on riittävä ammattitaito ja perehtyneisyys kyseessä olevaan erityisalaan, sen taustateorioihin, määräyksiin ja ohjeisiin. Virhekortit ohjaavat oikeisiin ratkaisuihin perustuen kortin laatimisajankohdan määräyksiin, ohjeisiin ja alan käsikirjoihin. Virheeksi tulkittua ongelmatilannetta ei tule pitää rakennusvirheenä oikeudellisessa mielessä.

Hoikan puuristikon suunnittelu

Puurakenteiden suunnittelijan pätevuyslautakunta 20.6.2006, päivitetty 13.8.2018

1 Virhe

Useita naulalevyristikoin suunniteltuja jänneväliiltään noin 25 m yläpohjia on jouduttu vahvistamaan ja tukemaan, koska ristikon suunnittelijan ja vastaavan rakennesuunnittelijan välinen yhteistyö ei toiminut eikä työmaalla ymmärretty normaalista poikkeavaa uudenlaista ratkaisua.

Ristikot suunnitellaan nykyisin tietokoneella optimoiden, joka johtaa hoikkiin rakenteisiin. Hoikempi rakenne puolestaan edellyttää asennusaikaisen tilanteen ja ristikoiden lopullisen tuennan tarkempaa suunnittelua ja toteutusta.

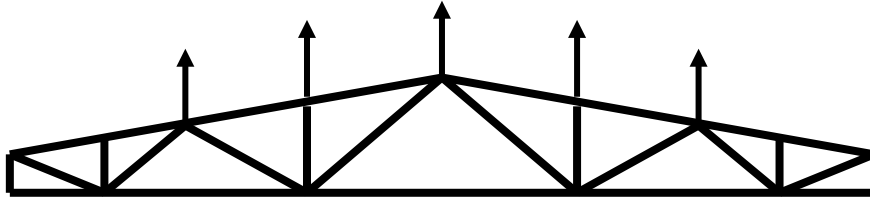
Eräässä tapauksessa ristikot oli lisäksi toteutettu paloteknisistä syistä kolmen ristikon nippuina. Nippujen ristikot oli kiinnitetty toisiinsa siten, että ristikkonippu ei auttanut yläpaarten nurjahdustuennassa merkittävästi. Ongelmaa lisäsi se, että kaikki nipun ristikot olivat identtisiä, jolloin mm. yläpaarten jatkokset olivat samalla kohdalla aiheuttaen jatkoskohtaan kulmanmuutoksen ja sitä kautta koko yläpohjaan suuria vaakasuuntaisia lisärasituksia.

2 Virheestä aiheutuvat ongelmat

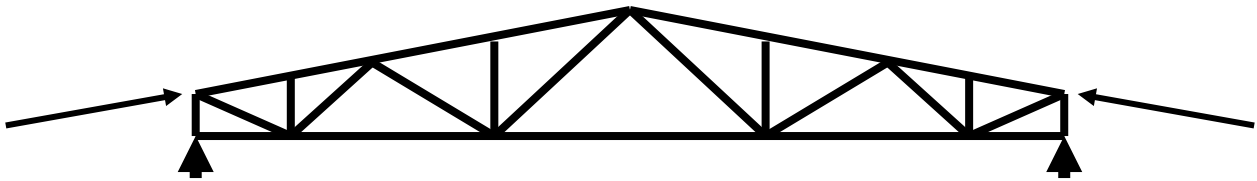
Monissa tapauksissa tällaisten aiempaa paljon hoikempien rakenteiden asentamisessa on esiintynyt häiriöitä. Rakenteisiin on jäänyt asennuksen yhteydessä alkukäyryyksiä, jotka kuormituksen kasvaessa ovat aiheuttaneet joihinkin yläpohjiin hyvin suuria muodonmuutoksia ja lisärasituksia.

Ristikoille ei ole Suomessa asetettu erillisiä asennusaikaisia hoikkuusrajoja asentamisen varalta. Lopullisen rakenteen puristetut diagonaalit, pystysauvat ja yläpaarre suunnitellaan luonnollisesti ottaen huomioon hoikkuuden vaikutus. Viime vuosilta löytyy esimerkkejä, joissa noin 25 m:n jännevälinen ristikko on toteutettu 42 mm paksulla puutavaralla. Tällainen rakenne on erittäin hoikka asennusaikana, vaikka ristikot asennettaisiinkin kolmen nippuina. Ristikot on kiinnitettävä toisiinsa hyvin, jotta yhteistoiminta vaikuttaisi hoikkuuteen merkittävästi.

Hoikka ristikko voidaan nostaa asennettaessa kuvan 1 mukaisesti useasta pisteestä, jolloin rakenteen hoikkuuden haitat voidaan eliminoida. Kuitenkin laskettaessa ristikko tukiensa varaan, siihen syntyy omasta painosta välittömästi sauvavoimia ja ristikon yläpaarre on sidottava riittävän monesta pisteestä sivusuuntaisen nurjahduksen estämiseksi. Kuvaan 2 on piirretty ristikon omasta painosta yläpaarteeseen syntyvä puristava voima. Voima on suurimmillaan harjaristikossa jännevälin kolmannespisteen läheisyydessä.



Kuva 1. Hoikan naulalevyristikon stabiilius säilyy, kun se nostetaan useasta pisteestä.



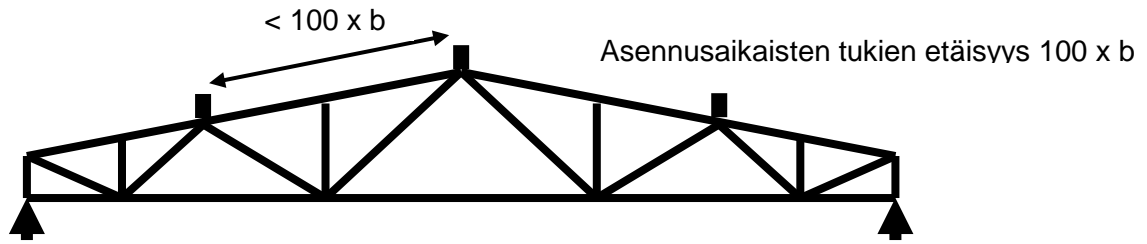
Kuva 2 Kun ristikko lasketaan tuille, sauvavoimat omasta painosta syntyvät välittömästi.

Eräässä esimerkkitapauksessa noin 25 m pitkän ristikon yläpaarre (paksuus 42 mm) menetti tukemattomana stabiiliutensa (nurjahti) voimalla 200 N koska tukemattoman yläpaarteiden hoikkuus oli erittäin suuri (luokkaa 2000). Omasta painosta aiheutui yläpaarteeseen puristava voima, joka oli luokkaa 3200 N. On täysin selvää, että tällaisen ristikon asentaminen on hyvin vaikeaa ja asennusaikainen yläpaarteiden sitominen ei onnistu ilman erikoistoimenpiteitä. Kiepahtaneen ja/tai suoristetun ristikon paarteiden kulmanmuutokset naulalevyjen kohdalla irrottavat naulalevyjä ja alentavat siten myös ristikon momenttikapasiteettia.

3 Virheen korjaaminen

Yläpaarteiden asennusaikainen nurjahdustuenta on hyvä suunnitella siten, että varmuus asennusaikaisiin rasituksiin nähden on vähintään luokkaa kaksi.

Pisimpien naulalevyristikoiden jännemitat ovat noin 25 m. Tällöin yläpaarteeseen ristikon omasta painosta aiheutuva jännitys on luokkaa 0,4 MPa. Asennusaikainen nurjahdustuenta voidaan suunnitella siten, että kriittinen nurjahdusjännitys on noin 0,8 MPa. Jos puun kimmokertoimeksi asennustilanteessa otaksutaan arvo 10000 MPa, saadaan Eulerin kriittisen nurjahdusjännityksen laskentakaavaa käyttämällä nurjahdustukiväliksi karkeasti arvo $100 \times b$, jossa b on yläpaarteiden paksuus (kuva 3). Tämä tukiväli vastaa hoikkuutta 350. Nippuristikossa b on yhden ristikon yläpaarteiden paksuus, ellei ristikkojen yhteen kiinnittämistä ole toteutettu siten, että ristikkonippu toimii nurjahdukseen nähden yhtenä kappaleena. Samaa kriteeriä voidaan noudattaa myös lyhemmillä jänneväleillä.



Kuva 3 Asennusaikaisten tukien suurin etäisyys, b on yläpaarteen paksuus.

4 Hyvän rakentamistavan mukainen ratkaisu

Asennusaikaiset tuet voidaan järjestää usealla eri tavalla. Yksi hyvä tapa on sijoittaa jokaiseen ristikkoväliin rakennuksen pituussuuntaan asennusaikaisten nurjahdustukien kohdille ristikot, jotka tukevat sekä ylä- että alapaarteen. Näillä pituussuuntaisilla ristikoilla voidaan välittää myös muita kattoon kohdistuvia vaakavoimia.

Puurakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa noudatetaan *Ympäristöministeriön asetusta kantavista rakenteista (477/2014)* ja siihen liittyvää ohjetta *Rakenteiden lujuus ja vakaus. Puurakenteet (2016)*. RIL 205-1 ja RIL 205-2 ovat edellä mainittuihin lähteisiin perustuvia puurakenteiden käytännön suunnitteluohjeita. Lisäohjeita löytyy julkaisusta *RIL 248 NR-kattorakenteen jäykistyksen suunnittelu ja toteuttaminen*.

Puurakenteiden toteuttamisen laadunhallinta on kuvattu standardissa *SFS 5978 Puurakenteiden toteuttaminen. Rakennuksien kantavia rakenneosia koskevat säännöt*. Standardi asettaa mm. eri rakenneosille asennustoleransseja. Erityisesti noudatetaan kohdan 7.2 *Rakennustyöt* kappaleen kaksi sisältämiä rakenteiden kokoamiseen liittyviä ohjeita.

5 Muuta

Rakennustuotteiden hankekohtaisen kelpoisuuden varmistamisessa tulee noudattaa voimassa olevaa lainsäädäntöä, asetuksia ja viranomaisohjeita. Tuotteiden kelpoisuuden varmistaminen asettaa velvollisuuksia rakennushankkeeseen ryhtyvälle (mm. kelpoisuuden toteamisvastuu), suunnittelijalle (mm. vaatimusten asettaminen ja osallistuminen kelpoisuuden toteamiseen) ja urakoitsijalle (mm. asetettujen vaatimusten noudattaminen ja tarkastusasiakirjan ylläpito).

Tuotteiden vaatimustenmukaisuus varmistetaan esim. CE-merkintäjärjestelmän avulla tai kansallisella tuotehyväksyntämenettelyllä (lisätietoa: www.ym.fi, Rakennustuotteiden tuotehyväksyntä). CE-merkinnällä valmistaja ilmoittaa tuotteen ominaisuudet yhdenmukaisella eurooppalaisella tavalla. Lisätietoa tuotteen kuuluvuudesta CE-merkintäjärjestelmään löytyy verkkosivulta www.henhelpdesk.fi.

Lähteet

Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista (477/2014), Ohje: Rakenteiden lujuus ja vakaus, Puurakenteet. Ympäristöministeriö 2016.

RIL 205-2018. Puurakenteiden suunnittelu. Eurokoodin EN-SFS 1995 suunnitteluohje. Osat 1 ja 2. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

SFS 5978 Puurakenteiden toteuttaminen. Rakennuksien kantavia rakenneosia koskevat säännöt.

RAKENNUSVIRHEPANKKI
RVP-S-PU-1

RIL 248 NR-kattorakenteen jäykistyksen suunnittelu ja toteuttaminen. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Avainsanat

Hoikkuus, naulalevyristikko, nurjahdus, puu, puurakenteet , yläpohja.