



6.7.2006

YM 11/629/2006

Jakelussa mainitut

Viite
Hänvisning

Asia
Ärende

NR-ristikoista rakennettujen kattojen, liimapuupalkkien sekä betonisten HI-palkkien rakenteellinen turvallisuus

Keväällä 2006 todettiin useita rakenteellisia vaaratilanteita ja tapahtui myös rakenteiden sortumia. Näistä yhdeksää tapausta tutkitaan suuronnettomuuden vaaratilanteena. Ympäristöministeriö on tapausten perusteella teettänyt VTT:llä liitteenä olevat selvitykset kattoristikoiden tuennasta sekä liimapuupalkkien halkeilusta. Ympäristöministeriö pitää rakenteellisista riskeistä tiedottamista tärkeänä. Kiinnittämällä kiinteistönomistajien huomiota asiaan voidaan ennalta ehkäistä onnettomuuksia. Ympäristöministeriö esittää, että kuntien rakennusvalvontaviranomaiset tiedottavat asiassa sopivaksi katsomallaan tavalla.

Sortumien ja rakenteellisten vaaratilanteiden alustavassa tutkinnassa huomio on kiinnittynyt NR-kattoristikoiden tuentaan sekä liimapuupalkkien halkeiluun ja betonisiin HI-palkkeihin. Riskejä voi esiintyä myös muun tyyppisissä rakenteissa. Ympäristöministeriön teettämät selvitykset kattoristikoiden tuennasta ja liimapuupalkkien halkeilusta sekä tämä kirje ovat ladattavissa ministeriön [www-sivuilla](http://www.sivuilla) [1]. Onnettomuustutkintakeskuksen tutkintaselostuksessa "Kauppakeskuksen katon sortumisvaara Kuopiossa", B 1/2005 Y, on annettu suositukset vastaavanlaisten HI-palkkien vaurioiden välttämiseksi. Tutkintaselostus on ladattavissa Onnettomuustutkintakeskuksen [www-sivuilta](http://www.sivuilla) [2]. Onnettomuustutkinta Savonlinnan kauppakeskuksen osalta on kesken. Rakennusteollisuus rt ry ja siihen kuuluvat betonielementtien valmistajat ovat osaltaan selvittäneet ja tiedottaneet esille tulleet onnettomuudet HI-palkkeihin liittyvästä rakenteellisesta riskistä.

Liitteenä olevien selvitysten tarkoituksena on palvella kiinteistönomistajaa tehtäessä arviota mahdollisen rakennusvirheen, ikääntymisen tai erityisen rasittavien olosuhteiden aiheuttamista riskeistä rakennuksen käytössä.

Vastuu rakennuksen kunnossapidosta on ensisijaisesti kiinteistön omistajalla. Rakenteiden turvallisuuteen voidaan tarvittaessa puuttua. Rakennustarkastaja voi edellyttää kiinteistön omistajaa selvittämään rakenteen kestävyyttä. Tarvittaessa on mahdollista vaatia rakennuksen omistajaa esittämään kustannuksellaan rakennusta koskeva kuntotutkimus turvallisuuden johdosta ilmeisen välttämättömien korjaustoimenpiteiden selvittämiseksi (MRL 166 §).

Tätä kirjettä koskevia lisätietoja antavat:

Rakennusneuvos Teppo Lehtinen, p. 09-1603 9670 (tavoitettavissa 6-14.7, 16.8-),

Rakennusneuvos Jaakko Huuhtanen, p. 09-1603 9654 (tavoitettavissa 17.7-)

ja rakennusvalvonnan osalta

Rakennusneuvos Heikki Aho, p. 09-1603 9653 (tavoitettavissa 7.8-)

Ylitarkastaja Pekka Lukkarinen, p. 09-1603 9657 (tavoitettavissa 17.7-)

Sähköpostit: etunimi.sukunimi@ymparisto.fi

Rakentamisen tulosalueen päällikkö,
Kehittämisohtaja

Helena Säteri

Rakennusneuvos

Teppo Lehtinen

LIITTEET

- Liite 1: VTT-M-06549-06: Kiinteistöjen omistajien varoittaminen kattoristikoiden asennusvirheistä -riskialttiiden kohteiden spesifointi
- Liite 2: VTT 20.6.06: Liimapuun halkeilu, ohje riskien ja korjaustarpeen arviointiin
- Liite 3: Rakennusteollisuus RT ry:n tiedote 2.5.2006
- Liite 4: Rakennusteollisuus RT ry:n tiedotteen 2.5.2006 liite jännitettyjen HI-palkkien suunnittelu ja valmistus

VIITTEET

- [1] www.ymparisto.fi > Maankäyttö ja rakentaminen > Hyvä ja kestävä rakennus > Kanta-
vat rakenteet
- [2] www.onnettomuustutkinta.fi>muut onnettomuudet>suuronnettomuuden vaaratilanteet

JAKELU

Kunnanhallitukset
Kuntien rakennusvalvontaviranomaiset

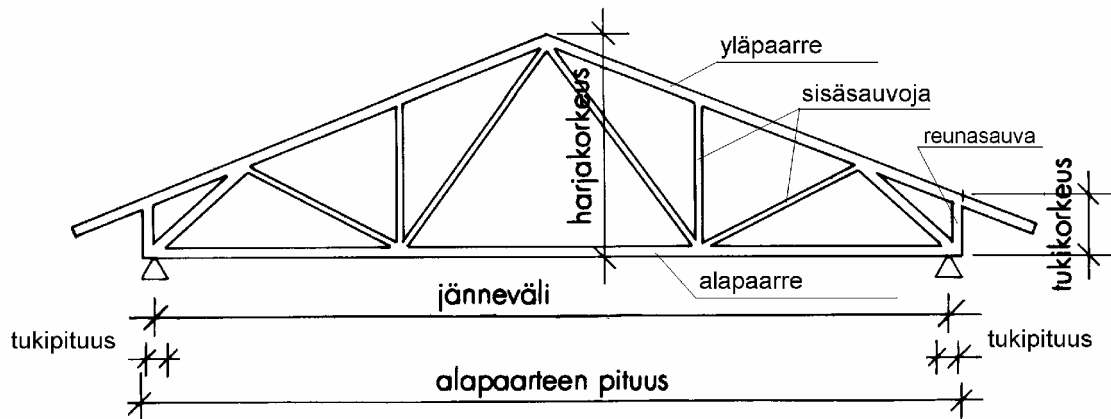
TIEDOKSI

Kuntien rakennustarkastajat
Alueelliset ympäristökeskukset
Ympäristöministeriön osastot ja yksiköt
Rakennusten rakenteellisen turvallisuuden yhteistyöryhmä:
 Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry
 Rakennusteollisuus RT ry
 Suomen Kuntaliitto
 Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry
 Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry
 Kiinteistöpalvelut ry
 Rakennustarkastusyhdistys RTY ry
Asuntokiinteistöliitto AKL ry
Asuntokiinteistö- ja rakennuttajaliitto ASRA ry
Kilpailuvirasto
Kuluttajavirasto
Maa- ja metsätalousministeriö
Maaseutukeskusten Liitto
Metsäteollisuus ry
MTK
Onnettomuustutkintakeskus
Opetusministeriö
Oulun yliopisto
Puolustusministeriö
Rakennusmestarit ja –insinöörit AMK RKL ry
Rakennusinsinöörit ja –arkkitehdit RIA ry
Rakennustietosäätiö
Senaattikiinteistöt
SFS-Sertifiointi Oy, rakennustuotteiden laadunvalvonta
Sisäasiainministeriö
Suomen Arkkitehtiliitto SAFA ry
Suomen Betoniyhdistys ry
Suomen Jääkiekkoliitto ry
Suomen Kiinteistöliitto ry
Suomen Konsulttiyhdistys SNIL ry
Suomen Palloliitto
Suomen Vakuutusyhtiöiden Keskusliitto ry
Tampereen teknillinen korkeakoulu, rakennustekniikan osasto
TE -keskukset
Teknillinen korkeakoulu, rakennus- ja yhdyskuntatekniikan osasto
Teknologiateollisuus ry
Teräsrakenneyhdistys ry
Turvatekniikan keskus TUKES
VTT
Wood Focus Oy

Kiinteistöjen omistajien varoittaminen kattoristikoiden asennusvirheistä - riskialttiiden kohteiden spesifiointi

Puuristikkorakenteisten kattojen sortumisten ja vaaratilanteiden välttämiseksi Ympäristöministeriö varoittaa kiinteistöjen omistajia puuristikkojen mahdollisista asennusvirheistä. Tämän ohjeen mukaan riskialttiiksi kohteeksi tunnistetun kattorakenteen puuristikkojen puutteellinen tai virheellinen työmaa-asennus saattaa johtaa vakaviin seurauksiin. Riskialttiin kohteen kriittisille rakenteille suositellaan välitöntä tarkastusta. Tarkastuksen suoritukseen ja epäilyttävien tarkastustulosten edellyttämiin toimenpiteisiin annetaan ohjeita liitteessä.

Näiden ohjeiden soveltaminen edellyttää rakennusalan ammatilliseen koulutukseen tai kokemukseen perustuvaa talonrakennustekniikan perusteiden ymmärtämistä. Mikäli ohjeessa esitetyt käsitteet ja termit ovat vieraita tai epäselviä, asiat kannattaa varmistaa alan ammattilaiselta.

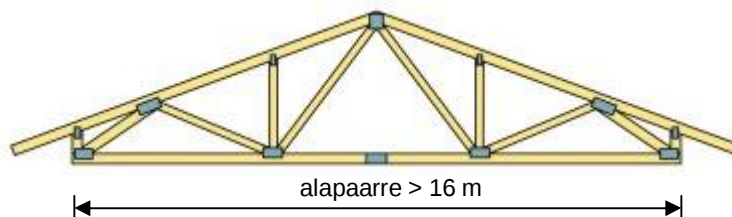


Asennusvirheiltään riskialttiin kohteen tunnistaminen

Puuristikoilla kannatettu kattorakenne luokitellaan riskialttiiksi, mikäli yksikin seuraavista ehdoista (□) toteutuu. Tarkastelu voidaan rajoittaa koskemaan vuoden 1990 jälkeen rakennettuja kohteita, joissa ristikoiden pitkät jännevälit yleistyivät.

Tehdasvalmisteiset naulalevyristikot

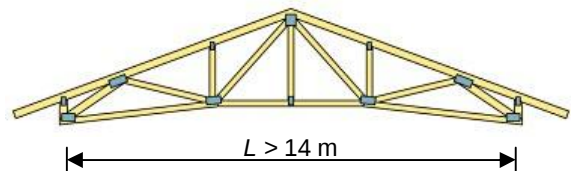
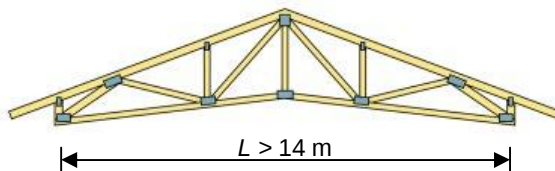
A. Harjaristikko,


RISKIALTIS

- joka on päistään tuettu (2-tukinen) ja jänneväli on yli 20 m ☐
- joka on ulokkeellisesti tai useammasta kuin kahdesta pisteestä tuettu ja suurin jänneväli eli tukien välinen etäisyys on yli 16 m ☐

- jonka alapaarteen pituus on vähintään 16 m **ja** (suurin) jänneväli on yli 12 m **ja**
 - joka on kaksiosainen eli harjaosa on liitetty työmaalla ☐
 - jonka yläpaarteen päälle on tehty korotusrakenteita esim. sisäjiirin, ikkunalipan tai kattolyhdyn vuoksi ☐
 - kun vesikatteena on muu kuin profiloitu pelti eikä tällöin ristikon yläpaarteiden päällä, välissä tai alapinnassa ole vaakaristikoita, levytystä (esim. vaneri) tai vinottain asennettuja lautoja tai teräksiä (pyörötanko-, latta- tai vanneteräs) ☐
 - kun ristikon korkeus tuen kohdalla $\geq 1,0$ m (suurin tukikorkeus) ☐
 - kun rakennuksen käyttötarkoitus on kokoontumis- tai myymälätila (vakavat seuraamukset) tai maatalouden eläinsuojarakennus (vaativat olosuhteet) ☐

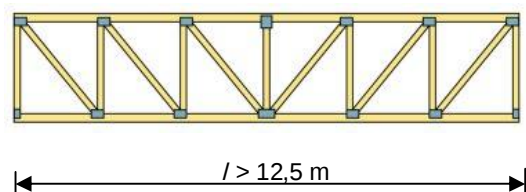
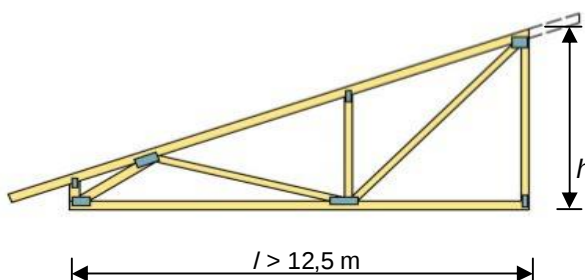
B. Saksiristikko,



RISKIALTIS

- jonka jänneväli $L \geq 18$ m ☐
- jonka jänneväli $L = 14...18$ m **ja**
 - joka on kaksiosainen eli harjaosa on liitetty työmaalla ☐
 - jonka päälle on tehty korotusrakenteita esim. sisäjiirin, ikkuna-lipan tai kattolyhdyn vuoksi ☐
 - kun vesikatteena on muu kuin profiloitu pelti eikä tällöin ristikon yläpaarteiden päällä, välissä tai alapinnassa ole vaakaristikoita, levytystä (esim. vaneri) tai vinottain asennettuja lautoja tai teräksiä (pyörötanko-, latta- tai vanneteräs) ☐
 - kun ristikon korkeus tuen kohdalla $\geq 1,0$ m (suurin tukikorkeus) ☐
 - kun rakennuksen käyttötarkoitus on kokoontumis- tai myymälätila (vakavat seuraamukset) tai maatalouden eläinsuojarakennus (vaativat olosuhteet) ☐

C. Pulpetti- tai palkkiristikko,



RISKIALTIS

- joka on päistään tuettu (2-tukinen) ja jänneväli on yli 16 m ☐
- joka on ulokkeellisesti tai useammasta kuin kahdesta pisteestä tuettu **ja** suurin jänneväli on yli 12 m ☐

- jonka alapaarteen pituus $l > 12,5$ m **ja** (suurin) jänneväli on yli 10 m **ja**
 - jonka korkeus $h \geq 2,0$ m ☐
 - jonka päälle on tehty korotusrakenteita esim. katon kallistusten, sisäjiirin, ikkunalipan tai kattolyhdyn vuoksi ☐
 - kun vesikatteena on muu kuin profiloitu pelti eikä tällöin ristikon yläpaarteiden päällä, välissä tai alapinnassa ole vaakaristikoita, levytystä (esim. vaneri) tai vinottain asennettuja lautoja tai teräksiä (pyörötanko-, latta- tai vanneteräs) ☐
 - kun rakennuksen käyttötarkoitus on kokoontumis- tai myymälätila (vakavat seuraamukset) tai maatalouden eläinsuojarakennus (vaativat olosuhteet) ☐

Paikalla rakennetut ristikot

- Työmaalla sahatavarasta valmistetut ristikot, joissa sisäsaavat on naulattu suoraan tai vanerilappujen välityksellä paarteisiin **ja** **RISKIALTIS**
 - jänneväli on yli 12 m tai ☐
 - jänneväli on yli 10 m ja rakennuksen käyttötarkoitus on kokoontumis- tai myymälätila ☐
- Työmaalla kokonaan kootut puuristikot, joissa liitoksissa on käytetty teräksisiä liitoslevyjä (esim. naulauslevyt eli reikälevyt) **ja** kun rakennetyyppinä on
 - harja- tai saksiristikko, jonka jänneväli on yli 14 m ☐
 - pulpetti- tai palkkiristikko, jonka jänneväli on yli 12 m ☐

Teolliset tappivaarnaristikot

- Liimapuusta valmistetut tappivaarnaristikot, joiden jänneväli ≥ 20 m ☐

Tappivaarnaristikoita on käytetty pääsääntöisesti yksilöllisesti poikkeavissa ja vaativissa kohteissa, joiden suunnittelusta ja asennuksesta ovat vastanneet pätevät ammattilaiset. Riskialttiiden tappivaarnaristikoiden asennuksen osalta tarkistetaan, että ristikot on asennettu suoraan. Lisäksi tarkistetaan millaisia halkeamia liimapuusuauvoihin on muodostunut. Mikäli ristikoissa ilmenee merkittäviä yli 40 mm syviä tai 5 mm leveitä puun halkeamia erityisesti liitosalueilla tai ristikot on asennettu silminnähävästi vinoon, ristikoiden kuntoarvio ja tarvittaessa korjaussuunnitelma kannattaa tilata tappivaarnaristikoiden valmistajalta tai AA-luokan puurakennesuunnittelijalta (ks. suunnittelijoiden luettelo: www.fise.fi).

Tappivaarnaristikoiden suurimmat riskit liittyvät aikaisemmin käytettyihin puutteellisiin suunnitteluohjeisiin. Jos liimapuusen tappivaarnaristikon jänneväli on ≥ 20 m, ristikon valmistajalta kannattaa pyytää kirjallinen vakuutus siitä, että ristikon vetosauvojen liitosten lujuudet täyttävät liitosalueen lohkeamisen ja puun halkeamisen osalta puurakenteiden suunnitteluohjeiden RIL 205-2003 tai RIL 120-2004 mukaan lasketut liitoskestävyydet. Jos liitokset eivät täytä kyseisiä vaatimuksia, valmistajaa pyydetään laatimaan kohteeseen vahvistussuunnitelma. Mikäli ristikoiden valmistajalta ei saada vakuutusta tai vahvistussuunnitelmaa kohtuullisessa ajassa esim. 2 kk:n kuluessa, rakennuksesta vastaavan kannattaa ottaa yhteyttä kunnan rakennusvalvontaviranomaiseen.

Liite: ***Riskialttiin kattorakenteen tarkastusohje*** (6 s.). Koskee naulalevyristikoilla tai paikalla rakennetuilla puuristikoilla kannatettuja kattoja.

Riskialttiin kattorakenteen tarkastusohje

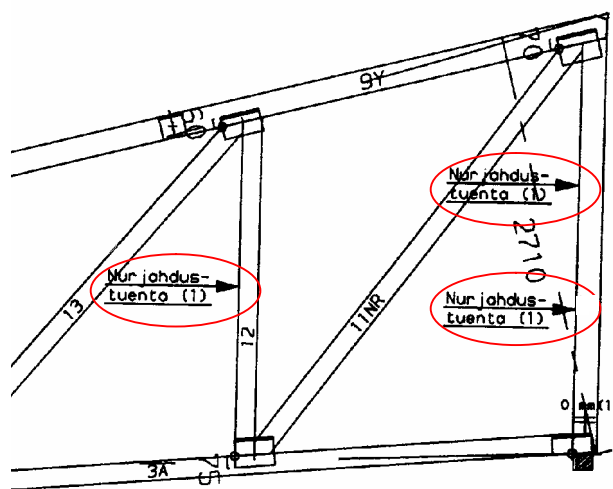
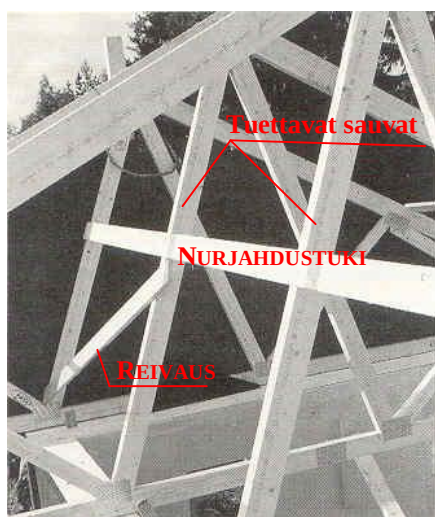
Riskialttiiksi tunnistetun kattorakenteen kriittiset kohdat tulee tarkastaa. Seuraavassa esitetään ohjeita puuristikkorakenteiden asennusvirheiden tarkastamiseen ja epäilyttävien tarkastustulosten edellyttämiin toimenpiteisiin.

Nämä tarkastusohjeet on tarkoitettu henkilöille, jotka hallitsevat talonrakennustekniikan perusteet. Mikäli ohjeen käsitteet ja termit ovat vieraita tai epäselviä, tarkastukseen kannattaa pyytää apua alan ammattilaiselta.

1. Tehdasvalmisteisten naulalevyristikoiden työmaa-asennuksen tarkastus

1.1 Etsitään naulalevyristikoiden rakenneosapiirustukset (= ristikon valmistuspiirustus) ja mahdolliset muut kattorakenteiden rakennepiirustukset (taso- ja leikkauspiirustukset, jäykistysuunnitelmat). Alle 5 vuotta vanhoissa kohteissa ristikkopiirustuksen lisäkopian saa ristikoiden valmistajalta. Vanhojen kohteiden ristikkosuunnitelmat ja muut rakennepiirustukset on arkistoitu kunnan rakennusvalvontavirastossa, mikäli rakennusluvassa on edellytetty rakennesuunnitelmien toimittamista rakennusvalvonnalle. Jos ristikkosuunnitelmaa ei löydy, naulalevyristikoiden työmaa-asennuksen tarkastaminen edellyttää tarkastajalta vastaavan NR-suunnittelijan pätevyyttä (www.inspecta.fi/sfs/sertifikaattihaku/luettelot/rtraport/nr-suunn.html). Kohtien 1.2 - 1.8 mukaisia tarkastuksia ei mahdollista tehdä omatoimisesti ilman rakennesuunnitelmia.

1.2 Nurjahdustukien tarkastus. Tarkastetaan, että kaikki vaadittavat nurjahdustuet ja niiden reivaukset on asennettu. Nurjahdustuetojen naulaus tarkistetaan pistokokeina eri tukilinoista ja reivauksista.

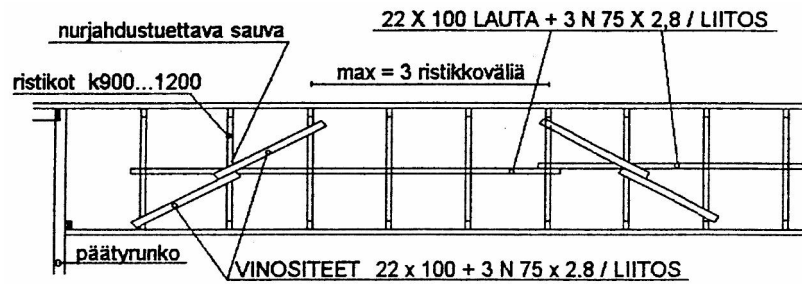


KYLLÄ EI*)

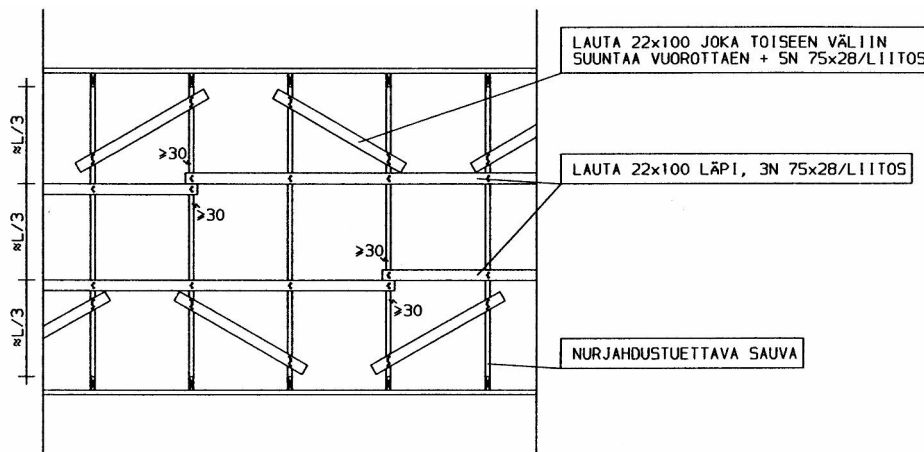
- Kaikki ristikkosuunnitelmassa nurjahdustuettaviksi merkityt sisä- ja reunasauvat on tuettu poikittaissuunnassa keskeltä tai usean tukilinja tapauksessa tasavälein ☐ ☐
(ks. esimerkkikuva yllä oikealla)
- Nurjahdustuen vinoreivauksia (ks. kuvat) on vähintään joka kolmannessa ristikossa tai vinosidonta on toteutettu rakennepiirustuksen mukaan (ei riitä, että vierekkäisten ristikkoiden sauvat yhdistetään toisiinsa tukilinjalla, joka on kiinnitetty ainoastaan rakennuksen pätyyn) ☐ ☐
- Nurjahdustukilaudat ja sen vinoreivaukset on kiinnitetty rakennepiirustusten mukaan kuitenkin vähintään 2 naulaa/liitos ellei kiinnitystä ole esitetty piirustuksissa ☐ ☐

*) Puuttuvat nurjahdustuennat, reivaukset ja niiden naulaukset on asennettava ennen talvea!

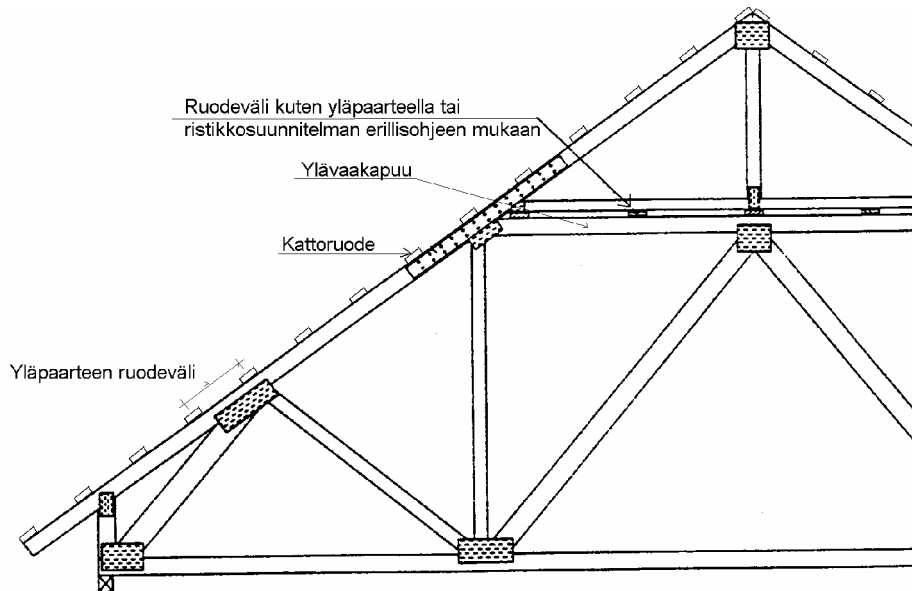
Esimerkki nurjahdustuennan vinoreivauksista



Esimerkki nurjahdustuennasta, kun sauva on tuettava kahdesta pisteestä:



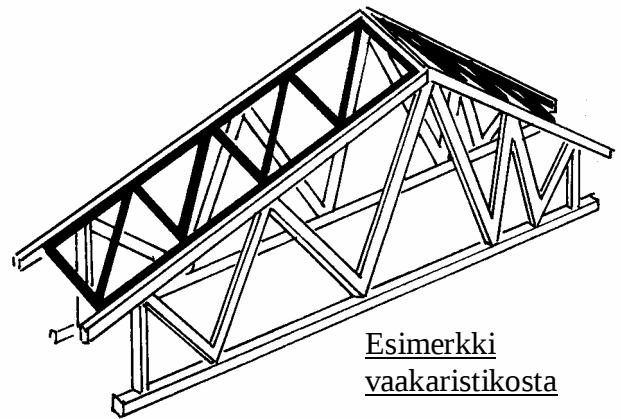
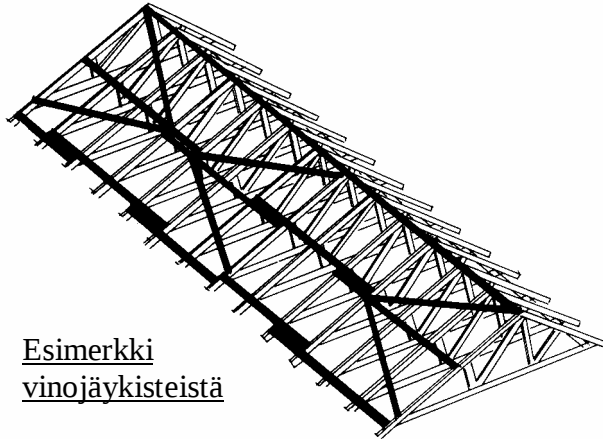
- 1.3 Yläpaarten ruodeväli. Yläpaarten sivuttaistuenta tarkastetaan pistokokeena yhdestä ristikosta. Ruodeväli voidaan mitata alapuolelta aluskatteen läpi tunnustelemalla. Katon korotusten kohdalla yläpaarteiden/ylävaakapuiden sivuttaistuenta tarkastetaan kattavasti.



- Yläpaarten ruodeväli $\leq$ piirustuksessa esitetty yläpaarten maksimiruodeväli (yläpaarten sivuttaistuentana toimii myös umpeen laudoitus tai ristikoiden päälle asennettu levytys) KYLLÄ ☐ EI* ☐
- Yläpaarten ruodevälivaatimus toteutuu myös katon korotusten (jiiriosat, ikkunaliipat) ja työmaalla kahdesta osasta koottujen ristikoiden ylävaakapuuun kohdalla (ks. kuva) ☐ ☐

*) Puuttuvat ruoteet (esim. 22x100 lauta) on asennettava ennen talvea!
Lisäruoteet voidaan naulata yläpaarten alapintaan.

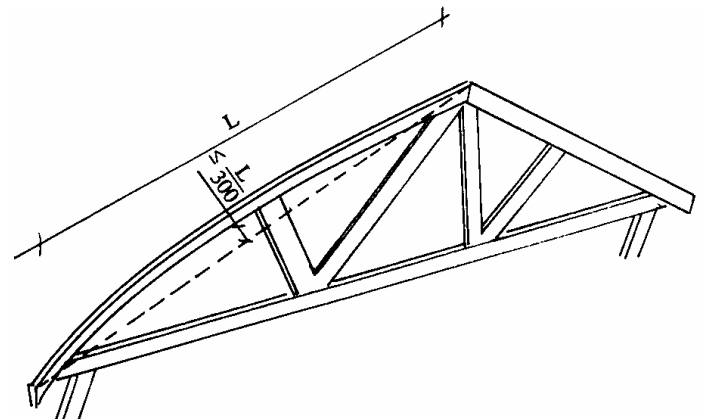
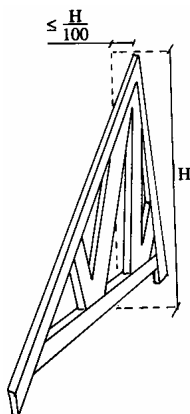
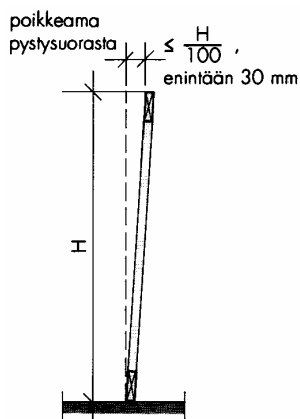
- 1.4 Katon jäykistys. Ristikoiden yläpaarretason tulee aina olla jäykistetty. Vesikatteista ainoastaan profiilipelti toimii jäykistävänä rakenteena. Jäykistys on voitu toteuttaa myös huopakatteen alustana käytetyllä vanerilevytyksellä. Mikäli katon jäykistävästä rakenteesta ei löydy rakennesuunnitelmaa, jäykistys tarkastus edellyttää A- tai AA-luokan puurakennesuunnittelijan pätevyyttä (ks. luettelo suunnittelijoista: www.fise.fi).



KYLLÄ EI*)

- Vesikatto on jäykistetty rakennesuunnitelman mukaan profiilipellillä, levytyksellä, vinojäykisteillä (puu- tai terässauvat) tai vaakaristikoilla ☐ ☐
 - Yläpaarretaso on jäykistetty vinoreivauksilla myös katon korotusten (jiiriosat, ikkunalipat) ja työmaalla kahdesta osasta koottujen ristikoiden ylävaakapuun osalta (vrt. kohta 1.2) ☐ ☐
- *) Suunnitelman mukaiset jäykistävät rakenteet on asennettava ennen talvea! Vinojäykisteet ja vaakaristikot voidaan naulata myös yläpaarteiden alapintaan. Mikäli jäykistäviä rakenteita ei ole esitetty rakennesuunnitelmassa tai alkuperäisen suunnitelman mukaisten puuttuvien rakenteiden lisääminen ei ole enää mahdollista, katon jäykistys korjaussuunnitelma tulee teettää pätevällä rakennesuunnittelijalla.

- 1.5 Ristikoiden asennustoleranssit. Ristikoiden keskinäinen etäisyys mitataan pistokokeena yhdestä ristikkovälisestä (valitaan silmämääräisesti suurimmalta vaikuttava väli). Pystysuoruus- ja sivukäyryysmittauksia tehdään vain, jos rakenteet ovat silminnähtävästi vinossa tai käyräytyneitä (mitataan pahimmalta näyttävä tapaus). Pystysuoruus tarkistetaan vatupassilla ja käyryksiä voidaan mitata ristikon viereen vedettävän langan avulla.



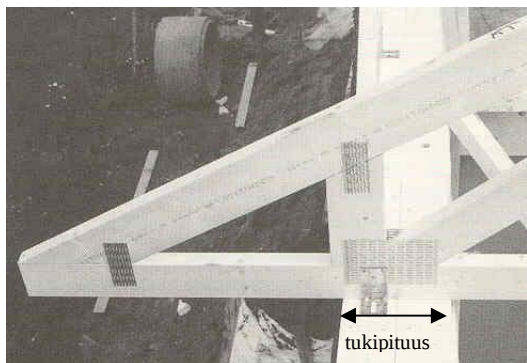
KYLLÄ EI*)

- Ristikoiden välinen keskeltä keskelle etäisyys $\leq$ piirustuksessa ristikoiden k-jako ☐ ☐
(Sallittu k-jako saadaan ylittää paikallisesti, jos ristikoiden toisella puolella etäisyydet ovat vastaavasti sallittua k-jakoa pienempiä.)
- Ristikoiden pystysuoruus $\leq H/100$ kuinkin enintään 30 mm (ks. kuva) ☐ ☐

- Yläpaarteen käyryys eli lenkous $\leq L/300$ kuitenkin enintään 50 mm (ks. kuva) (jos yläpaarre on S-mutkalla, $L/300$ ehto tarkistetaan myös mutkan käännepeisteiden välisellä mittavälillä L) ☐ ☐
- Sisäsaivojen käyryys ≤ 15 mm (mutkan syvyys päiden välisestä suorasta linjasta) ☐ ☐

***) Korjaustarpeen arviointiin on kutsuttava pätevä rakennesuunnittelija!**

- 1.6 Ristikoiden tukipisteiden tarkastus. Tarkastellaan pistokokeena yhtä ristikkoo kustakin erilaisesta tuentatapauksesta. Tukipituus voidaan päätellä myös alapuolisten runkorakenteiden leveyden perusteella (ei tarvitse kaivaa eristeitä).



KYLLÄ EI^{*)}

- Ristikot on tuettu piirustukseen merkityistä pisteistä ☐ ☐
- Tukipituudet $\geq$ piirustuksessa ☐ ☐
- Epäsymmetrisesti tuetut ristikot on asennettu on oikein päin (tukipisteet sijaitsee ristikon sisäsaivoihin nähden oikein) ☐ ☐

***) Korjaussuunnitelma on teetettävä pätevällä rakennesuunnittelijalla!**

- 1.7 Reiät, lovet, sauvojen katkaisut. Silmäääräinen tarkastus. Eristeitä ei tarvitse kaivaa ellei ole syytä epäillä, että alapaarteeseen on tehty työstöjä.

KYLLÄ EI^{*)}

- Ristikoiden sauvat ovat ehjät eli sauvoja ei ole katkaistu, lovettu eikä rei'itetty työmaalla ellei sitä ole erikseen sallittu ristikkopiirustuksessa (sauvan keskelle tehdyt reiät voidaan hyväksyä, jos reiän halkaisija on enintään 15 % sauvan leveydestä) ☐ ☐

***) Korjaustarpeen arviointiin on kutsuttava pätevä rakennesuunnittelija!**

- 1.8 Ripustuskuormat. Välikattoon ripustettujen esineiden, laitteiden yms. varusteiden painot arvioidaan ja yli 30 kg painavien ripustuksien kiinnitys tarkistetaan pistokokeilla (kaivetaan lämmöneristettä)

KYLLÄ EI^{*)}

- Yksittäiset ripustuskuormat ovat enintään 30 kg/kpl tai ristikkosuunnitelmassa esitetyn pistekuorman suuruisia (Huom. 1 kN = 100 kg). ☐ ☐
- Yli 30 kg:n ripustukset on tehty ristikkosuunnitelmassa esitetyistä pisteistä (esim. ristikon liittosolmujen kohdalta) ja kiinnitys on tehty alapaarteen ylitse tai alapaarteen kyljestä yläreunan läheltä (alareunasta tehty ripustus voi halkaista parteen) ☐ ☐

***) Ylikuorma on poistettava välittömästi! Suunnitelman mukaisen pistekuorman ripustus on korjattava suunniteltuun paikkaan ja kiinnitettävä alapaarteen ylitse. Mikäli pistekuormia ei ole esitetty ristikkosuunnitelmassa eikä niitä voida poistaa, on otettava yhteyttä NR-suunnittelijaan, joka tekee tarkistuslaskelman ja tarvittaessa vahvistussuunnitelman.**

- 1.9 Sisäkaton kiinnitys. Silmäääräisesti tarkistetaan ettei sisäkatto roiku. Ullakolla kaivetaan lämmöneristettä muutamasta pisteestä niin, että sisäkattoruoteiden mahdollisesta kiinnityksen löytymisestä johtuva liitosrako voidaan havaita.

KYLLÄ EI^{*)}

- Sisäkattoruoteet ovat tiiviisti kiinni ristikossa ☐ ☐

***) Korjaustarpeen toteamiseen on kutsuttava välittömästi rakennesuunnittelija!**

1.10 Kosteusvauriot. Yläpohjan liiallinen kosteus havaitaan ullakolla homeen aiheuttamasta puun tummumisesta (sinistyminen) sekä naulalevyjen pinnalla olevasta valkoruosteesta. Mikäli näitä merkkejä esiintyy, tulee tutkia tarkemmin näkykö naulalevyissä myös vakavampaa teräksen korroosioon johtanutta ruskeaa ruostetta tai onko ristikkosauvoissa lahovaurioita, jotka voidaan tunnistaa piikillä pehmeinä kohtina. Akuutti kosteusvaurio voidaan havaita myös kosteuden tiivistymisenä, joka aiheuttaa veden tippumista rakenteisiin, tai ilmanvaihtokanavan huonosti eristettyyn osaan kertyneenä vetenä, joka tulvii rakenteisiin. Rakennusaikainen kastuminen on saattanut aiheuttaa ristikkoihin jonkin verran valkoruostetta ja homejälkiä, mutta niistä ei ole haittaa, jos yläpohjassa ei ole muita kosteusongelmia.

EI ON*)

- Naulalevyissä on yleisesti valkoruostetta, joissakin naulalevyissä on ruskeaa ruostetta tai ristikoissa on lahovaurioita

☐ ☐

*) Pätevä rakennesuunnittelija on kutsuttava toteamaan korjaustarve. Kosteusvaurion syy on aina selvitettävä ja poistettava, esim. vuotava höyrynsulku, vuotava katto, puutteellinen yläpohjan tuuletus tai huonosti eristetty ilmanvaihtoputki.

2. Paikalla rakennettujen ristikoiden työ- ja asennusvirheiden kartoitus:

2.1 Etsitään katon ja ristikoiden rakennepiirustukset. Ellei piirustuksia löydy rakennuksen omistajalta, haltijalta, rakennuttajalta tai suunnittelijoilta, rakennepiirustuksia kannattaa tiedustella kunnan rakennusvalvontaviraston arkistosta, mikäli kohteen rakennusluvassa on edellytetty rakennepiirustusten toimittamista rakennusvalvontaan. Jos piirustuksia ei löydy tai ne ovat puutteelliset seuraavassa esitettyjen tarkastuskohteiden osalta, kattorakenteiden tarkastaminen edellyttää tarkastajalta vahvaa puurakenteiden suunnittelukokemusta. Tarkastusta kannattaa tällöin ensisijaisesti pyytää kohteen vastaavalta rakennesuunnittelijalta, mikäli henkilö tai toimisto on tiedossa.

2.2 Ristikoiden tarkastus. Mittaukset ja materiaalitarkastukset tehdään pistokokeena yhdelle ristikolle. Muiden ristikoiden vastaavuus tarkistetaan silmämääräisesti.

KYLLÄ EI*)

- Ristikon ja sauvojen mitat ovat rakennesuunnitelman mukaisia ☐ ☐
- Rakennesuunnitelmassa esitetty sahatavarasauvojen lujuusluokka on enintään T24 (C24) tai ristikoissa on käytetty rakennesuunnitelman mukaista lujuusleimattua puutavaraa ☐ ☐
- Liitosten sijainnit, muotoilut ja mitat vastaavat rakennesuunnitelmaa ☐ ☐
- Liitoslevyjen ja liittimien tyypit, materiaalit ja mitat ovat rakennesuunnitelmien mukaisia (Huom. vaneriliitoslevyissä pintaviilun suunta ja vanerin laatu, esim. koivuvaneri, sekavaneri tai ohutviiluinen havuvaneri, joissa viilupaksuus on 1,4 mm) ☐ ☐
- Naulojen dimensiot, lukumäärät ja sijainnit vastaavat rakennepiirustusta (10 - 20 % tarkkuudella) ☐ ☐
- Liitosalueet ovat ehjiä (ei läpihalkeamia naularivien kohdalla) ☐ ☐

*) Korjaustarpeen arviointiin on kutsuttava pätevä rakennesuunnittelija! Jos ristikoissa on käytetty leimaamatonta sahatavaraa ja vaadittu puutavaran lujuusluokka on suurempi kuin T24, ristikkosauvojen kelvollisuus on arvioitava pätevätoimineen sahatavaran lujuuslajittelijan toimesta (ks. www.slly.fi).

2.3 Nurjahdustukien tarkastus. Tehdään kohdan 1.2 mukainen tarkastus. Puuttuvat nurjahdustuennat, reivaukset ja niiden naulaukset on asennettava ennen talvea!

- 2.4 Yläpaarten ruodeväli. Tehdään kohdan 1.3 mukainen tarkastus. Puuttuvat ruoteet (esim. 22x100 lauta) on asennettava ennen talvea! Lisäruoteet voidaan naulata yläpaarten alapintaan.
- 2.5 Katon jäykistys. Tehdään kohdan 1.4 mukainen tarkastus. Puuttuvat suunnitelman mukaiset jäykistävät rakenteet on asennettava ennen talvea! Vinojäykisteet ja vaakaristikot voidaan naulata myös yläpaarten alapintaan. Mikäli jäykistäviä rakenteita ei ole esitetty rakennesuunnitelmassa tai alkuperäisen suunnitelman mukaisten puuttuvien rakenteiden lisääminen ei ole enää mahdollista, katon jäykistykseen korjaussuunnitelma teetetään A- tai AA-luokan puurakennesuunnittelijalla (ks. www.fise.fi).
- 2.6 Ristikoiden asennustoleranssit. Tehdään kohdan 1.5 mukainen tarkastus. Mikäli ristikkoja ei ole asennettu sallittujen toleranssien puitteissa, korjaustarpeen arviointiin on kutsuttava pätevä rakennesuunnittelija.
- 2.7 Ristikoiden tukipisteiden tarkastus. Tehdään kohdan 1.6 mukainen tarkastus. Mikäli vaatimukset eivät täyty, korjaussuunnitelma teetetään pätevällä rakennesuunnittelijalla.
- 2.8 Reiät, lovet, sauvojen katkaisut. Tehdään kohdan 1.7 mukainen tarkastus. Mikäli suunnitelmista poikkeavia työstöjä on tehty, korjaustarpeen arviointiin on kutsuttava pätevä rakennesuunnittelija.
- 2.9 Ripustuskuormat. Tehdään kohdan 1.8 mukainen tarkastus. Liian suuret ripustuskuormat on poistettava välittömästi! Suunnitelman mukaisien yli 30 kg pistekuormien ripustus on siirrettävä suunniteltuun paikkaan, jos on poikkeamia, ja kiinnitys on siirrettävä alapaarten ylitse, jos liitos on tehty alapaarten alareunaan. Mikäli pistekuormia ei ole esitetty rakennesuunnitelmassa eikä niitä voida poistaa, on otettava yhteyttä rakennesuunnittelijaan, joka tekee tarkistuslaskelman ja tarvittaessa vahvistussuunnitelman.
- 2.10 Sisäkaton kiinnitys. Tehdään kohdan 1.9 mukainen tarkastus. Jos sisäkaton kiinnitys on löystynyt, on korjaustarpeen toteamiseen kutsuttava välittömästi rakennesuunnittelija!
- 2.11 Kosteusvauriot. Yläpohjan liiallinen kosteus havaitaan ullakolla homeen aiheuttamasta puun tummumisesta (sinistyminen). Akuutti kosteusvaurio voidaan havaita myös kosteuden tiivistymisenä, joka aiheuttaa veden tippumista rakenteisiin, tai ilmanvaihtokanavan huonosti eristettyyn osaan kertyneenä vetenä, joka tulvii rakenteisiin. Mikäli kyseessä on naulauslevyristikko (sinkityt reikälevyt + naulat), yläpohjan liiallinen kosteus näkyy naulauslevyn pinnalla esiintyvänä valkoruosteena tai pidemmälle edenneestä teräksen korroosiosta kertovana ruskeana ruosteena. Mikäli em. kostumismerkkejä esiintyy, on tutkittava tarkemmin ovatko ristikon teräслиittimet ruostuneet tai onko ristikkosauvoissa lahovaurioita, jotka voidaan tunnistaa piikillä pehmeinä kohtina. Rakennusaikainen kastuminen on saattanut aiheuttaa ristikkoihin jonkin verran homejälkiä, suojaamattomiin teräsosiin pintaruostetta tai sinkittyihin osiin valkoruostetta, mutta niistä ei ole haittaa, jos yläpohjassa ei ole muita kosteusongelmia.

EI KYLLÄ*)

- Ristikoista löytyy lahovaurioita tai sinkityissä liitososissa on ruskeaa ruostetta

☐ ☐

*) Pätevä rakennesuunnittelija on kutsuttava toteamaan korjaustarve. Kosteusvaurion syy on aina selvitettävä ja poistettava, esim. vuotava höyrynsulku, vuotava katto, puutteellinen yläpohjan tuuletus tai huonosti eristetty ilmanvaihtoputki.

Liimapuun halkeilu

Ohje riskien ja korjaustarpeen arviointiin



20.6.2006

Laatinut
Markku Korttesmaa

Tilaaja: Ympäristöministeriö

SISÄLLYSLUETTELO

Liimapuun halkeilu - ohje riskien ja korjaustarpeen arviointiin.....	3
1 Soveltamisalue.....	3
2 Onko syytä olla huolissaan?	3
3 Tarkastus	3
4 Vaaralliset vauriokohdat kannatintyypeittäin	4
4.1 Palkit	4
4.2 Kehät	5
4.3 Pilarit	5
4.4 Halkeamat liitinrivien kohdalla	5
5 Ripustukset	6
6 Tuet	6
7 Sekundaaripalkkien kiinnitys primaaripalkin kylkiin.....	7
8 Epätasainen kuivuminen	8
9 Vauriot rakennetyypeittäin.....	9
9.1 Suorat palkit	9
9.2 Pulpettipalkit ja harjapalkit	9
9.3 Kaarevat palkit ja kaarevat harjapalkit	10
10 Halkeamien korjaukset.....	11
10.1 Omatoimisesti tehtävä tukipinnan täyttö	12
10.2 Virheelliset korjaustavat	12

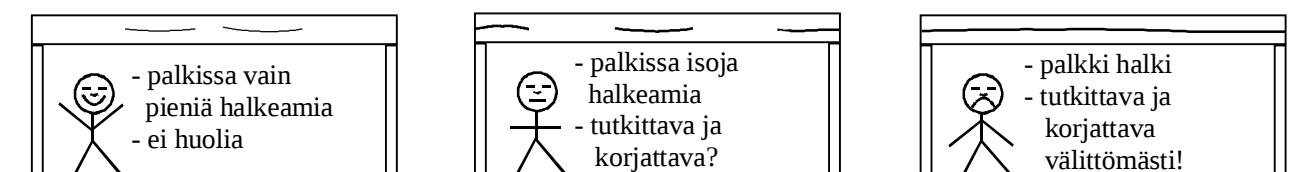
Liimapuun halkeilu - ohje riskien ja korjaustarpeen arviointiin

1 Soveltamisalue

Tämä ohje on laadittu kiinteistönomistajille liimapuurakenteissa mahdollisesti olevien halkeamien vaarallisuuden arvioimiseksi.

2 Onko syytä olla huolissaan?

Liimapuussa on melkein aina noin 10-15 mm syviä pintahalkeamia, jotka ovat vaarattomia. Toinen ääripää on se, että palkki on haljennut koko matkaltaan. Tällöin kantavuuden kannalta on päällekkäin kaksi erillistä palkkia ja palkin kuormien kantokyky on alentunut ratkaisevasti ja rakenne pitää korjata. Tavallisesti tilanne on näiden kahden ääripään välillä. Nämä kolme vaihtoehtoa on havainnollistettu alla olevassa kuvassa 1. Vasemmalla olevassa kuvassa on kaikki kunnossa eikä mitään tarvitse tehdä. Keskimmaisessä kuvassa on halkeamia, joille pitää mahdollisesti tehdä jotain. Ratkaisevaa on se, missä kohtaa palkkia halkeama on ja kuinka syvä se on. Oikealla olevassa tapauksessa palkki täytyy korjata tai vaihtaa uuteen. Esimerkiksi, jos palkki on kokonaan halki korkeuden puolivälistä päästä päähän, palkin kantavuus on puolet ehyen palkin kantavuudesta ja taipumat ovat nelinkertaiset.



Kuva 1. Kolmessa eri kunnossa olevaa liimapuupalkkia.

Liimapuupalkin ala- ja yläpinnassa olevat halkeamat ovat vaarattomia. Palkin kyljessä olevat halkeamat ovat vaarattomia, jos niiden syvyys on korkeintaan 15 % palkin leveydestä eivätkä ne sijaitse liimasaumoissa tai luvussa 4 esitetyillä vaarallisilla alueilla. Liimasaumojen kohdalla olevat suorat ja muutaman metrin pituiset halkeamat voivat olla liimausvirheitä ja rakenne pitää tällöin korjata.

Kantavuuden kannalta on oleellista

- kuinka syviä halkeamat ovat ja
- missä kohtaa halkeamat sijaitsevat.

Suuret vaarallisissa paikassa sijaitsevat halkeamat voivat johtaa palkin sortumiseen. Jos yksittäinen palkki murtuu, voi sortuma pahassa tapauksessa edetä viereisiin palkkeihin, jolloin koko katto romahtaa. Pahimmassa tapauksessa sortuma tapahtuu äkillisesti varoittamatta. Usein kuitenkin ennen murtumista palkeista kuuluu natinää, paukahtelua tai vastaavaa. Halkeilleen palkin taipuma saattaa olla myös selvästi muita palkkeja suurempi.

3 Tarkastus

Tarkastuksessa mitataan

- halkeaman pituus,
- halkeaman syvyys ja
- halkeaman paikka.

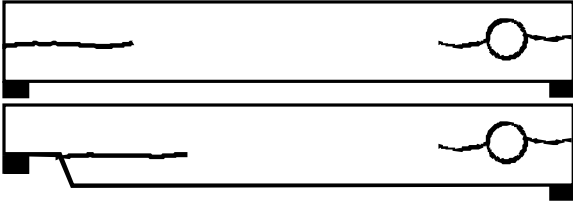
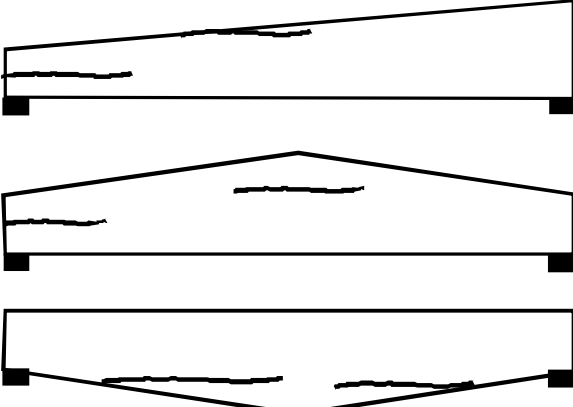
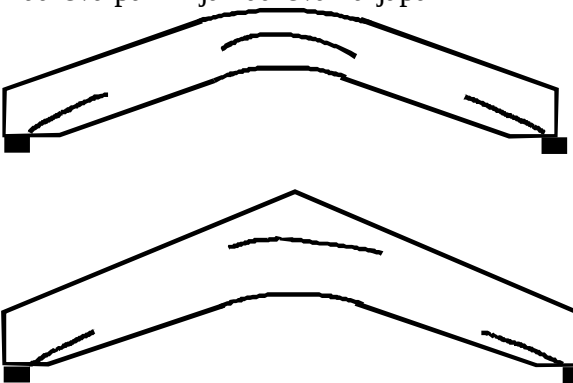
Halkeaman pituus mitataan rullamitalla tai vastaavalla. Halkeaman syvyys voidaan mitata esimerkiksi rakotulkilla tai muulla ohuella liuskalla. Syvyyttä mitattaessa pyritään löytämään halkeaman syvin

kohta. Halkeaman paikka merkitään ensisijaisesti rakennepiirustuksen kopioon. Paikkaa merkittäessä tarkistetaan huolellisesti, onko halkeama vain palkin **toisessa kyljessä vai molemmissa kyljissä samalla kohtaa** palkin korkeussuunnassa. Jos halkeama on molemmissa kyljissä korkeussuunnassa samassa kohtaa, mainitaan tämä tarkastusasiakirjassa. Palkin ylä- ja alapinnoilla olevat halkeamat merkitään vain, jos ne ovat todella isoja eli leveys on suuruusluokkaa 5-10 mm ja syvyys vähintään sama kuin palkin leveys.

4 Vaaralliset vauriokohdat kannatintyypeittäin

4.1 Palkit

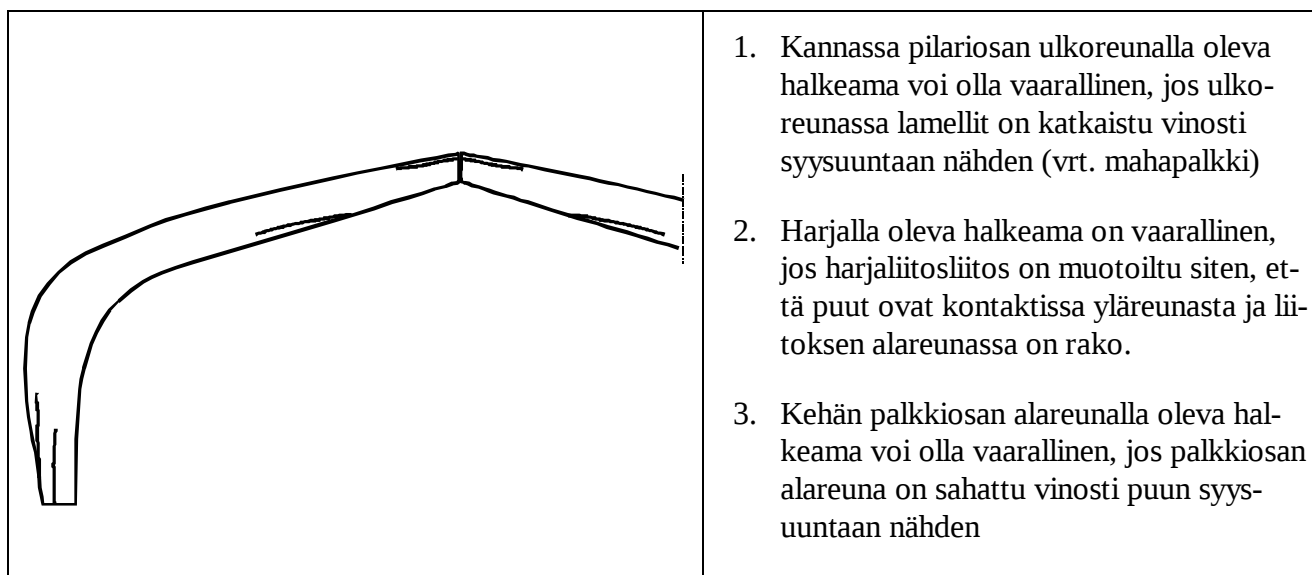
Erilaisissa liimapuupalkeissa vaarallinen halkeama sijaitsee eri kohdissa rakennetta. Kuvassa 2 on esitetty erilaisten liimapuupalkkien vaarallisimmat halkeamakohdat.

Kannate	Vaarallisimmat halkeamat
Suora palkki 	1. Palkin päässä suunnilleen korkeuden puolivälissä 2. Reiän ympäristössä 3. Tuen lähellä olevan loveuksen juuressa silloin, kun loveus on palkin alareunassa
Pulpettipalkki ja harjapalkki: 	1. Pulpettipalkin matalassa päässä suunnilleen korkeuden puolivälissä ja palkin yläreunassa 2. Harjapalkissa palkin päässä suunnilleen korkeuden puolivälissä ja harjan alueella 3. Käännettyssä harjapalkissa lisäksi koko alareunassa silloin, kun alareunassa lamellit on leikattu vinosti syiden suuntaan nähden
Kaareva palkki ja kaareva harjapalkki 	1. Kaarevassa palkissa jännevälän keskellä, tukien lähellä erityisesti silloin, kun alareunan lamellit on katkaistu ennen niiden ulottumista tuelle 2. Kaarevassa harjapalkissa eli bumerangipalkissa jännevälän keskellä tukien lähellä erityisesti silloin, kun alareunan lamellit on katkaistu ennen niiden ulottumista tuelle. Bumerangipalkin keskiosa on tavallista kaarevaa palkkia herkempi halkeilulle.

Kuva 2. Vaarallisia halkeamakohtia erilaisissa liimapuupalkeissa.

4.2 Kehät

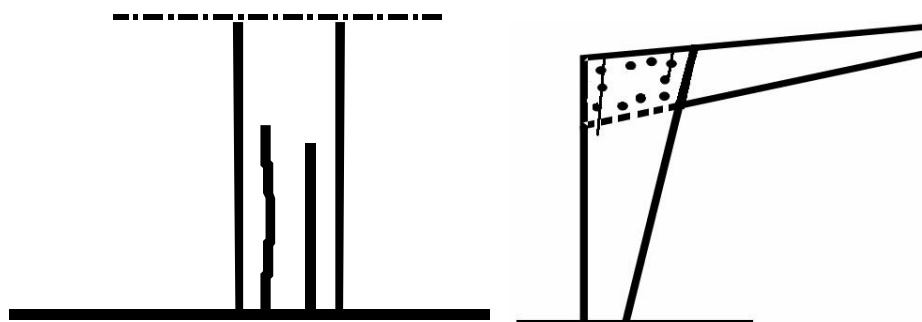
Liimapuukehissä olevien halkeamien määrittäminen joko vaarattomiksi tai vaarallisiksi on palkkeja vaikeampaa. Kuvassa 3 on esitetty muutamia esimerkkejä kolminivelkehän halkeamista ja niiden vaarallisuudesta.



Kuva 3. Esimerkkejä kolminivelkehien halkeamista

4.3 Pilarit

Pilareissa olevat halkeamat ovat vaarattomampia kuin palkeissa. Jos pilareihin tulee vaakakuormia, esimerkiksi tuulikuormia, halkeamat voivat olla vaarallisia. Tällöin on syytä tarkastaa pilarin alapään halkeamat alueella, jossa se liittyy perustuksiin. Sama koskee myös kehäpilarien yläpään liitoksia (ks. kuva 4). Muualla kuin liitosalueella halkeamat eivät yleensä ole pilareissa vaarallisia. Jos kuitenkin halkeaman syvyys on puolet tai enemmän pilarin leveydestä, rakenne on syytä korjata.



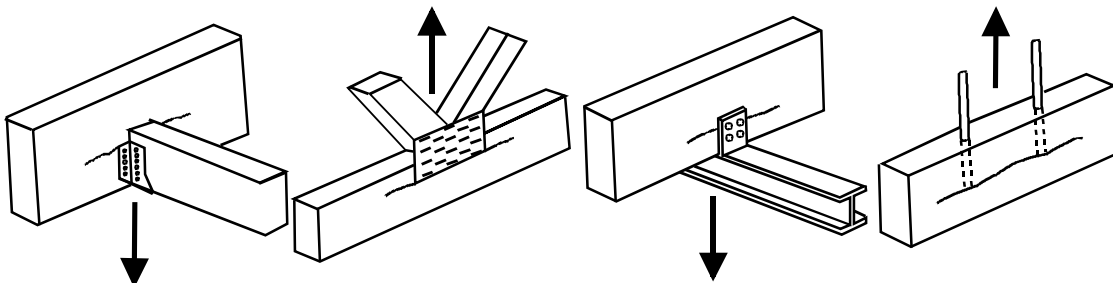
Kuva 4. Halkeamia pilarin alapään jäykässä liitoksessa ja kehäpilarin kulmassa.

4.4 Halkeamat liitinrivien kohdalla

Tappivaarnoilla tai pulteilla kootuissa liitoksissa halkeamat ovat aina vaarallisia, jos ne ovat liitinalueilla.

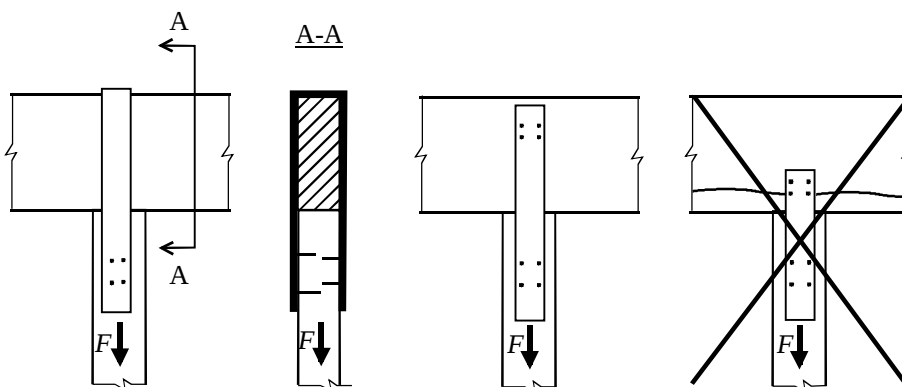
5 Ripustukset

Ripustuksilla tarkoitetaan tässä liitoksia, joissa kuormat aiheuttavat oleellisia vetorasituksia puun syysuuntaa vastaan kohtisuorassa suunnassa. Tästä on esitetty esimerkkejä kuvassa 5.



Kuva 5. Esimerkkejä huonoista ripustusliitoksista, jossa puu halkeaa syitä vastaan kohtisuoran vetorasituksen vuoksi.

Kuvassa 6 on esimerkki sekä hyvästä että huonosta ripustusliitoksesta. Siinä vasemman puoleisessa tapauksessa kuormitus ei aiheuta halkeiluvaaraa, koska ripustus tehdään palkin päältä. Oikean puoleisessa tapauksessa on oleellinen halkeamisvaara, koska ripustus on kiinnitetty lähelle palkin alareunaa.



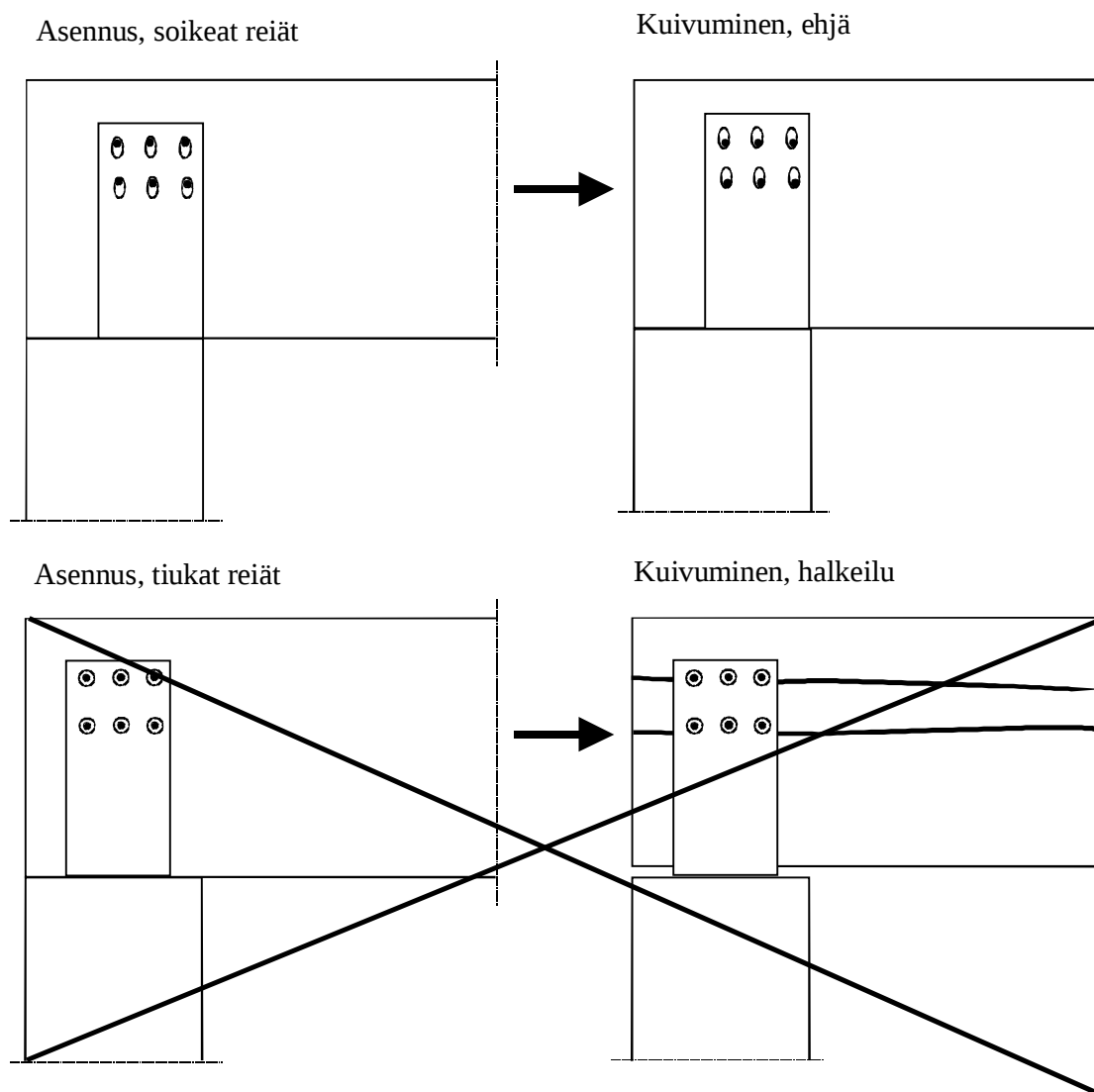
Kuva 6. Paras ripustus vasemmalla, hyvä keskellä ja huono oikealla.

6 Tuet

Jos palkki on kiinnitetty tuella kyljistään teräsosiin siten, että teräsosat alkavat kantaa kuormaa palkin kuivuessa, saattaa seurauksena olla palkin halkeaminen. Teräsosien tai teräksen ja palkin välisen liitoksen on oltava sellainen, että palkin kuivuessakin kuorma siirtyy alareunan kosketuksen kautta tuelle eikä palkki jää roikkumaan teräsosan varaan. Tätä on havainnollistettu kuvassa 7.

Kuvan 7 ylemmässä tapauksessa teräsosien reiät on tehty alun perin soikeiksi ja liittimet on kohdistettu asennuksessa reikien ylälaitaan. Kuivuessaan palkki kutistuu, liitin liukuu soikeissa reiässään ja palkki jää ehjäksi. Alemmassa kuvassa kiinnikkeet on sovitettu tiukkaan reikään, ja kuivuessaan palkki jää roikkumaan kiinnikkeiden varaan, kunnes palkin pää murtuu puun syitä vastaan kohtisuoran vetolujuuden ylittyessä reikien kohdalta. Jos kattorakenteella ei ole lumikuormaa, palkki jää roikkumaan ilmaan kiinnikkeiden varaan. Tällöin riittää käytännössä korjaukseksi se, että rakoon kiilataan esimerkiksi vanerista tehty raon paksuinen tukialueen kokoinen täyte.

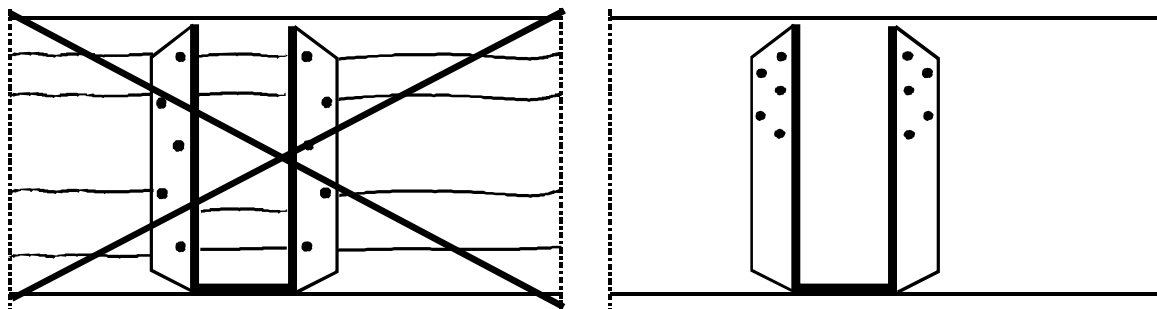
Nyrkkisääntönä voidaan pitää sitä, että metrin korkuisen palkin korkeus vaihtelee sisätiloissa vuoden aikana 10 millimetriä. Matalimmillaan palkki on lämmityskauden lopussa ja korkeimmillaan juuri ennen lämmityskautta.



Kuva 7. Palkin liitos tuella. Kiinnitykseen on käytetty teräslevyä, joka on kiinnitetty palkin kylkeen pulteilla tai vastaavilla.

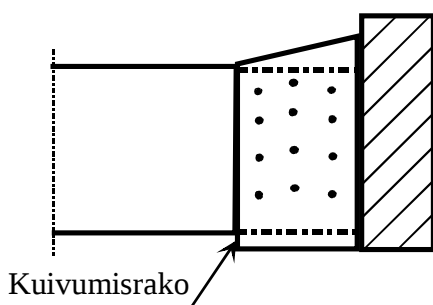
7 Sekundaaripalkkien kiinnitys primaaripalkin kylkiin

Kuivumisesta aiheutuvia palkin kylkiliitoskohdan halkeiluvaaroja on havainnollistettu kuvassa 8. Palkin kuivuessa ja samalla kutistuessa aiheutuu vetojännitys puun syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa, jos liitososat estävät puun luonnollisen kutistumisen. Lopputuloksena pääpalkkiin muodostuu halkeamia, jotka useimmiten kulkevat liittimien kohdalta. Tämä vauriotyyppi on vaarallinen siinä mielessä, että halkeamat syntyvät silloin, kun ilman suhteellinen kosteus on pieni eli lämmitetyssä tilassa talvella. Tällöin on todennäköisesti myös lumikuormaa, joten rasitus on muutenkin suuri.



Kuva 8. Korkea ripustusliitos palkin kyljessä. Vasemmalla on liitos, jota pitäisi välttää halkeiluvaaran takia. Oikean puoleinen liitos toimii paremmin, koska liittimet palkin korkeussuunnassa ovat lähempänä toisiaan ja kauempana palkin alareunasta kuin vasemmalla olevassa kuvassa.

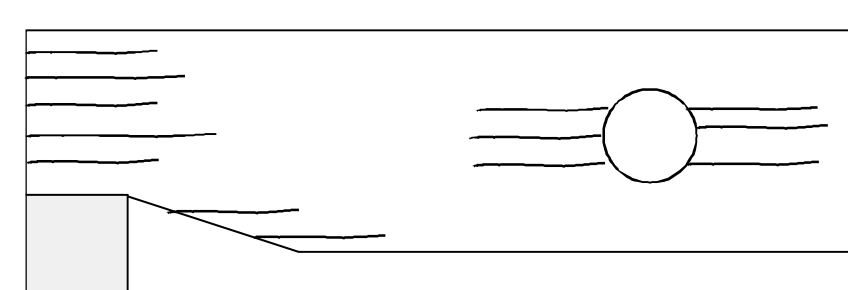
Vaikka halkeilua ei ole tapahtunut, kannattaa tarkistaa, ettei kantopintana toimivan teräsosan ja sekundaaripalkin alareunan välillä ole rakoa. Jos rakoa ilmenee, kiinnikkeet kantavat koko kuorman ja myöhemmin kuorman kasvaessa sekundaaripalkkiin saattaa syntyä halkeamia. Tästä on esimerkki kuvassa 9, joka on periaatteessa sama liitos kuin kuvassa 8.



Kuva 9. Korkea ripustusliitos, jossa liitetyn palkin alapinta ei ole kosketuksissa palkkikenkään puun kutistumisen vuoksi.

8 Epätasainen kuivuminen

Puun epätasaiselle kuivumiselle herkkiä alueita ovat palkkien päät sekä loveusten ja reikien reunat (ks. kuva 10).



Kuva 10. Epätasaisesta kuivumisesta johtuvalle halkeilulle alttiit alueet.

Rakenteiden kantavuuden kannalta vaarallisin alue on loveuksen kohta. Reiän ympäristö voi olla vaarallinen silloin, jos reiän läpi menee ilmanvaihtokanava tai vastaava, jonka lämpötila on ympäristöään korkeampi. Putken mahdollisessa lämpöeristämisessä on varottava, ettei eristeellä täytetä kokonaan putken ja puun välistä tilaa, koska tällöin puun lämpötila nousee lähelle putken lämpötilaa.

9 Vauriot rakennetyypeittäin

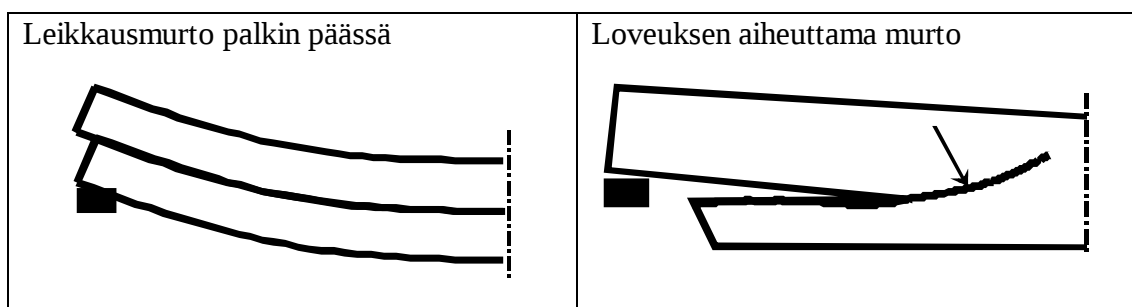
Yleisesti kaikkien liimapuukannatteiden riskikohtia ovat

- kutistumahalkeamat tuella,
- loveukset palkin alareunassa tuella,
- reikien ympäristöt ja
- alapintaan tai kylkiin tehdyt ripustusliitokset.

9.1 Suorat palkit

Suorien palkkien vaaralliset halkeamapaikat on esitetty kuvassa 2.

1. **Lähellä tukea** palkkiin kohdistuu suuria leikkausvoimia, jotka pyrkivät halkaisemaan palkin korkeuden puolivälistä. Jos tuen lähelle muodostuu vaakasuuntaisia kuivumishalkeamia, niin sortumavaara kasvaa. Kuivumishalkeamat syntyvät siitä, että palkki ei pääse vapaasti kutistumaan tai palkin kuivuminen on epätasaista. Tätä on selvitetty tarkemmin luvussa 6. Kuvassa 11 vasemmalta ylhäällä on esitetty palkin pää, kun leikkausmurto on tapahtunut.
2. Tuen lähellä palkin **alareunassa** oleva loveus aina riskitekijä. Mitä jyrkempi loveus on, sitä suurempi halkeamisriski on. Lovetun palkin halkeaminen aiheuttaa helposti välittömän murtumisen eli palkin kantokyvyn menetyksen. Murtuma lähtee yleensä loveuksen vaakapinnan tasolta. Murtotilannetta on havainnollistettu kuvassa 11 oikealla ylhäällä. Pahimmassa tapauksessa halkeama lähtee etenemään vinosti palkin yläreunaa kohti, jolloin palkki sortuu.
3. **Reikien** ympäristö on riskialue halkeilun kannalta. Riski on sitä suurempi, mitä lähempänä reikä on tukea. Jännevälän keskellä palkin korkeuden puolivälissä reikien ympäristön halkeamat eivät ole suuri riski. Reiät pitäisi aina pyöristää nurkistaan. Paras reikämuoto on ympyrä. Halkeilun syynä on kuormien lisäksi myös puun voimakas kuivuminen reiän ympäristössä. Kuivumisvaaraa on käsitelty tarkemmin luvussa 8.
4. Jos lähelle palkin alareunaa on **ripustettu raskaita kuormia**, voi seurauksena olla palkin halkeilu. Tätä on käsitelty tarkemmin luvussa 5.



Kuva 11. Vaarallisista halkeamista ja loveuksista aiheutuvia palkin murtumisia.

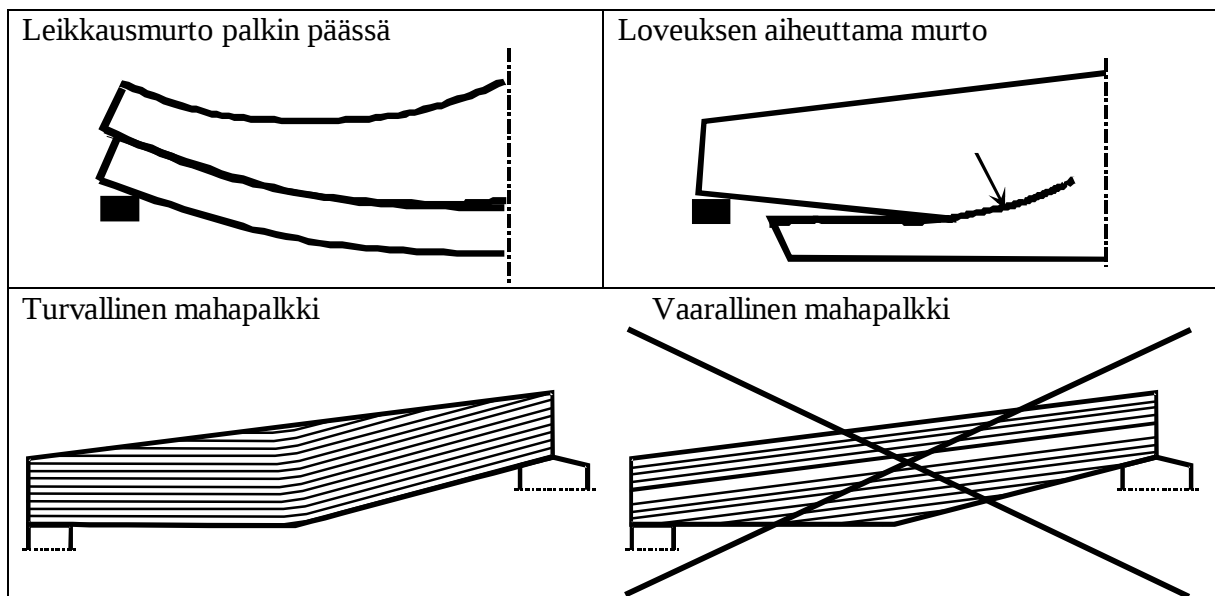
9.2 Pulpettipalkit ja harjapalkit

Pulpettipalkkien ja harjapalkkien vaaralliset halkeamapaikat on esitetty kuvassa 2.

1. **Lähellä tukea** palkkiin kohdistuu suuria leikkausvoimia, jotka pyrkivät halkaisemaan palkin korkeuden puolivälistä. Jos tuen lähelle tulee vaakasuuntaisia kuivumishalkeamia, niin sortumavaara

kasvaa. Kuvassa 12 vasemmalla ylhäällä on esitetty kaaviomaisesti palkin pää, kun leikkausmurto on tapahtunut. Harjapalkilla ja pulpettipalkin matalassa päässä tukialue on kriittisempi kuin suoralla palkilla, koska palkki on matalin suurimman leikkausvoiman alueella.

2. Tuen lähellä palkin **alareunassa** oleva loveus aina riskitekijä (vrt. luvun 9.1 kohta 2). Murtotilannetta on havainnollistettu kuvassa 12 oikealla ylhäällä. Pahimmassa tapauksessa halkeama lähtee etenemään vinosti palkin yläreunaa kohti, jolloin palkki murtuu.
3. **Reikien** ympäristö on riskialue halkeilun kannalta. Riskit ja riskipaikat ovat samat kuin suorilla palkeilla (ks. luvun 9.1 kohta 3).
4. Jos harjapalkki on harja alaspäin eli **mahapalkki** ja alareunassa puun syyt on leikattu vinosti, niin halkeilun kannalta tilanne on teknisesti sama kuin lovetuilla palkeilla. Tällöin alareunaan syntyy syitä vastaan kohtisuoria vetorasituksia. Tällaisia palkkeja on nykyään vähän. Nykyisin mahapalkit tehdään taivutetuista lamelleista, jolloin vältetään edellä kerrotusta vetomurtoriskistä syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa (ks. kuva 12).
5. Jos lähelle palkin alareunaa on **ripustettu raskaita kuormia**, voi seurauksena olla palkin halkeaminen. Tätä on käsitelty tarkemmin luvussa 5.



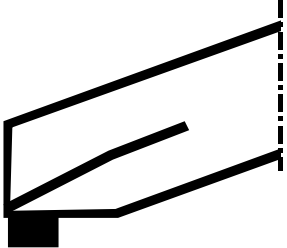
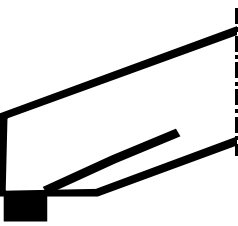
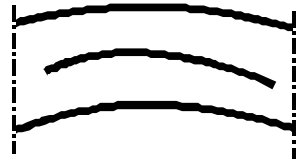
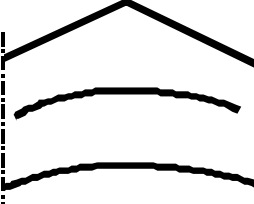
Kuva 12. Ylhäällä vaarallisista kuivumishalkeamista ja loveuksista johtuvia murtumismahdollisuuksia palkin tukialueella. Alhaalla vasemmalla on turvallinen mahapalkki ja oikealla riskialtis mahapalkki. Ratkaisevaa on se, ovatko mahapalkin alareunan lamellit jatkuvia vai vinosti palkin muotoon sahattuja.

9.3 Kaarevat palkit ja kaarevat harjapalkit

Kaarevien palkkien ja kaarevien harjapalkkien vaaralliset halkeamapaikat on esitetty kuvassa 2.

1. **Lähellä tukea** palkkiin kohdistuu suuria leikkausvoimia, jotka pyrkivät halkaisemaan palkin korkeuden puolivälistä. Jos tuen lähelle tulee syiden suuntaisia kutistushalkeamia, niin sortumavaara kasvaa samalla tavalla kuin suorilla palkeilla (ks. luvun 9.1 kohta 1). Kuvassa 13 vasemmalla ylhäällä on esitetty kaaviomaisesti palkin pää, kun leikkausmurto on tapahtunut.

2. Tuen lähellä palkin **alareunassa** oleva puun syyt katkaiseva viiste on riskitekijä silloin, kun vinos-
ti katkaistut lamellit eivät ulotu kokonaan tuen päälle. Murtotilannetta on havainnollistettu kuvas-
sa 13 oikealla ylhäällä. Pahimmassa tapauksessa halkeama lähtee etenemään vinosti palkin ylä-
reunaa kohti, jolloin palkki murtuu.
3. **Reikien** ympäristö on riskialue halkeilun kannalta samalla tavalla kuin suorilla palkeilla (ks. luvun
9.1 kohta 3).
4. Kaarevissa palkeissa ja kaarevissa harjapalkeissa syntyy syitä vastaan kohtisuoria vetorasituksia
kaarevan palkissa **jännevälin keskellä ja kaarevissa harjapalkeissa harjan alueella**. Suurim-
millaan nämä vetojännitykset ovat palkin korkeuden puolivälissä, jossa sijaitsevat kutistumishal-
keamat ovat siis vaarallisimpia. Näitä on havainnollistettu kuvassa 13 alhaalla oikealla ja alhaalla
vasemmalla.
5. Jos lähelle palkin alareunaa on **ripustettu raskaita kuormia**, voi seurauksena olla palkin halkei-
lu. Tätä on käsitelty tarkemmin luvussa 5.

Leikkausvaara tuella 	Halkeamisvaara syitä vastaan kohtisuorasta ve- dosta, jos kaarevan palkin tai kaarevan harjapal- kin päässä on sahattu lamellit poikki vinosti puun syysuuntaan nähden 
Vaarallinen halkeama kaarevan palkin keskialu- eella 	Vaarallinen halkeama kaarevan harjapalkin kes- kialueella 

Kuva 12. Vaarallista halkeamia kaarevien palkkien ja kaarevien harjapalkkien tukialueilla ja jännevälin keskellä.

10 Halkeamien korjaukset

Jos on epäily, että halkeamat ovat vaarallisia, tulee niistä teettää arvio ja tarvittaessa korjaussuunni-
telma pätevällä rakennesuunnittelijalla. Halkeamien korjaukset aina yksilöllisiä ja ne edellyttävät eri-
koissuunnittelua, joten niihin ei voida antaa tässä yleisohjeita. Suomen rakennusinsinöörien liitto
(RIL) julkaisee syksyllä 2006 asiantuntijoille tarkoitetun liimapuun halkeamia koskevan oppaan, jossa
annetaan ohjeita myös halkeamien korjaamiseen.

10.1 Omatoimisesti tehtävä tukipinnan täyttö

Jos palkki on jäänyt roikkumaan kiinnikkeiden varaan tuella siten, että palkin alareunan ja tuen välissä on selvä rako, rakoon kannattaa lyödä täyte. Sopiva täyte on raon korkuinen vaneri tai teräslevy. Täytteen leveys on sama kuin palkin leveys ja pituus on palkin tukipituus tuella. Jos tukipituutta ei voida nähdä, esimerkiksi rakenteiden verhoilun takia, kannattaa mitta tarkistaa rakennepiirustuksista. Toinen tapa on pyrkiä lyömään täyte niin syvälle kuin se kohtuullisella lyömisellä menee. Sopiva ajankohta tälle korjaustoimenpiteelle on keväällä ennen lämmityskauden loppua, kun katolla ei ole enää lunta.

10.2 Virheelliset korjaustavat

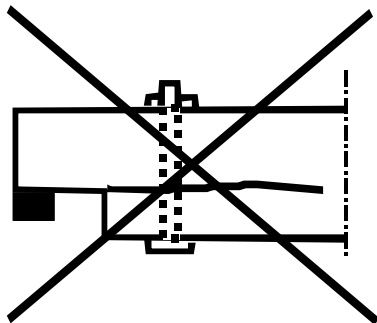
Seuraavassa esitettäviä korjaustapoja ei suositella kantavien liimapuurakenteiden korjauksessa, koska niihin sisältyy tunnistettavia riskejä. Mikäli tarkastuksessa ilmenee epäily, että liimapuuta on korjattu seuraavassa esitetyillä tavoilla, rakenne on luokiteltava riskialttiiksi ja tarkempi riskiarvio kannattaa teettää pätevällä puurakennesuunnittelijalla.

Halkeamien väärä täyttö

Halkeamien täyttö kittaamalla tai halkeamiin liimatuilla puutikuilla ei ole kantavan rakenteen korjaus. Nämä ovat ulkonäkökorjauksia, jotka eivät lisää rakenteen kantavuutta, mutta voivat sitä pienentää. Liimatut puutikut eivät koskaan ulotu halkeaman pohjaan, vaikka siihen pyrittäisiinkin. Mekaaninen pakottaminen lisää halkeiluvaaraa kiilavaikutuksen takia. Halkeiluvaaraa lisää myös se, jos puun pinta on korjauksen aikana kuivempi kuin sisäosa. Tilanne on pahimmillaan tällainen, jos korjaus tehdään kevättalvella tai heti lämmityskauden jälkeen.

Pulttaus syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa

Pulttaamalla tehtyjen halkeilukorjausten suurin riskitekijä on puun kosteusmuodonmuutokset korjauksen jälkeen. Jos pulttirei'issä käytetään lisäksi liimaa, niin muodonmuutosten erot korostuvat. Pultit vaativat aina liitososien välillä selvää liukumaa ennen kuin ne ottavat voimia. Pultit alkavat siis toimia vasta sitten, kun palkki murtunut kokonaan kahdeksi osaksi. Tällöin palkin staattinen toiminta ei enää vastaa sille asetettuja vaatimuksia: kantavuus on riittämätön ja taipuma on niin suuri, että rasi-
tukset kohdistuvat viereisille palkeille.



Kuva 14. Pulttaus on väärä korjaustapa.

TIEDOTE

Sattuneiden HI-palkkien halkeamavaurioiden johdosta Rakennusteollisuus RT:n Betoniteollisuus - toimiala toteaa, että toimialan toimesta on täydennetty HI-palkkien suunnittelun ja valmistuksen ohjeistusta. Noudattamalla aikaisempia ohjeita sekä näitä täydennyksiä estetään uusien vastaavien vaurioiden muodostuminen. Ohje on tämän tiedotteen liitteenä ja erikseen luettavissa internet-osoitteessa <http://www.betoni.com/> .

HI-palkkeja valmistavat betoniteollisuusyritykset ovat kartoittamassa valmistamansa kohteet mahdollisen halkeamariskin kannalta. Valmistajan ja suunnittelijan velvollisuus on säilyttää suunnitelmat kymmenen vuotta. Tästä syystä riskikartoitus kattaa noin kymmenen vuoden aikajänteen tästä hetkestä taaksepäin.

Valmistajat ottavat yhteyttä kesäkuun aikana niihin kiinteistönomistajiin, joiden kiinteistöjen HI-palkeissa on halkeamariskiä. Valmistajat luovuttavat näiden kohteiden luettelon myös Ympäristöministeriön käyttöön.

Kohteissa, joissa HI-palkkeja on käytetty, tulee kiinteistön omistajan tarkistaa silmämääräisesti, onko HI-palkin harjan läheisyydessä silmin havaittavia halkeamia. Tarkastus tulee kohdentaa erityisesti palkin ylälaippaan ja ulottaa harjalta noin palkin kolmannespisteeseen asti. Tarkastus on suoritettava erityisellä huolella. Mikäli silmämääräinen tarkastus osoittaa, että palkissa on halkeamia, tulee välittömästi ottaa yhteys joko palkin valmistajaan tai suunnittelijaan jatkotoimenpiteiden käynnistämiseksi.

Betoniteollisuus tulee tekemään mallisuunnitelman, kuinka niitä palkkeja voidaan vahvistaa, joissa halkeamariski on olennainen. Mallisuunnitelma on käytettävissä välittömästi kesäloman jälkeen.

Rakennusteollisuus RT
Betoniteollisuus

Olli Hämäläinen

Liite: Jännitettyjen HI-palkkien suunnittelu- ja valmistusohje

Jännitettyjen HI- palkkien suunnittelu ja valmistus

Jännitetyissä HI –palkeissa on viime aikoina havaittu vaurioita. Niitä on esiintynyt palkeissa, joissa on ollut ylälaipassa palkin keskialueella runsaasti harjateräksiä sekä puutteellinen haoitus ja jotka on suunniteltu kuormitukseensa nähden varsin mataliksi. Havaittujen vaurioiden johdosta suosittelemme toimittavaksi uusien palkkien suunnittelussa ja valmistuksessa toistaiseksi seuraavasti.

Täydentävät suunnitteluohjeet

Palkkityypin ja -korkeuden valinnassa tulee käyttää ensisijaisesti betonielementtiteollisuuden laatimia mitoituskäyrästöjä. Näitä löytyy esimerkiksi julkaisusta Valmisosarakentaminen II, osa H , Perustus- ja runkorakenteet. RTT. 1995. Käyrästöissä palkkien korkeudet on valittu niin, että jännittämisestä ylälaippaan aiheutuu vain pieniä vetojännityksiä ja siellä tarvitaan vain pienikokoisia harjaterästankoja. Alalaippaan ei tällöin myöskään tule liian korkeita puristusjännityksiä. Jännittämisyvaiheessa betonin puristusjännitykset saavat olla enintään 50 % laukaisulujuudesta.

Pienempää palkkipoikkileikkausta kuin käyrästöt antavat, tulisi käyttää vain poikkeustapauksissa ja kokeneen suunnittelijan toimesta. Mikäli käytetään palkkeja, joiden korkeus on mitoituskäyrästöjä pienempi, tulee palkin yläreunan puristusjännitykset hoitaa ensisijassa käyttäen korkeampaa betonin lujuutta.

Palkin ylälaipan puristusterästen määrää tulee rajoittaa. Kuormituksen lopputilanteessa ei tulisi tarvita lainkaan puristusteräksiä. Esijännityksen laukaisutilanteen aiheuttamia vetojännityksiä varten ylälaipassa suositellaan käytettäväksi enintään T20- teräksiä. Rauditus ei saisi missään tilanteessa isoillakaan palkeilla ylittää määrää 6T20. Näitä lopputilanteessa puristettuja teräksiä ei tule jatkaa palkin harjan kohdalla. Jatkospituutena tangoille käytetään vedetyn teräksen jatkospituutta. Tangot tulisi asentaa yhteen kerrokseen. Jos tankoja on enemmän kuin 2 kpl, tulee ne päättää eri kohdissa. Isommat tangot tulee sijoittaa laipassa keskelle uuman viereen.

Lisäksi suositellaan käytettäväksi yläpunoksia tasapainottamaan poikkileikkauksen jännityksiä alkutilanteessa. Joissakin tilanteissa alapunosten jännitystä kannattaa pienentää maksimitaan. Alapunosten tartunnan poistolla voidaan pienentää ylälaipan vetojännitystä laukaisutilanteessa.

Palkin ylälaipan taitteen aiheuttama nostovoima tulee harjan kohdalla hoitaa uumaan sijoitetuilla ala- ja ylälaippaan ankkuroiduilla lisäteräksillä.

Ylälaippa tulee varustaa riittävällä haoituksella. Ylälaipassa tulee palkin keskialueella (= noin 60 % palkin pituudesta- alueella) käyttää umpihakoja tai vähintään ns. triangelihakaa (BY 210, s. 654) aina kun puristettujen tankojen määrä on suurempi kuin 2T16 sekä aina puristettujen tankojen jatkoksen ja palkin harjan kohdalla ja mikäli tankoja joudutaan sijoittamaan kahteen kerrokseen. Muissa tilanteissa ns. hattuhaka voidaan katsoa riittäväksi. Hakajako määräytyy puristettujen pääterästen normivaatimusten mukaan. Lisätietoja palkin ja sen haoituksen suunnitteluun löytyy julkaisusta BY 210. Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2005, kohta 9.3.2.

Isot reiät palkin uumassa tulee suunnitella huolella. Pääsääntöisesti palkin keskimmaisella kolmanneksella suositellaan reiän kooksi enintään $h/3$ ja suurten reikien välisen kannaksen leveydeksi vähintään $h/2$, kun h = palkin korkeus reiän kohdalla. Palkin kestävyys reikien kohdalla tulee tarkistaa ristikkoanalogian perusteella. Mikäli palkkiin joudutaan sijoittamaan reikiä suosituksesta poiketen, tulee suunnittelijan laatia niistä tarkemmat laskelmat. Isojen reikien yhteydessä tulee tarkistaa myös betonin jännitykset palkin ala- ja yläreunassa. Lisätietoja reikien suunnittelusta löytyy edellä mainituista julkaisuista.

Jännitetyt HI- palkit ovat 1- rakenneluokan rakenteita, joiden suunnitelmien laatijalla/ tarkastajalla tulee olla FISE ry:n toteama AA- luokan betonirakenteiden suunnittelijapätevyys. Erityisen vaativissa rakennushankkeissa (RakMk A1) tai jos palkkirakenteissa oleellisesti poiketaan suosituksista, tulee ulkopuolisen betonirakenteiden tarkastajan pätevyyden omaavan suunnittelijan tarkistaa suunnitelmat.

Palkkien valmistus, kuljetus ja asennus

Palkkien valmistuksen tulee tapahtua valmistussuunnitelmien ja Betoninormien (BY 50) mukaan. Erityistä huomiota tulee kiinnittää oikeaan raudoitukseen sekä betonin lujuudenkehitykseen ja tiivistämiseen. Esijännityksen laukaisuvaiheessa betonin lujuuden tulee olla suunnitelmien mukainen. Mikäli palkkien laadunvalvonnassa havaitaan normaalista poikkeavaa (esim. halkeamia esijännityksen laukaisuvaiheessa), tulee siitä informoida suunnittelijaa. Mikäli valmistuspiirustukset ovat puutteelliset tai epäselvät, asia tulee selvittää suunnittelijan kanssa ennen palkin valmistusta. Valmistukseen tulee aina jäädä dokumentoitu tieto palkin lopullisesta raudoituksesta.

Palkit tulee kuljettaa työmaalle pitkien jännebetonipalkkien yleisiä kuljetusohjeita noudattaen. Palkeille tulee tehdä työmaalla vastaanottotarkastus ja ne tulee asentaa kirjallisen asennussuunnitelman mukaan.

RT/ Betonteollisuus