

Tilaja	Suomen Liimapuu yhdistys ry Tero Vesanen Länsikaari 7 18100 Heinola vesanen.tero@gmail.com
Tilaus	Tomi Koskeniemi 8.5.2019
Yhteys henkilö	Eurofins Expert Services Oy Ari Kevarinmäki Kemistintie 3 PL 47, 02151 Espoo AriKevarinmaki@eurofins.fi

Liimaruuviliitosten suunnitteluohje

Yleistä

Tämä lausunto koskee sellaisten ilmoitetun laaduntarkastuslaitoksen valvonnassa valmistettavien liimaruuviliitosten mitoitusta, joiden alkutestaus on raportoitu VTT:n tutkimusselostuksessa nro RTE 1568/01, VTT-S-03104-09 tai VTT-S-07591-12. Liimaruuviliitoksissa käytetään valmistajakohtaisesti hyväksytyjä liimoja, valmistustekniikoita ja laadunvarmennusmenettelyä. Tämä lausunto perustuu EN 1995-1-1+A1+A2:2014 suunnittelustandardin (*Eurokoodi 5*) ja sen Suomen kansallisen liitteen mukaiseen murtorajatilamitoitukseen, edellä mainittuihin VTT:n tutkimusselostuksiin (*Liimaruuviliitosten vetokokeet*) sekä Eurofinsin tekemiin laskelmiin, joissa on sovellettu lähteissä /1/, /2/ ja /3/ julkaistuja suunnitteluohjeita ja tutkimustuloksia.

Tämä lausunto koskee epoksi- tai polyuretaaniliimalla liimapuuhun syiden suuntaisesti liimattuja kansiruuveja, jotka ovat kärkiosaltaan 100...150 mm:n pituudelta kierteistettyjä. Liimapuun on kuusta tai mäntyä ja sen lujuusluokka on vähintään GL30c. Ruuvien sileän osan halkaisija on 19 mm ja ruuviteräksen lujuusluokka on S235JRG2 (EN10025) tai 5.8 (ISO EN 898-1). Lujuusluokan 5.8 ruuvien yhteydessä käytetään aina epoksi-liimaa. Ruuvien tartuntapituus liimapuussa $L_a = 400...490$ mm. Ruuvien sileän osan syvyydelle saakka porataan 20 mm:n reikä. Tämän jälkeen em. reiän pohjaan porataan 16 mm:n reikä niin, että reiän kokonaissyvyys vastaa ruuvien tartuntapituutta L_a .

Tämä lausunto koskee liimaruuviliitosten normaalivoima- ja leikkausvoimakestävyyttä Eurokoodi 5 osan 1-1:n mukaisessa murtorajatilamitoituksessa käyttöluokissa 1 ja 2. Tämä lausunto ei koske liimaruuviliitosten palonkestävyyttä eikä sellaisten rakenteiden suunnittelua, joissa vaikuttaa pitkäaikaisesti yli 50 °C lämpötila tai dynaamisesti vaihtorasitettu kuormitus.

Liimaruuvien normaalivoimakestävyys

Pituussuunnassa kuormitetun liimaruuvien normaalivoimakestävyysmitoitussarvo

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} R_{y,k} \\ \gamma_{M,0} \\ k_{mod} \frac{R_{a,k}}{\gamma_M} \end{array} \right. \quad (1)$$

missä $R_{y,k}$ ruuvien myötökestävyyden ominaisarvo;

$\gamma_{M,0}$ ruuvien myötäämiselle käytettävä osavarmuusluku, Suomessa $\gamma_{M,0} = 1,0$;

$R_{a,k}$ tartuntakestävyys ominaisarvo;

k_{mod} liimapuun kuorman keston ja kosteusvaikutuksen muunnoskerroin;

γ_M puurakenteiden liitosten osavarmuusluku, Suomessa $\gamma_M = 1,3$.

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

Ruuvien myötökkestävyydelle voidaan käyttää ominaisarvoa

$$R_{y,k} = \begin{cases} 62 \text{ kN} & \text{lujuusluokassa S235} \\ 101 \text{ kN} & \text{lujuusluokassa 5.8} \end{cases} \quad (2)$$

Tartuntakestävyydelle voidaan käyttää käyttöluokassa 1 seuraavaa ominaisarvoa:

$$R_{a,k} = \begin{cases} (L_a/490) \cdot 72 \text{ kN} & \text{kun ruuvien lujuusluokka on S235} \\ (L_a/490) \cdot 84 \text{ kN} & \text{kun ruuvien lujuusluokka on 5.8} \end{cases} \quad (3)$$

missä L_a on ruuvien tartuntapituus millimetreinä.

Käyttöluokassa 2 kaavan (3) mukainen tartuntakestävyys $R_{a,k}$ kerrotaan luvulla 0,8.

Vektorisetun liimaruuviryhmän tulee lisäksi täyttää seuraava ehto:

$$F_{t,d} \leq n_t^{0,9} R_{ax,d} \quad (4)$$

missä $F_{t,d}$ vedetyn liimaruuviryhmän mitoituskuorma;

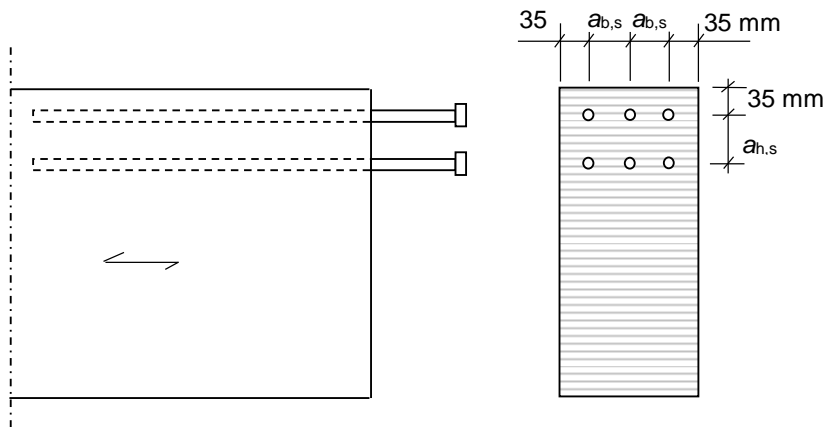
n_t vedettyjen liimaruuvien lukumäärä;

$R_{ax,d}$ ruuvien normaalivoimakestävyyden mitoitusarvo.

Reunaetäisyydet ja ruuvivälit

Pienimmät sallittavat liimaruuvien reunaetäisyydet ja keskinäiset etäisyydet on esitetty kuvassa 1. Esitetyt arvot edellyttävät, että liimaruuvien valmistuksessa reiän kohdistustarkkuus on ± 2 mm ja että poratun reiän vinous on enintään $L/100$.

Liimaruuvien pienin sallittava reunaetäisyys liimapuun pinnasta on 35 mm mitattuna ruuvien keskelle. Yleinen ruuvien välinen pienin sallittava keskinäinen etäisyys liimapuun leveys-suunnassa $a_{b,s} = 60$ mm ja poikkileikkauksen korkeussuunnassa $a_{h,s} = 75$ mm. Kun ruuvien lujuusluokka on S235 ja liimapuun kannalta mitoittavien kuormitusyhdistelmä kuuluu hetkelliseen aikaluokkaan, voidaan käyttää minimietäisyyksiä $a_{b,s} = 50$ mm ja $a_{h,s} = 65$ mm.



$a_{b,s} = 50$ mm ja $a_{h,s} = 65$ mm, kun S235 ruuvi ja hetkellinen aikaluokka on mitoittava;
 $a_{b,s} = 60$ mm ja $a_{h,s} = 75$ mm muussa tapauksessa.

Kuva 1. Pienimmät sallittavat liimaruuvien reunaetäisyydet ja keskinäiset välit liimapuun lujuusluokassa GL30c, kun liimaruuvien ulosvetokestävyys hyödynnetään täysimääräisenä.

Keskiöetäisyyksiä a_b ja a_h voidaan redusoida aina 40 mm:iin saakka edellyttäen, että liimapuun vetokestävyys toteuttaa ehdon:

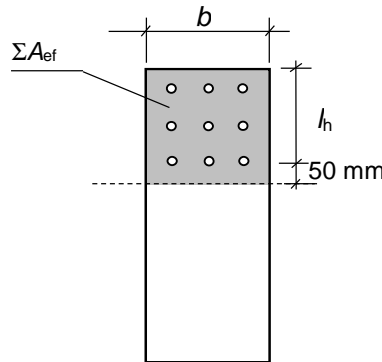
$$N_{t,d} = f_{t,d} \sum_{i=1}^{n_t} A_{ef,i} \geq F_{t,d} \quad (5)$$

missä $f_{t,d}$ liimapuun vetolujuuden mitoitusarvo;
 $A_{ef,i}$ liimapuun tehollinen vetovyöhykkeen pinta-ala ruuvia i kohden;
 n_t liitinryhmän vedettyjen liimaruuvien lukumäärä;
 $F_{t,d}$ vedetyn liimaruuviryhmän mitoituskuorma.

Suorakaiteen muotoisen tehollisen pinta-alan $A_{ef,i}$ reuna ulottuu korkeintaan 50 mm:n etäisyydelle ruuvista. Tehollisesta pinta-alasta on vähennettävä 16 mm:n porareikää vastaava 200 mm^2 pinta-ala. Eri ruuvien teholliset pinta-alat eivät voi olla päällekkäin. Kun kuvan 2 mukaiseen suorakaiderasteriin sijoitetun liitinryhmän keskiöetäisyydet a_h ja $a_b \leq 100 \text{ mm}$ ja reunaetäisyydet ovat enintään 50 mm, liitinryhmän tehollinen pinta-ala voidaan laskea lausekkeesta:

$$\sum_{i=1}^n A_{ef,i} = b \cdot (l_h + 50 \text{ mm}) - n \cdot 200 \text{ mm}^2 \quad (6)$$

kun b on liimapuupalkin leveys ja l_h on kauimmaisen ruuvirivin etäisyys liimapuun vedetystä reunasta.



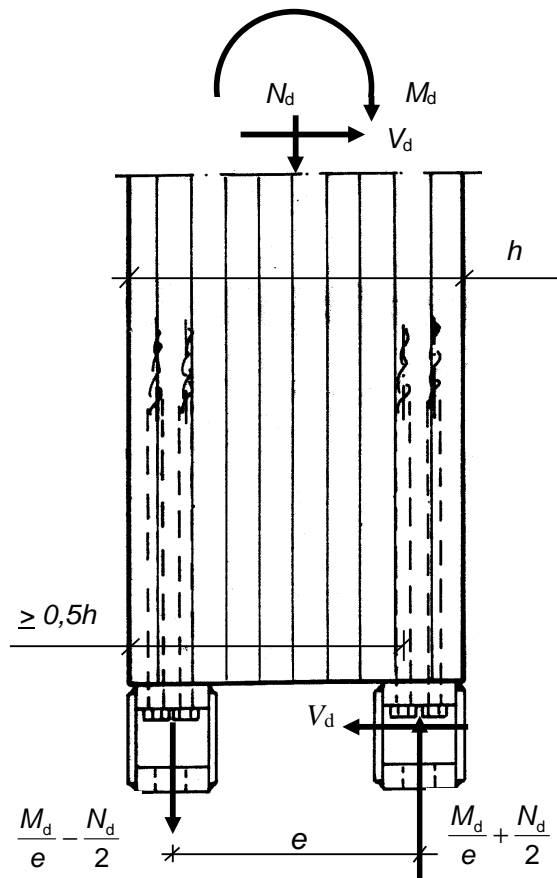
Kuva 2. Vedetyn liitinryhmän tehollinen pinta-ala, kun reunaetäisyydet ovat 35..50 mm ja ruuvien keskiöetäisyydet ovat 40..100 mm.

Leikkauskestävyys

Vetorasitetuilla liimaruuveilla ei oleteta olevan leikkausvoimakestävyyttä. Puristettujen liimaruuvien leikkauskestävyyttä voidaan hyödyntää, kun ruuvien etäisyys liimapuupoikki-leikkauksen leikkauskuormitetusta reunasta on vähintään $0,5h$, kun h on liimapuupoikki-leikkauksen korkeus tarkasteltavassa suunnassa (ks. kuva 3). Tällaisten vaaroina toimivien liimaruuvien leikkauskestävyyksien mitoitusarvot $R_{v,d}$ on esitetty taulukossa 1. Mikäli ruuvien keskiöetäisyys $a_h < a_{h,s}$, tulee taulukon 1 arvoja pienentää kertoimella $a_h/a_{h,s}$.

Taulukko 1. Puristetun liimaruuviliitoksen leikkauskestävyyden mitoitusarvo $R_{v,d}$ (kN) yhtä ruuvia kohden käyttöluokissa 1 ja 2, kun ruuvien etäisyys poikkileikkauksen leikkauskuormitetusta reunasta on $\geq 0,5h$ ja ruuvien keskiöetäisyys $a_h \geq a_{h,s}$.

Ruuvi	Aikaluokka		
	pysyvä	keskipitkä	hetkellinen
S235JRG2	4,6	6,2	8,5
Lujuusluokka 5.8	5,5	7,3	10,0



Kuva 3. Puristettujen liimaruuvien vaarnavaikutuksen hyödyntäminen.

Liitosten kosteussuojaus

Liimapuupilarien ja -kaarien päiden perustusliitokset tulee suunnitella siten, että puu ei ole suorassa kontaktissa betoniin tai maahan. Kaikki liimaruuvilliset liimapuun päätypinnat tulee pinnoittaa kosteuden siirtymisen estämiseksi esimerkiksi epoksimaalilla.

Liitosalueen puun kosteusvaihtelut on pyrittävä minimoimaan, koska liimapuun kosteus-eläminen voi johtaa liitosalueen halkeamiseen liimaruuvirivin kohdalta. Puun kapillaarinen kostuminen saattaa aiheuttaa myös lahovaurioita.

Tämä lausunto on voimassa toistaiseksi, kuitenkin enintään 31.5.2024 asti.

Espoo, 14.5.2019

Ari Kevarinmäki
Johtava asiantuntija

Viitteet

/1/ RIL 205-1-2017, Puurakenteiden suunnitteluohje, Eurokoodi EN 1995-1-1. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL r.y.

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

- /2/ Kangas, J., 1994, Joints of glulam structures based on glued-in ribbed steel rods. VTT Publications 196. 81 p.
- /3/ Rodd, P. D., 1989, Resin Injected Mechanically Fastened Timber Joints. Second Pasific Timber Engineering Conference, Auckland, New Zealand.

Jakelu

Tomi Koskenniemi, Versowood
Suomen Liimapuu yhdistys ry / Tero Vesanen

sähköisesti allekirjoitettu
sähköisesti allekirjoitettu