

<b>Tilaaaja</b>	<b>Puutuoteteollisuus Ry</b> Sauli Ylinen Siltasaarenkatu 12 A 00530 Helsinki <a href="mailto:sauli.ylinen@puutuoteteollisuus.fi">sauli.ylinen@puutuoteteollisuus.fi</a>
<b>Tilaus</b>	Sauli Ylinen 28.1.2025
<b>Yhteyshenkilö</b>	<b>Eurofins Expert Services Oy</b> Ari Kevarinmäki Tekniikantie 15A PL 47, 02151 Espoo <a href="mailto:Ari.Kevarinmaki@cpt.eurofinseu.com">Ari.Kevarinmaki@cpt.eurofinseu.com</a>

## Liimaruuviliitosten suunnitteluohje

### Yleistä

Tämä lausunto koskee sellaisten ilmoitetun laaduntarkastuslaitoksen varmentamana valmistettävien liimaruuviliitoksien 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 tutkimusraportteihin 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...200 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). 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 leikkausvoimakkestävyyttä Eurokoodi 5 osan 1-1:n mukaisessa murtorajatilamitoituksessa käyttöluokissa 1 ja 2. Tämä lausunto ei koske sellaisia liimaruuviliitoksia, joissa vaikuttaa pitkäaikaisesti yli 50 °C lämpötila tai dynaamisesti vaihtorasitettu kuormitus.

### Liimaruuvien normaalivoimakkestävyys

Pituussuunnassa kuormitetun liimaruuvien normaalivoimakkestävyyden mitoitusarvo

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

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

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

$R_{a,k}$  tartuntakestävyyden ominaisarvo;

$k_{mod}$  liimapuun kuorman keston ja kosteusvaikutuksen muunnoskerroin;

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

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

Ruuvien myötökkestävyydelle voidaan käyttää ominaisarvoa

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

Käytettäessä epoksiliimaa tartuntakestävyys voidaan laskea käyttöluokassa 1 seuraavasti:

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

missä  $L_a$  on ruuvien tartuntapituus millimetreinä.

Kun käytetään polyuretaaniliimaa, tartuntakestävyys lasketaan kaavassa (3) ruuvien lujusluokalle S235 esitetyn mukaisesti vaikka ruuvien lujusluokka olisi 5.8.

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

Vetorasitetun liimaruuviryhmän tulee lisäksi täyttää seuraava ehto:

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

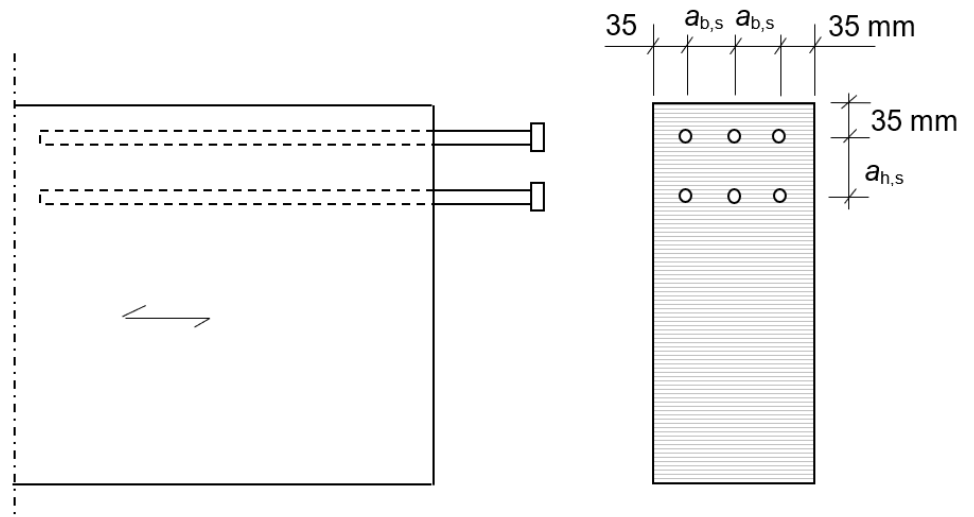
missä  $F_{t,d}$  vedetyn liimaruuviryhmän mitoituskuorma;

$n_t$  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  $\pm 2$  mm ja että poratun reiän vinous on enintään  $L/100$ .



$a_{b,s} = 50$  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 lujusluokassa GL30c, kun liimaruuvien ulosvetokestävyys hyödynnetään täysimääräisenä.

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.

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

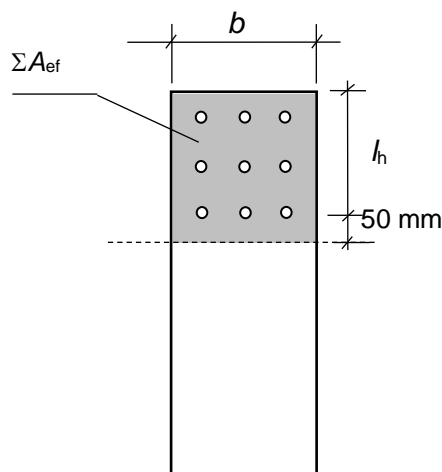
$$N_{t,d} = f_{t,d} \sum_{i=1}^{n_t} A_{ef,i} \geq F_{t,d} \quad (5)$$

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  $200 \text{ mm}^2$  pinta-ala. Eri ruuvien teholliset pinta-alat eivät voi olla päällekkäin. Kun kuvan 2 mukaiseen suorakaiderasteriin sijoitetun liitinryhmän keskiötäisyydet  $a_h$  ja  $a_b \leq 100$  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  $h$  on kauimmaisen ruuvirivin etäisyys liimapuun vedetystä reunasta.



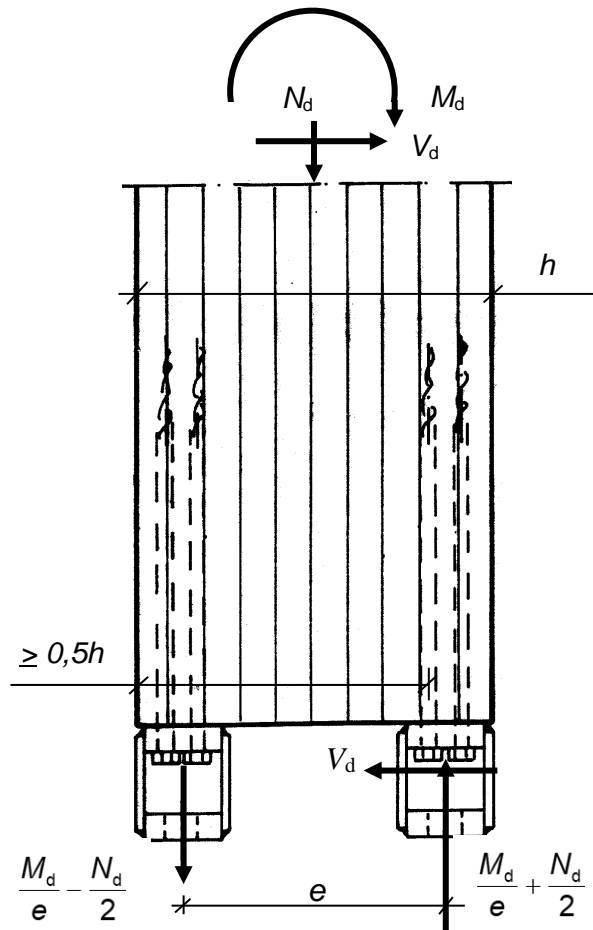
**Kuva 2.** Vedetyn liitinryhmän tehollinen pinta-ala, kun reunaetäisyydet ovat 35..50 mm ja ruuvien keskiötäisyydet ovat 40..100 mm.

### Leikkauskestävyys

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

### Liitoksen palonkestävyys

Kun liimalle ilmoitettu lämpötilankestävyys on vähintään 50 °C ja poikkileikkauksen leveys  $b \geq 2a_1 + 40$  mm, liitoksen palotilanteen kestävyys voidaan laskea niiden liimaruuvien mukaan, joiden reunaetäisyys  $a_1$  puun reunasta ruuvien keskelle toteuttaa ehdon:

$$a_1 \geq t_{d,fi} + 28 \text{ mm} \quad (7)$$

missä  $t_{d,fi}$  on vaadittu palonkesto aika minuutteina.

Mikäli palossa toimivia liittimiä on vain yhdessä rivissä liimapuun keskellä, reunaetäisyyden tulee olla vähintään  $a_1 \geq 1,25 t_{d,fi} + 28$  mm (leveys  $b \geq 2,5 t_{d,fi} + 56$  mm).

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

**Liitosten kosteussuojaus**

Liimapuupilarien ja -kaarien päiden perustusliitokset tulee suunnitella siten, että puu ei ole suorassa kontaktissa betoniin tai maahan. Kaikki liimaruuvilliset liimapuun päätyypinnat 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 28.2.2030 asti.

**Espoo, 28.2.2025**

*Ari Kevarinmäki*

*Johtava asiantuntija*

**Viitteet**

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

Puutuoteteollisuus Ry / Sauli Ylinen

sähköisesti allekirjoitettu