



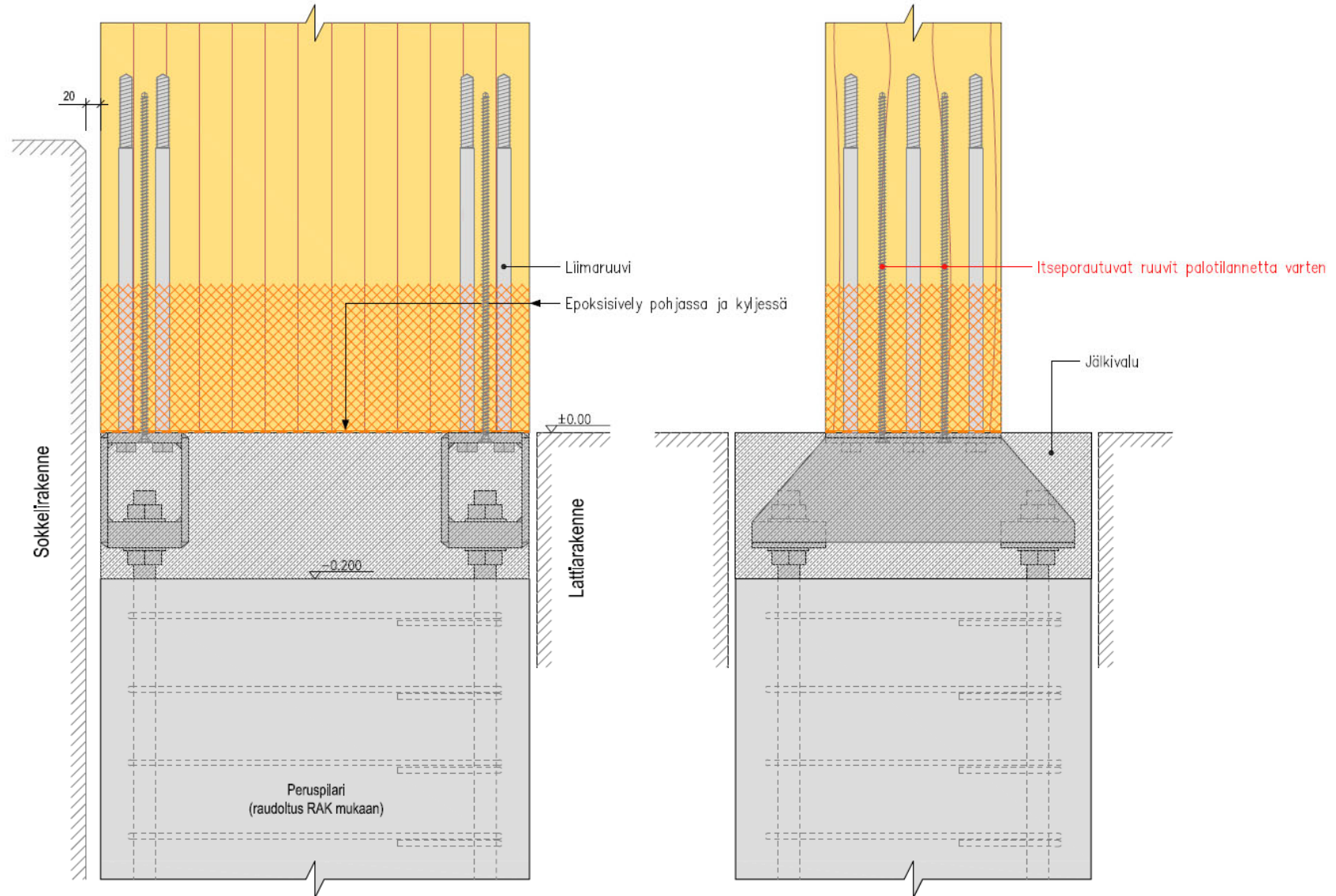
Momenttijäykkä liimaruuviliitos

Vaativien puurakenteiden suunnittelu -koulutus 2018

Moduuli 2

Jani Pitkänen

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)



Kuva: Puuinfo

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

1. Yleistä

- Mitoitusohje perustuu lausuntoon **VTT-S-05701-14**
- Tämä ohje koskee epoksi- ja polyuretaaniliimalla syiden suuntaisesti liimattuja kansiruuveja
- Ne ovat kärkiosaltaan 100...150 mm:n pituudelta kier-teistettyjä
- Liimapuu
 - Kuusta tai mäntyä
 - Lujuusluokka vähintään GL30c
- Liimaruuvit
 - $D = 19$ mm ja tartuntapituus, $L_a = 400...490$ mm (puussa)
 - S235JRG2 (EN10025)
 - 5.8 (ISO EN 892-1) => käytettävä aina epoksiliimaa

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

1. Yleistä

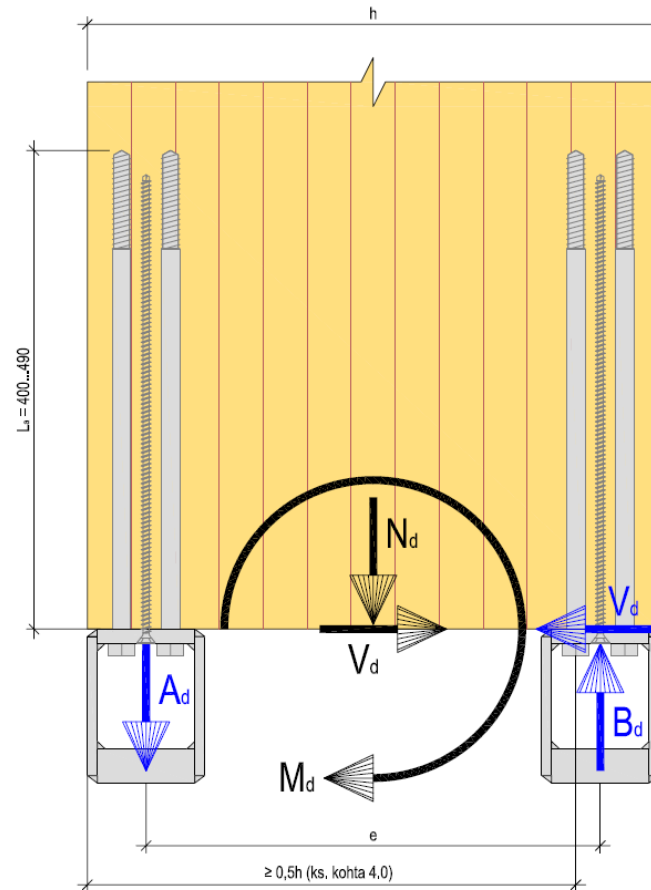
- Tämä ohje ei koske seuraavia tapauksia:
 - Liimaruuviliitoksen palonkestävyyden mitoitusta
 - Liitosta, jossa vaikuttaa pitkäaikaisesti yli 50 °C lämpötila
 - Liitosta, jossa vaikuttaa dynaamisesti vaihtorasitettu kuormitus
- Liitoksen käyttöluokka: 1 tai 2
- Työohjeita:
 - Ruuvien sileän osan syvyydelle saakka porataan 20 mm reikä
 - Sitten edellä mainitun reiän pohjaan porataan 16 mm reikä siten, että reiän kokonaissyvyys vastaa ruuvien tartuntapituutta, L_a
- Mitoitus: puu EC 5, teräs EC 3 ja betoni EC2

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus

- Pilarikengän veto- ja puristusvoima:

$$A_d = \frac{M_d}{e} - \frac{N_d}{2}$$
$$B_d = \frac{M_d}{e} + \frac{N_d}{2}$$



Kuva: Puuinfo

PUUINFO

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus

- Liimaruuvien normaalivoimakestävyyden mitoitusarvo:

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{y,k}}{\gamma_{M,y}} \\ k_{\text{mod}} \cdot \frac{R_{a,k}}{\gamma_M} \end{array} \right.$$

$R_{y,k}$ = ruuvien myötökestävyyden ominaisarvo

$R_{y,k} = 62 \text{ kN}$, kun ruuvien lujuusluokka S235

$R_{y,k} = 101 \text{ kN}$, kun ruuvien lujuusluokka 5.8

$\gamma_{M,y}$ = ruuvien myötäämiselle käytettävä osavarmuysluku, Suomessa 1,1

k_{mod} = muunnoskerroin liimapuulle

γ_M = liimapuun osavarmuysluku, Suomessa 1,2

$R_{a,k}$ = ruuvien tartuntakestävyyden ominaisarvo

$R_{a,k} = \left(\frac{L_a}{490} \right) \cdot 72 \text{ kN}$, kun ruuvien lujuusluokka S235 (käyttöluokka 1)

$R_{a,k} = \left(\frac{L_a}{490} \right) \cdot 84 \text{ kN}$, kun ruuvien lujuusluokka 5.8 (käyttöluokka 1)

$R_{a,k}$ kerrotaan luvulla 0,8 käyttöluokassa 2

Momenttijäykä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus

- Lisäksi vetorasitetun liimaruuviryhmän tulee täyttää seuraava ehto:

$$F_{t,d} \leq n_t^{0,9} \cdot R_{a,d}$$

$F_{t,d}$ = vedetyn liimaruuviryhmän mitoituskuorma

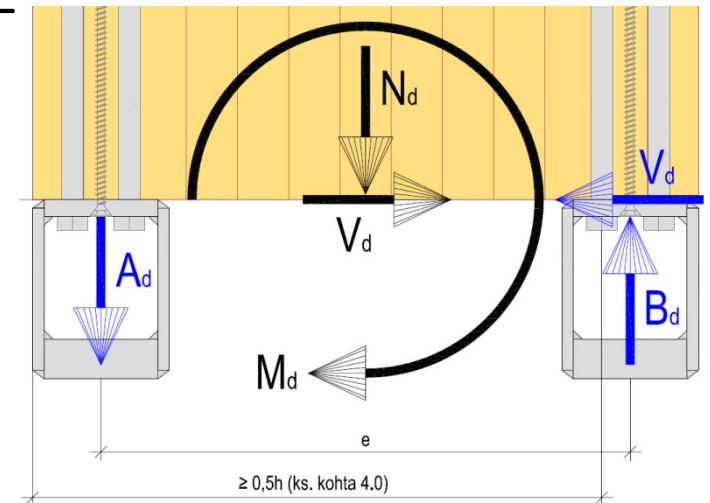
n_t = vedettyjen liimaruuvien lukumäärä

$R_{a,d}$ = ruuvin tartuntakestävyyden mitoitusarvo

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus

- Liimaruuvien leikkauskestävyyden mitoitusarvo:
 - Liitoksessa oleva leikkausvoima V_d vastaan otetaan pilarin puristetun reunan liimaruuveilla
 - Vetorasitetuilla liimaruuveilla ei oleteta olevan leikkauskestävyyttä
 - Puristettujen liimaruuvien leikkauskestävyyttä voidaan hyödyntää, kun ruuvien etäisyys liimapuupoikkileikkauksen leikkauskuormitusta reunasta on $\geq 0,5h$

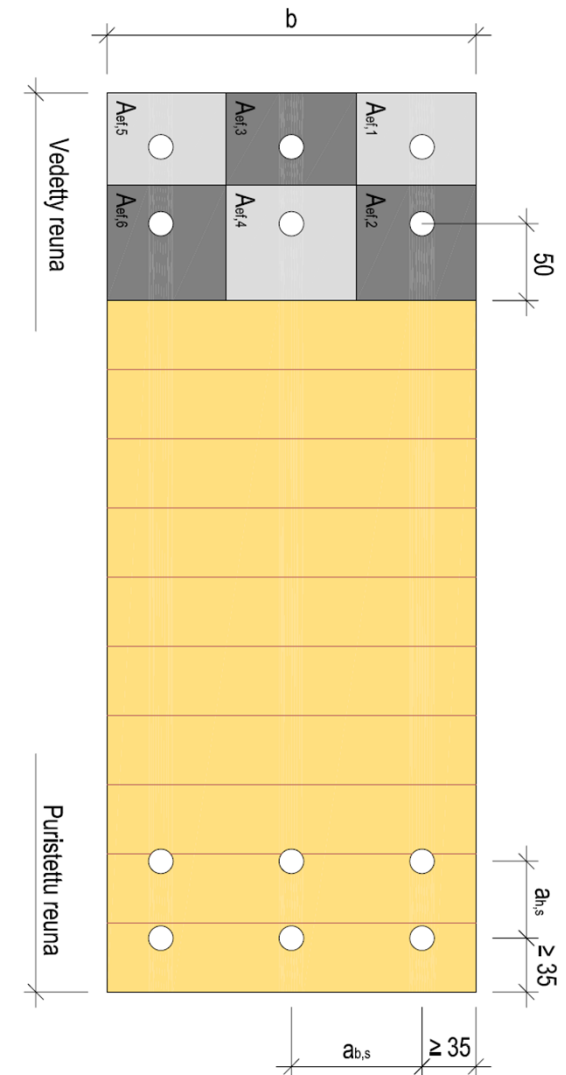


Kuva: Puuinfo

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus

- Liimapuun vetokestävyys:
 - Yhden liimaruuvin suorakaiteen muotoinen tehollinen pinta-ala $A_{ef,i}$ ulottuu enintään 50 mm:n etäisyydelle ruuvin reiän keskeltä
 - $A_{ef,i}$ –pinta-alasta vähennetään 16 mm porareikää vastaava pinta-ala (200 mm²)
 - Vierekkäisten liimaruuvien $A_{ef,i}$ –pinta-alat eivät saa mennä päällekkäin



Kuva: Puuinfo

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus

- Liimapuun vetokestävyys:
 - Liimaruuvien keskiöetäisyydet $a_{b,s}$ ja $a_{h,s}$ voidaan pienentää mitta 40 mm, kun liimapuun vetokestävyys täyttää seuraavan ehdon:

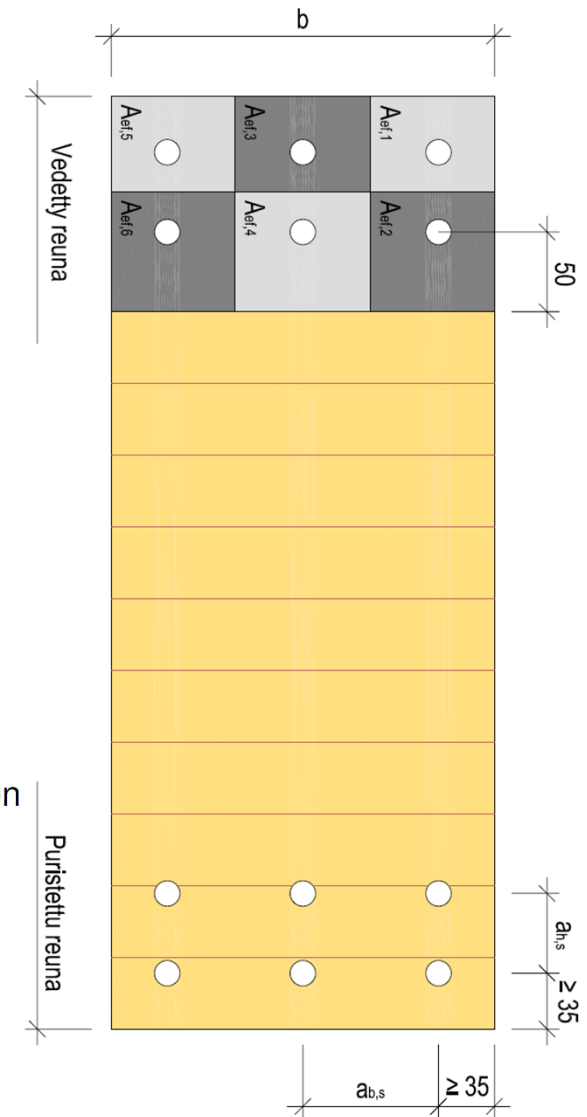
$$N_{t,d} = f_{t,d} \cdot \sum_{i=1}^{n_t} A_{ef,i} \geq F_{t,d}$$

$f_{t,d}$ = 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



Kuva: Puuinfo

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus

- Liimaruuvien etäisyydet:

YLEISET LIIMARUUVIEN KESKIÖETÄISYYDET

$a_{b,s} = 50 \text{ mm}$, kun ruuvi on S235 ja hetkellinen aikaluokka on mitoittava

$a_{b,s} = 60 \text{ mm}$ muussa tapauksessa

$a_{h,s} = 65 \text{ mm}$, kun ruuvi on S235 ja hetkellinen aikaluokka on mitoittava

$a_{h,s} = 75 \text{ mm}$ muussa tapauksessa

LIIMARUUVIEN PIENIMMÄT KESKIÖETÄISYYDET

$a_{b,s} = 40 \text{ mm}$, kun liimapuun vetokestävyys

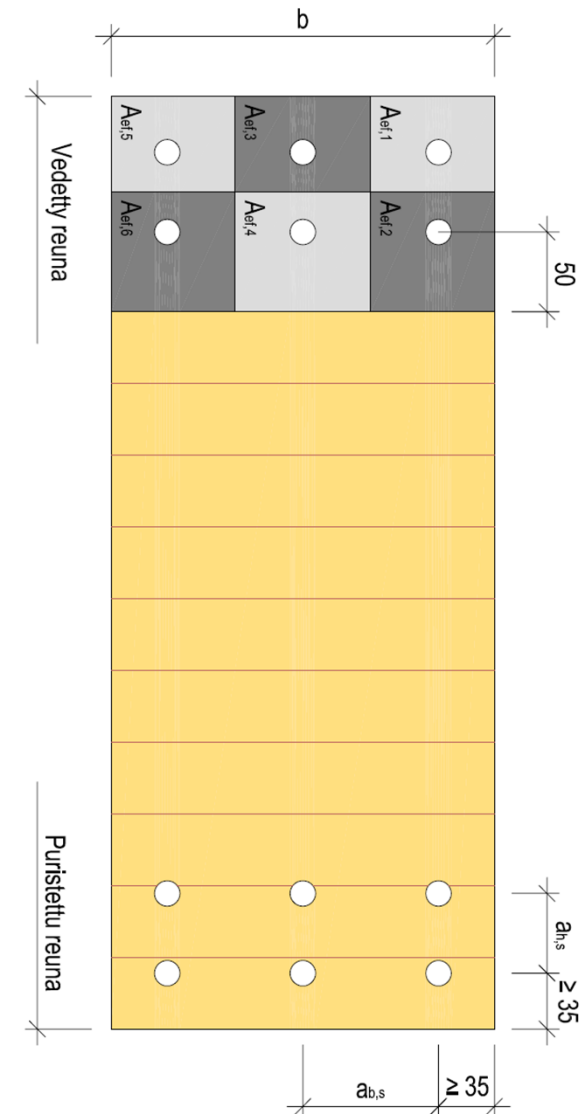
$a_{h,s} = 40 \text{ mm}$, kun liimapuun vetokestävyys

$$N_{t,d} = f_{t,d} \cdot \sum_{i=1}^{n_t} A_{ef,i} \geq F_{t,d}$$

LIIMARUUVIEN ASENNUSTARKKUUDET

porareian kohdistustarkkuus $\pm 2 \text{ mm}$

porareian vinous $L / 100$

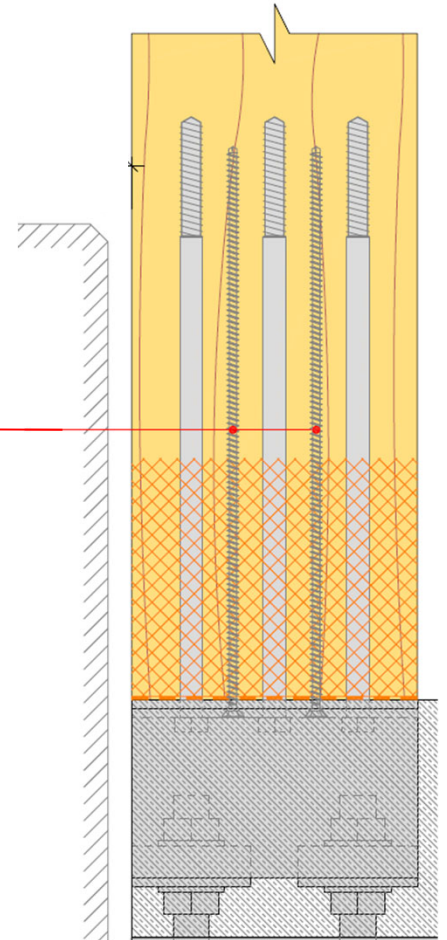


Kuva: Puuinfo

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus

- Palomitoitus:
 - Mikäli liitokselta vaaditaan palonkestävyyttä, mitoitetaan liitos palolle altistumattomien liimaruuvien varaan tai liitos mitoitetaan syyn suuntaan asennettujen itseporautuvien ruuvien varaan
 - Itseporautuvat ruuvit asennetaan syyn suuntaan, joten $\alpha = 0^\circ$
 - Ruuvien mitoitus tehdään ruuville testatun tartuntalujuuden mukaan
 - Teräsosat suojataan palonsuojamaalauksella teräsrakentamisen ohjeiden mukaan

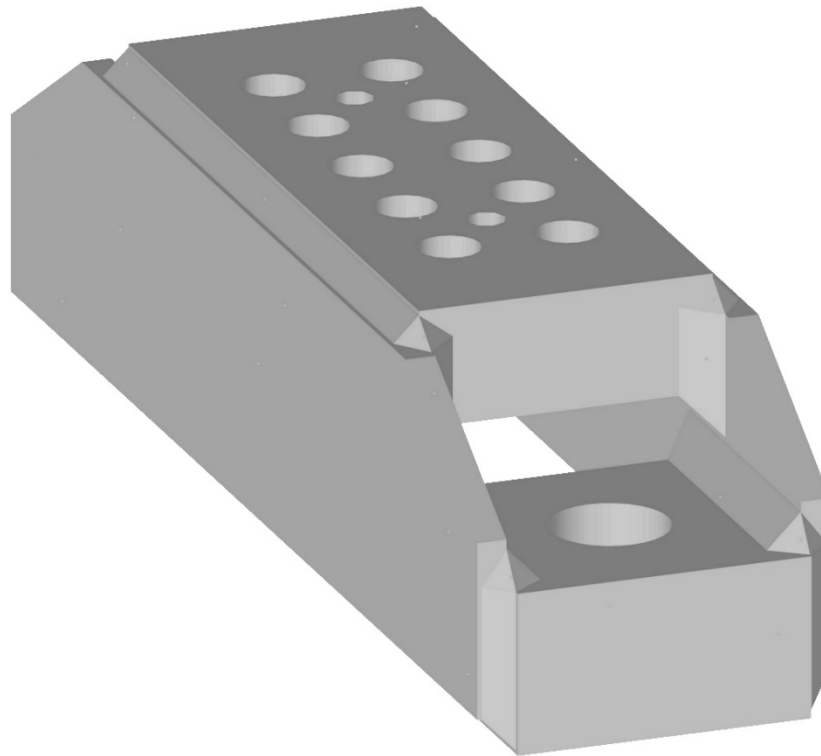


Kuva: Puuinfo

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus

- Liimapuupilarikenkä - Tekninen käyttöohje ja kapasiteettitaulukot:
 - Tilaaja: Finnish Wood Research Oy
 - Mitoitus: A-insinöörit Suunnittelu Oy



Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus

- Liimapuupilarikengä
 - Liimapuupilarikengää käytetään liimapuupilarin liitoksissa perustuksiin
 - Pilarikengä välittää voimat liimapuupilarilta peruspulteille
 - Mitoitustaulukon tarkoituksena on mahdollistaa pilarikengän taulukkomitoitus normaalien pilarikengätapausten tilanteissa pilarileveyksillä 115, 140, 165, 190, 215, 240 ja 265 mm
 - Tässä ohjeessa annetaan sallitut normaalivoimakestävyydet liimapuupilarikengälle asennus- ja lopputilanteessa
 - Sallitut arvot esitetään N_{Rd} –taulukoissa eri pilarikengäleveyksille ja liimaruuvimäärille

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus

- Liimapuupilarikenkä:
 - Taulukko ei ota kantaa koko liitoksen kestävyYTEEN, vaan liittyvät osat kuten peruspultit, juotosvalut ja liimaruuvit on mitoitettavaerikseen
 - Ohjeessa annetut kapasiteetit koskevat liitteenä esitettyjä pilarikenkiä ja niiden versioita eri liimaruuvimäärille
 - Osan mitoitus perustuu standardeihin SFS-EN1993-1-1, SFS-EN1993-1-5 ja SFS-EN1993-1-8 sekä näiden kansallisiin liitteisiin

Momenttijäykä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus

- Liimapuupilarikenkä:

Vetokapasiteetti asennustilanteessa N_{Rd} [kN]				
Pilarikenkä	Liimaruuvien lukumäärä / pilarikenkä			
	10	8	6	4
265	250	250	250	-
240	265	265	265	-
215	-	280	280	-
190	-	300	300	-
165	-	-	320	280
140	-	-	-	270
115	-	-	-	260

Puristuskapasiteetti asennustilanteessa N_{Rd} [kN]				
Pilarikenkä	Liimaruuvien lukumäärä / pilarikenkä			
	10	8	6	4
265	-290	-290	-290	-
240	-300	-300	-300	-
215	-	-320	-320	-
190	-	-340	-340	-
165	-	-	-350	-260
140	-	-	-	-240
115	-	-	-	-230

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus

- Liimapuupilarikenkä:

Vetokapasiteetti lopputilanteessa N_{Rd} [kN]				
Pilarikenkä	Liimaruuvien lukumäärä / pilarikenkä			
	10	8	6	4
265	575	475	375	-
240	575	475	375	-
215	-	475	375	-
190	-	475	375	-
165	-	-	375	260
140	-	-	-	260
115	-	-	-	260

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus

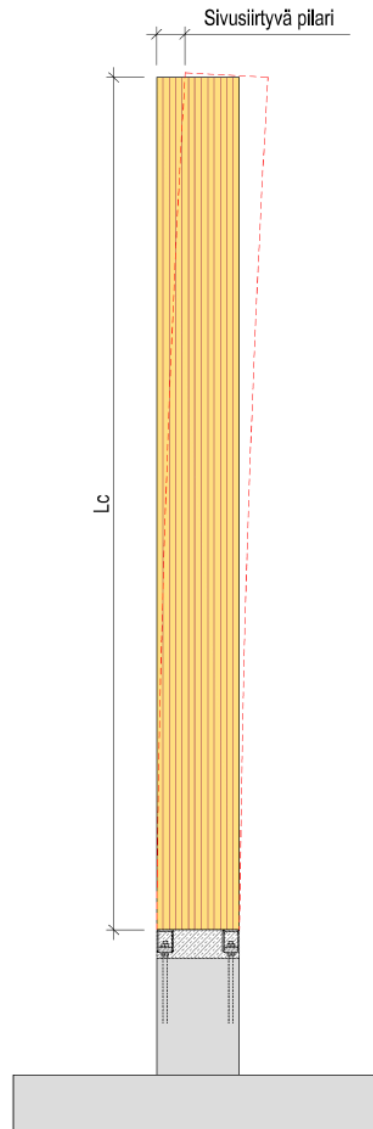
- Liimapuupilarikenkä:

- Liitoksen toteutus:

- Juotosvalu on tehtävä painelaatikkovaluna juotoslaastilla
 - Massan lujuusluokka määräytyy perusrakenteiden lujuuden mukaan, kuitenkin vähintään C 40/50
 - Massan tulee olla helposti tiivistyvää ja suurin raekoko korkeintaan 3 mm
 - Massan kuivumiskutistumisen tulee olla mahdollisimman pientä
 - Kovettumisen aikana liitoksen muodonmuutokset tulee estää
 - Pilareiden tulee asennustilanteessa olla tuettuna vaakasuunnassa
 - Toteutuksessa on noudatettava valmistajan ohjeita
 - Liimaruuvien käyttöön liittyvät rajoitukset määräytyvät käytettävien liimaruuvien ohjeiden mukaisesti
 - Peruspulttien käyttöön liittyvät rajoitukset määräytyvät perusrakenteiden ja peruspulttiohjeiden mukaisesti

Momenttijäykkä liimaruuviliitos (mastopilari)

2. Mitoitus



MASTOPILARINNURJAHDUSPITUUDENMÄÄRITTÄMINEN

$$L_c = \beta \cdot L$$

L = pilarin pituus

$$\beta = \sqrt{4 + \frac{\pi^2 \cdot E_{0,05} \cdot I}{L \cdot K_{r,\mu}}}$$

$E_{0,05}$ = liimapuun kimmomoduulin ominaisarvo puun syiden suuntaan

I = pilarin jäyhyysmomentti tarkasteltavassa suunnassa

$K_{r,\mu}$ = liimaruuviliitoksen kiertymäjäykkyys murtorajatilassa

$$K_{r,\mu} = \frac{2}{3} \cdot K_{ser} \cdot \sum_{i=1}^n r_i^2$$

K_{ser} = liimaruuvien siirtymäkerroin aksiaalisessa kuormituksessa

n = liimaruuvien lukumäärä koko liitoksessa

r_i = liimaruuvien i etäisyys pilarin neutraaliakselilta

$$K_{ser} = \begin{cases} 180000 \text{ N/mm} & \text{teräslajin S235JRG2 liimaruuveilla} \\ 285000 \text{ N/mm} & \text{lujuusluokan 5.8 liimaruuveilla} \end{cases}$$

Liimaruuveilla kiinnitetyn liimapuisen mastopilarin yksinkertaistettuna nurjahduspituuskertoimena voidaan käyttää arvoa $\beta = 2,2$ edellyttäen, että nurjahduspituutta $2,5L$ vastaava pilarin hoikkuus

$$\lambda \geq \begin{cases} 120 & \text{käytettäessä teräslajin S235JRG2 liimaruuveja} \\ 100 & \text{käytettäessä lujuusluokan 5.8 liimaruuveja} \end{cases}$$

Kuva: Puuinfo

PUUINFO