



Suojaamaton puikkoliitos

Vaativien puurakenteiden suunnittelu -koulutus 2018

Moduuli 4

Jani Pitkänen

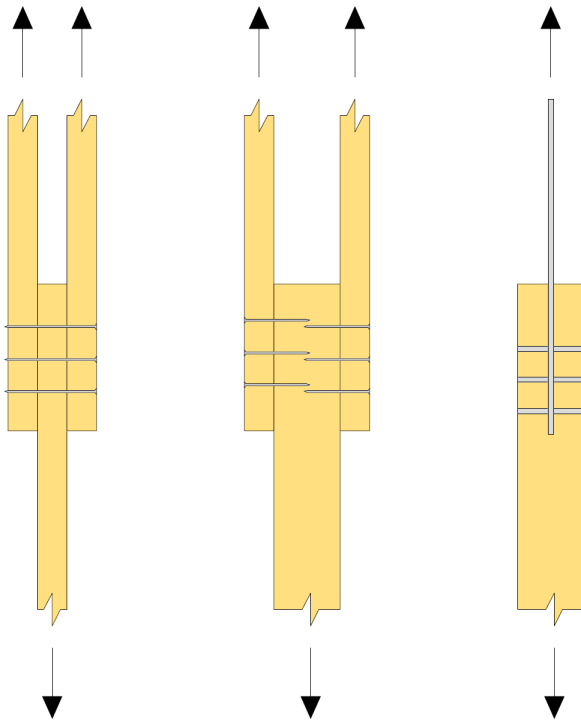
PUUINFO

Suojaamaton puikkoliitos

Naula, ruuvi, tappivaarna, pultti (puu-puu-liitos ja teräs-puu-liitos)

$\leq R 30 \rightarrow$ suojaamaton liitos

$\geq R 30 \rightarrow$ suojattu liitos



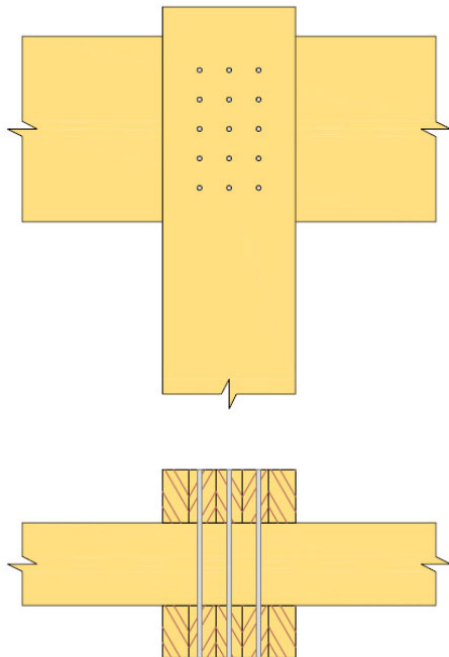
Mitoitusmenetelmän rajoituksia

- Leikkauskuormitettu liitos
- Symmetrinen liitos
- Kolmesta osasta koostua liitos
- Palonkesto aika max 60 min

Taulukko 6.1. Suojaamattomien liitosten palonkesto aika sivukappaleiden ollessa puuta.

	Palonkesto aika $t_{d,fi}$ [min]	Edellytys*
Naulat	15	$d \geq 2,8 \text{ mm}$
Ruuvit	15	$d \geq 3,5 \text{ mm}$
Pultit	15	$t_1 \geq 45 \text{ mm}$
Tappivaamat	20	$t_1 \geq 45 \text{ mm}$
Standardin EN 912 mukaiset liittimet	15	$t_1 \geq 45 \text{ mm}$

* d on liittimen paksuus tai halkaisija ja t_1 on sivukappaleen paksuus.



Liitosten, joissa ei ole ulkonevia liittimien kantoja, palonkesto aikaa $t_{d,fi}$ voidaan kasvattaa 30 minuuttiin:

- suurentamalla sivukappaleiden paksuutta ja leveyttä
- liittimien reuna- ja päätyetäisyyksiä

$$\text{määrällä } a_{fi} = \beta_n \cdot k_{flux} \cdot (t_{reg} - t_{d,fi})$$

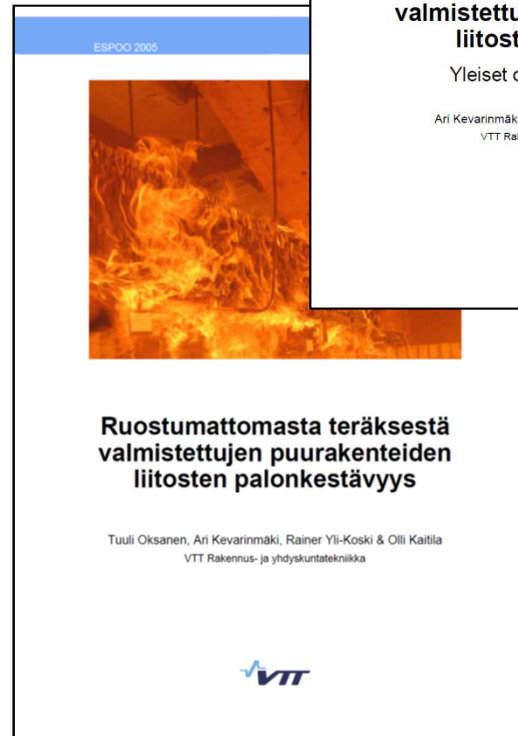
β_n = nimellinen hiiltymisnopeus

$k_{flux} = 1,5$ (huomioi liittimen kautta lisääntyvän lämpövuon)

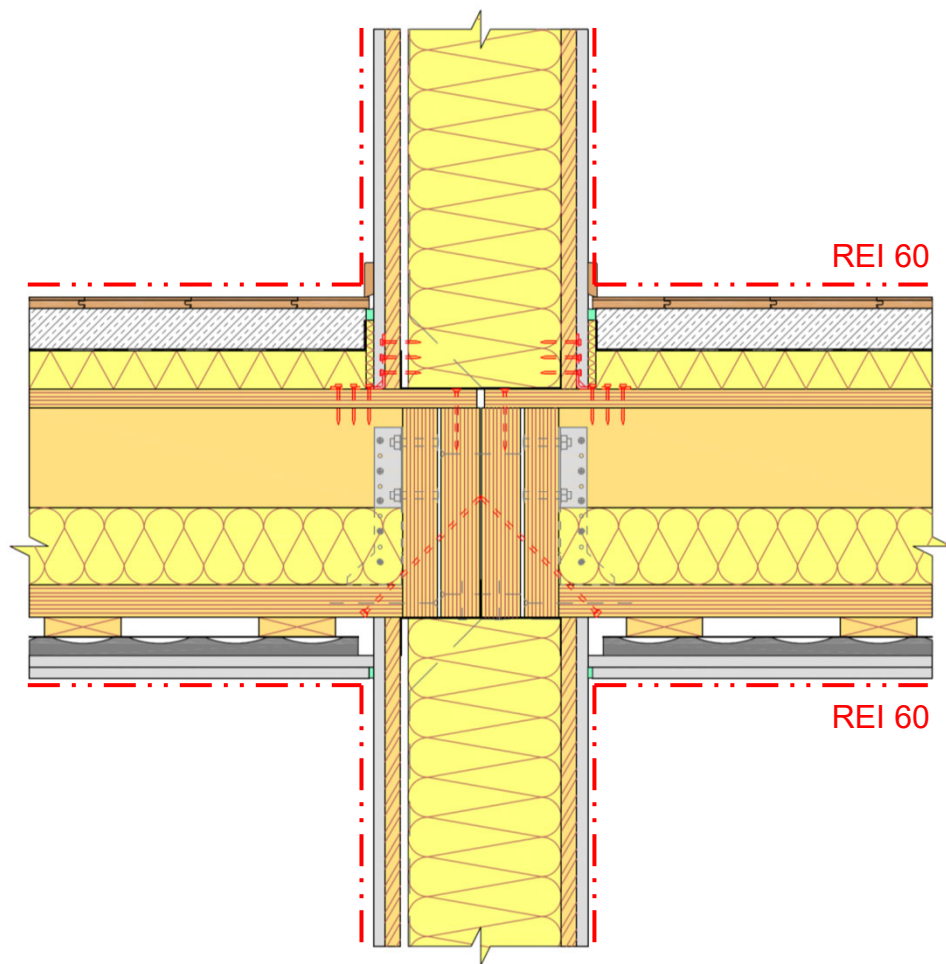
t_{reg} = vaadittu palonkesto aika

$t_{d,fi}$ = suojaamattoman liitoksen palonkesto aika

- tällaisia liitoksia ovat tappivaarna- sekä naula- ja ruuviliitokset



Puukerrostalossa liitokset ovat yleensä palosuojattuja



Pienennetyn kuormituksen menetelmä

Palonkestävyysaika

$$t_{d,fi} = -\frac{1}{k} \ln \frac{\eta_{fi} \cdot \eta_0 \cdot k_{mod} \cdot \gamma_{M,fi}}{\gamma_M \cdot k_{fi}}$$

k = taulukosta 6.3

η_{fi} = kuorman pienennyskerroin palotilanteessa

η_0 = käyttöaste normaalilämpötilassa

k_{mod} = muunnoskerroin normaalilämpötilassa

$\gamma_{M,fi}$ = puun osavarmuusluku palotilanteessa

γ_M = liitoksen osavarmuusluku normaalilämpötilassa

k_{fi} = kerroin, joka muuttaa ominaisarvon 20 % fraktiiliksi

Liittimet ja liitettävät materiaalit	k	Suurin palonkestävyysaika, jolla parametri k on käyttökelpoinen suojaamattomassa liitoksessa min
Naulat ja ruuvit	0,08	20
Pultit puu-puu liitoksissa, kun $d \geq 12$ mm	0,065	30
Pultit teräs-puu liitoksissa, kun $d \geq 12$ mm	0,085	30
Tappivaarnat puu-puu liitoksessa*, kun $d \geq 12$ mm	0,04	40
Tappivaarnat teräs-puu liitoksessa*, $d \geq 12$ mm	0,085	30
Standardin EN 912 mukaiset liitokset	0,065	30

* Liitoksessa pitää olla yksi pultti neljää tappivaamaa kohti.

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_{k,1}}{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}}$$

$$\eta = e^{-k \cdot t_{d,fi}}$$

Kantavuus

$$R_{d,t,fi} = \eta \cdot \frac{R_k \cdot k_{fi}}{\gamma_{M,fi}}$$

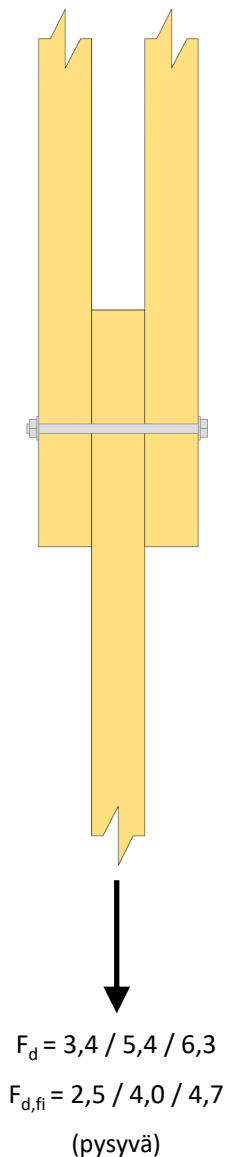
η = muuntokerroin

R_k = liitoksen kestävyys ominaisarvo normaalilämpötilassa

k_{fi} = kerroin, joka muuttaa ominaisarvon 20 % fraktiiliksi

$\gamma_{M,fi}$ = puun osavarmuusluku

$$E_{d,fi} \leq R_{d,t,fi}$$



Liitoksen kestävyys normaalilämpötilassa

$$R_d = 6,4 \text{ kN}$$

$$R_k = 15 \text{ kN}$$

$$F_k = 2,5 \text{ kN (KRT)}$$

$$F_d = 1,35 \cdot 2,5 \text{ kN} = 3,4 \text{ kN (MRT)}$$

$$F_{d,fi} = 2,5 \text{ kN (PALO)}$$

$$R_d = 6,4 \text{ kN (k-aste 53 \%)} \text{ (liitoksen kestävyys)}$$

Käyttöluokka: 1

Aikaluokka: Pysyvä

$$k_{mod} = 0,6$$

$$\gamma_M = 1,4$$

$$k_{fi} = 1,25$$

$$\eta_{fi} = \frac{G_k}{\gamma_G \cdot G_k} = \frac{2,5 \text{ kN}}{1,35 \cdot 2,5 \text{ kN}} = 0,74$$

$$t_{d,fi} = -\frac{1}{k} \cdot \ln \frac{\eta_{fi} \cdot \eta_0 \cdot k_{mod} \cdot \gamma_{M,fi}}{\gamma_M \cdot k_{fi}}$$

$$t_{d,fi} = -\frac{1}{0,065} \cdot \ln \frac{0,74 \cdot 0,53 \cdot 0,6 \cdot 1,0}{1,4 \cdot 1,25} = 31 \text{ min (max 30 min)}$$

$$\eta = e^{-k \cdot t_{d,fi}} = e^{-0,065 \cdot 30} = 0,14$$

$$R_{d,t,fi} = \eta \cdot \frac{R_k \cdot k_{fi}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$R_{d,t,fi} = 0,14 \cdot \frac{15 \cdot 1,25}{1,0} = 2,6 \text{ kN}$$

$$F_k = 4 \text{ kN (KRT)}$$

$$F_d = 1,35 \cdot 4 \text{ kN} = 5,4 \text{ kN (MRT)}$$

$$F_{d,fi} = 4 \text{ kN (PALO)}$$

$$R_d = 6,4 \text{ kN (k-aste 84 \%)} \text{ (liitoksen kestävyys)}$$

Käyttöluokka: 1

Aikaluokka: Pysyvä

$$k_{mod} = 0,6$$

$$\gamma_M = 1,4$$

$$k_{fi} = 1,25$$

$$\eta_{fi} = \frac{G_k}{\gamma_G \cdot G_k} = \frac{4 \text{ kN}}{1,35 \cdot 4 \text{ kN}} = 0,74$$

$$t_{d,fi} = -\frac{1}{k} \cdot \ln \frac{\eta_{fi} \cdot \eta_0 \cdot k_{mod} \cdot \gamma_{M,fi}}{\gamma_M \cdot k_{fi}}$$

$$t_{d,fi} = -\frac{1}{0,065} \cdot \ln \frac{0,74 \cdot 0,84 \cdot 0,6 \cdot 1,0}{1,4 \cdot 1,25} = 24 \text{ min}$$

$$\eta = e^{-k \cdot t_{d,fi}} = e^{-0,065 \cdot 24} = 0,21$$

$$R_{d,t,fi} = \eta \cdot \frac{R_k \cdot k_{fi}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$R_{d,t,fi} = 0,21 \cdot \frac{15 \cdot 1,25}{1,0} = 4,0 \text{ kN}$$

$$F_k = 4,7 \text{ kN (KRT)}$$

$$F_d = 1,35 \cdot 4,7 \text{ kN} = 6,3 \text{ kN (MRT)}$$

$$F_{d,fi} = 4,7 \text{ kN (PALO)}$$

$$R_d = 6,4 \text{ kN (k-aste 98 \%)} \text{ (liitoksen kestävyys)}$$

Käyttöluokka: 1

Aikaluokka: Pysyvä

$$k_{mod} = 0,6$$

$$\gamma_M = 1,4$$

$$k_{fi} = 1,25$$

$$\eta_{fi} = \frac{G_k}{\gamma_G \cdot G_k} = \frac{4,7 \text{ kN}}{1,35 \cdot 4,7 \text{ kN}} = 0,74$$

$$t_{d,fi} = -\frac{1}{k} \cdot \ln \frac{\eta_{fi} \cdot \eta_0 \cdot k_{mod} \cdot \gamma_{M,fi}}{\gamma_M \cdot k_{fi}}$$

$$t_{d,fi} = -\frac{1}{0,065} \cdot \ln \frac{0,74 \cdot 0,98 \cdot 0,6 \cdot 1,0}{1,4 \cdot 1,25} = 21 \text{ min}$$

$$\eta = e^{-k \cdot t_{d,fi}} = e^{-0,065 \cdot 21} = 0,26$$

$$R_{d,t,fi} = \eta \cdot \frac{R_k \cdot k_{fi}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$R_{d,t,fi} = 0,26 \cdot \frac{15 \cdot 1,25}{1,0} = 4,9 \text{ kN}$$

Liittimet ja liitettävät materiaalit	k	Suurin palonkestävyys-aika, jolla parametri k on käyttökelpoinen suojaamattomassa liitoksessa min
Naulat ja ruuvit	0,08	20
Pultit puu-puu liitoksissa, kun $d \geq 12 \text{ mm}$	0,065	30
Pultit teräs-puu liitoksissa, kun $d \geq 12 \text{ mm}$	0,085	30
Tappivaarnat puu-puu liitoksessa*, kun $d \geq 12 \text{ mm}$	0,04	40
Tappivaarnat teräs-puu liitoksessa*, $d \geq 12 \text{ mm}$	0,085	30
Standardin EN 912 mukaiset liitokset	0,065	30

* Liitoksessa pitää olla yksi pultti neljää tappivaarnaa kohti.