



# Liitosten palosuojaratkaisut puurakennuksessa

Vaativien puurakenteiden suunnittelu -koulutus 2018

**Moduuli 4**

Jani Pitkänen

**PUU**INFO

# Liitosten palosuoja-aratkaisut puurakennuksessa

## 1. Yleistä

- RIL 205-2-2009 luku 6 koskee liitoksia, jotka ovat alttiina korkeintaan 60 min pituiselle standardi-palorasitukselle ja lisäksi ne ovat koottu seuraavilla liittimillä:

- Nauloin
- Pulteain
- Ruuvein
- Tappivaarnoin
- Rengasvaarnoin
- Lautasvaarnoin
- Hammaslevyvaarnoin

# Liitosten palosuoja- ja ratkaisut puurakennuksessa

## 1. Yleistä

- Teräsosat ovat **hiiliterästä**
- Jos liitososat ruostumatonta terästä  
=> Ne suunnitellaan VTT:n suunnitteluohjeilla
- Kyseinen suunnitteluohje on esitetty *raportissa "Ruostumattomasta teräksestä valmistettujen puurakenteiden liitosten suunnittelu, Yleiset ohjeet ja palomitoitus. VTT Working papers 38, 2005"*.

[www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2005/W38.pdf](http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2005/W38.pdf)

# Liitosten palosuojaratkaisut puurakennuksessa

## 1. Yleistä

- Liitokset voidaan suojata seuraavasti:
  - Levyverhous (puulevyt, kipsilevyt, jne.)
  - Paloa kestäväällä ja sulamattomalla lämmöneristeellä (yleensä kivivillat)
  - Massiivipuulla
  - Palomassa (esim. tappivaarnan pään palosuojaus)
  - Rakenteellisesti (mm. rakosuojaus)

# Liitosten palosuoja-aratkaisut puurakennuksessa

## 1. Yleistä

- RIL 205-2-2009 ohjeet pätevät
  - Leikkauskuormitetuille, symmetrisille, 2-leikkeisille liitoksille
- Lisäohjeita muille liitoksille löytyy Puuinfon teknisistä tiedotteista.
- Jos liitos on **täysin suojattu** vaaditun palonkestoaajan (puu, levy, tms.), riittää murtorajatilan mitoitus palotilanteessa.

# Liitosten palosuojaratkaisut puurakennuksessa

## 1. Yleistä

- Lisäksi liitoksen teräsosat voidaan ylimitoittaa standardin EN 1993-1-2 mukaan
- Jos liitosten palovaatimus on yli R30, niin käytännössä liitokset tulee palosuojata
- Mitoitus voidaan tehdä joko yksinkertaistetulla menetelmällä tai pienennetyn kuormituksen menetelmällä

# Liitosten palosuojaratkaisut puurakennuksessa

## 2. Liitokset, joissa sivukappaleet puuta

### 2.1 Yksinkertaiset säännöt

#### 2.1.1 Liittimien suojaus

- Puupaneelilla, puulevytyksellä tai A- ja H-tyypin kipsilevyllä palosuojatun liitoksen tulee täyttää seuraava ehto:

$$t_{ch} \geq t_{req} - 0,5 \times t_{d,fi}$$

, jossa

$t_{ch}$  = hiiltymisen alkamiseen kuluva aika

$t_{req}$  = vaadittu palonkesto aika

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

# Liitosten palosuoja ratkaisut puurakennuksessa

## 2. Liitokset, joissa sivukappaleet puuta

### 2.1 Yksinkertaiset säännöt

#### 2.1.1 Liittimien suojaus

- $t_{ch}$  saadaan laskettua seuraavalla kaavalla, kun kyseessä on puulevy tai -kerros:

$$t_{ch} = \frac{h_p}{\beta_0}$$

, jossa

$h_p$  = levyn (kerroksen) paksuus

$\beta_0$  = hiiltymisnopeus (RIL 205-2-2009 s.24)



# Liitosten palosuojaratkaisut puurakennuksessa

## 2. Liitokset, joissa sivukappaleet puuta

### 2.1 Yksinkertaiset säännöt

#### 2.1.1 Liittimien suojaus

- Kipsilevyillä ja niiden yhdistelmillä  $t_{ch}$  saadaan alla olevasta taulukosta (taulukko 1):

Kipsilevytyyppi	$t_{ch}$ , kun sauma < 2 mm	$t_{ch}$ , kun sauma avoin ja > 2 mm
tyyppi A	22 min	13 min
tyyppi F	28 min	19 min
tyyppi H	11 min	2 min
2 x A	40 min	31 min
2 x F	61 min	52 min
2 x H	23 min	14 min
A + F	46 min	37 min

Taulukko 1: Hiiltymisen alkamisaika kipsilevyille (RIL 205-2-2009, s.28)

# Liitosten palosuojaratkaisut puurakennuksessa

## 2. Liitokset, joissa sivukappaleet puuta

### 2.1 Yksinkertaiset säännöt

#### 2.1.1 Liittimien suojaus

- $t_{d,fi}$  saadaan alla olevasta taulukosta (taulukko 2):

	Palonkesto aika $t_{d,fi}$	edellytys*
Naulat	15 min	$d \geq 2,8 \text{ mm}$
Ruuvit	15 min	$d \geq 3,5 \text{ mm}$
Pultit	15 min	$t_1 \geq 45 \text{ mm}$
Tappivaarnat	20 min	$t_1 \geq 45 \text{ mm}$
Standardin EN 912 mukaiset liittimet	15 min	$t_1 \geq 45 \text{ mm}$
*) $d$ on liittimen paksuus tai halkaisija ja $t_1$ on sivukappaleen paksuus		

Taulukko 2: Suojaamattomien liitosten palonkesto aika (RIL 205-2-2009, s. 55)

# Liitosten palosuoja ratkaisut puurakennuksessa

## 2. Liitokset, joissa sivukappaleet puuta

### 2.1 Yksinkertaiset säännöt

#### 2.1.1 Liittimien suojaus

- F-tyyppin kipsilevyllä suojatun liitoksen tulee täyttää seuraava ehto:

$$t_{ch} \geq t_{req} - 1,2 \times t_{d,fi}$$

, jossa

$t_{ch}$  = hiiltymisen alkamiseen kuluva aika  
(taulukko 1)

$t_{req}$  = vaadittu palonkesto aika

$t_{d,fi}$  = suojaamattoman liitoksen palonkesto aika  
(taulukko 2 edellä)

# Liitosten palosuoja ratkaisut puurakennuksessa

## 2. Liitokset, joissa sivukappaleet puuta

### 2.1 Yksinkertaiset säännöt

#### 2.1.1 Liittimien suojaus

- Palonsuojauksen kiinnikkeiden reunaetäisyyksien tulee olla vähintään  $a_{fi}$  (Kuva 1), joka lasketaan alla olevalla kaavalla:

$$a_{fi} = \beta_n \times k_{flux} \times (t_{req} - t_{d,fi})$$
, jossa

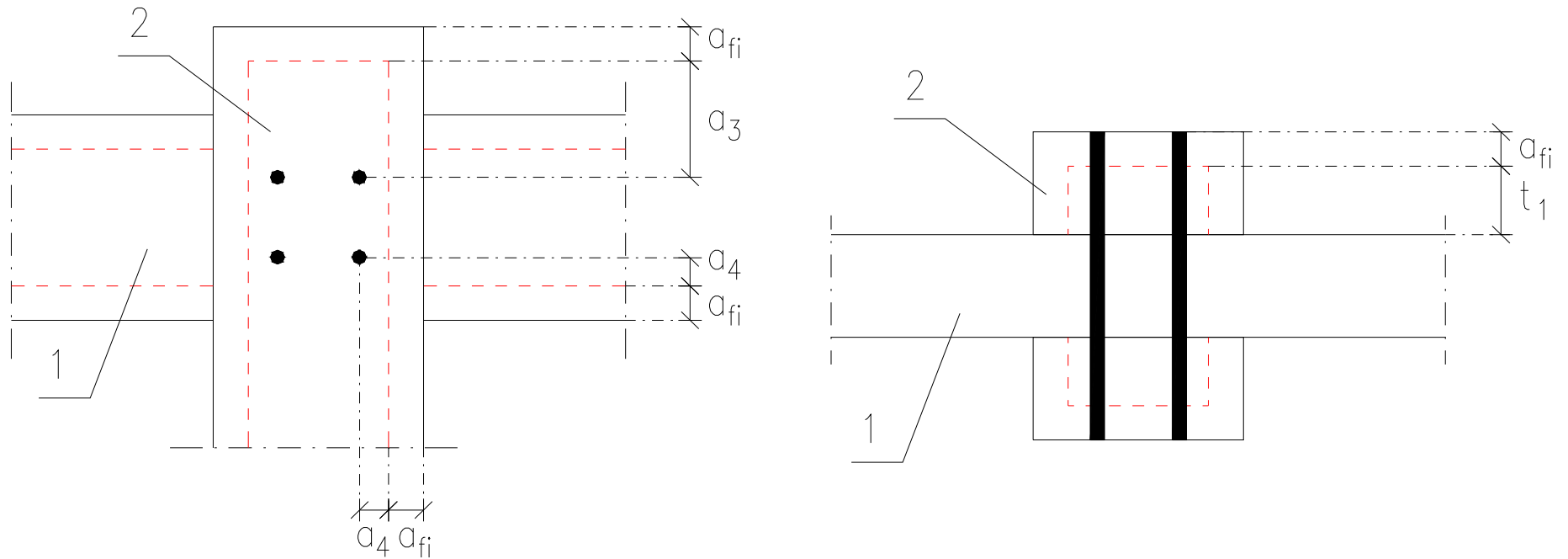
$\beta_n$  = hiiltymisnopeus (RIL 205-2-2009, s.24)

$k_{flux}$  = kerroin, joka huomioi liittimien kautta lisääntyvä lämpövuoto ( $k_{flux} = 1,5$ )

$t_{req}$  = vaadittu palonkesto aika

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

# Liitosten palosuoja- ja ratkaisut puurakennuksessa



**Kuva 1:** Pääty- ja reunaetäisyyksiä (RIL 205-2-1009, s.56)

# Liitosten palosuojaratkaisut puurakennuksessa

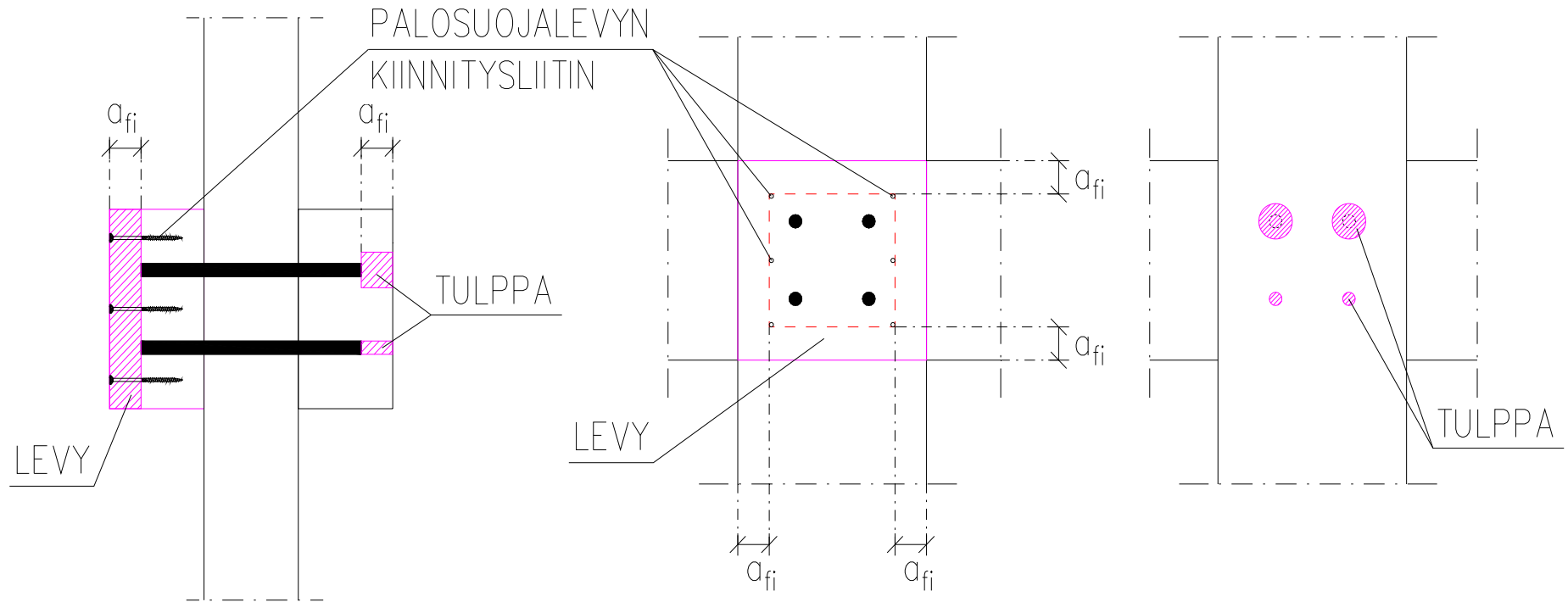
## 2. Liitokset, joissa sivukappaleet puuta

### 2.1 Yksinkertaiset säännöt

#### 2.1.1 Liittimien suojaus

- Puu- ja kipsilevysuojauksen oletetaan pysyvän paikallaan liitoksen hiiltymisen alkuun asti ( $t = t_{ch}$ ), paitsi kipsilevy tyyppi F, joka edellytetään pysyvän paikallaan koko suojauksen ajan ( $t = t_{req}$ )
- Liitoksen liittimet voidaan suojata myös liimatuilla puutulpilla (kuva 2). Tulppien pituus on  $a_{fi}$

# Liitosten palosuojaratkaisut puurakennuksessa



**Kuva 2:** Tulppa ja levysuojaus (RIL 205-2-2009, s.57)

# Liitosten palosuojaratkaisut puurakennuksessa

## 2. Liitokset, joissa sivukappaleet puuta

### 2.1 Yksinkertaiset säännöt

#### 2.1.1 Liittimien suojaus

- Seuraavat säännöt koskevat palosuojauksen naula- ja ruuvikiinnityksiä:
  - liitinväli enintään 100 mm levyn reunoilla ja enintään 300 mm levyn keskialueella
  - liittimien reunaetäisyys vähintään  $a_{fi}$  (kuva 2)



# Liitosten palosuojaratkaisut puurakennuksessa

## 2. Liitokset, joissa sivukappaleet puuta

### 2.1 Yksinkertaiset säännöt

#### 2.1.1 Liittimien suojaus

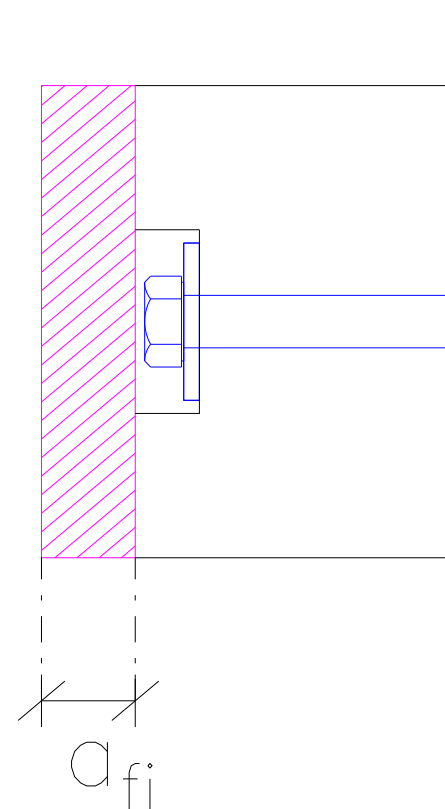
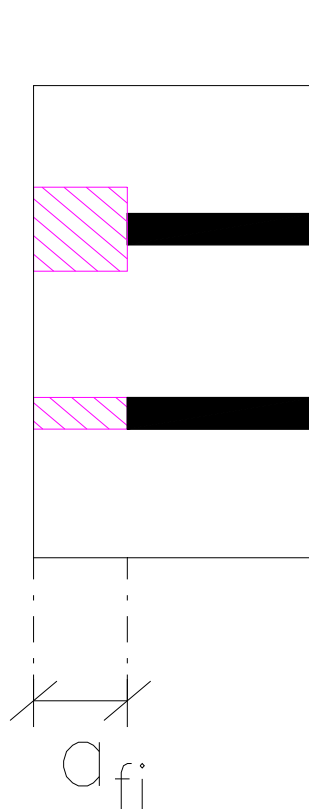
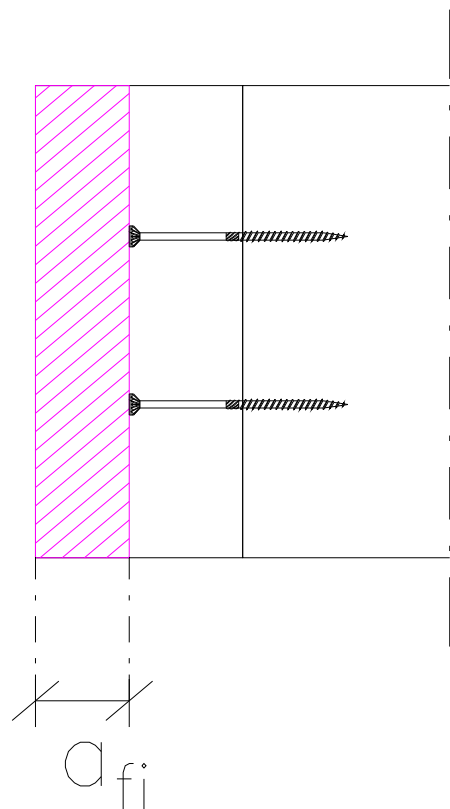
- Palosuojauksen, joka on tehty puusta, puulevystä, A- tai H-tyypin kipsilevystä, kiinnitettävien liittimien tartuntapituus pitää olla vähintään  $6d$ , missä  $d$  on liittimen paksuus tai halkaisija
- F-tyypin kipsilevyn kiinnikkeillä tartuntapituus palamattomaan puuhun (hiiltymisrajan taakse) tulee olla vähintään 10 mm.

# Liitosten palosuoja-aratkaisut puurakennuksessa

RUUVI

TAPPIVAARNA

PULTTI



**Kuva 3:** Muutama suojausesimerkki

# Liitosten palosuojaratkaisut puurakennuksessa

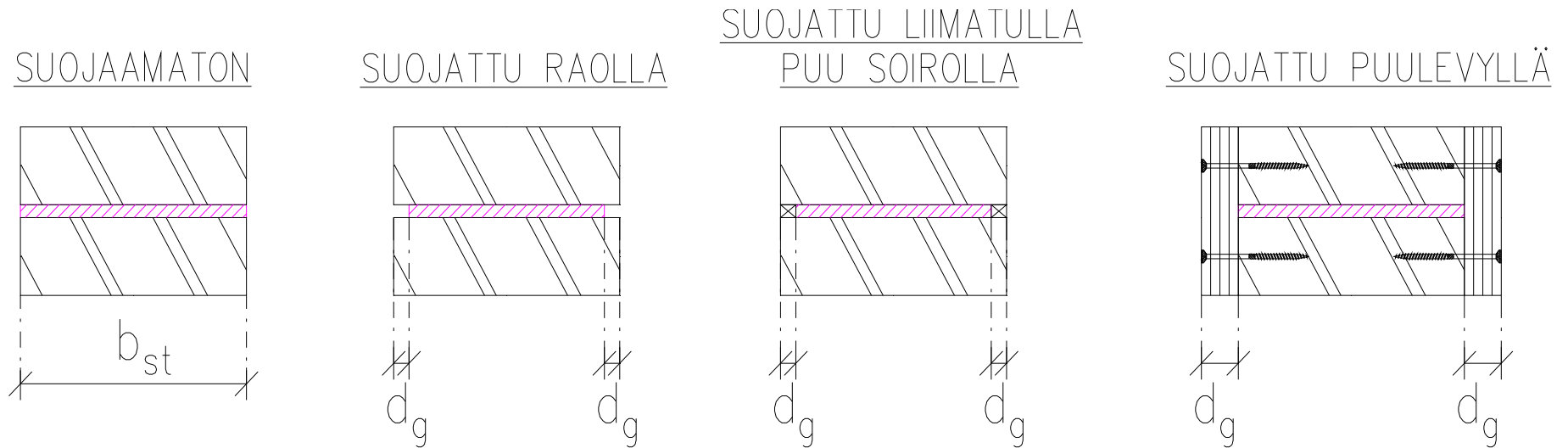
## 2. Liitokset, joissa sivukappaleet puuta

### 2.1 Yksinkertaiset säännöt

#### 2.1.2 Teräslevy puukappaleiden välissä

- Kun liitoksen keskimmäinen osa on **vähintään 2 mm** paksua terästä, joka ei ulotu puiden reunaosien ulkopuolelle, pitää teräsleveyyden  $b_{st}$  täyttää taulukon 3 ehdot palonkestoluokassa R30 ja R60
- Jos teräslevyt ovat kapeammat kuin puuosat, niiden katsotaan suojatuiksi seuraavissa tapauksissa (kuva 4):

# Liitosten palosuojaratkaisut puurakennuksessa



**Kuva 4:** Teräslevyjen reunojen suojaus

- levyn paksuus ei ylitä 3 mm ja raon syvyys  $d_g$  on
  - ✓ suurempi kuin 20 mm palonkestoajan ollessa 30 minuuttia
  - ✓ suurempi kuin 60 mm palonkestoajan ollessa 60 minuuttia
- rakoon liimattu puusoiro tai teräslevy peitetty puulevyllä, kun raon syvyys  $d_g$  tai puulevyn paksuus on
  - ✓ suurempi kuin 10 mm palonkestoajan ollessa 30 minuuttia
  - ✓ suurempi kuin 30 mm palonkestoajan ollessa 60 minuuttia

# Liitosten palosuoja-aratkaisut puurakennuksessa

## 2. Liitokset, joissa sivukappaleet puuta

### 2.2 Pienennetyn kuormituksen menetelmä

- Edellä esitetty menetelmä pätee, paitsi  $t_{d,fi}$  lasketaan seuraavasti:

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

# Liitosten palosuoja-aratkaisut puurakennuksessa

## 2. Liitokset, joissa sivukappaleet puuta

### 2.2 Pienennetyin kuormituksen menetelmä

, jossa

$k$  = parametri (RIL 205-2-2009, s.60)

$h_{fi}$  = mitoituskuorman pienennyskerroin palotilanteessa  
(RIL 205-2-2009 s.19)

$h_0$  = normaalilämpötilamitoituksen käyttöaste

$k_{mod}$  = muunnoskerroin

$k_{fi}$  = kerroin (RIL 205-2-2009, s.17)

$\gamma_M$  = liitoksen osavarmuusluku (RIL 205-1-2009, s.43)

$\gamma_{M,fi}$  = puun osavarmuusluku palotilanteessa (Suomessa 1,0)

# Liitosten palosuoja- ja ratkaisut puurakennuksessa

## 2. Liitokset, joissa sivukappaleet puuta

### 2.2 Pienennetyn kuormituksen menetelmä

- Sauvojen pääty- ja sivupintojen suojaamisen sijaan voidaan pääty- ja reunaetäisyyksiä kasvattaa
  - mitan  $a_{fi}$  verran, kun palonkestävyysvaatimus on 30 min
  - mitan  $2 \times a_{fi}$  verran, kun palonkesto-aika yli 30 min ( $\leq 60$  min)
- Tämä päätyetäisyyden lisäys koskee myös liitoksen keskikappaletta, jossa on puskuosauma

# Liitosten palosuojaratkaisut puurakennuksessa

## 3. Liitokset, joissa sivukappaleet teräslevyjä

- Liitoksen sivukappaleina käytettäviä teräslevyjä pidetään palosuojattuna,
  - jos niitä sekä niiden reunoja peittävän puun tai puulevytyksen paksuus on vähintään  $a_{fi}$  (**HUOM!** laskennassa  $t_{d,fi} = 5 \text{ min}$ )
- Muiden palosuojausten vaikutus lasketaan standardin EN 1993-1-2 mukaisesti



# Liitosten palosuojaratkaisut puurakennuksessa

## 4. Muut liitokset

- Jos käytetään liitoksissa esimerkiksi palkkikenkiä tai muita liitososia, tulee kyseisen teräsosan palon kestävyys tarkistaa ETA-lausunnosta
- Tietyillä teräsosilla voidaan päästä jopa 30 min palon kestävyyteen
- Suomessa ETA-lausuntoja antaa VTT ja muissa maissa vastaava viranomainen
- VTT:ltä saa niiden antamat ETA-lausunnot ilmaiseksi.