



# Palosuojatun puikkoliitoksen mitoitus

Vaativien puurakenteiden suunnittelu -koulutus 2018

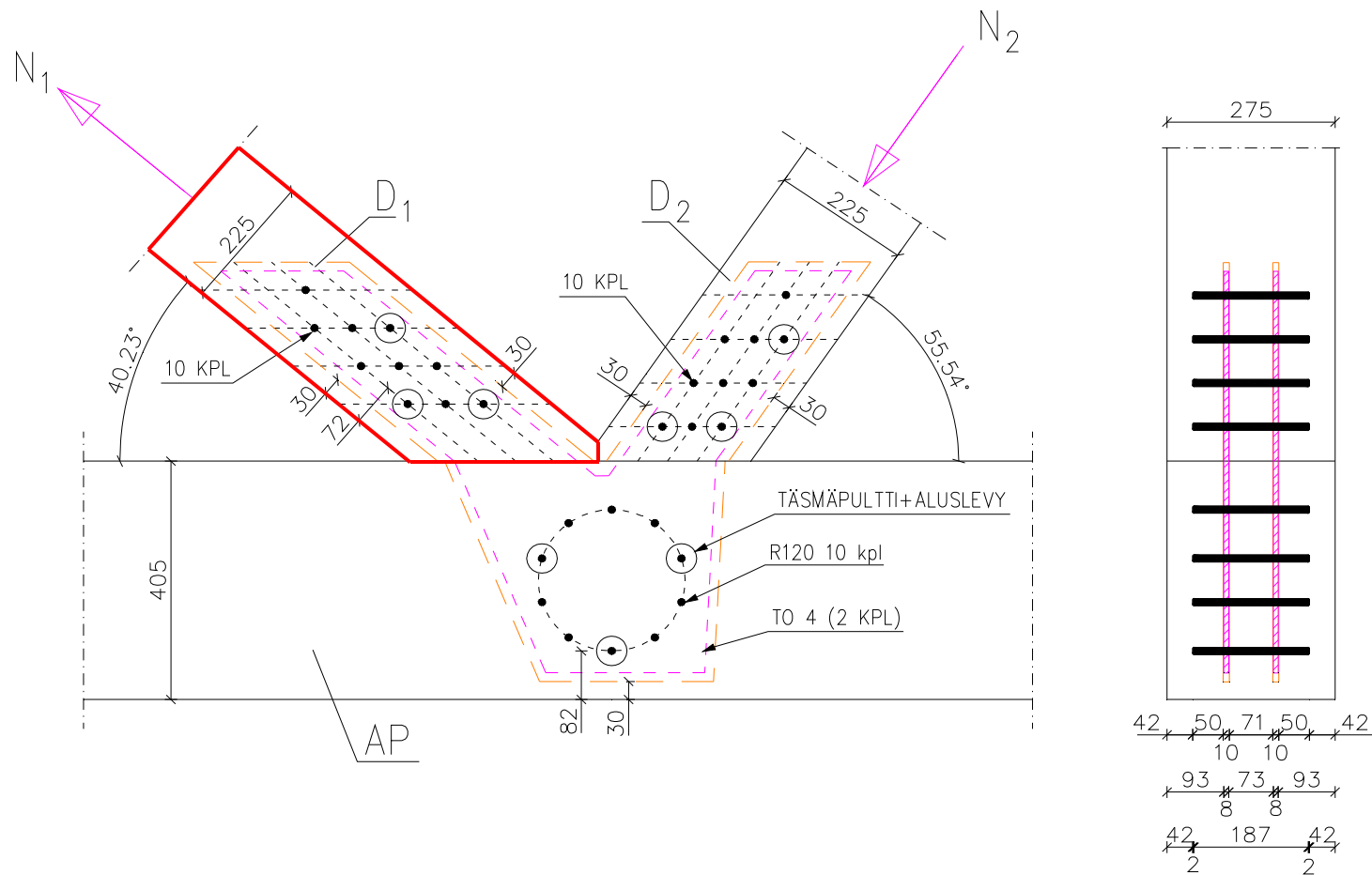
Moduuli 4

Jani Pitkänen

**PUU**INFO

# LP-ristikon liitos R60 (täysin suojattu)

- Liittyy esimerkkilaskelmaan:
  - Moduuli 3 esimerkki 2 Ristikon tappivaarna-liitos



# LP-ristikon liitos R60 (täysin suojattu)

- Palomitoituksessa on huomioitava:
  - Teräslevyt suojataan rakoon liimatulla puusoirolla, jonka paksuus vähintään 30 mm
  - Tappivaarnat suojataan puutulpilla, joiden paksuus määräytyy kaavasta:

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

$\beta_n$  = hiiltymisnopeus

$k_{flux}$  = kerroin, jolla huomioidaan liittimen kautta lisääntyvä lämpövuoto ( $k_{flux}$  1,5)

$t_{reg}$  = vaadittu palonkesto-aika

$t_{d,fi}$  = suojaamattoman liitoksen palonkesto-aika (tappivaarna 20 min, kun  $t_1 \geq 45$  mm)

# LP-ristikon liitos R60 (täysin suojattu)

- Palomitoituksessa on huomioitava:
  - Liitoksessa pitää olla joka neljäs tappivaarna täsmäpultti
  - Jos tappivaarnan reunaetäisyys ei täyty hiiltymisen jälkeen, ei tappivaarna voida huomioida laskennassa
  - Jos reunapuut palavat liian ohuiksi, niin liitos voidaan mitoittaa teräs-puu-teräs liitoksena (kun liitoksessa vähintään 2 kpl teräslevyjä)

# LP-ristikon liitos R60 (täysin suojattu)

- Puutappien pituus:

- Lasketaan puutappien minimi pituus:

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

$$\Rightarrow a_{fi} = 0,7 \text{ mm/min} \times 1,5 \times (60 \text{ min} - 20 \text{ min}) = 42 \text{ mm}$$

- Tarkistetaan sauvan leveys:

Sauvan leveys – 2 x  $a_{fi}$  – tappivaarnan pituus  $\geq 0$  mm

$$\Rightarrow 275 \text{ mm} - 2 \times 42 \text{ mm} - 191 \text{ mm} = 0 \text{ mm} \geq 0 \text{ mm}$$

$\Rightarrow$  leveys riittää!

# LP-ristikon liitos R60 (täysin suojattu)

- Tappivaarujen kapasiteetti palotilanteessa:
  - Lasketaan edellä kohdan 4.1 kaavoilla seuraavin muutoksin:
    - Materiaalin varmuuskerroin  $\gamma_M = 1,0$
    - $k_{mod} = 1,0$
    - Korotetaan puun reunapuristuslujuutta  $k_{fi} = 1,15$  (liimapuu)
    - Tarkistetaan reunapuiden paksuus min. 48 mm
  - Tarkistetaan malliksi diagonaalien  $D_1$  poikkileikkauksen mitat, kun liimapuu hiiltyy 0,7 mm/min:

$$d_{ef} = b_n \times t + k_0 \times d_0, \text{ jossa}$$

$b_n$  = hiiltymisnopeus

$t$  = palorasituksen kesto

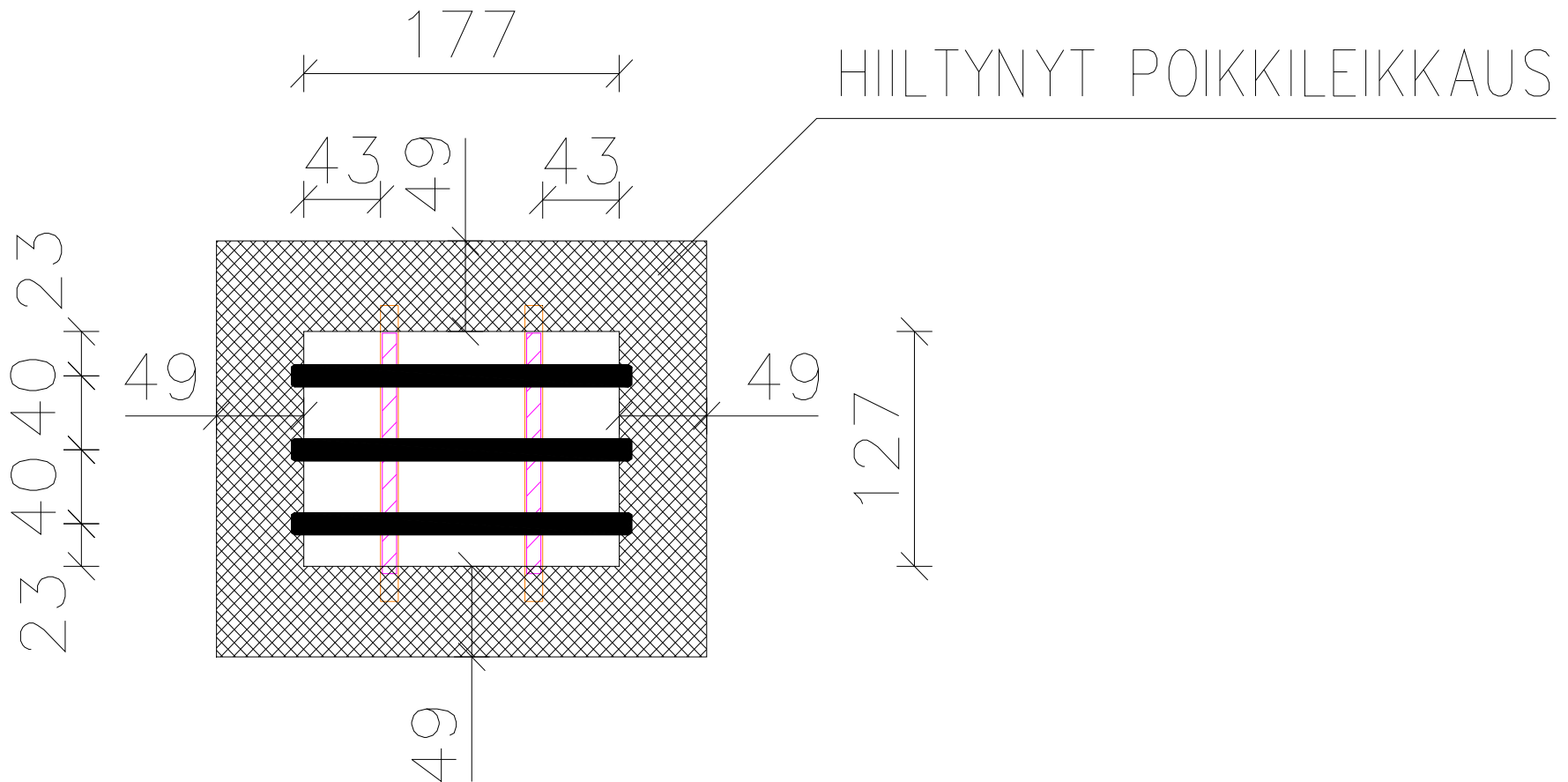
$k_0$  = tässä tapauksessa 1, koska paloaika yli 20 min

$d_0$  = 7 mm

$$d_{ef} = 0,7 \text{ mm/min} \times 60 \text{ min} + 1 \times 7 \text{ mm} = 49 \text{ mm}$$

# LP-ristikon liitos R60 (täysin suojattu)

- Tappivaarnojen kapasiteetti palotilanteessa:



# LP-ristikon liitos R60 (täysin suojattu)

- Tappivaarujen kapasiteetti palotilanteessa:
  - Kuormittamattoman reunan reunaetäisyys on  $3d = 36$  mm joka ei täyty (23 mm) => laitimaisia tappivaarurivejä ei huomioida liitoksen mitoituksessa
  - Reunapuiden minimi leveys 48 mm ei täyty (43 mm) => liitos palomitoitetaan teräs-puu-teräs – liitoksena (yht. 2-leikettä)
  - Lasketaan tappivaarujen kapasiteetit seuraaville voiman ja syynvälisille kulmille (teräs-puu-teräs):
  - voiman ja syyn välinen kulma  $0^\circ$  => 13,2 kN / leike (alapaarre  $1,3^\circ$  => 13,2 kN / leike)



# LP-ristikon liitos R60 (täysin suojattu)

- Tappivaarujen kapasiteetti palotilanteessa:

➤ Joten palotilanteessa:

$$R_{liitin,fi} = \frac{k_{mod}}{\gamma_m} \times m \times R_k$$

*m = leikkeiden määrä / tappivaarna*

*R<sub>k</sub> = yhden leikkeen kapasiteetti*

$$\Rightarrow R_{liitin,d} = 0,8 \times \frac{1,0}{1,0} \times 2 \times 13,18 = 21,1 \text{ kN / liitin}$$

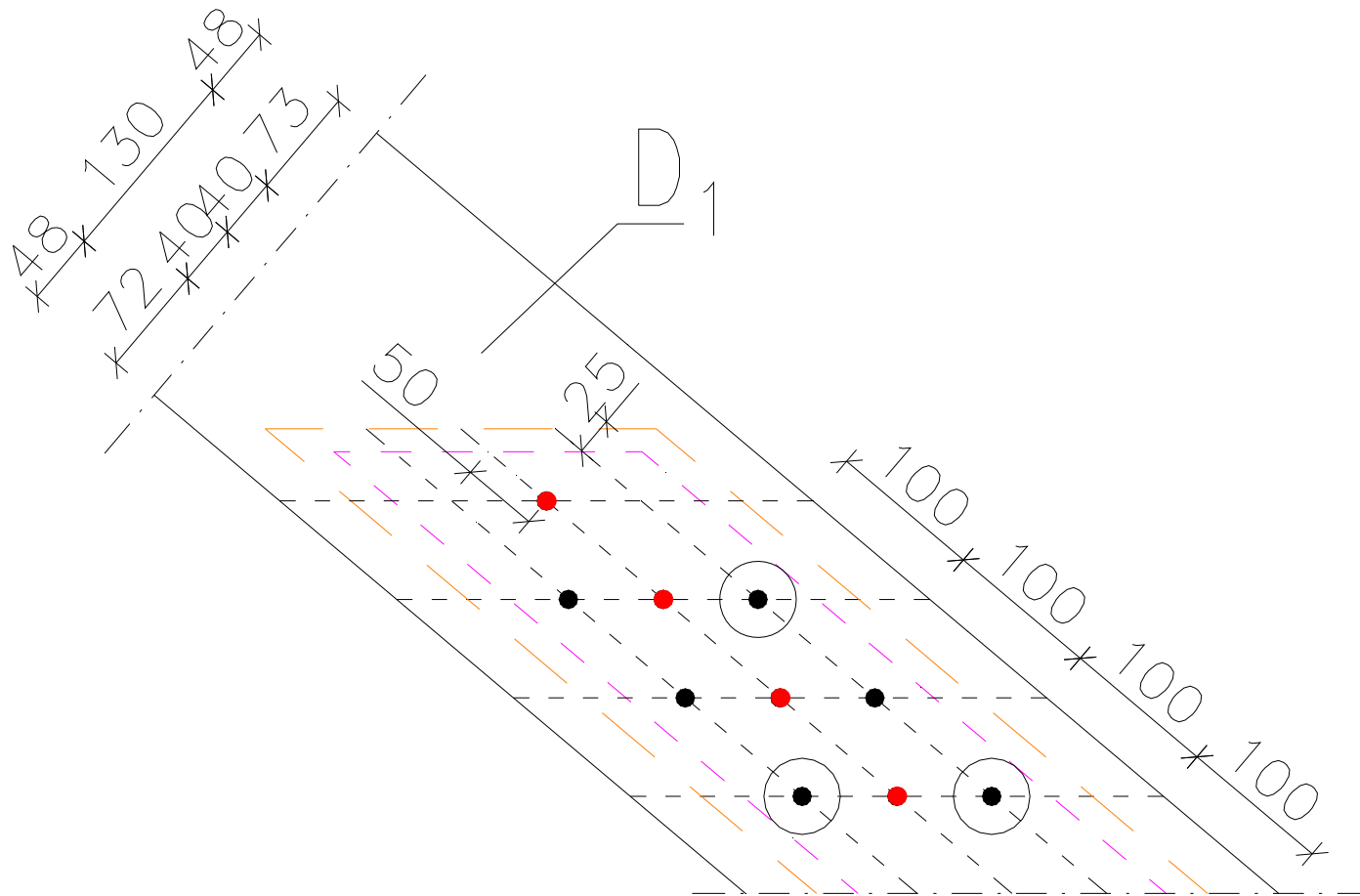
(huom! voiman ja syyn välinen kulma 0°)

➤ Liitin määrä palotilanteessa diagonaali D<sub>1</sub>:ssä:

$$(84,6 \text{ kN}) / (21,1 \text{ kN / liitin}) = 4,0 \text{ kpl}$$

=> nyt keskilinjassa 4 kpl, joten ok!

# LP-ristikon liitos R60 (täysin suojattu)



# LP-ristikon liitos R60 (täysin suojattu)

- Sauvan (D1) vetokestävyys:

- Tarkastellaan malliksi vedetyn sauvan kestävyys.

Lasketaan tehollinen poikkileikkaus (yksinkertaistus: 3 tappi-vaarnaa päällekkäin):

$$A_{ef} = (\text{korkeus} - \text{päällekkäisten tappien määrä} - \text{hiiltymä}) \times (\text{leveys} - \text{teräslevyt} - \text{hiiltymä})$$

$$A_{ef} = (225 \text{ mm} - 3 \times 12 \text{ mm} - 2 \times 49 \text{ mm}) \times (275 \text{ mm} - 2 \times 10 \text{ mm} - 2 \times 49 \text{ mm}) = 14\,287 \text{ mm}^2$$

- Lasketaan diagonaalin  $D_1$  vetokestävyys:

$$\frac{N_{1,d}}{A_{ef}} \leq k_{fi} \times f_{t,0,k} \Rightarrow \frac{84\,600}{14\,287} = 5,92 \text{ N/mm}^2 \leq 1,15 \times 24,0 \text{ N/mm}^2 \text{ (21 \%)}$$

# LP-ristikon liitos R60 (täysin suojattu)

- Täsmä- eli sidepulttien sijoitus (palo = joka 4.)

