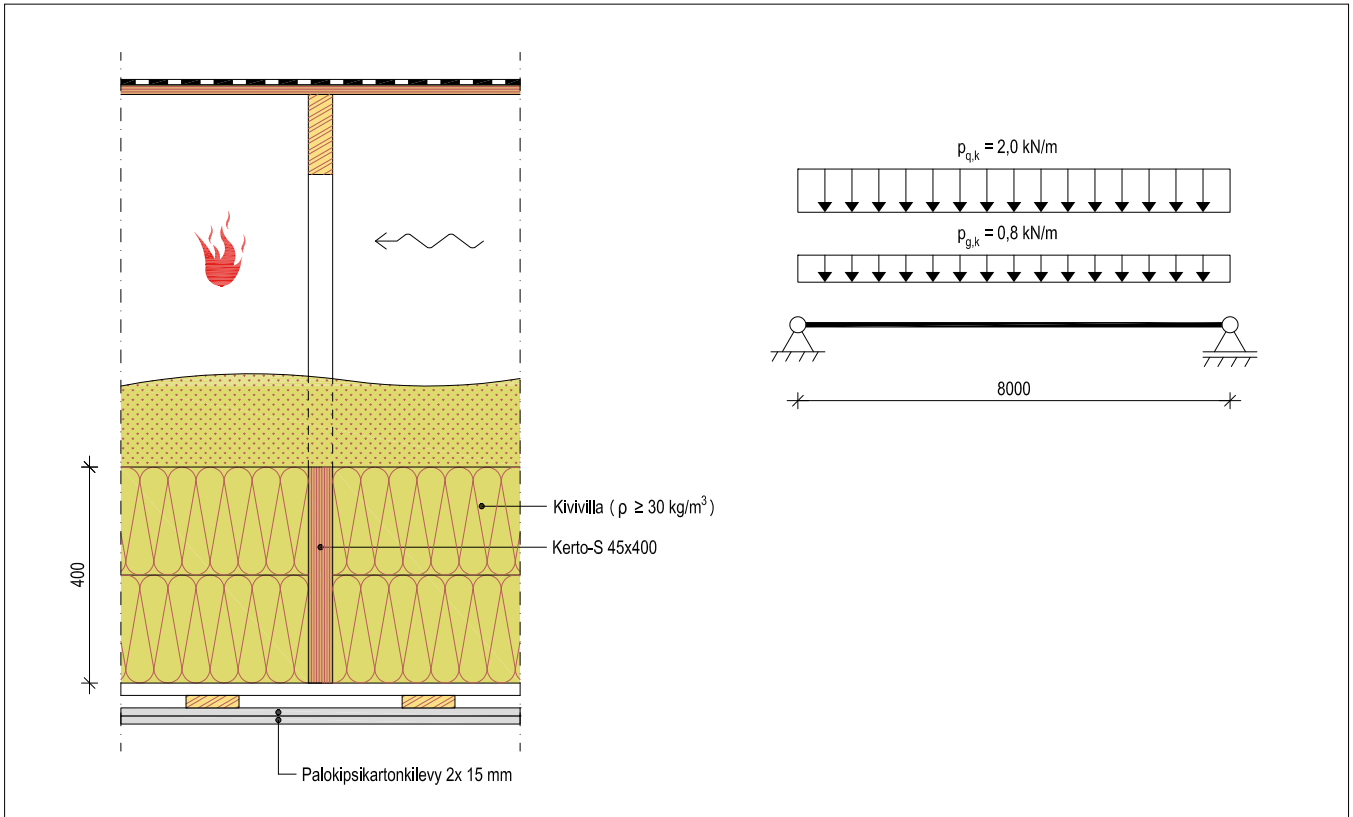


Esimerkki 4

LEVYSUOJATUN NR-YLÄPOHJAN PALOMITOITUS LUOKKAAN R 60



1 NR-ristikon toiminta palotilanteessa

NR-yläpohja on suojattu alapuolista paloa vastaan palokipsilevyillä koko palonkestoajalle, joten alapuolista paloa ei tarvitse tutkia tässä esimerkissä. Ullakkopalossa NR-ristikon toiminta ristikkona menetetään, jolloin palotilanteen kantavuus mitoitetaan alapaarrepalkin varaan. Alapaarrepalkkina käytetään Kerto-S-palkkia 45x400, joka on osa NR-ristikkoa.

2 Alapuolinen palo

F-tyyppin kipsikartonkilevyt 2x 15 mm

$t_{ch} = 60 \text{ min} \rightarrow$ suojattu koko palonkestoajalle

3 Palotilanteen kuormitus alapaarrepalkille

$\psi_{1,1} = 0,5$ (tässä esimerkissä muuttuva kuorma on lumikuorma)

$p_{fi} = p_{g,k} + \psi_{1,1} \cdot p_{q,k} = 0,8 + 0,5 \cdot 2,0 = 1,8 \text{ kN/m}$

4 Alapaarrepalkin materiaaliominaisuudet

$$f_{m,k} = 44,0 \text{ N/mm}^2$$

$$k_h = \left(\frac{300}{h}\right)^{0,12} = \left(\frac{300}{400}\right)^{0,12} = 0,97 \leq 1,2$$

$$k_{fi} = 1,1 \text{ (RIL 205-2 taulukosta)}$$

$$f_{m,20} = k_{fi} \cdot k_h \cdot f_{m,k} = 1,1 \cdot 0,97 \cdot 44,0 = 46,9 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{\text{mod},fi} = 1,0$$

$$\gamma_{M,fi} = 1,0$$

$$f_{m,d,fi} = \frac{k_{\text{mod},fi}}{\gamma_{M,fi}} \cdot f_{m,20} = \frac{1,0}{1,0} \cdot 34,5 = 34,5 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,05} = 11600 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{\text{mean}} = 13800 \text{ N/mm}^2$$

5 Tehollisen hiiltemissyvyyden mitoitusarvo (yläpuolinen palo)

$$\beta_n = 0,7 \text{ mm/min (RIL 205 taulukosta)}$$

$$t = 60 \text{ min (tässä esimerkissä)}$$

$$d_{\text{char},n} = \beta_n \cdot t = 0,7 \cdot 60 = 42 \text{ mm}$$

$$t \geq 20 \text{ min} \Rightarrow k_0 = 1,0$$

$$d_0 = 7,0 \text{ mm (vakio)}$$

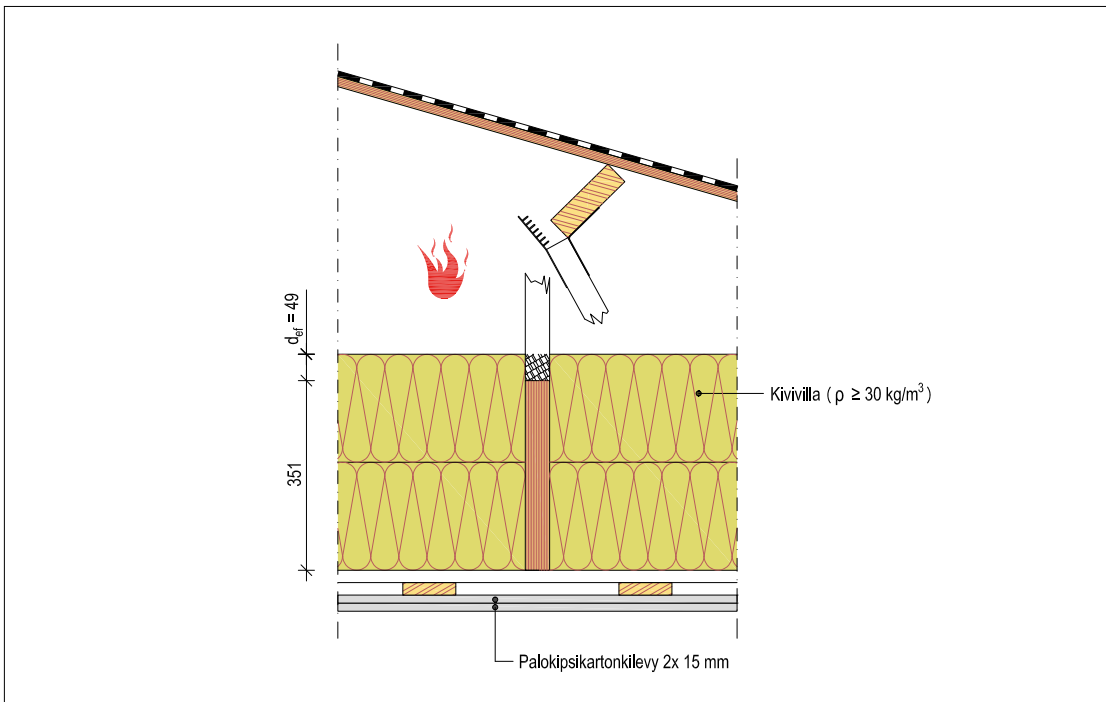
$$d_{\text{ef}} = d_{\text{char},n} + k_0 \cdot d_0 = 42 + 1,0 \cdot 7,0 = 49 \text{ mm}$$

6 Tehollinen poikkileikkaus (yläpuolinen palo)

Kivillä suojaa palkkien kylkiä, joten palkit hiiltävät vain yhdestä suunnasta.

$$b_{fi} = 45 \text{ mm}$$

$$h_{fi} = 351 \text{ mm}$$



7 Taivutuskestävyys (yläpuolinen palo)

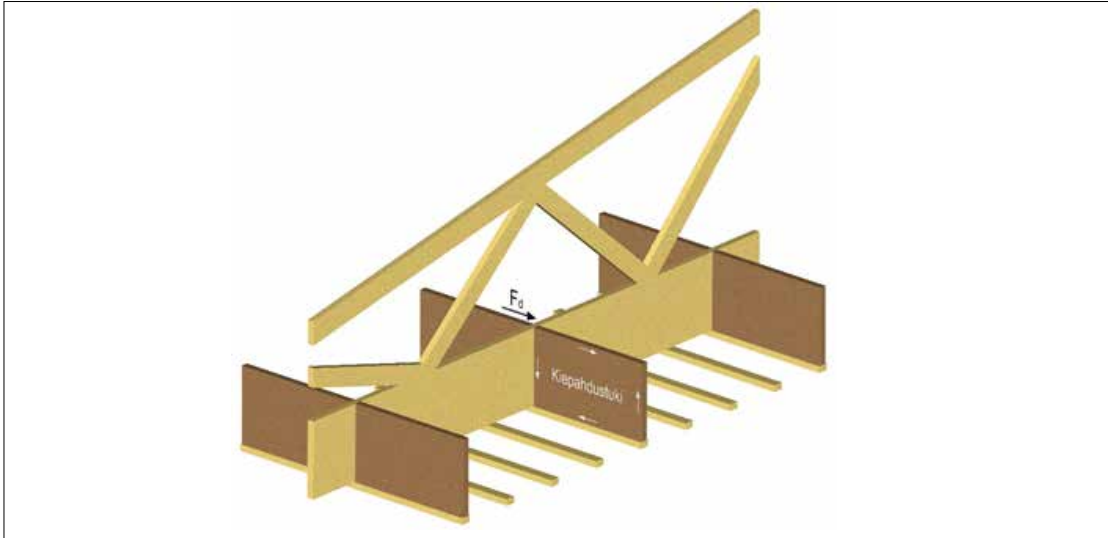
$$M_{f_i, \max} = \frac{p_{f_i} \cdot L^2}{8} \Rightarrow M_{f_i, \max} = \frac{1,8 \cdot 8^2}{8} = 14,4 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,y,d,f_i} = \frac{6 \cdot M_{f_i}}{b_{f_i} \cdot h_{f_i}^2} = \frac{6 \cdot 14,4 \cdot 10^6}{45 \cdot 351^2} = 15,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d,f_i} \leq f_{m,d,f_i} \Rightarrow 15,6 \text{ N/mm}^2 < 34,5 \text{ N/mm}^2 \quad (45 \% \text{ OK kestä})$$

8 Kiepahduskestävyys (yläpuolinen palo)

Alapaarrepalkki tuetaan palkkien väliin asennetuilla kiepahdustuilla, jolloin kiepahdustuet toimivat koko palonkestoajan (hiiltyvät vain yläreunasta). Tukien k-jako on $a = 1000$ mm.



$$\ell_{ef,fi} = a + 2 \cdot h_{fi} = 1000 + 2 \cdot 351 = 1702 \text{ mm} \quad (a\text{-mitta kiepahdustukien jako} \rightarrow \text{varmalla puolella})$$

$$c = 0,58$$

$$\sigma_{m,crit,fi} = \frac{c \cdot b_{fi}^2}{h_{fi} \cdot \ell_{ef,fi}} \cdot E_{0,05} = \frac{0,58 \cdot 45^2}{351 \cdot 1702} \cdot 11600 = 22,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda_{rel,m,fi} = \sqrt{\frac{k_h \cdot f_{m,k}}{\sigma_{m,crit,fi}}} = \sqrt{\frac{0,97 \cdot 44,0}{22,8}} = 1,37$$

$$k_{crit,fi} = 1,56 - 0,75 \cdot \lambda_{rel,m,fi} = 1,56 - 0,75 \cdot 1,37 = 0,53$$

$$\sigma_{m,y,d,fi} \leq k_{crit,fi} \cdot f_{m,d,fi} \Rightarrow 15,6 \text{ N/mm}^2 > 0,53 \cdot 34,5 \text{ N/mm}^2 = 18,3 \text{ N/mm}^2 \quad (85 \% \text{ OK kestä})$$

9 Leikkauskestävyys

Ei tarvitse tarkastaa palotilanteessa, koska palkin poikkileikkaus on suorakaide.

10 Tukipainekestävyys

Ei tarvitse tarkastaa palotilanteessa.

11 Taipuma (yläpuolinen palo)

Taipumaa ei yleensä tarvitse tarkastaa palotilanteessa, ellei siitä ole vaaraa muille rakenteille ja rakenteiden palosuojauksille. Tarkastetaan kuitenkin alapaarrepalkin taipuma tässä tapauksessa.

$$I_{y,fi} = \frac{b_{fi} \cdot h_{fi}^3}{12} = \frac{45 \cdot 351^3}{12} = 162 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\omega_{fi} = \frac{5}{384} \cdot \frac{p_{fi} \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I_{y,fi}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,8 \cdot 8000^4}{13800 \cdot 162 \cdot 10^6} = 42,9 \text{ mm}$$

12 Yhteenveto

NR-yläpohja täyttää vaatimuksen R 60, kun alapaarrepalkkien kiepahtaminen on estetty palkkien välissä olevilla kiepahdustuilla.