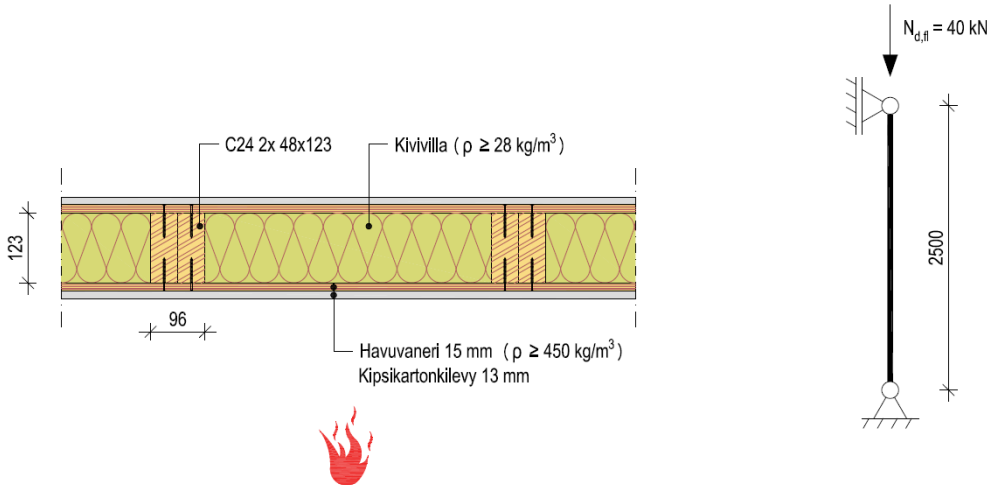


ESIMERKKI 2

Levysuojatun rankaseinän palomitoitus luokkaan R 60



1 Nimellinen hiiltymisnopeus ennen levyjen murtumista

Hiiltymisvaihetta ennen levyjen murtumista ei ole, koska kysymyksessä on tavallisen kipsikartonkilevyn ja puulevyn yhdistelmä.

t_{ch} = hiiltymisen alkamishetki

t_f = levytyksen murtumishetki

$t_{ch} = t_f = 40$ min (RIL 205-2 taulukosta)

Havuvaneri on paksumpi kuin 12 mm, joten t_{ch} - ja t_f -arvoja voidaan korottaa määrällä Δt

$\beta_0 = 1,0$ mm/min (RIL 205-2 taulukosta, vanerille)

$$k_\rho = \sqrt{\frac{450}{\rho_k}} = \sqrt{\frac{450}{450}} = 1,0$$

$$k_h = \sqrt{\frac{20}{h_p}} = \sqrt{\frac{20}{15}} = 1,15$$

$$\beta_{0,\rho,t} = \beta_0 \cdot k_\rho \cdot k_h = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 1,15 \text{ mm/min}$$

$d = 15$ mm (vaneri)

$$\Delta t = \frac{d - 12}{\beta_0} = \frac{15 - 12}{1,15} = 2,6 \text{ min} \approx 3,0 \text{ min}$$

$t_{ch} = t_f = 43$ min

$\beta_{n,2} = 0$ mm/min

2 Nimellinen hiiltymisnopeus levyjen murtumisen jälkeen

$b = 96$ mm

$b \geq 90$ mm $\Rightarrow k_s = 1,0$ (RIL 205-2 taulukosta)

$k_3 = 1,0$ (RIL 205 taulukosta)

$k_n = 1,5$ (vakio)

$\beta_0 = 0,65$ mm/min (RIL 205-2 taulukosta, tolपालle)

$$\beta_{n3} = k_s \cdot k_3 \cdot k_n \cdot \beta_0 = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 0,65 = 0,98 \text{ mm/min}$$

3 Nimellinen hiiltemissyvyyden mitoitusarvo

$$\beta_{n2} = 0 \text{ mm/min}$$

$$t_f = t_f + \Delta t = 40 \text{ min} + 3 \text{ min} = 43 \text{ min}$$

$$t_{ch} = t_{ch} + \Delta t = 40 \text{ min} + 3 \text{ min} = 43 \text{ min}$$

$$\beta_{n3} = 0,98$$

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

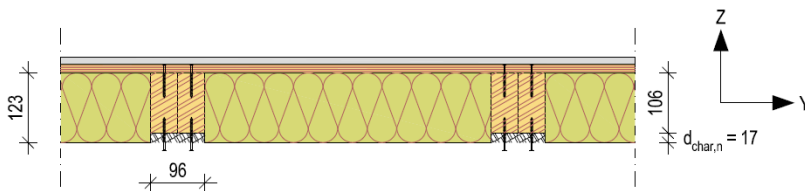
$$d_{char,n} = \beta_{n2} \cdot (t_f - t_{ch}) + \beta_{n3} \cdot (t - t_f) = 0 \cdot (43 - 43) + 0,98 \cdot (60 - 43) = 16,7 \text{ mm} \approx 17 \text{ mm}$$

4 Nimellinen jäännöspoikkileikkaus

Kivillä suojaa tolppien kylkiä, joten tolpat hiiltävät vain yhdestä suunnasta.

$$b_{fi} = 48 \text{ mm} \text{ (yksi tolppa)}$$

$$h_{fi} = 106 \text{ mm}$$



5 Palotilanteen rasitukset tolpan Z-suunnassa

$$\text{Hiiltemän aiheuttama epäkeskisyyss} e_{ch} = \frac{d_{char,n}}{2} = \frac{17}{2} = 8,5 \text{ mm}$$

$$N_{d,fi} = 40 \text{ kN}$$

$$M_{y,ch,d,fi} = e_{ch} \cdot N_{d,fi} = 0,0085 \cdot 40 = 0,34 \text{ kNm}$$

$$M_{y,d,fi} = 0,34 \text{ kNm}$$

Tolppia on 2 kpl rinnakkain, joten yhden tolpan rasitukset ovat

$$N_{d,fi} = 20 \text{ kN}$$

$$M_{y,d,fi} = 0,17 \text{ kNm}$$

6 Tolpan materiaaliominaisuudet

Puristus

$$f_{c,0,k} = 21 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{fi} = 1,25 \quad (\text{RIL 205-2 taulukosta})$$

$$f_{c,0,20} = k_{fi} \cdot f_{c,0,k} = 1,25 \cdot 21 = 26,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{d_{char,n}}{h} = \frac{17}{123} = 0,14$$

$$k_{mod,c,fi} = 0,45 \quad (\text{RIL 205-2 taulukosta, interpoloitu})$$

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

$$f_{c,0,d,fi} = \frac{k_{mod,c,fi}}{\gamma_{M,fi}} \cdot f_{c,0,20} = \frac{0,45}{1,0} \cdot 26,25 = 11,81 \text{ N/mm}^2$$

Taivutus

$$f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$$

$$k_h = \left(\frac{150}{h_{fi}} \right)^{0,2} \leq 1,3 = \left(\frac{150}{106} \right)^{0,2} = 1,07 \leq 1,3 \Rightarrow 1,07$$

$$f_{m,k} = k_h \cdot f_{m,k} = 1,07 \cdot 24 = 25,68 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{fi} = 1,25 \quad (\text{RIL 205-2 taulukosta})$$

$$f_{m,20} = k_{fi} \cdot f_{m,k} = 1,25 \cdot 25,68 = 32,10 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{d_{char,n}}{h} = \frac{17}{123} = 0,14$$

$$k_{mod,fi} = 0,45 \quad (\text{RIL 205-2 taulukosta, interpoloitu, palo puristetulla puolella})$$

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

$$f_{m,d,fi} = \frac{k_{mod,fi}}{\gamma_{M,fi}} \cdot f_{m,20} = \frac{0,45}{1,0} \cdot 32,10 = 14,45 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ N/mm}^2$$

7 Nurjahduskestävyys Z-suunnassa

Tarkastellaan vain toista tolppaa

$$L_{c,z,fi} = 1,0 \cdot L = 1,0 \cdot 2500 = 2500 \text{ mm}$$

$$I_{y,fi} = \frac{b_{fi} \cdot h_{fi}^3}{12} = \frac{48 \cdot 106^3}{12} = 4,76 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A_{fi} = b_{fi} \cdot h_{fi} = 48 \cdot 106 = 5088 \text{ mm}^2$$

$$i_{y,fi} = \sqrt{\frac{I_{y,fi}}{A_{fi}}} = \sqrt{\frac{4,76 \cdot 10^6}{5088}} = 30,59 \text{ mm}$$

$$\lambda_{y,fi} = \frac{L_{c,z,fi}}{i_{y,fi}} = \frac{2500}{30,59} = 81,73$$

$$\lambda_{rel,y,fi} = \frac{\lambda_{y,fi}}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{81,73}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7400}} = 1,39$$

$$\beta_c = 0,2$$

$$k_{y,fi} = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y,fi} - 0,3)) + \lambda_{rel,y,fi}^2 = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,39 - 0,3)) + 1,39^2 = 1,58$$

$$k_{c,y,fi} = \frac{1}{k_{y,fi} + \sqrt{k_{y,fi}^2 - \lambda_{rel,y,fi}^2}} \leq 1 = \frac{1}{1,58 + \sqrt{1,58^2 - 1,39^2}} = 0,43 \leq 1 \Rightarrow 0,43$$

$$\sigma_{c,0,d,fi} = \frac{N_{d,fi}}{A_{fi}} = \frac{20000}{5088} = 3,93 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d,fi} = \frac{6 \cdot M_{y,d,fi}}{b_{fi} \cdot h_{fi}^2} = \frac{6 \cdot 0,17 \cdot 10^6}{48 \cdot 106^2} = 1,89 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{k_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,d,fi}} \leq 1 = \frac{3,93}{0,43 \cdot 11,81} + \frac{1,89}{14,45} = 0,90 < 1 \quad (90 \% \text{ OK kestä})$$

8 Kiepahduskestävyys

Palotilanteessa tolppien puristettu reuna on tukematon.

Tarkastellaan vain toista tolppaa

$$\ell_{ef,fi} = 1,0 \cdot L + 2 \cdot h_{fi} = 1,0 \cdot 2500 + 2 \cdot 106 = 2712 \text{ mm}$$

$$c = 0,78$$

$$\sigma_{m,crit,fi} = \frac{c \cdot b_{fi}^2}{h_{fi} \cdot \ell_{ef,fi}} \cdot E_{0,05} = \frac{0,78 \cdot 48^2}{106 \cdot 2712} \cdot 7400 = 46,26 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda_{rel,m,fi} = \sqrt{\frac{k_h \cdot f_{m,k}}{\sigma_{m,crit,fi}}} = \sqrt{\frac{1,07 \cdot 24}{46,26}} = 0,75$$

$$k_{crit,fi} = 1,0 \quad (\lambda_{rel,m,fi} \leq 0,75) \Rightarrow \text{Tolppa ei ole kiepahdusaltis}$$

9 Leikkauskestävyys

Ei tarvitse tarkastaa palotilanteessa, koska tolpan poikkileikkaus on suorakaide.

10 Tukipainekestävyys

Ei tarvitse tarkastaa palotilanteessa.

11 Taipuma

Taipumaa ei yleensä tarvitse tarkastaa palotilanteessa ellei taipumasta ole vaaraa rakenteiden osastoivuudelle ja palosuojauksille.

12 Yhteenveto

Rankseinä täyttää vaatimuksen R 60, kun rankojen nurjahtaminen Y-suunnassa on estetty palon vastaisen puolen levytyksellä.