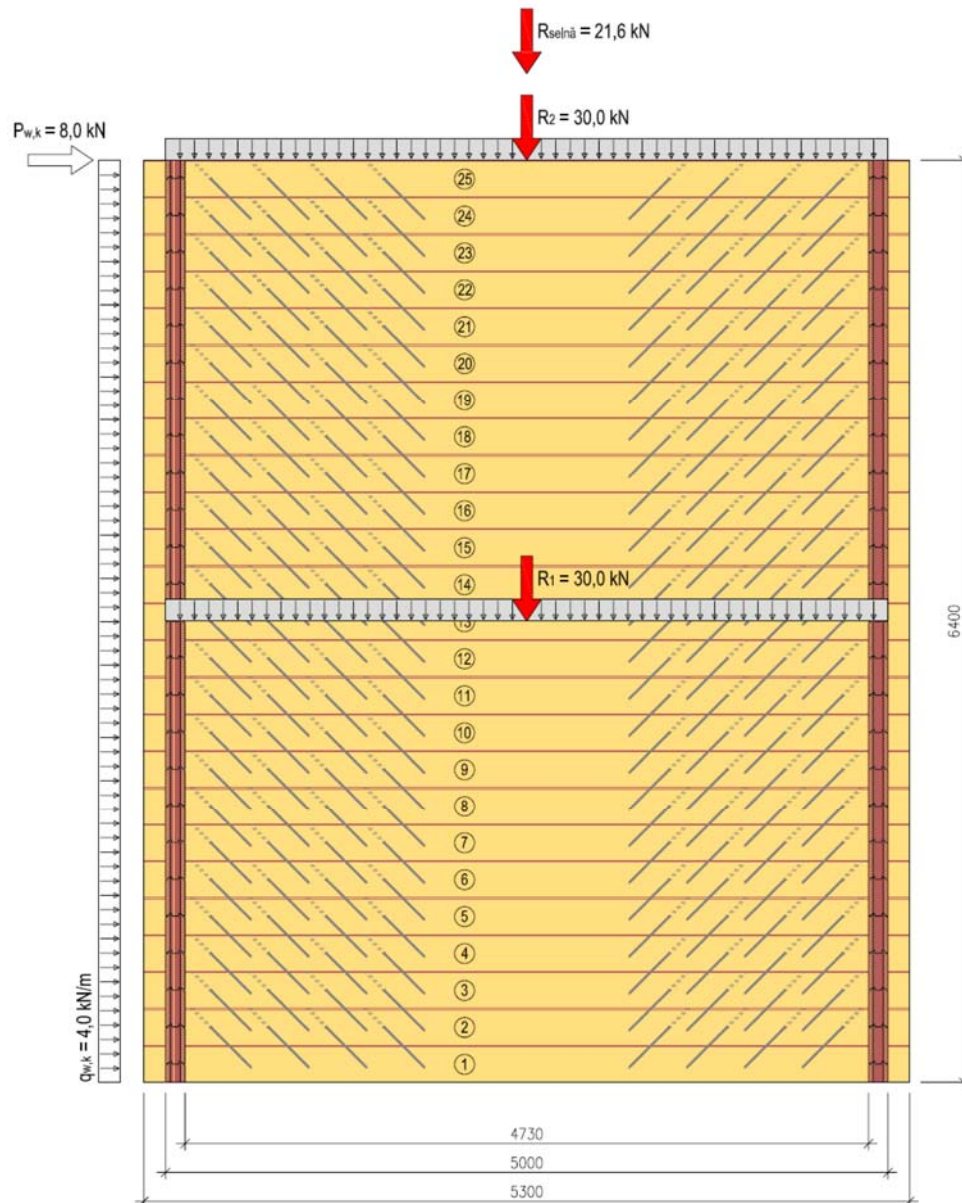


Moduuli 1

Kotitehtävä 3_VASTAUS (5 pistettä)

19.11.2018

1.0 Ominaiskuormat



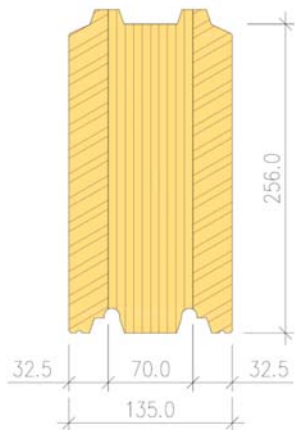
2.0 Tehollinen poikkileikkaus (0,25 p)

Kyseisen seinän leikkautuva pituus on $L_v = 4730$ mm

$$k_{cr} = 1,0$$

$t = 32,5 + 32,5 = 65$ mm (vain pituussuuntaiset lamellit voidaan huomioida)

$$A = k_{cr} \cdot t \cdot L_v = 1,0 \cdot 65 \cdot 4730 = 307450 \text{ mm}^2$$



3.0 Tehollisten vinoruuvien leikkausvoimakestävyys (ruuviryhmä) (0,5 p)

Würth ASSY plus VG 10,0 x 480

Vedettyjä vinoruuviryhmiä 1 kpl

Ruuviryhmässä vedettyjä vinoruuveja 4 kpl

Ruuvien tehollinen määrä $n_{ef} = 3,6$ kpl

Tehollisten vinoruuvien ulosvetokestävyys $F_{ax,\alpha,Rd} = 68,5$ kN

$$V_{R,d} = \cos 45^\circ \cdot F_{ax,\alpha,Rd} = \cos 45^\circ \cdot 68,5 = 48,4 \text{ kN}$$

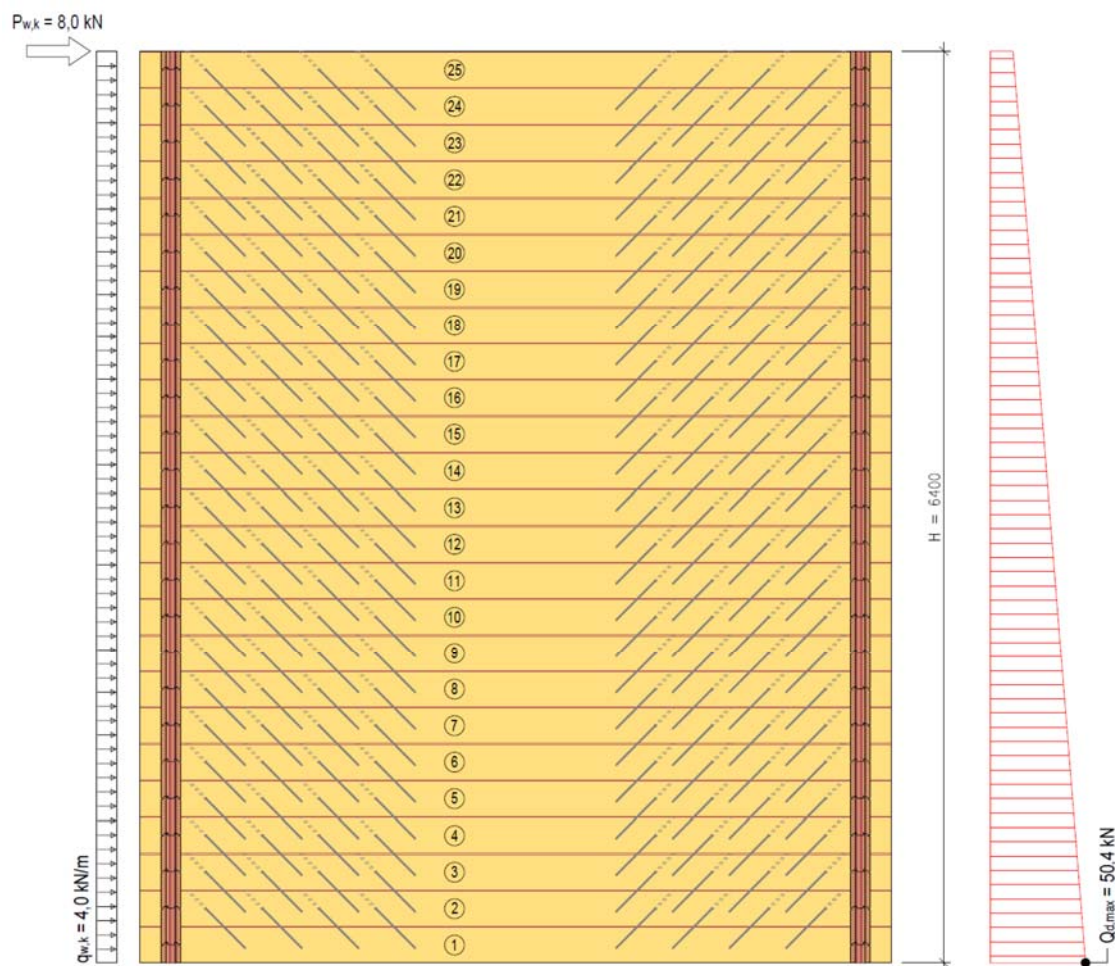
$\mu = 0,26$ (kitkakerroin)

$$V_{R,\mu,d} = F_{ax,\alpha,Rd} \cdot \mu \cdot \sin \alpha = 68,5 \cdot 0,26 \cdot \sin 45^\circ = 12,6 \text{ kN}$$

$$\Sigma V_{R,d} = V_{R,d} + V_{R,\mu,d} = 48,4 + 12,6 = 61 \text{ kN}$$

4.0 Seinän leikkausvoimakkestävyys (0,75 p)

$$V_d = Q_{d\max} = K_{Fl} \cdot 15 \cdot (P_{w,k} + q_{w,k} \cdot H) = 10 \cdot 15 \cdot (8,0 + 4,0 \cdot 6,4) = 50,4 \text{ kN}$$



Käyttöluokka: 1

Aikaluokka: hetkellinen

$$\gamma_M = 1,3$$

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

$$f_{v,k} = 4,0 \text{ N/mm}^2$$

Paneelileikkauskestävyys

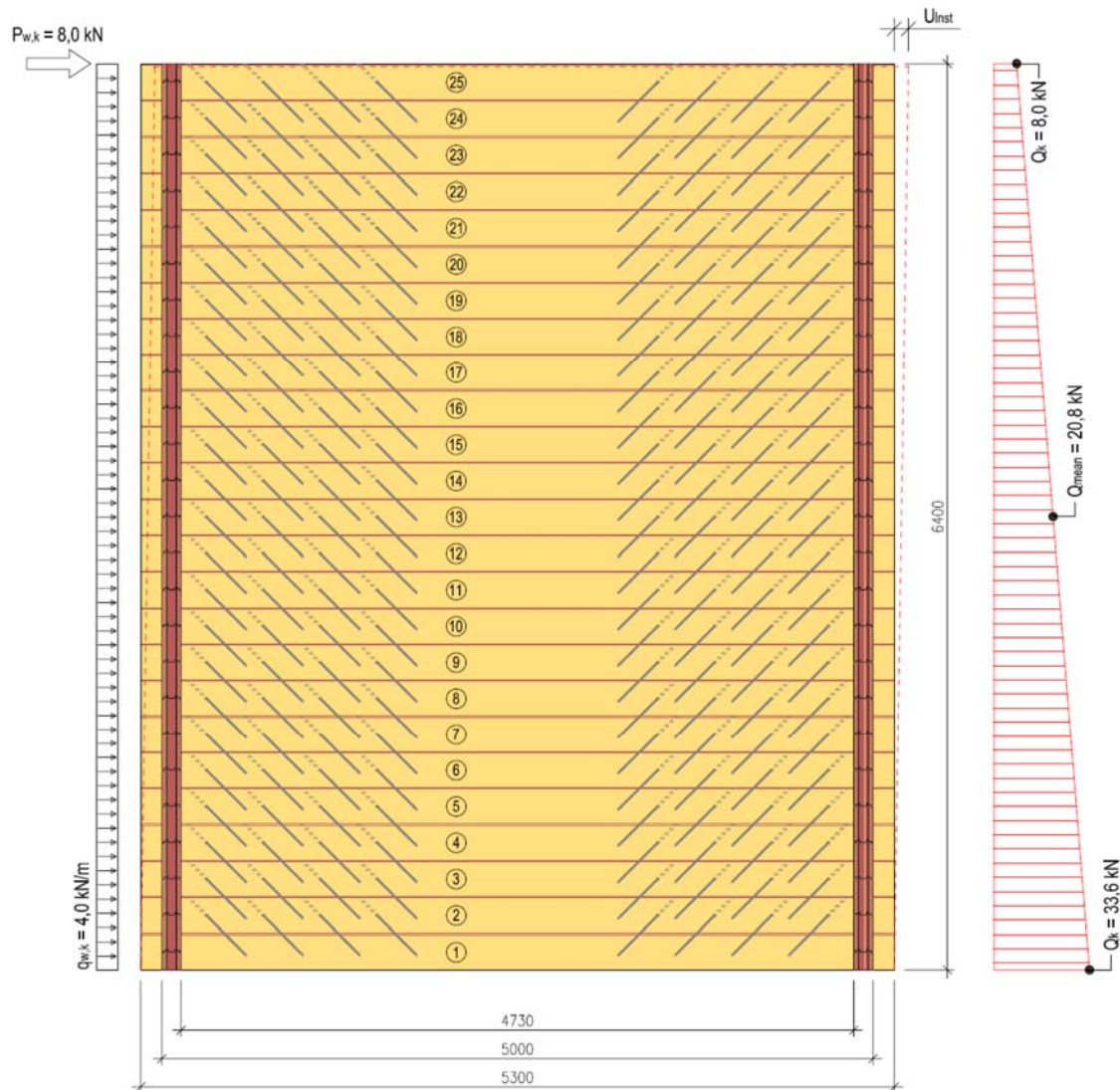
$$\tau_d = \frac{V_d}{A} = \frac{50400}{307450} = 0,16 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \cdot f_{v,k} = \frac{1,1}{1,3} \cdot 4,0 = 3,38 \text{ N/mm}^2 > 0,16 \text{ N/mm}^2 \text{ (käyttöaste 5 \%) OK}$$

Vinoruuviiliitoksen kestävyys

$$V_d < \Sigma V_{R,d} \Rightarrow 50,4 \text{ kN} < 61 \text{ kN (käyttöaste 83 \%) OK}$$

5.0 Seinän leikkaussiirtymä (1 p)



Hirren leikkaussiirtymä

$$G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 307450 \text{ mm}^2$$

$$h = 256 \text{ mm (hirren hyötykorkeus)}$$

$$V_k = Q_{mean} = 20800 \text{ N}$$

$$n_{log} = 25 \text{ kpl (hirsien lukumäärä)}$$

$$C_v = \frac{1}{\frac{G_{mean} \cdot A}{h}} = \frac{1}{\frac{690 \cdot 307450}{256}} = 828674 \text{ N/mm}$$

$$u_{inst,log} = n_{log} \cdot \frac{V_k}{C_v} = 25 \cdot \frac{20800}{828674} = 0,63 \text{ mm}$$

Ruuviryhmän leikkaussiirtymä

Wurth ASSY plus VG 10,0 x 480

$$d = 10,0 \text{ mm}$$

$$\ell_{ef} = 225 \text{ mm}$$

$$K_{ser} = 780 \cdot d^{0,2} \cdot \ell_{ef}^{0,4} = 780 \cdot 10,0^{0,2} \cdot 225^{0,4} = 10788,7 \text{ N/mm}$$

$$n_{ef} = 3,6 \text{ kpl}$$

$$n_s = 24 \text{ kpl (hirsien välisten saumojen lukumäärä)}$$

$$V_k = Q_{mean} = 20800 \text{ N}$$

$$F_{ax,\alpha,k} = \frac{V_k}{n_{ef} \cdot \cos 45^\circ} = \frac{20800}{3,6 \cdot \cos 45^\circ} = 8171,0 \text{ N}$$

$$u_{inst,s} = n_s \cdot \frac{F_{ax,\alpha,k}}{K_{ser}} \cdot \cos \alpha = 24 \cdot \frac{8171,0}{10788,7} \cdot \cos 45^\circ = 12,9 \text{ mm}$$

$$u_{inst} = u_{inst,log} + u_{inst,s} = 0,63 + 12,9 = 13,5 \text{ mm}$$

6.0 Ankkurointi (2,5 p)

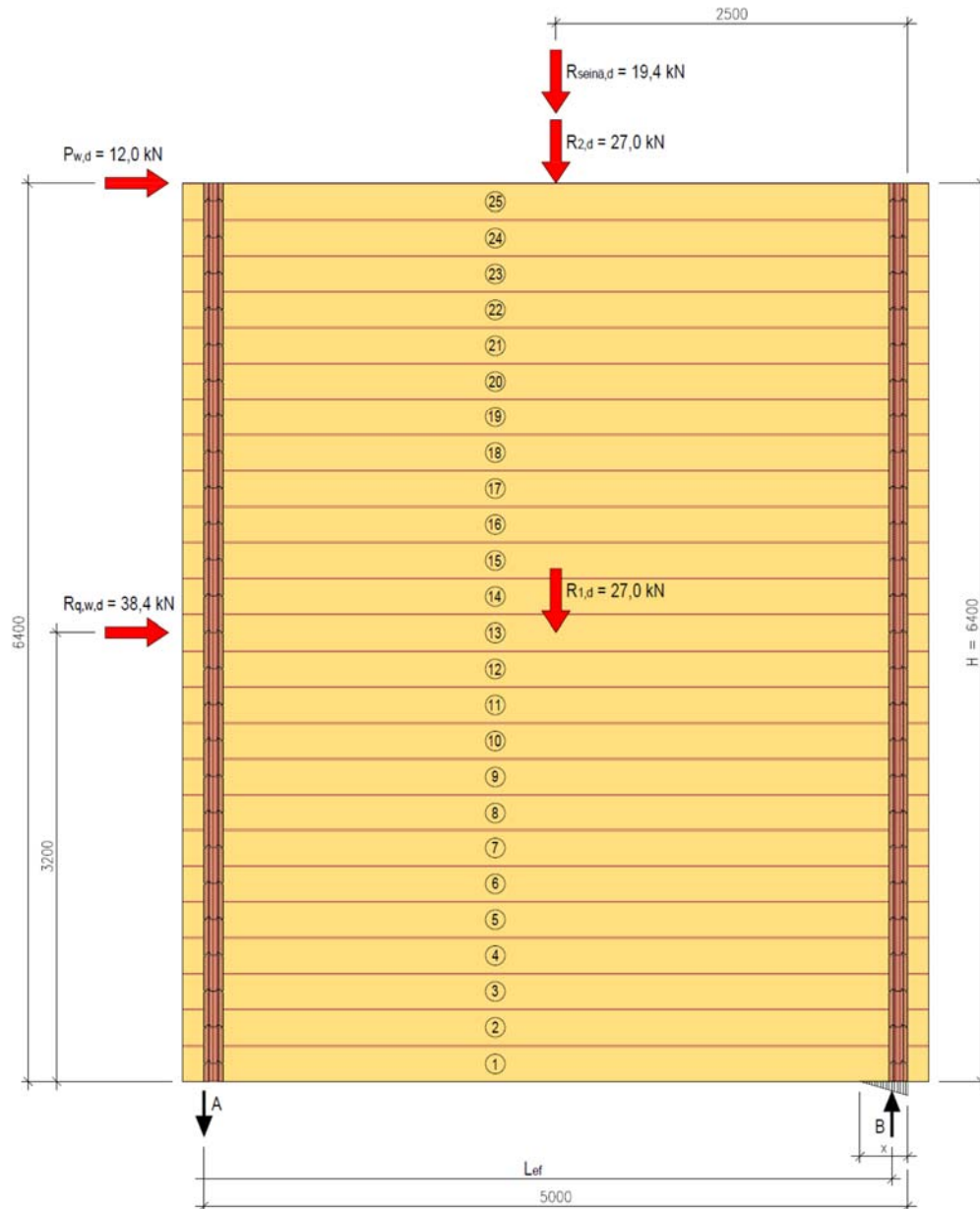
$$R_{seinä,d} = 0,9 \cdot R_{seinä} = 0,9 \cdot 21,6 = 19,4 \text{ kN}$$

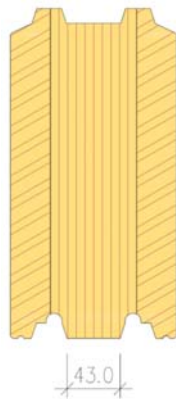
$$R_{1,d} = 0,9 \cdot R_1 = 0,9 \cdot 30 = 27,0 \text{ kN}$$

$$R_{2,d} = 0,9 \cdot R_2 = 0,9 \cdot 30 = 27,0 \text{ kN}$$

$$P_{w,d} = 1,5 \cdot P_{w,k} = 1,5 \cdot 8,0 = 12,0 \text{ kN}$$

$$R_{q,w,d} = 1,5 \cdot q_{w,k} \cdot H = 1,5 \cdot 4,0 \cdot 6,4 = 38,4 \text{ kN}$$





Pystysuuntaisen lamellin tehollinen paksuus $t_{ef} = 43 \text{ mm}$

Seinän pituus $L = 5000 \text{ mm}$

Seinän korkeus $H = 6400 \text{ mm}$

Käyttöluokka: 1

Aikaluokka: hetkellinen

$$\gamma_M = 1,3$$

$$k_{mod} = 1,1$$

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

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{c,0,k} = \frac{1,1}{1,3} \cdot 21,0 = 17,8 \text{ N/mm}^2$$

$$x = \frac{\frac{P_{w,d} \cdot H}{\left(L - \frac{x}{3}\right)} + \frac{R_{q,w,d} \cdot \frac{H}{2}}{\left(L - \frac{x}{3}\right)} + \frac{(R_{seinä,d} + R_{1,d} + R_{2,d}) \cdot \frac{L}{2}}{\left(L - \frac{x}{3}\right)}}{0,5 \cdot f_{c,0,d} \cdot t_{ef}}$$

$$x = \frac{\frac{12000 \cdot 6400}{\left(5000 - \frac{x}{3}\right)} + \frac{38400 \cdot \frac{6400}{2}}{\left(5000 - \frac{x}{3}\right)} + \frac{(19400 + 27000 + 27000) \cdot \frac{5000}{2}}{\left(5000 - \frac{x}{3}\right)}}{0,5 \cdot 17,8 \cdot 43} \Rightarrow \frac{383180000}{382,7}$$

$$382,7x = \frac{383180000}{\left(5000 - \frac{x}{3}\right)} \Rightarrow \left(5000 - \frac{x}{3}\right) \cdot 382,7x = 383180000$$

$$1913500x - 127,6x^2 = 383180000$$

$$-127,6x^2 + 1913500x - 383180000 = 0$$

$$x = \frac{-1913500 \pm \sqrt{1913500^2 - (4 \cdot -127,6 \cdot -383180000)}}{2 \cdot -127,6}$$

$$x = 203 \text{ mm}$$

$$\text{Tukireaktioiden A ja B välinen etäisyys } L_{ef} = L - \frac{x}{3} = 5000 - \frac{203}{3} = 4932,3 \text{ mm}$$

$$B = \frac{P_{w,d} \cdot H}{L_{ef}} + \frac{R_{q,w,d} \cdot \frac{H}{2}}{L_{ef}} + \frac{(R_{seinä,d} + R_{1,d} + R_{2,d}) \cdot \frac{L}{2}}{L_{ef}}$$

$$B = \frac{12000 \cdot 6400}{4932,3} + \frac{38400 \cdot \frac{6400}{2}}{4932,3} + \frac{(19400 + 27000 + 27000) \cdot \frac{5000}{2}}{4932,3} = 77688 \text{ N} \approx 77,7 \text{ kN}$$

$$A = B - (R_{seinä,d} + R_{1,d} + R_{2,d}) = 77688 - (19400 + 27000 + 27000) = 4288 \text{ N} \approx 4,3 \text{ kN (vedetty)}$$