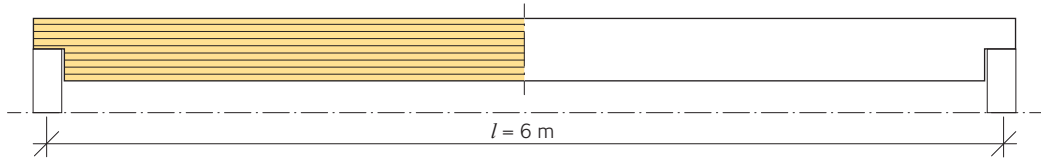
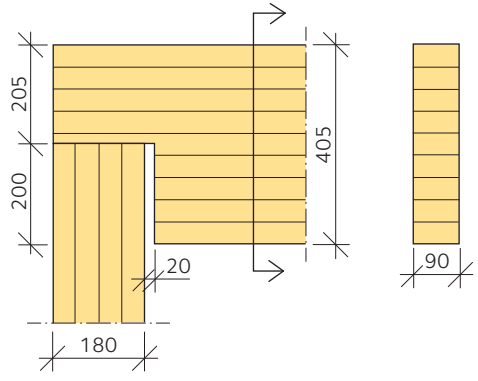


Exempel 20: Balk med urtag vid upplag

20.1 Konstruktion, mått och dimensioneringsunderlag

Dimensionera balken med urtag enligt nedan.

		
Balken är av limträ, hållfasthetsklass	GL30c	
Inlimmade skruvar, hållfasthetsklass	4.8	
Säkerhetsklass 3	$\gamma_d = 1$	
Klimatklass 1		
Partialkoefficient för permanent last	$\gamma_g = 1,2$	
Partialkoefficient för variabel last	$\gamma_q = 1,5$	
Partialkoefficient för limträ	$\gamma_M = 1,25$	
Partialkoefficient för förband	$\gamma_{MC} = 1,3$	
Partialkoefficient för stål	$\gamma_{M2} = 1,2$	
Lastbredd 2,0 m		

20.2 Laster

Beakta följande laster vid dimensionering:

Limträbalkar

$$g_{k,1} = 0,2 \text{ kN/m}$$

Övrig permanent last

$$G_{k,2} = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{k,2} = G_{k,2} \cdot i = 0,6 \cdot 2,0 = 1,2 \text{ kN/m}$$

Variabel last

$$Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = Q_k \cdot i = 2 \cdot 2 = 4 \text{ kN/m}$$

20.3 Lastkombinationer

Beakta två lastkombinationer (SS-EN 1990, avsnitt 6.4.3 och SS-EN 1991-1-3, avsnitt 5.3.3):

Kombination 1 (egentyngd, permanent last, $k_{\text{mod}} = 0,6$):

$$q_{\text{dl}} = \gamma_d \cdot [\gamma_g \cdot (g_{k,1} + g_{k,2})] = 1,0 \cdot 1,2 \cdot (0,2 + 1,2) = 1,7 \text{ kN/m}$$

Kombination 2 (egentyngd + variabel last, medellång last, $k_{\text{mod}} = 0,8$):

$$q_{\text{dll}} = \gamma_d \cdot [\gamma_g \cdot (g_{k,1} + g_{k,2}) + \gamma_q \cdot q_k] = 1,0 \cdot [1,2 \cdot (0,2 + 1,2) + 1,5 \cdot 4,0] = 7,7 \text{ kN/m}$$

Välj den kritiska kombinationen i brottgränstillståndet:

$$\frac{q_{\text{dl}}}{k_{\text{mod},1}} = \frac{1,7}{0,6} = 2,8 < \frac{q_{\text{dll}}}{k_{\text{mod},2}} = \frac{7,7}{0,8} = 9,6$$

Sålunda är kombination 2 dimensionerande.

20.4 Beräkningar i brottgränstillstånd

Skjuvning vid upplag:

$$V_{\text{Ed}} = q_{\text{dll}} \cdot \frac{l}{2} = 7,7 \cdot \frac{6}{2} = 23 \text{ kN}$$

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot V_{\text{Ed}}}{b \cdot h_{\text{ef}}} = \frac{1,5 \cdot 23040}{90 \cdot 205} = 1,87 \text{ MPa}$$

Kontrollera villkoret för skjuvspänning (SS-EN 1995-1-1, ekvation 6.60):

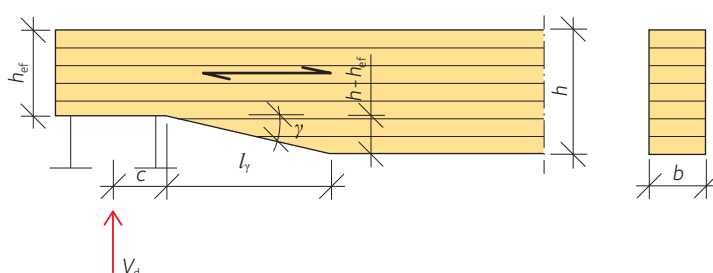
$$\frac{\tau_d}{k_{\text{cr}} \cdot f_{v,d}} = \frac{1,87}{0,86 \cdot 2,24} = 0,98 < 1 \quad \mathbf{OK}$$

Kontrollera villkoret för skjuvspänning vid urtag vid upplag enligt *tabell 9.10, sidan 9 i avsnitt 9*:

$$\alpha = \frac{h_{\text{ef}}}{h} = \frac{205}{405} = 0,5 \quad c = 110 \text{ mm}$$

$$l_\gamma = 0 \quad i = \frac{l_\gamma}{h - h_{\text{ef}}} = 0 \quad \gamma = 90^\circ$$

$$k_v = \min \left[1, \frac{6,5 \left(1 + 1,1 \cdot \frac{i^{1,5}}{\sqrt{h}} \right)}{\sqrt{h} \cdot \left[\alpha \cdot (1 - \alpha) + \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2} \cdot 0,8 \cdot \frac{c}{h} \right]} \right] = 0,41$$

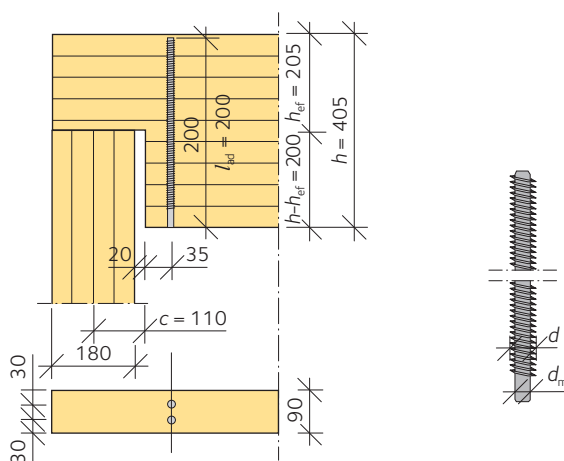


$$\frac{\tau_d}{k_v \cdot f_{v,d}} = \frac{1,87}{0,41 \cdot 2,24} = 2,03 > 1 \quad \text{EJ OK} \quad \text{Risk för brott}$$

Villkoret uppfylls inte, urtaget behöver förstärkas. Två förstärkningsmetoder dimensioneras:

- inlimmade skruvar.
- självborrande träskruvar.

20.5 Förstärkning med inlimmade skruvar



Använd inlimmade skruvar M10, hållfasthetsklass 4.8:

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

$$f_{\text{uk}} = 400 \text{ MPa}$$

$$A_s = 58 \text{ mm}^2$$

$$l_{\text{ad}} = 200$$

Bärförmåga vid skruvens utdragning, se tabell 13.23, sidan 22 i avsnitt 13:

$$\kappa_1 = 1 \quad k_1 = 0,78$$

$$f_{ax,k} = 5,5 \text{ MPa}$$

$$R_{t,k,timber} = \pi \cdot (d+1) \cdot l_{ad} \cdot f_{ax,k} \cdot k_1 \cdot \kappa_1 = \pi \cdot (10+1) \cdot 200 \cdot 5,5 \cdot 0,8 = 29635,3 \text{ N}$$

Bärförmåga vid skruvens dragning, se tabell 13.23, sidan 22 i avsnitt 13:

$$R_{t,k,rod} = 0,6 \cdot f_{uk} \cdot A_s = 1 \cdot 400 \cdot 58 = 13920 \text{ N}$$

Dimensioneringsvärdet för skruvens axiella bärförmåga:

$$R_t = \min \left(\frac{R_{t,k,rod}}{\gamma_{M2}}, \frac{k_{mod} \cdot R_{t,k,timber}}{\gamma_{MC}} \right) = \min \left(\frac{13,9}{1,2}, \frac{0,8 \cdot 29,6}{1,3} \right) = 11,6 \text{ kN}$$

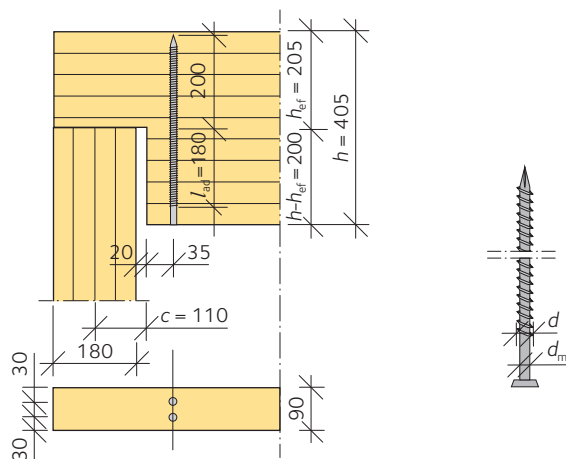
Dimensioneringsvärdet för dragkraft vinkelrätt mot fibrerna, se tabell 9.11, sidan 9 i avsnitt 9:

$$F_{t,90,d} = 1,3 \cdot V_{Ed} \cdot \left[3 \cdot (1-\alpha)^2 - 2 \cdot (1-\alpha)^3 \right] = 1,3 \cdot 23 \cdot \left[3 \cdot (1-0,5)^2 - 2 \cdot (1-0,5)^3 \right] = 14,7 \text{ kN}$$

Kontrollera villkoret för dragning vinkelrätt mot fibrerna:

$$\frac{F_{t,90,d}}{n_r \cdot R_t} = \frac{14,7}{2 \cdot 11,6} = 0,63 < 1 \quad \text{OK}$$

20.6 Förstärkning med självborrande träskruvar



Använd självborrande träskruvar 9 × 400 mm:

$$f_u = 1000 \text{ MPa}$$

$$d = 9 \text{ mm} \quad d_m = 5,9 \text{ mm}$$

$$l_{ad} = 180 \text{ mm}$$

Träskruvens utdragskapacitet vid vinkel 90° mellan skruvaxel och fiberriktning. (SS-EN 1995-1-1, ekvation 8.38):

$$f_{ax,k,s} = 0,52 \cdot d^{-0,5} l_{ad}^{-0,1} \cdot \rho_k^{0,8} = 0,52 \cdot 9^{-0,5} \cdot 180^{-0,1} \cdot 390^{0,8} = 12,2 \text{ MPa}$$

$$k_d = \min\left(1, \frac{d}{8}\right) = 1$$

$$F_{ax,k,rk} = \frac{f_{ax,k,s} \cdot d \cdot l_{ad} \cdot k_d}{1,2 \cdot \cos(\alpha)^2 + \sin(\alpha)^2} = \frac{12,2 \cdot 9 \cdot 180}{1,2 \cdot \cos(90^\circ)^2 + \sin(90^\circ)^2} = 19757 \text{ N}$$

Bärförmåga vid träskruvens dragning, se tabell 6.10, sidan 4 i avsnitt 6:

$$F_{t,Rk} = 0,9 f_u \cdot \pi \cdot \frac{d_m^2}{4} = 2,46 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Dimensioneringsvärdet för en träskruvs axiella bärförmåga:

$$F_{t,d} = \min\left(\frac{F_{ax,k,rk} \cdot k_{mod}}{\gamma_{MC}}, \frac{F_{t,s,k}}{\gamma_{M2}}\right) = \min\left(\frac{19,76 \cdot 0,8}{1,3}, \frac{24,59}{1,2}\right) = 12,16 \text{ kN}$$

Kontrollera villkoret för dragning vinkelrätt mot fibrerna:

$$\frac{F_{t,90,d}}{n_r \cdot F_{t,d}} = \frac{14,7}{2 \cdot 12,16} = 0,6 < 1 \quad \mathbf{OK}$$