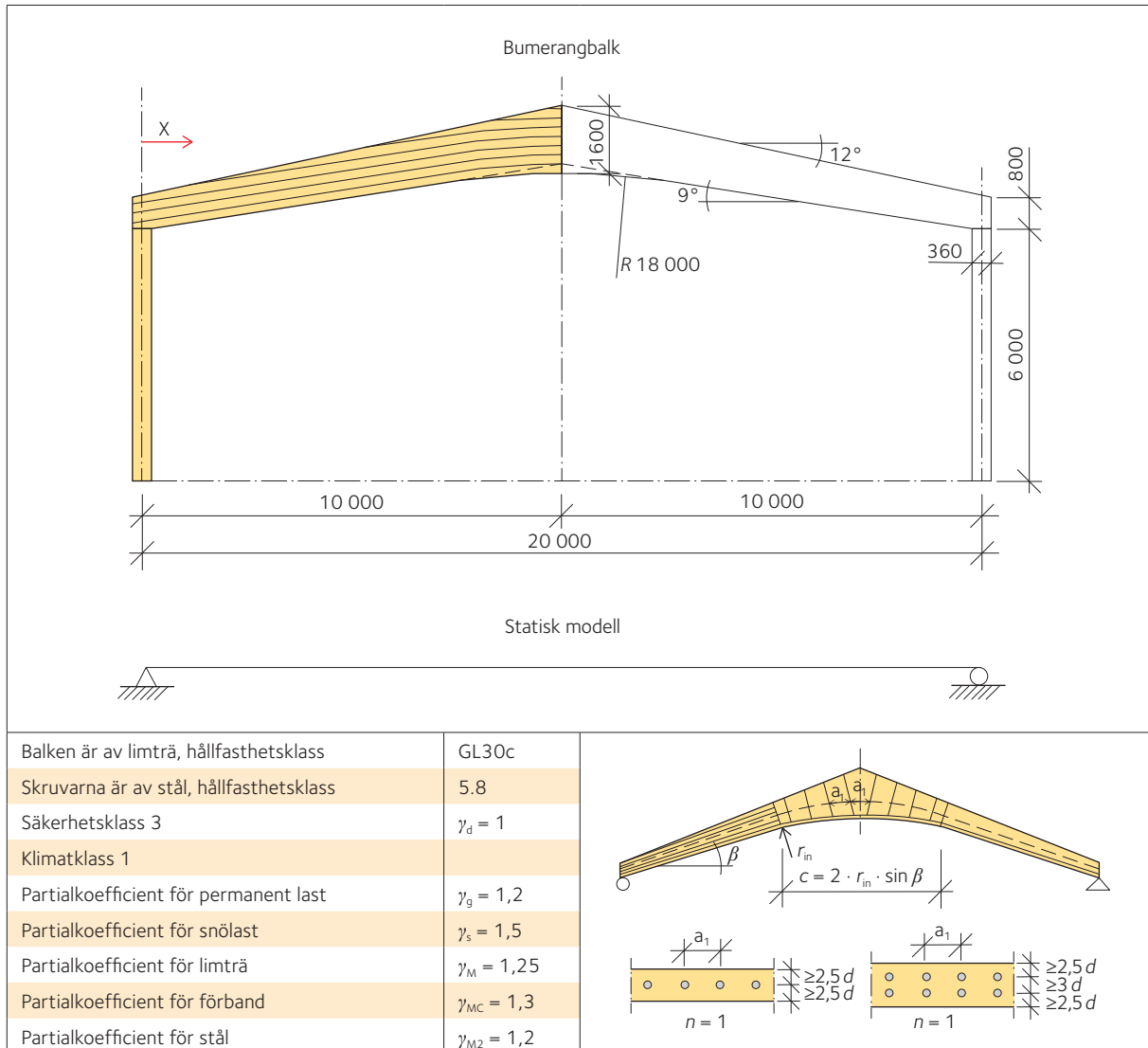


Exempel 16: Förstärkning av en bumerangbalksnock

16.1 Konstruktion, mått och dimensioneringsunderlag

Dimensionera förstärkningen vid bumerangbalkens nock enligt nedan. Balken dimensioneras i *exempel 3*.



16.2 Laster

Beakta följande laster vid dimensionering:

Limträbalkar

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

Övrig permanent last

$$G_{k,2} = 0,60 \text{ kN/m}^2 \quad g_{k,2} = G_{k,2} \cdot i \cdot 1,1 = 0,60 \cdot 6 \cdot 1,1 = 4 \text{ kN/m}$$

Snölast

$$S_k = 1,5 \text{ kN/m}^2 \quad s_k = S_k \cdot \mu \cdot i \cdot 1,1 = 1,5 \cdot 0,98 \cdot 6 \cdot 1,1 = 9,7 \text{ kN/m}$$

Faktorn 1,1 i ekvationerna ovan beaktar att sekundärbalkarna är kontinuerliga över primärbalkarna.

16.3 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, $k_{\text{mod}} = 0,6$):

$$q_{dI} = \gamma_d \cdot [\gamma_g \cdot (g_{k,1} + g_{k,2})] = 1,0 \cdot 1,2 \cdot (1,2 + 3,96) = 6,2 \text{ kN/m}$$

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

$$q_{dII} = \gamma_d \cdot [\gamma_g \cdot (g_{k,1} + g_{k,2}) + \gamma_s \cdot s_k] = 1 \cdot [1,2 \cdot (1,2 + 4) + 1,5 \cdot 9,7] = 20,8 \text{ kN/m}$$

Välj den kritiska kombinationen i brottgränstillståndet:

$$\frac{q_{dI}}{k_{\text{mod},1}} = \frac{6,2}{0,6} = 10,3 < \frac{q_{dII}}{k_{\text{mod},2}} = \frac{20,8}{0,8} = 26,0$$

Sålunda är kombination 2 dimensionerande.

16.4 Beräkningar i brottgränstillstånd

Se exempel 3, avsnitt 3.6:

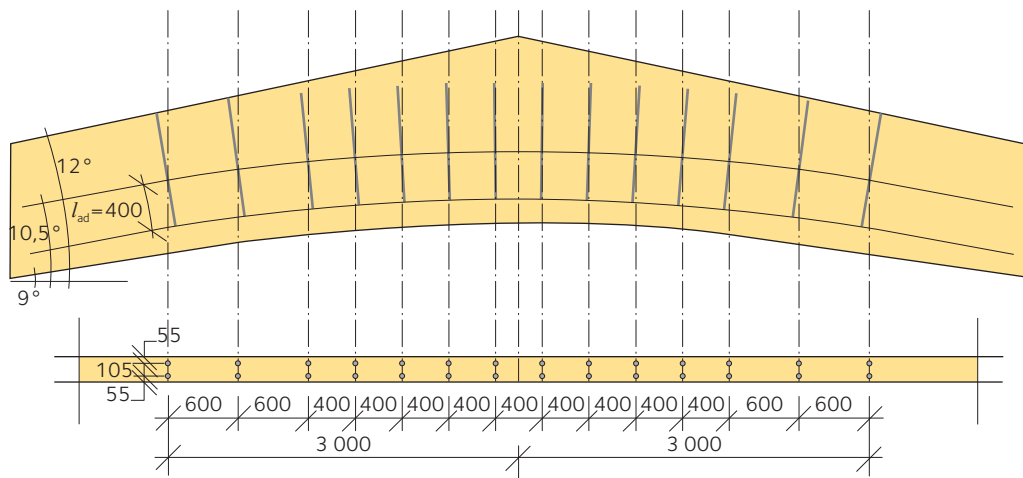
$$\sigma_{t,90,d} = k_p \cdot \frac{6 \cdot M_{\text{max}}}{b \cdot h_{\text{apex}}^2} - 0,6 \cdot \frac{q_{dII}}{b} = 0,05 \cdot \frac{6 \cdot 1040 \cdot 10^6}{215 \cdot 1600^2} - 0,6 \cdot \frac{20,8}{215} = 0,51 \text{ MPa}$$

Kontrollera villkoret för dragspänning vinkelrätt mot fibrerna (SS-EN 1995-1-1, ekvation 6.50):

$$\frac{\sigma_{t,90,d}}{k_{\text{dis}} \cdot k_{\text{vol}} \cdot f_{t,90,d}} = \frac{0,51}{1,7 \cdot 0,36 \cdot 0,32} = 2,6 > 1 \quad \text{EJ OK} \quad \text{Risk för brott}$$

Villkoret uppfylls inte, balkens nock behöver förstärkas.

16.5 Förstärkning med inlimmade skruvar



Använd inlimmade skruvar M12, hållfasthetsklass 5.8:

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$f_{uk} = 500 \text{ MPa}$$

$$A_s = 84 \text{ mm}^2$$

$$l_{ad} = 400 \text{ mm}$$

Längden av det förstärkta området:

$$c_{min} = 2 \cdot r_{in} \cdot \sin(\beta) = 5,6 \text{ m}$$

Avstånden mellan skruvarna, se bilden ovan:

$$a_{l,min} = 250 \text{ mm} < a_{l,apex} = 400 \text{ mm} < a_{l,max} = 0,75 \cdot h_{apex} = 1200 \text{ mm}$$

$$a_{l,outer} = 600 \text{ mm}$$

Bärförmåga vid skruvens utdragning, se tabell 13.23, sidan 22 i avsnitt 13, och 13.24, sidan 23 i avsnitt 13:

$$\kappa_1 = 1 \quad k_1 = 0,52$$

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

$$R_{t,k,timber} = \pi \cdot (d + 1) \cdot l_{ad} \cdot f_{ax,k} \cdot k_1 \cdot \kappa_1 = \pi \cdot (12 + 1) \cdot 400 \cdot 5,5 \cdot 0,52 = 46722 \text{ N}$$

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

$$R_{t,k,rod} = 0,5 \cdot f_{uk} \cdot A_s = 0,6 \cdot 500 \cdot 84 = 25200 \text{ N}$$

Dimensioneringsvärdet för skruvens axiella bärförmåga:

$$R_t = \min\left(\frac{R_{t,k,rod}}{\gamma_{M2}}, \frac{k_{mod} \cdot R_{t,k,timber}}{\gamma_{MC}}\right) = \min\left(\frac{25,2}{1,2}, \frac{0,8 \cdot 46,7}{1,3}\right) = 21,0 \text{ kN}$$

Dimensioneringsvärdet för dragkraft vinkelrätt mot fibrerna vid nockens mittparti:

$$F_{t,90,d,apex} = \frac{\sigma_{t,90,d} \cdot b \cdot a_{l,apex}}{n} = \frac{0,51 \cdot 215 \cdot 400}{2} = 21930 \text{ N}$$

Dimensioneringsvärdet för dragkraft vinkelrätt mot fibrerna vid yttre fjärdedelarna av nocken:

$$F_{t,90,d,outer} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sigma_{t,90,d} \cdot b \cdot a_{1,outer}}{n} = \frac{2}{3} \cdot \frac{0,51 \cdot 215 \cdot 600}{2} = 21930 \text{ N}$$

Kontrollera villkoret för dragning vinkelrätt mot fibrerna:

$$\frac{F_{t,90,d,apex}}{R_t} = \frac{21,93}{21} = 1,04 > 1 \quad \mathbf{EJ OK}$$

$$\frac{F_{t,90,d,outer}}{R_t} = \frac{21,93}{21} = 1,04 < 1 \quad \mathbf{EJ OK}$$

Villkoren uppfylls inte, viss förtätning av skruvarna krävs.