

Moduuli 2

Kotitehtävä 10_VASTAUS (3 pistettä)

7.12.2018

1.0 Palkin yläreunan puristusvoima (1 p)

ℓ_{ef} = kiepahdustukemattoman palkin mitta

$$\frac{\ell_{ef}}{\ell} = 0,9 \Rightarrow \ell_{ef} = 0,9 \cdot 10000 = 9000 \text{ mm}$$

ℓ_{ef} -mittaa suurennetaan 2h verran, koska kuorma puristetulla reunalla

$$\ell_{ef} = 9000 + 2 \cdot h = 9000 + 2 \cdot 1000 = 11000 \text{ mm}$$

$$c = 0,58$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{c \cdot b^2}{h \cdot \ell_{ef}} \cdot E_{0,05} = \frac{0,58 \cdot 75^2}{1000 \cdot 11000} \cdot 11600 = 3,4 \text{ N/mm}^2$$

$$k_h = \left(\frac{300}{h} \right)^s \leq 1,2 \Rightarrow \left(\frac{300}{1000} \right)^{0,12} = 0,87 \leq 1,2$$

$$f_{m,k} = k_h \cdot f_{m,k} = 0,87 \cdot 44 = 38,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{38,3}{3,4}} = 3,4$$

$$k_{crit} = \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} = \frac{1}{3,4^2} = 0,09$$

$$M_d = \frac{(1,15 \cdot g_k + 1,5 \cdot q_k) \cdot L^2}{8} = \frac{(1,15 \cdot 6 + 1,5 \cdot 12) \cdot 10^2}{8} = 311,3 \text{ kNm}$$

$$N_d = (1 - k_{crit}) \cdot \frac{M_d}{h} = (1 - 0,09) \cdot \frac{311,3}{1} = 283 \text{ kN}$$

2.0 Tuen jousijäykkyysvaatimus (0,5 p)

$m = 4$ poikittaistuettujen kenttien lukumäärä

$a = 2,5$ kiepahdustukien k-jako

$$C_{vaad} \geq \left(2 + 2 \cdot \cos\left(\frac{180^\circ}{m}\right) \right) \cdot \frac{N_d}{a} = \left(2 + 2 \cdot \cos\left(\frac{180^\circ}{4}\right) \right) \cdot \frac{283}{2,5} = 386 \text{ N/mm}$$

3.0 Kriittinen kiepahdusaallonpituus (1 p)

$$N_d = 283 \text{ kN}$$

$$C_{vaad} = 386 \text{ N/mm}$$

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

$$I_z = \frac{1000 \cdot 75^3}{12} = 3,5 \cdot 10^7 \text{ mm}^4 \text{ (heikon suunnan jäyhyysmomentti)}$$

$$\ell_s = \max \left\{ \begin{array}{l} \sqrt[4]{\frac{\pi}{a \cdot E_{0,05} \cdot I_z}} = \sqrt[4]{\frac{\pi}{2500 \cdot 11600 \cdot 3,5 \cdot 10^7}} = 4000 \text{ mm} \\ 2 \cdot a = 2 \cdot 2500 = 5000 \text{ mm (määräävä)} \end{array} \right.$$

$$\ell_s \leq \frac{L}{2} \Rightarrow \text{S-kiepahdus tapahtuu}$$

4.0 Kiepahdustukeen syntyvä voima (0,5 p)

$$F_d = \frac{N_d}{80} = \frac{283}{80} = 3,5 \text{ kN}$$

$$k_{s,red} = \frac{a}{\ell_s - a} = \frac{2500}{5000 - 2500} = 1,0$$

$$F_{d,tuki,1} = F_{d,tuki,5} = \frac{F_d}{2} = \frac{3,5}{2} = 1,75 \text{ kN}$$

$$F_{d,tuki,2} = F_{d,tuki,3} = F_{d,tuki,4} = k_{s,red} \cdot F_d = 1,0 \cdot 3,5 = 3,5 \text{ kN}$$

