

**Akce:** Gymnázium Litomyšl  
Modernizace laboratoří  
přírodovědných předmětů

**Investor:** Pardubický kraj  
Komenského nám. 125  
Pardubice

### **D1.2.2 Statický výpočet**

**Datum :** 08/2016

**Zak. č. :** 92 – 16

Ing. Karel ŠKEŘÍK  
PROJEKTANT  
statika a sanace  
stavebních konstrukcí  
Na Lánech 41, 570 01 LITOMYŠL  
IČO: 162 07 688



**Vypracoval:**

Ing. Karel Škeřík  
Na Lánech 41  
570 01 Litomyšl

IČ: 162 07 688

## 5. úloha - konstante

### 1. Zefektivní - stálé rovnoměrné

$$\begin{aligned} q_n &= 0,15 + 0,12 + 0,11 + 0,12 \cdot 0,50 + 0,08 \cdot 0,20 + 0,10 = 1,06 \text{ kWh}^{-2} \\ q_r &= 0,15 \cdot 1,1 + 0,12 \cdot 1,12 + 0,11 \cdot 1,1 + 0,12 \cdot 0,50 \cdot 1,12 + 0,08 \cdot 0,20 \cdot 1,12 + 0,10 \cdot 1,12 = 1,20 \text{ kWh}^{-2} \end{aligned}$$

$$\alpha = 45^\circ \Rightarrow z = \sqrt{2}$$

$$q_n = 1,06 \cdot \sqrt{2} = 1,50 \text{ kWh}^{-2}$$

$$q_r = 1,20 \cdot \sqrt{2} = 1,70 \text{ kWh}^{-2}$$

### - nekrotilé rovnoměrné

$$S_u = 0,90 \text{ kWh}^{-2} \text{ (čHMÚ)} \quad \text{Súh} \quad f = 1,5$$

$$\mu_1 = 0,4$$

$$c_1 = c_2 = 1,10$$

$$v^n = S_u \cdot \mu_1 \cdot c_1 \cdot c_2 = 0,90 \cdot 0,40 \cdot 1,10 \cdot 1,10 = 0,36 \text{ kWh}^{-2}$$

$$v^r = v^n \cdot f = 0,36 \cdot 1,5 = 0,54 \text{ kWh}^{-2}$$

$$w_0 = 0,15 \text{ kWh}^{-2}$$

vúh

$$f = 1,2$$

$$w_w = 0,776$$

$$w_r = 0,5$$

$$w^n = 0,15 \cdot 0,776 \cdot 0,5 = 0,21 \text{ kWh}^{-2}$$

$$w^r = 0,21 \cdot 1,2 = 0,26 \text{ kWh}^{-2}$$

### - kombinace zohlední $\psi_c = 0,8$

$$q_n = 1,50 + 0,36 + 0,8 \cdot 0,21 = 2,03 \text{ kWh}^{-2}$$

$$q_r = 1,70 + 0,54 + 0,8 \cdot 0,26 = 2,45 \text{ kWh}^{-2}$$

$$\mu_1 = 1,10$$

$$f_{r2} = (1,50 \cdot 0,15 + 0,36 \cdot 1,10 + 0,8 \cdot 0,21 \cdot 1,12) \cdot 2,03^{-1} = 0,905$$

$$R_{f01} = R_{cd11} = 12,00 \text{ °K}$$

$$\mu_1 = 0,95 \dots \text{vztažení účelu}$$

### 2. Posouzení stávajících kroků

$$L = 2,70 \text{ m} \quad d = 1,08 \text{ m}$$

$$q_n = 2,03 \cdot 1,08 = 2,19 \text{ kWh}^{-1}$$

$$q_r = 2,45 \cdot 1,08 = 2,65 \text{ kWh}^{-1}$$

$$M^r = \frac{1}{f} \cdot 2,65 \cdot 2,70^2 = 2,41 \text{ kWh}$$

$$\text{Stávající krok: } \boxed{130, 160} \text{ SI (122)}$$

$$W_{yint} = \frac{1}{6} \cdot 0,13 \cdot 0,16^2 = 554,67 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot 0,13 \cdot 0,16^3 = 4457,33 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$\sigma = \frac{M}{W_{yint}} \cdot \gamma_n = \frac{2,41 \cdot 10^3}{554,67 \cdot 10^{-6}} \cdot 0,95 = 4,13 \cdot 10^6 \text{ Pa} =$$

$$< \gamma_n \cdot \gamma_m \cdot R_{pd} = 1,0 \cdot 0,905 \cdot 12,00 = 10,86 \text{ MPa}$$

$$\gamma = \frac{15 \cdot 10^3 \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{15 \cdot 10^3 \cdot 2,70^4}{384 \cdot 10,00 \cdot 10^9 \cdot 4457,33 \cdot 10^{-8}} =$$

$$= 5,42 \cdot 10^{-3} \text{ m} < \frac{2,70}{300} = 9,00 \cdot 10^{-3} \text{ m} \text{ } \underline{\text{vyhovuje!}}$$

### 3. Posouzení střešní věžnice

$$a) \underline{l = 4,70 \text{ m}}; \quad l_0 = 4,70 - 0,85 = 3,85 \text{ m}; \quad l_i = \frac{l^2}{2 \cdot l - l_0} =$$

$$= \frac{4,70^2}{2 \cdot 4,70 - 3,85} = 3,98 \text{ m} > 0,6 \cdot l = 0,6 \cdot 4,70 = 2,82 \text{ m}; \quad a =$$

$$= 2,43 \text{ m}$$

$$q_n = 2,03 \cdot 2,43 + 0,16 = 5,09 \text{ kNm}^2$$

$$q_r = 2,45 \cdot 2,43 + 0,16 \cdot 1,1 = 6,13 \text{ kNm}^2$$

$$M_r = \frac{1}{8} \cdot 6,13 \cdot 3,98^2 = 12,14 \text{ kNm}$$

Střešní věžnice: □ 160, 200 SI (C74)

$$W_{yint} = \frac{1}{6} \cdot 0,16 \cdot 0,20^2 = 1066,67 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot 0,16 \cdot 0,20^3 = 10666,67 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$\sigma = \frac{12,14 \cdot 10^3}{1066,67 \cdot 10^{-6}} \cdot 0,95 = 10,81 \cdot 10^6 \text{ Pa} < 10,86 \text{ MPa}$$

vyhovuje!

$$b) \underline{l = 5,10 \text{ m}}; \quad l_0 = 5,10 - 0,85 \cdot 2 = 3,40 \text{ m}; \quad l_i = \frac{5,10^2}{2 \cdot 5,10 - 3,40} =$$

$$= 3,83 \text{ m} > 0,6 \cdot 5,10 = 3,06 \text{ m}; \quad a = 2,20 \text{ m}$$

$$q_n = 2,03 \cdot 2,20 + 0,16 = 4,63 \text{ kNm}^2$$

$$q_r = 2,45 \cdot 2,20 + 0,16 \cdot 1,1 = 5,57 \text{ kNm}^2$$

$$M_r = \frac{1}{8} \cdot 5,57 \cdot 3,83^2 = 10,21 \text{ kNm}$$

Střešní věžnice: □ 160, 200 SI (C72)

$$\sigma = \frac{10,21 \cdot 10^3}{1066,67 \cdot 10^{-6}} \cdot 0,95 = 9,09 \cdot 10^6 \text{ Pa} < 10,86 \text{ MPa}$$

vyhovuje!



c)  $l_0 = 4,55 \text{ m}$ ;  $l = 4,55 + 0,05 = 4,60 \text{ m}$ ;  $l_0 = 4,60 - 0,05 = 4,55 \text{ m}$ ;  $l_i = \frac{4,402}{2,4,40 - 3,55} = 3,69 \text{ m}$ ;  $\omega = 2,10 \text{ cm}$

$M^r = \frac{1}{2} \cdot 5,07 \cdot 3,69^2 = 9,47 \text{ kNm}$

Stavljaci. Varnice:  $\boxed{\text{II } 160, 200} \text{ SI (C22)}$

$\sigma = \frac{9,47 \cdot 10^3}{1066,67 \cdot 10^{-6}} \cdot 0,95 = 8,43 \cdot 10^6 \text{ Pa} < 10,86 \text{ MPa}$   
Uklonjuje!

#### 4. Poslanje stavljacih ključa

a)  $l = l_{00} = 5,05 \text{ m}$ ;  $i_{\min} = \frac{5,05}{120} = 42,08 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

$z_2 = 3,23 \text{ m}$ ;  $z_1 = 2,12 \text{ m}$

$Q^m = (2,03 \cdot 2,152 + 0,16) \cdot 3,23 + 0,40 = 17,14 \text{ kN}$

$Q^r = (2,45 \cdot 2,152 + 0,16 \cdot 1,1) \cdot 3,23 + 0,40 \cdot 1,1 = 21,28 \text{ kN} = M_d$

$P^r = 1,00 \text{ kN}$

$P^r = 1,00 \cdot 1,2 = 1,20 \text{ kN}$

$M^r = \frac{1}{2} \cdot 1,20 \cdot 5,05 = 1,52 \text{ kNm} = M_d$

Stavljaci ključa:  $\boxed{\text{II } 160, 160} \text{ SI (C22)}$

$A = 0,16^2 = 0,0256 \text{ m}^2 = A_{\text{net}}$

$U_{\text{gint}} = \frac{1}{6} \cdot 0,16^3 = 682,67 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

$\frac{M_d}{A_{\text{net}}} + \frac{M_d}{U_{\text{gint}} \cdot \xi} \cdot \frac{f_{\text{rell}} \cdot R_{\text{edII}}}{f_{\text{rf}} \cdot R_{\text{fd}}} \leq f_{\text{rell}} \cdot R_{\text{edII}}$

$f_{\text{rell}} = f_{\text{rf}} = f_{\text{m}} \cdot f_{\text{m}} = 1,0 \cdot 0,905 = 0,905$

$\xi = 1 - \frac{\lambda^2 \cdot M_d}{3100 \cdot A \cdot f_{\text{rell}} \cdot R_{\text{edII}}}$

$\lambda = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \cdot 0,16^4}{0,0256}} = 46,19 \cdot 10^{-3} \text{ m} > i_{\min}$

$\lambda = \frac{l_{00}}{i} = \frac{5,05}{46,19 \cdot 10^{-3}} = 109,34$

$\xi = 1 - \frac{109,34^2 \cdot 21,28 \cdot 10^3}{3100 \cdot 0,0256 \cdot 0,905 \cdot 12,00 \cdot 10^6} = 0,705$

$\frac{21,28 \cdot 10^3}{0,0256} + \frac{1,57 \cdot 10^3}{682,67 \cdot 10^{-6} \cdot 0,405} \cdot \frac{0,905 \cdot 12,00}{0,905 \cdot 12,00} = (0,83 + 3,14) \cdot 10^6 = 3,97 \cdot 10^6 \text{ Pa} < 0,905 \cdot 12,00 = 10,86 \text{ MPa}$

Uklonjuje!

b)  $l = l_{\text{tot}} = 2,05 \text{ m}$ ;  $i_{\text{min}} = \frac{2,05}{120} = 0,0171 \text{ m}$

$d_1 = 2,45 \text{ m}$ ;  $d_2 = 4,70 \text{ m}$

$Q^n = 5709 \cdot 4,70 + 0,50 = 24,42 \text{ kN}$

$Q^r = 6113 \cdot 4,70 + 0,50 \cdot 1,1 = 29,36 \text{ kN}$

$M^r = \frac{1}{6} \cdot 1120 \cdot 2,05 = 0,86 \text{ kNm}$

Stavební sloup:  $\boxed{160 \cdot 160 \text{ mm}^2 \text{ I (C22)}}$

$\lambda = \frac{2,05}{46,19 \cdot 10^{-3}} = 61,70$

$\sigma = 1 - \frac{61,70^2 \cdot 29,36 \cdot 10^3}{3100 \cdot 0,0016 \cdot 0,905 \cdot 12,00 \cdot 10^6} = 0,870$

$\frac{29,36 \cdot 10^3}{0,0016} + \frac{0,86 \cdot 10^3}{612,67 \cdot 10^{-6} \cdot 0,870} \cdot \frac{0,905 \cdot 12,00}{0,905 \cdot 12,00} = (1,15 + 1,45) \cdot 10^6 = 2,60 \cdot 10^6 \text{ Pa} < 10,86 \text{ MPa}$  vyhovuje!

5. Podrobení stavebních rozměrů trámů po úpravách a změně zatížení

a)  $l_0 = 4,94 \text{ m}$ ;  $l = 4,94 + 0,30 = 5,24 \text{ m}$ ;  $d = 3,95 \text{ m}$

$q^n = 5709 \cdot 2,45 \cdot 3,95 + 1,00 = 9,27 \text{ kNm}$

$q^r = 6113 \cdot 2,45 \cdot 3,95 + 1,00 \cdot 1,1 = 11,06 \text{ kNm}$

$M^r = \frac{1}{8} \cdot 11,06 \cdot 5,24^2 = 93,91 \text{ kNm}$

Návrh:  $\boxed{200 \times 200 \text{ mm}^2}$

$\gamma_{\text{red}} = 1,00$

$\sigma = \frac{93,91 \cdot 10^3}{414,00 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 1,00} = 104,81 \cdot 10^6 \text{ Pa} < R_d =$

$= 210,00 \text{ MPa}$

vyhovuje!

$\gamma = \frac{1}{0,87} \cdot \frac{9,27 \cdot 10^3 \cdot 5,24^4}{210,00 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 6240,00 \cdot 10^{-8}} = 2,10 \cdot 10^{-3} \text{ m} =$

$= \frac{8,24}{400} = 20,60 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

vyhovuje!

b)  $l_0 = 6,45 \text{ m}$ ;  $l = 6,45 + 0,20 = 6,65 \text{ m}$ ;  $d = 3,23 \text{ m}$

$q^n = 5709 \cdot 2,45 \cdot 3,23 + 0,60 = 4,39 \text{ kNm}$

$q^r = 6113 \cdot 2,45 \cdot 3,23 + 0,60 \cdot 1,1 = 8,83 \text{ kNm}$

$M^r = \frac{1}{8} \cdot 8,83 \cdot 6,65^2 = 53,33 \text{ kNm}$

Návrh:  $\boxed{200 \times 220 \text{ mm}^2}$

$\gamma_{\text{red}} = 1,00$



$$\sigma = \frac{53,33 \cdot 10^3}{245700 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 1,100} = \frac{108,84 \cdot 10^6 \text{ Pa} < R_d}{210,00 \text{ MPa}} \quad \text{vyhovuje!}$$

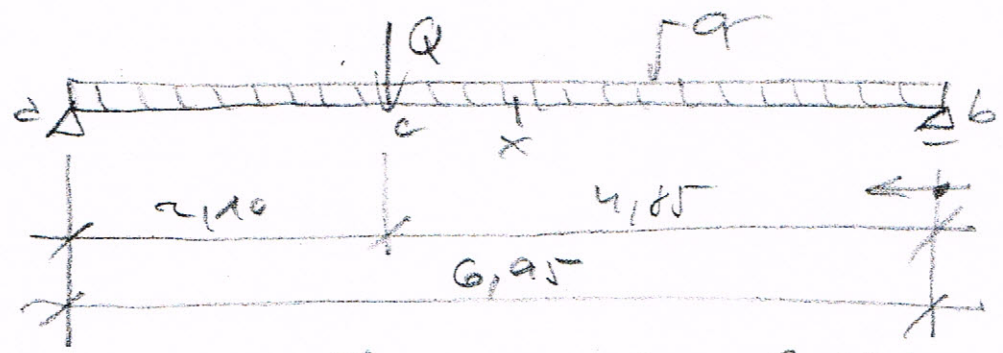
$$\gamma = \frac{5}{3 \text{ m}} \cdot \frac{4,39 \cdot 10^3 \cdot 6,95^4}{210,00 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 2690,00 \cdot 10^8} = \frac{19,87 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{17,57 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \quad \text{vyhovuje!}$$

a)  $l_0 = 6,75 \text{ m}$ ;  $l = 6,95 \text{ m}$ ;  $d = 2,90 \text{ m}$   
 $q^n = 5,09 \cdot 2,45^2 \cdot 2,90 + 0,60 = 6,67 \text{ kNm}^{-1}$   
 $q^r = 6,13 \cdot 2,45^2 \cdot 2,90 + 0,60 \cdot 1,1 = 17,98 \text{ kNm}^{-1}$   
 $M^r = \frac{1}{2} \cdot 17,98 \cdot 6,95^2 = 48,16 \text{ kNm}$   
 Ndwh: 20220  $\varphi_{0,t} = 1,1$

$$\sigma = \frac{48,16 \cdot 10^3}{245700 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 1,100} = \frac{98,28 \cdot 10^6 \text{ Pa} < R_d}{}$$

$$\gamma = \frac{5}{3 \text{ m}} \cdot \frac{6,67 \cdot 10^3 \cdot 6,95^4}{210,00 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 2690,00 \cdot 10^8} = \frac{14,93 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{17,57 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \quad \text{vyhovuje!}$$

d)  $l_0 = 6,75 \text{ m}$  v prítlačnom od vzť jednotky  
 $l = 6,95 \text{ m}$ ;  $d = 2,65 \text{ m}$ ;  $l_1 = 2,10 \text{ m}$ ;  $\alpha_0 = 95$



$$q^n = 5,09 \cdot 2,45^2 \cdot 2,65 + 0,60 = 6,15 \text{ kNm}^{-1}$$

$$q^r = 6,13 \cdot 2,45^2 \cdot 2,65 + 0,60 \cdot 1,1 = 14,34 \text{ kNm}^{-1}$$

$$Q^n = 4,00 \cdot 0,15 = 2,00 \text{ kN}$$

$$Q^r = 2,00 \cdot 1,2 = 2,40 \text{ kN}$$

$\beta = 1,2$

$$A^r = 14,34 \cdot 6,95 \cdot 0,15 + 2,40 \cdot 4,85 \cdot 6,95^{-1} = 27,18 \text{ kN}$$

$$B^r = 14,34 \cdot 6,95 \cdot 0,15 + 2,40 \cdot 2,10 \cdot 6,95^{-1} = 26,23 \text{ kN}$$

$$14,34 \cdot 6,95 + 2,40 = 53,41 \text{ kN} = A^r + B^r$$

$$x = \frac{26,23}{14,34} = 3,57 \text{ m}$$

$$M_{\text{max}}^r = M_x^r = 26,23 \cdot 3,57 - 14,34 \cdot 3,57^2 \cdot 0,15 = 46,87 \text{ kNm}$$

Adwh : 20220  $\varphi_{\text{rot}} = 1,00$

$$\sigma = \frac{46,87 \cdot 10^3}{24500 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 1,00} = \underline{95,65 \cdot 10^6 \text{ Pa} < R_d}$$

$$\gamma = \frac{5}{3\text{m}} \cdot \frac{6,15 \cdot 10^3 \cdot 6,95^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 2699,00 \cdot 10^{-8}} + \frac{2,00 \cdot 10^3 \cdot 210 \cdot (3,695^2 - 4 \cdot 2 \cdot 10^3)}{48 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 2699,00 \cdot 10^{-8}} =$$

$$= (16,04 + 0,98) \cdot 10^{-3} = \underline{17,02 \cdot 10^{-3} \text{ m} \approx 17,37 \cdot 10^{-3} \text{ m}}$$

Uyhanje!

e)  $\underline{e_0 = 9,80 \text{ m}}$  ;  $e = 9,80 + 0,30 = 10,10 \text{ m}$  ;  $d = 3,20 \text{ m}$

$$\frac{q^n}{q^r} = 0,12 + 0,12 \cdot 0,50 + 0,08 \cdot 0,20 + 0,10 = 0,40 \text{ km}^{-2}$$

$$\frac{q^n}{q^r} = 0,12 \cdot 1,2 + 0,12 \cdot 0,50 \cdot 1,2 + 0,08 \cdot 0,20 \cdot 1,2 + 0,10 \cdot 1,2 = 0,48 \text{ km}^{-2}$$

$\alpha = 45^\circ \Rightarrow z = \sqrt{2}$

$q^n = 0,40 \cdot \sqrt{2} = 0,57 \text{ km}^{-2}$

$q^r = 0,48 \cdot \sqrt{2} = 0,68 \text{ km}^{-2}$

$s_0 = 0,40 \text{ km}^{-2}$  split  $f = 1,4$

$\mu_s = 0,428$

$\alpha = 1,0$

$s_{cs}^n = s_0 \cdot \mu_s \cdot \alpha = 0,40 \cdot 0,428 \cdot 1,0 = 0,17 \text{ km}^{-2}$

$s_{cs}^r = 0,17 \cdot 1,4 = 0,24 \text{ km}^{-2}$

$s^n = 0,176 - 0,17 = 0,006 \text{ km}^{-2}$

$s^r = 0,174 - 0,17 = 0,004 \text{ km}^{-2}$

$q_+^n = 0,17 + 0,006 = 0,176 \text{ km}^{-2}$

$q_+^r = 0,174 + 0,004 = 0,178 \text{ km}^{-2}$

$q^n = (0,176 \cdot 2,43 + 0,17) \cdot 2,43^{-1} \cdot 3,20 + 0,176 = 2,83 \text{ km}^{-1}$

$q^r = (0,178 \cdot 2,43 + 0,17 \cdot 1,1) \cdot 2,43^{-1} \cdot 3,20 + 0,178 \cdot 1,1 =$   
 $= 3,45 \text{ km}^{-1}$

$M^r = f \cdot 3,45 \cdot 10,10^2 = 44,01 \text{ kNm}$

Adwh : 20220  $\varphi_{\text{rot}} = 1,00$

$$\sigma_1 = \frac{44,01 \cdot 10^3}{24500 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 1,00} = \underline{89,83 \cdot 10^6 \text{ Pa} < R_d}$$

Uyhanje!

Variante : 0280  $\varphi_{\text{rot}} = 1,00$

$$\sigma_n = \frac{44,01 \cdot 10^3}{44800 \cdot 10^{-6} \cdot 1,00} = \underline{98,24 \cdot 10^6 \text{ Pa} < R_d}$$

Uyhanje!



$$y_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{2,85 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^4}{2 \cdot 10,00 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 2690,00 \cdot 10^{-8}} = 33,94 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ \approx \frac{10,10}{300} = 33,67 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad \text{Ukazuje!}$$

$$y_2 = \frac{5}{384} \cdot \frac{2,85 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^4}{2 \cdot 10,00 \cdot 10^9 \cdot 6260,00 \cdot 10^{-8}} = 29,08 \cdot 10^{-3} \text{ m} < 33,67 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad \text{Ukazuje!}$$

6. Úprava krovu - náhredné vzpír a tlapky

a) Náhredné vsm násto vzpír

$$l = 2,75 \text{ m}; l_1 = 1,70 \text{ m}; a_1 = 1,25 \text{ m}; a_2 = 3,95 \text{ m}; \\ \alpha = 46,50^\circ$$

$$Q^r = 2,05 \cdot 1,25 \cdot 3,95 \cdot (\sin 46,50^\circ)^{-1} \cdot \cos 46,50^\circ = 9,51 \text{ kN}$$

$$Q^r = 2,45 \cdot 1,25 \cdot 3,95 \cdot (\sin 46,50^\circ)^{-1} \cdot \cos 46,50^\circ = 11,48 \text{ kN}$$

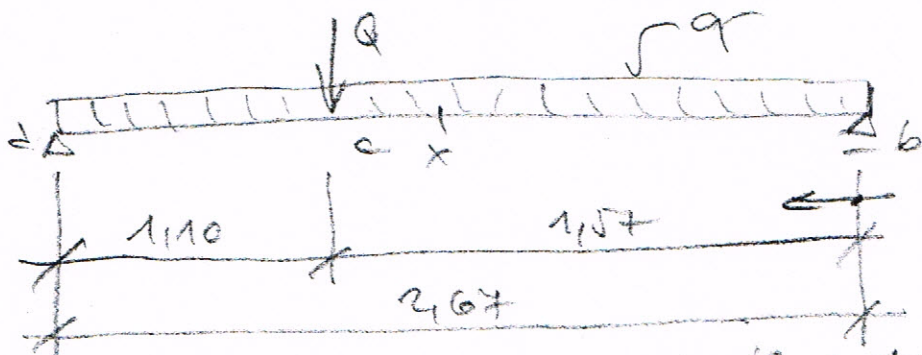
$$M^r = Q^r \cdot l_1 = 11,48 \cdot 1,70 = 19,52 \text{ kN}$$

$$\text{Návrh: } \boxed{20140} \text{ [I]} \quad \varphi_{\text{bet}} = 1,00$$

$$\sigma = \frac{19,52 \cdot 10^3}{66,40 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 1,00} = 142,94 \cdot 10^6 \text{ Pa} < R_d \quad \text{Ukazuje!}$$

b) Podchybení úzkelní kroke u vechodu

$$l = 2,60 \text{ m}; l = 2,00 \cdot 1,025 = 2,05 \text{ m}; l_1 = 1,10 \text{ m}; \\ a_1 = 2,15 \text{ m}; a_2 = 1,20 \text{ m}$$



$$q^u = 1,00 \text{ kNm}^{-1}$$

$$q^r = 1,00 \cdot 1,1 = 1,10 \text{ kNm}^{-1}$$

$$Q^u = 2,05 \cdot 2,15 \cdot 1,20 + 1,00 = 6,72 \text{ kN}$$

$$Q^r = 2,45 \cdot 2,15 \cdot 1,20 + 1,00 \cdot 1,1 = 6,01 \text{ kN}$$



$$A^r = 1,10 \cdot 2,67 \cdot 0,5 + 8,01 \cdot 1,57 \cdot 2,67^{-1} = 6,18 \text{ kW}$$

$$B^r = 1,10 \cdot 2,67 \cdot 0,5 + 8,01 \cdot 1,10 \cdot 2,67^{-1} = 4,17 \text{ kW}$$

$$1,10 \cdot 2,67 + 8,01 = 10,95 \text{ kW} = A^r + B^r$$

$$x \approx c$$

$$P_{\text{max}} = M\dot{E} = 6,18 \cdot 1,10 - 1,10 \cdot 1,10^2 \cdot 0,5 = 6,13 \text{ kW}$$

$$\text{Návrh : } \boxed{20140} \text{ komutátorů}$$

$$L_{21} = 2,67 \text{ m}$$

$$\beta = 0,86$$

$$i_{21} = 20,90 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\alpha_6 = 1,44 \cdot 2,67 = 3,845 \Rightarrow \gamma = 0,676$$

$$\lambda = \gamma \cdot \frac{\beta \cdot L_{21}}{i_{21}} = 0,676 \cdot \frac{0,86 \cdot 2,67}{20,90 \cdot 10^{-3}} = 14,27$$

$$\Rightarrow \varphi_{\text{rot}} = 0,927$$

$$\sigma = \frac{6,13 \cdot 10^3}{86,40 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 1,00} = 35,48 \cdot 10^6 \text{ Pa} \ll R_{01}$$

$$\gamma = \frac{5}{301} \cdot \frac{1,00 \cdot 10^3 \cdot 2,67^4}{20 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 605,00 \cdot 10^8} + \frac{6,72 \cdot 10^3 \cdot 1,10 \cdot (3 \cdot 2,67^3 - 4 \cdot 1,10^3)}{48 \cdot 2,10 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 605,00 \cdot 10^8} =$$

$$= (0,26 + 1,00) \cdot 10^{-3} = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ m} < \frac{2,67}{4,00} = 6,67 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

lyhanje!

c) Návrh sloupů

$$l = l_{\text{ov}} = 4,40 \text{ m}; d_1 = 2,135 \text{ m}; d_2 = 1,20 \text{ m}; x_0 = 0,59$$

$$Q^n = 1,00 \cdot 2,67 \cdot 0,5 + 6,72 \cdot 1,57 \cdot 2,67^{-1} + 0,40 = 5,69 \text{ kW}$$

$$Q^r = 6,18 + 0,40 \cdot 1,11 = 6,62 \text{ kW} = N_d$$

$$M^r = \frac{1}{4} \cdot 1,20 \cdot 2,40 = 0,72 \text{ kNm} = M_{\text{d}}$$

$$\text{Návrh komutátorů : } \boxed{160 \cdot 160} \text{ V I (122)}$$

Nemí mítro potuzovat! lyhanje!

d) Návrh dolní rozpiny

$$l = l_{\text{ov}} \approx 2,00 \text{ m}; i_{\text{min}} = \frac{2,00}{180} = 11,11 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{Návrh : } \boxed{120 \cdot 80 \cdot 4} \text{ komutátorů}$$

$$i_{\text{g}} = 44,40 \cdot 10^{-3} \text{ m} > i_2 = 32,40 \cdot 10^{-3} \text{ m} > i_{\text{min}} = 11,11 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

lyhanje!

## 7. Použitá literatura

EC 9; EC 1; EC 3; EC 5; EC 6

ČSN 43 0031 Stavební konstrukce a základy

ČSN 43 0035 Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN 43 1401 Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN 43 1401 Navrhování dřevěných konstrukcí

ČSN 43 1101 Navrhování zářivých konstrukcí

Hořejší, Šafář: Statické tabulky

Favanz: Katalog výrobků

Litomyšl 09/2016

Ing. Karel ŠKŘÍK  
PROJEKTANT  
statika a sanace  
stavebních konstrukcí  
Na Lánech 41, 570 01 LITOMYŠL  
IČO: 162 07 688

