

TRÄMM T1

ad decke D2: $q_{D2} = 5,077 \text{ kN/m} \cdot 1,8 = 9,139 \text{ kN/m}$

$q_{D2} = 8,1 \text{ kN/m} \cdot 1,8 = 14,58 \text{ kN/m}$

ad brücken T1:

rd. Aker: $(4,50 - 0,08) \cdot 170 \cdot 2500 = 2,9160 \text{ kN/m}$

område: $2 \cdot 0,02 \cdot (0,45 - 0,08) \cdot 20 = 0,296 \text{ kN/m}$

$q_{D1} = \Sigma = 3,256 \text{ kN/m}$

$q_{D1} = 3,256 \cdot 1,35 = 4,396 \text{ kN/m}$

$G_p = (9,139 + 4,396) \cdot 7,550 = 102,189 \text{ kN}$

$Q_{D2} = 14,58 \cdot 5,825 = 84,929 \text{ kN}$

$\Sigma M_a = 0$

$-102,189 \cdot 2,050 + V_b \cdot 5,825 - 84,929 \cdot \frac{5,825}{2} = 0$

$5,825 V_b = 956,247$

$V_b = 164,16 \text{ kN}$

48

$\Sigma M_b = 0$

$V_a \cdot 5,825 + 102,189 \cdot (5,825 - 2,050) + 84,929 \cdot \frac{5,825}{2} = 0$

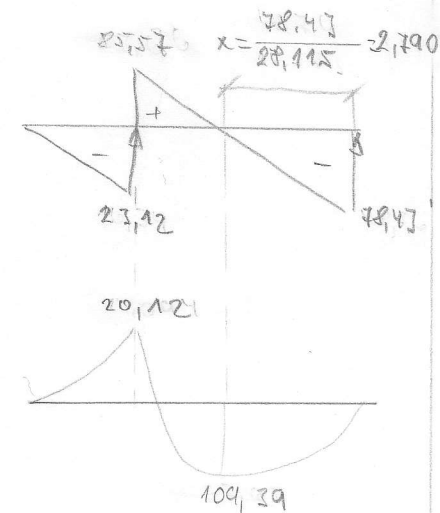
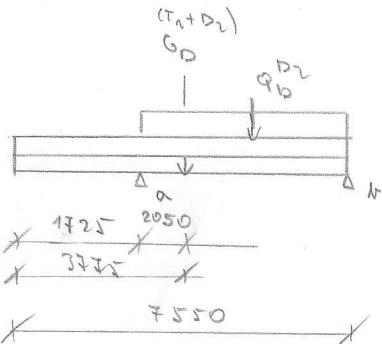
$5,825 V_a = 633,12$

$V_a = 108,69 \text{ kN}$

$M_x = 164,16 \cdot 2,775 - 2,775 \cdot \frac{2,775}{2} \cdot (28,115) =$

$= 109,39 \text{ kNm}$

67,65



ÚČINNĚ ROZPĚTÍ

$$a_{\min} = \left(\frac{450}{2}; \frac{450}{2} \right) = (225; 225)$$

$$a_1, a_2 = 470 \text{ mm}$$

$$l_{\text{ef}1} = l_n + a_1 + a_2 = 5375 + 225 + 225 = 5825 \text{ mm}$$

$$l_0 = 0,85 \cdot 5825 = 4951 \text{ mm}$$

SPOLUPŮSOBÍČÍ ŽÍŘKA DESKY

$$b_{\text{ef}} = 0,2 \cdot b_2 + 0,1 \cdot l_0 \leq 0,2 \cdot l_0$$

$$b_{\text{ef}} = 0,2 \cdot 18 + 0,1 \cdot 4951 \leq 0,2 \cdot 4951$$

$$0,8551 \leq 0,9902$$

$$b_{\text{ef}} = 0,8551$$

KRYTÍ

$$c_0 = 20 \text{ mm}$$

$$c_1 = 20 + \phi = 20 + 8 = 28 \text{ mm}$$

$$d_1 = c_1 + \frac{\phi}{2} = 28 + \frac{25}{2} = 40 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 450 - 40 = 410 \text{ mm}$$

$$M_{\text{ed}} = 109,299 \text{ Nm}$$

$$V_{\text{ed}} = 108,699 \text{ N}$$

PLOCHA VÝZTUŽĚ

$$A_{\text{so}} = d \cdot \frac{b \cdot c_d}{b_y \cdot d} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{\text{ed}}}{b \cdot d^2 \cdot f_{\text{cd}}}} \right) = 0,8551 \cdot 411 \cdot \frac{16,67}{356,52} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 109,29}{0,72 \cdot 411^2 \cdot 16,670}} \right) =$$

$$= 18,006 \cdot 10^{-4} \Rightarrow 3 \times \phi 25 \quad A_s = 14,77 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_s \geq A_{s \min} = 0,26 \cdot (f_{\text{cd}} / f_{\text{yk}}) \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \left(\frac{2,6}{410} \right) \cdot 0,72 \cdot 411 = 2,163 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_s < A_{s \max} = 0,04 \cdot b \cdot d = 0,04 \cdot 0,72 \cdot 411 = 5,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

T₁

POSOUZENÍ

$$A_s \cdot b \cdot y_d = A_c \cdot b \cdot c_d \Rightarrow A_c = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{f_{cd}}$$

$$F_{sA} = F_{cC}$$

$$A_s \cdot b \cdot y_d = b_{\text{eff}} \cdot \lambda \cdot x \cdot f_{cd}$$

$$x_v = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b_{\text{eff}} \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{14,73 \cdot 10^4 \cdot 356,52}{0,8551 \cdot 0,8 \cdot 16,67} = 0,046 \text{ m}$$

$$x_{\text{lim}} = \frac{\epsilon_{cu1}}{\epsilon_{cu1} + \epsilon_{yd}} \cdot d = \frac{0,35}{0,35 + 0,48} \cdot 0,41 = 0,271 \text{ m}$$

$$x_{\text{lim}} > x_v$$

$$0,271 > 0,046$$

$$z_c = d - \frac{\lambda}{2} \cdot x_v = 0,41 - \frac{0,8}{2} \cdot 0,046 = 0,3916$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 14,73 \cdot 10^4 \cdot 356,52 \cdot 0,3916 = 0,2057 \text{ MNm} = \underline{205,79 \text{ Nm}}$$

$$M_{Rd} = 205,79 \text{ Nm} > M_{Ed} = 109,799 \text{ Nm} \checkmark$$

SILOVÁ PODMÍNKA

$$F_{sA} = F_{cC}$$

$$A_s \cdot b \cdot y_d = \lambda \cdot x_v \cdot b_{\text{eff}} \cdot f_{cd}$$

$$14,73 \cdot 10^4 \cdot 356,52 = 0,8 \cdot 0,046 \cdot 0,8551 \cdot 16,67$$

$$0,525 = 0,525 \text{ MN} \checkmark$$

VÝPOČET KOTEVNÍ DÉLKY

$$l_{b,d} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rq,d} \geq l_{b,d,min}$$

$$l_{b,rq,d} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$$

$$l_{b,rq,d} = \frac{25}{4} \cdot \frac{33720}{2,7}$$

$$l_{b,rq,d} = 771,48 \text{ mm}$$

$$b_{sd} = \frac{400}{4,5} \cdot f_{yd} = \frac{17,77 \cdot 10^4}{14,73 \cdot 10^4} \cdot 356,52 = 337,28 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \mu_1 \cdot \mu_2 \cdot b_{sd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 337,28 = 757,88 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_m} = \frac{1,8}{1,5} = 1,2 \text{ MPa}$$

$$l_{b,d} = 1 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 771,48 = 702,05 \text{ mm}$$

$$\alpha_1 = 1$$

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \cdot (c_d - 3\phi) \phi = 1 - 0,15 \cdot (20 - 3 \cdot 25) / 25 = 1,77 > 1$$

$$\alpha_3 = 1 - k \cdot \lambda = 1$$

$$\alpha_4 = 0,91$$

$$\alpha_4 = 1$$

$$\alpha_5 = 1$$

$$l_{b,min} = \max(0,7 \cdot l_{b,rq,d}; 10 \cdot \phi; 100 \text{ mm})$$

$$l_{b,min} = \max(271; 250; 100)$$

$$l_{f,min} = 250 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} > l_{f,min}$$

POSOUZENÍ NA SMYK

$$V_{Rd,c,m} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (\rho_l \cdot 100 \cdot f_{ctk})^{\frac{1}{3}} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c,m} = 0,12 \cdot 1,698 \cdot (0,0112 \cdot 100 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} \cdot 320 \cdot 410 =$$

$$V_{Rd,c,m} = 81,178 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} > V_{min} \cdot b_w \cdot d$$

$$> (0,035 \cdot 9^{\frac{2}{3}} \cdot f_{ctk}^{\frac{1}{3}}) \cdot b_w \cdot d$$

$$> (0,035 \cdot 1,698^{\frac{2}{3}} \cdot 25^{\frac{1}{3}}) \cdot 320 \cdot 410$$

$$> 50,801 \text{ kN}$$

$$\text{bom max}(\min V_{Rd,c}; V_{Rd,c,m}) = (50,801 \text{ kN}; 81,178 \text{ kN}) \Rightarrow 81,178 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,m} = 81,178 \text{ kN} < V_{Ed} = 108,69 \text{ kN} \Rightarrow \text{nutná změna návrhu}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{f_{ctk}} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{a}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{410}} = 1,698$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b_w \cdot d} = \frac{1473}{320 \cdot 410} = 0,0112$$

$$f_{ctk} = 25 \text{ MPa}$$

POSOUZENÍ NAD PODPOROU

$$Q = 7,550 \cdot (28,115) = 212,279 \text{ kN}$$

$$\sum M_a = 0$$

$$-212,27 \cdot 3,050 + 5,825 \cdot V_u = 0$$

$$5,825 V_u = 435,15$$

$$V_u = 74,704 \text{ kN}$$

$$\sum M_b = 0$$

$$-V_u \cdot 5,825 + 212,27 \cdot 3,775 = 0$$

$$5,825 V_u = 801,32$$

$$V_u = 137,57$$

$$M_{rad} = 1,725 \cdot (28,115) \cdot \frac{1,725}{2} = 41,83 \text{ kNm}$$

$$d = 450 - 20 - 8 - 5 - 6 = 411 \text{ mm}$$

PLOCHA VÍŽTUŽE

$$A_{sd} = b_w \cdot d \cdot \frac{b_{cd}}{b_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\epsilon_{mod2}}{b \cdot d^2 \cdot f \cdot d}}\right) = 0,32 \cdot 0,411 \cdot \frac{16,67}{256,52} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 41,83}{0,32 \cdot 411^2 \cdot 16,670}}\right) =$$

$$= 2,924 \cdot 10^{-4} \Rightarrow 7 \phi 12 \quad A_s = 3,39 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_s > A_{s,min} = 0,26 \cdot (b_{cm} / b_{yd}) \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,6}{410} \cdot 0,32 \cdot 0,411 = 2,167 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_s < A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot d = 0,04 \cdot 0,32 \cdot 0,411 = 5,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

POSOUZENÍ

$$A_s \cdot f_{yd} = A_c \cdot f_{cd} \Rightarrow A_c = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{f_{cd}}$$

$$F_{sR} = F_{cC}$$

$$A_{sR} \cdot f_{yd} = b \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd}$$

$$x_v = \frac{A_{sR} \cdot f_{yd}}{b \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{3,39 \cdot 10^{-4} \cdot 356,52}{0,77 \cdot 0,8 \cdot 16,67} = 0,0283 \text{ m}$$

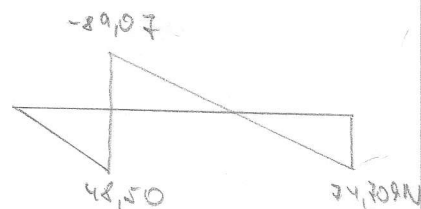
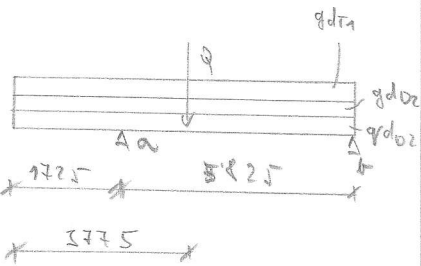
$$x_{lim} = \frac{\epsilon_{cu1}}{\epsilon_{cu1} + \epsilon_{ya}} \cdot d = \frac{0,35}{0,35 + 0,18} \cdot 0,411 = 0,271 \text{ m}$$

$$\xi_c = d - \frac{\lambda}{2} \cdot x_v = 0,411 - \frac{0,8}{2} \cdot 0,0283 = 0,3927$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 3,39 \cdot 10^{-4} \cdot 356,52 \cdot 0,3927 = 48,18 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$48,18 \geq 41,83 \text{ V}$$



SMÍKOVÁ VÍŽIVĚ

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,1} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yk} \cdot d \cdot z \cdot \cot \theta}{s} = \frac{1,01 \cdot 10^4 \cdot 356,52 \cdot 0,9 \cdot 0,410 \cdot 1,45}{0,2}$$

$$= \underline{96,777 \text{ kN}}$$

$$\cot \theta = 1,45$$

limity $\phi 8$ (dovolené)

$$A_{sw} = 1,01 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$$

$$d = 200 \text{ mm}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = \frac{V \cdot f_{cd} \cdot z \cdot b_w \cdot \cot \theta}{(\cot^2 \theta + 1)}$$

$$V = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{b_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$= \frac{0,54 \cdot 16,67 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 0,72 \cdot 0,410 \cdot 1,45}{(1,45^2 + 1)}$$

$$= \underline{496,777 \text{ kN}}$$

KONSTRUKČNÍ ZÁKLADY

$$\frac{A_{sw} \cdot f_{yk}}{b_w \cdot s} \leq 0,5 \cdot V \cdot b_{ck}$$

$$\frac{1,01 \cdot 10^4 \cdot 356,52 \cdot 10^6}{0,72 \cdot 0,2} \leq 0,5 \cdot 0,54 \cdot 25 \cdot 10^6$$

$$\underline{562,677 \text{ kN} \leq 6750 \text{ kN}}$$