

1. Popis konstrukce mostu

Most je tvořen jedním prostým polem o uvažovaném teoretickém rozpětí 6,7 m kolmo a 7,25 m šikmo. Nosnou konstrukci tvoří lichoběžníková železobetonová monolitická deska tl. 400 mm s náběhy k opěrám do tl. 500 mm. Délka desky je 7,3 m kolmo a 7,90 m šikmo. Deska je uložena na železobetonové opěry s kolmým lícem výšky cca 2,1 m a tloušťky 0,6 m. Na okrajích nosné konstrukce jsou přelivné železobetonové římsy šířky 0,3 m v úrovni vozovky. Na římsách je osazeno ocelové trubkové průtočné zábradlí. Vozovka na mostě je dvouvrstvá živičná o celkové tloušťce 90 mm včetně izolace. Založení je plošné na vrstvě podkladního betonu a rostlém terénu. Základ je masivní ze železobetonu o rozměrech příčného řezu 1,4 m x 0,8 m.

2. Materiály

Materiálové charakteristiky:

Betonářská výztuž

Výztuž:	B500B
Mez kluzu charakteristická:	$f_{y,st,k} = 500,0 \text{ MPa}$
Mez kluzu návrhová:	$f_{y,st,d} = 500,0/1,15 = 434,8 \text{ MPa}$
Objemová tíha:	$\rho_{st} = 78,5 \text{ kN/m}^3$

Beton

Beton:	C30/37
Pevnost v tlaku charakteristická:	$f_{c,k} = 30,0 \text{ MPa}$
Pevnost v tlaku návrhová:	$f_{c,d} = 0,85 \cdot 30,0/1,5 = 17,0 \text{ MPa}$
Objemová tíha:	$\rho_c = 25,0 \text{ kN/m}^3$

3. Zatížení

3.1 Vlastní tíha nosné konstrukce (g_o)

Deska $0,45 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 11,25 \text{ kN/m}$

3.2 Ostatní stálé zatížení ($g-g_o$)

Vozovka $0,09 \text{ m} \times 23 \text{ kN/m}^3 = 2,07 \text{ kN/m}$

Římsa $0,03 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 0,75 \text{ kN/m}$

Zábradlí = 0,50 kN/m

Celkem ost. stálé 3,32 kN/m

3.3 Nahodilé zatížení – zatížení dopravou dle EC2

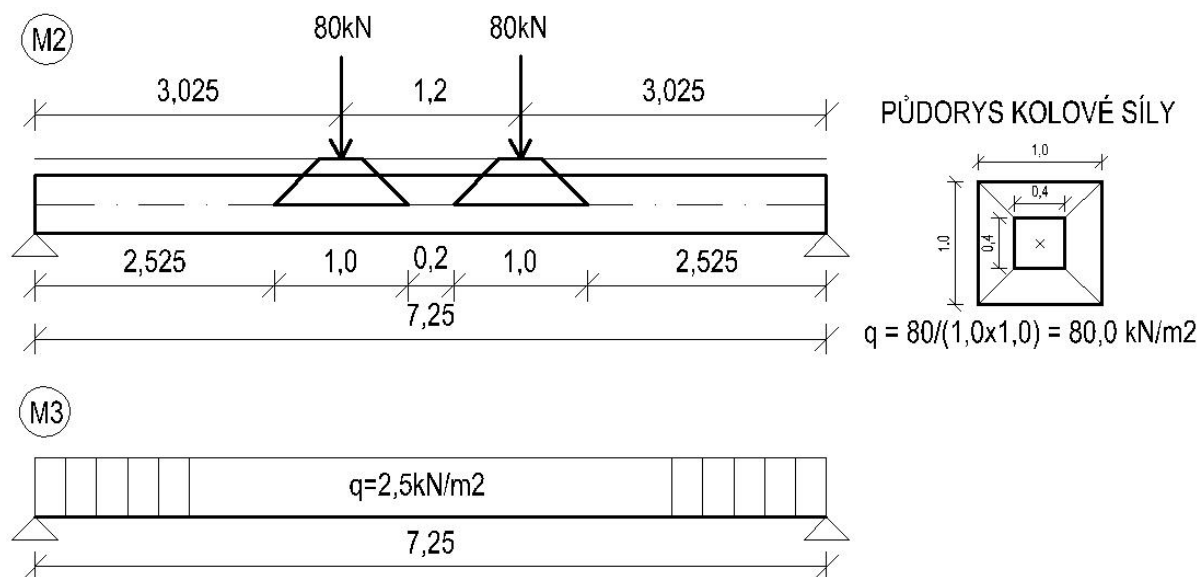
- model zatížení LM1, dvojnáprava 120 kN, -> kolová síla $Q_k = 60 \text{ kN}$, součinitel $\alpha_k = 1,0$, rovnoměrné zatížení $2,5 \text{ kN/m}^2$

- dotyková plocha kola je $0,4 \times 0,4 \text{ m}$, která se roznáší pod úhlem 45° do osy desky

$q = 80 \text{ kN} \cdot 1,0 / 1,00 \text{ m} \cdot 1,00 \text{ m} = 80,00 \text{ kN/m}^2$

Jiná zatížení jako teplota, vítr, brzdné a rozjezdové síly, odstředivé síly apod. nejsou vzhledem k typu a rozměrům konstrukce uvažovány.

Schéma zatížení vozidlem:



4. Výpočet vnitřních sil

4.1 Vlastní tíha + ostatní stálé

$$M_1 = 1/8 * (11,25 + 3,32) * 7,25^2 = 95,73 \text{ kNm}$$

$$V_1 = 1/2 * (11,25 + 3,32) * 7,25 = 52,82 \text{ kN}$$

4.2 Nahodilé zatížení

$$\text{Kolové síly } M_2 = 1/2 * (80,0 * 1,0) * (2 * 2,525 + 1,0) = 242,00 \text{ kNm}$$

$$V_2 = 80,0 * 1,0 = 80,00 \text{ kN}$$

$$\text{Rovnoměrné } M_3 = 1/8 * 2,5 * 7,25^2 = 16,43 \text{ kNm}$$

$$V_3 = 1/2 * 2,5 * 7,25 = 9,06 \text{ kN}$$

5. Kombinace vnitřních sil

Koeficient pro stálé zatížení: 1,35

Koeficient pro nahodilé zatížení: 1,50

$$M = 1,35 * M_1 + 1,50 * (M_2 + M_3) = \mathbf{516,89 \text{ kNm}}$$

$$V = 1,35 * V_1 + 1,50 * (V_2 + V_3) = \mathbf{194,91 \text{ kN}}$$

6. Posouzení únosnosti nosné konstrukce

Výpočet návrhu vyztužení průřezu

Beton:

C30/37

$$\varepsilon_{cu3} = 3,50 \text{ ‰}$$

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 30 \text{ MPa} \\ f_{cd} &= 20,00 \text{ MPa} \\ f_{ctm} &= 2,9 \text{ MPa} \end{aligned}$$

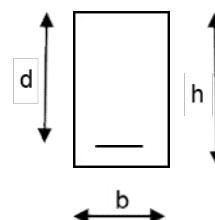
Ocel:

$$\begin{aligned} f_{yk} &= 500 \text{ MPa} \\ f_{yd} &= 435 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\varepsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$$

$$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}}$$

$$\xi_{bal} = 0,617$$



Geometrie:

$$\begin{aligned} h &= 400 \text{ mm} \\ b &= 1000 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ed} &= 516,89 \text{ kNm} \\ \text{krytí} &= 50 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$d = 337,5 \text{ mm}$$

Podélná výztuž:

$$\begin{aligned} \text{Počet profilů} &= 10 \text{ ks} \\ \text{Profil} &= 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$A_s = 4908,7385 \text{ mm}^2$$

Posouzení ohybové výztuže

$$A_{s1,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} ; 0,0013 \cdot b \cdot d)$$

$$A_{s1,min} = 508,95 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1,min} = 438,75 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1,min} = 508,95 \text{ mm}^2 < A_s = 4908,739 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$A_{s1,max} = 16000 \text{ mm}^2 > A_s = 4908,739 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$$

$$x = 0,133 \text{ m}$$

$$\xi = \frac{x}{d}$$

$$\xi = 0,333 < 0,617$$

Vyhovuje

$$M_{rd} = 606,4 \text{ kNm} > M_{ed} = 516,89 \text{ kNm}$$

Únosnost ŽB průřezu vyhovuje

Smyková únosnost

$$V_{Ed} = 194,91 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 0 \text{ kN}$$

$$V_{Rdc} = \left[C_{Rdc} k (100 \rho f_{ck})^{1/3} + 0,15 \sigma_{cp} \right] b_w d$$

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,12$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2,0$$

$$k = 1,770$$

$$\rho_1 = A_{s1} / (b_w d) \leq 0,02$$

$$\rho_1 = 0,0145$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c \leq 0,2 f_{cd}$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd,c} = 252,34 \text{ kN} > V_{Ed} = 194,91 \text{ kN}$$

-> Vyhovuje

7. Posouzení průhybu nosné konstrukce

Moment setrvačnosti I_y

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = 5\,333\,333\,333 \text{ mm}^4$$

Od vl. tíhy a stálého zatížení:

Napětí v krajních vláknech σ (při $M = M_{\max}$)

$$\sigma = \frac{M \cdot h}{2 \cdot I_y} = \pm 3,59 \text{ MPa}$$

Průhyb nosníku uprostřed rozpětí w_s

$$w_s = \frac{5 \cdot g \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = 3,3 \text{ mm}$$

Od rovnoměrného nahodilého zatížení:*Napětí v krajních vláknech σ (při $M = M_{\max}$)*

$$\sigma = \frac{M \cdot h}{2 \cdot I_y} = \pm 0.616 \text{ MPa}$$

Průhyb nosníku uprostřed rozpětí w_s

$$w_s = \frac{5 \cdot g \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = 0.6 \text{ mm}$$

Od nahodilého zatížení vozidlem:

P = 80 kN, c = 3,025 m, l = 7,25 m

Napětí v krajních vláknech σ (při $M = M_{\max}$)

$$\sigma = \frac{M \cdot h}{2 \cdot I_y} = \pm 9.075 \text{ MPa}$$

Průhyb nosníku v polovině rozpětí w_s

$$w_s = \frac{P \cdot c}{24 \cdot E \cdot I_y} \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot c^2) = 7.6 \text{ mm}$$

Celkový průhyb od všech zatížení:

$$w = 3,3 \text{ mm} + 0,6 \text{ mm} + 7,6 \text{ mm} = 11,50 \text{ mm} < w_{\lim} = 14,50 \text{ mm} \quad (1/500 = 7250/500)$$

Průhyb vyhovuje.**8. Posouzení únosnosti základové spáry**

Zatížení:

Vozidlo	$80,00 + 0,85 \cdot 80,00 = 148 \text{ kN}$
Rovnoměrné	$2,50 \cdot 3,95 = 9,875 \text{ kN}$
Vl. tíha	$0,45 \cdot 3,95 \cdot 25 = 44,44 \text{ kN}$
Ost. stálé – vozovka	$0,09 \cdot 3,95 \cdot 23 = 8,18 \text{ kN}$
- zábradlí	$0,50 \cdot 3,95 = 1,975 \text{ kN}$
Opěra	$0,60 \cdot 2,10 \cdot 25 = 31,50 \text{ kN}$
Základ	$1,40 \cdot 0,80 \cdot 25 = 28,00 \text{ kN}$
Celkem	271,97 kN

Napětí v základové spáře $\sigma = F / A = 271,97 \text{ kN} / 1,4 \text{ m}^2 = 194,26 \text{ kPa} < 200 \text{ kPa}$ **Vyhovuje**

Požadovaná únosnost základové spáry je min. 200 kPa.

8. Závěr

Nosná konstrukce bude vyztužena následujícím způsobem:

Hlavní nosná podélná výztuž při spodním povrchu bude z profilu $\varnothing 25$ mm po 100 mm, rozdělovací příčná výztuž bude tvořit $\varnothing 16$ mm po 150 mm. Konstrukční podélná výztuž při horním povrchu bude z profilu $\varnothing 16$ mm po 100 mm, rozdělovací příčná výztuž bude tvořit $\varnothing 14$ mm po 150 mm. Jmenovité krytí výztuže bude 50 mm.

Spodní stavba bude vyztužena následujícím způsobem:

Opěry (dříky) budou při obou površích vyztuženy $\varnothing 16$ po 150 mm. Úložný práh opěr bude podélně vyztužen z profilu $\varnothing 20$ mm po 100 mm, příčná výztuž bude tvořena $\varnothing 16$ mm po 150 mm. Jmenovité krytí výztuže bude 50 mm.

Základ bude podélně při spodním povrchu vyztužen z profilu $\varnothing 16$ mm po 150 mm, příčná výztuž bude tvořena $\varnothing 15$ mm po 150 mm. Jmenovité krytí výztuže bude 50 mm.

Základová spára bude vhodným způsobem upravena tak, aby její únosnost byla min. 200 kPa.

Konstrukce mostu je dimenzována na zatížení vozidlem o celkové hmotnosti 30 t.

Vypracoval:

Ing. Petr Masopust

10/2023