

1. Popis konstrukce mostu

Most je tvořen jedním prostým polem o uvažovaném teoretickém rozpětí 3,0 m šikmo. Nosnou konstrukci tvoří lichoběžníková železobetonová monolitická deska tl. 300 mm, délka desky je 3,2 m kolmo a 3,542 m šikmo. Deska je uložena na železobetonové opěry s ukloněným lícem výšky cca 1,81 m a tloušťky 0,6 m v patě a 0,5 m ve vrcholu. 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 1,0 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 $0,30 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 7,50 \text{ kN/m}$

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

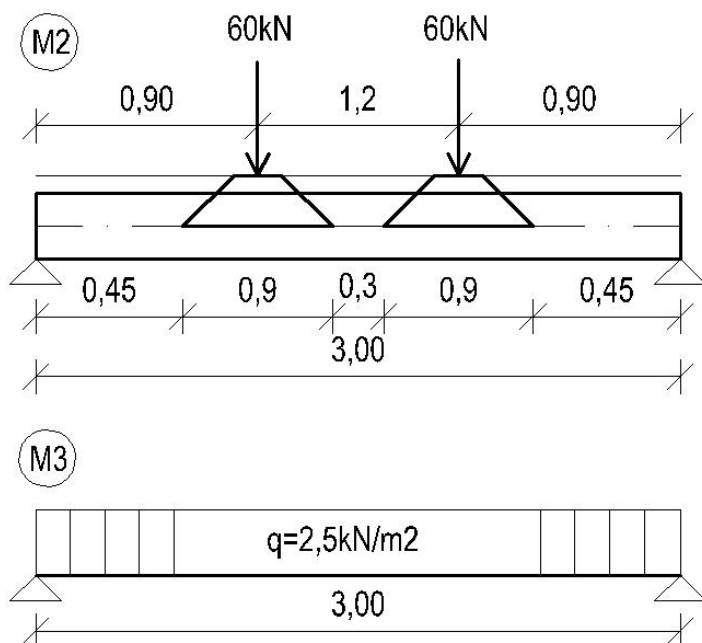
- model zatížení LM1, dvojnáprava 120 kN, -> kolová síla $Q_k = 60 \text{ kN}$, součinitel $\alpha_k = 1,0$, rovnoměrné zatížení $2,5 \text{ kN/m}^2$

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

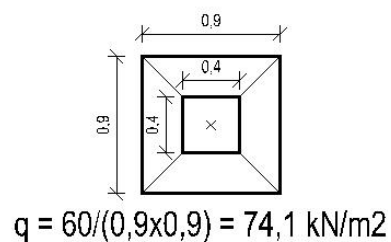
$q = 60 \text{ kN} \cdot 1,0 / 0,90 \text{ m} \cdot 0,90 \text{ m} = 74,10 \text{ kN/m}^2$

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

Schéma zatížení vozidlem:



PŮDORYS KOLOVÉ SÍLY



4. Výpočet vnitřních sil

4.1 Vlastní tíha + ostatní stálé

$$M_1 = 1/8 * (7,5 + 3,32) * 3,0^2 = 12,17 \text{ kNm}$$

$$V_1 = 1/2 * (7,5 + 3,32) * 3,0 = 16,23 \text{ kN}$$

4.2 Nahodilé zatížení

$$\text{Kolové síly } M_2 = 1/2 * (74,1 * 0,9) * (2 * 0,45 + 0,9) = 60,02 \text{ kNm}$$

$$V_2 = 74,1 * 0,9 = 66,69 \text{ kN}$$

$$\text{Rovnoměrné } M_3 = 1/8 * 2,5 * 3,0^2 = 2,82 \text{ kNm}$$

$$V_3 = 1/2 * 2,5 * 3,0 = 3,75 \text{ kN}$$

5. Kombinace vnitřních sil

$$M = 1,35 * M_1 + 1,50 * (M_2 + M_3) = 110,69 \text{ kNm}$$

$$V = 1,35 * V_1 + 1,50 * (V_2 + V_3) = 127,57 \text{ kN}$$

6. Posouzení únosnosti nosné konstrukce

Výpočet návrhu vyztužení průřezu

Beton:

C30/37

 ε_{cu3}
=3,50
‰

f_{ck} 30 MPa
 f_{cd} 20,00 MPa
 f_{ctm} 2,9 MPa

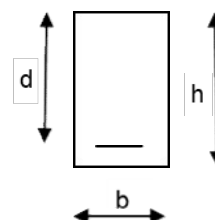
Ocel:

f_{yk} 500 MPa
 f_{yd} 435 MPa

 ε_{yd} =

2,17 ‰

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

 ξ_{bal} = 0,617

Geometrie:

h = 300 mm
 b = 1000 mm

Med = 110,69 kNm
 krytí = 50 mm

 d = 240 mm

Podélná výztuž:

Počet profilů 7 ks
 Profil 20 mm

 A_s = 2199,1149 mm²

Posouzení ohybové výztuže

 $A_{s1,min}$ = max(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} ; 0,0013 \cdot b \cdot d) $A_{s1,min}$ = 361,92 mm² $A_{s1,min}$ = 312 mm²

$A_{s1,min}$ = 361,92 mm² < A_s = 2199,115 mm²
 Vyhovuje

$A_{s1,max}$ = 12000 mm² > A_s = 2199,115 mm²
 Vyhovuje

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

 x = 0,060 m

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

 ξ = 0,199 < 0,617 Vyhovuje M_{rd} = 206,6 kNm > Med = 110,69 kNm

Únosnost ŽB průřezu vyhovuje

Smyková únosnost

$$V_{Ed} = 127,57 \text{ kN}$$

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

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

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

$$\gamma_c = 1,5$$

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

$$k = 1,913$$

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

$$\rho_1 = 0,0092$$

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

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

$$V_{Rd,c} = 166,26 \text{ kN} > V_{Ed} = 127,57 \text{ kN}$$

-> Vyhovuje

7. Posouzení průhybu nosné konstrukce

Moment setrvačnosti I_y

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = 2\,250\,000\,000 \text{ mm}^4$$

Od vl. tíhy a stálého zatížení:

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

$$\sigma = \frac{M \cdot h}{2 \cdot I_y} = \pm 0,812 \text{ MPa}$$

Průhyb nosníku uprostřed rozpětí w_s

$$w_s = \frac{5 \cdot g \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = 0,2 \text{ mm}$$

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

$$\sigma = \frac{M \cdot h}{2 \cdot I_y} = \pm 0.188 \text{ MPa}$$

Průhyb nosníku uprostřed rozpětí w_s

$$w_s = \frac{5 \cdot g \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = 0 \text{ mm}$$

Od nahodilého zatížení vozidlem: $P = 60 \text{ kN}$, $c = 0,9 \text{ m}$, $l = 3,0 \text{ m}$ *Napětí v krajních vláknech σ (při $M = M_{\max}$)*

$$\sigma = \frac{M \cdot h}{2 \cdot I_y} = \pm 3.6 \text{ MPa}$$

Průhyb nosníku v polovině rozpětí w_s

$$w_s = \frac{P \cdot c}{24 \cdot E \cdot I_y} \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot c^2) = 0.8 \text{ mm}$$

Celkový průhyb od všech zatížení:

$$w = 0,2 \text{ mm} + 0,0 \text{ mm} + 0,8 \text{ mm} = 1,0 \text{ mm} < w_{\lim} = 6,0 \text{ mm} \quad (1/500 = 3000/500)$$

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

Zatížení:

Vozidlo $60,0 + 0,75 \cdot 60,0 = 105 \text{ kN}$ Rovnoměrné $2,50 \cdot 1,6 = 4,00 \text{ kN}$ Vl. tíha $0,30 \cdot 1,6 \cdot 25 = 12,00 \text{ kN}$ Ost. stálé – vozovka $0,09 \cdot 1,6 \cdot 23 = 3,32 \text{ kN}$ - zábradlí $0,5 \cdot 1,6 = 0,80 \text{ kN}$ Opěra $0,55 \cdot 1,81 \cdot 24 = 23,90 \text{ kN}$ Základ $1,0 \cdot 0,8 \cdot 24 = 19,20 \text{ kN}$ **Celkem** **168,22 kN**Napětí v základové spáře $\sigma = F / A = 164,8 \text{ kN} / 1,0 \text{ m}^2 = 168,22 \text{ kPa} < 200 \text{ kPa}$ 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 $\varnothing 20$ mm po 150 mm, rozdělovací příčná výztuž bude tvořit $\varnothing 12$ mm po 150 mm. Konstrukční podélná výztuž při horním povrchu bude z profilu $\varnothing 12$ mm po 150 mm, rozdělovací příčná výztuž bude tvořit $\varnothing 12$ mm po 150 mm. Jmenovité krytí výztuže bude 50 mm.

Spodní stavba bude vyztužena následujícím způsobem:

Opěry (dříky) budou při obou površích vyztuženy KARI sítí $\varnothing 8/100/100$ např. KY49. Úložný práh opěr bude podélně vyztužen z profilu $\varnothing 12$ mm po 100 mm, příčná výztuž bude tvořena $\varnothing 10$ mm po 100 mm. Jmenovité krytí výztuže bude 50 mm.

Základ bude podélně při spodním povrchu vyztužen z profilu $\varnothing 12$ mm po 100 mm, příčná výztuž bude tvořena $\varnothing 10$ mm po 100 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 20 t.

Vypracoval:

Ing. Petr Masopust

10/2023