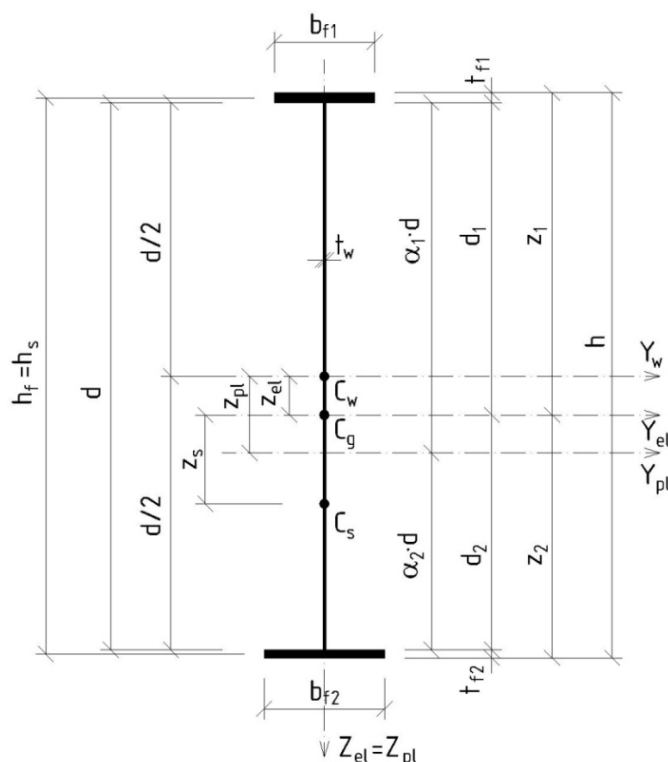


POSÚDENIE OCEĽOVÉHO PRIEREZU V MONTÁŽNOM ŠTÁDIU

Prierezové charakteristiky plného prierezu



$$W_{el,y,1} = 6,639E+06 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,y,2} = 6,639E+06 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,z,1} = 900,624E+03 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,z,2} = 900,624E+03 \text{ mm}^3$$

$$z_{pl} = 0,00 \text{ mm}$$

$$W_{pl,y} = 7,388E+06 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,z} = 1,373E+06 \text{ mm}^3$$

$$I_{fc} = 67500000 \text{ mm}^4$$

$$I_{ft} = 67500000 \text{ mm}^4$$

$$\psi_f = 0$$

$$t_{f1} = 30 \text{ mm}$$

$$b_{f1} = 300 \text{ mm}$$

$$t_{f2} = 30 \text{ mm}$$

$$b_{f2} = 300 \text{ mm}$$

$$t_w = 12 \text{ mm}$$

$$d = 650 \text{ mm}$$

$$h = (\text{priemerná}) 710 \text{ mm}$$

$$a = 6 \text{ mm}$$

$$A_{f1} = 9,000E+03 \text{ mm}^2$$

$$A_{f2} = 9,000E+03 \text{ mm}^2$$

$$A_w = 7,800E+03 \text{ mm}^2$$

$$A = 25,800E+03 \text{ mm}^2$$

$$S_{y,f1} = 3,060E+06 \text{ mm}^3$$

$$S_{y,f2} = 3,060E+06 \text{ mm}^3$$

$$z_{el} = 0,0 \text{ mm}$$

$$z_s = 0,0 \text{ mm}$$

$$z_1 = -355,0 \text{ mm}$$

$$z_2 = 355,0 \text{ mm}$$

$$d_1 = 325,0 \text{ mm}$$

$$d_2 = 325,0 \text{ mm}$$

$$I_y = 2,357E+09 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 135,094E+06 \text{ mm}^4$$

$$I_t = 5,774E+06 \text{ mm}^4$$

$$h_s = 680,0 \text{ mm}$$

$$h_f = 680,0 \text{ mm}$$

$$I_w = 15,617E+12 \text{ mm}^6$$

Materiálové parametre:

	Oceľ	t [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
Horná pásnica	S355	30	355	490	1,00	1,10	1,25
Dolná pásnica	S355	30	355	490			
Stena	S355	12	355	490			

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Zatriedenie prierezu

Horná pásnica: (zatriedenie na tlak)

$$\varepsilon_m = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,81$$

$$c_f = 135,5 \text{ mm}$$

$$\beta_{f1} = \frac{c_{f1}}{t_{f1}} = \frac{135,5}{30} = 4,5$$

$$\left\{ \begin{array}{l} < \beta_{01} = 9 \cdot \varepsilon_m = 9 \cdot 0,81 = 7,3 \\ < \beta_{02} = 10 \cdot \varepsilon_m = 10 \cdot 0,81 = 8,1 \\ < \beta_1 = 14 \cdot \varepsilon_m = 14 \cdot 0,81 = 11,4 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{tr. 1}$$

Stena: (zatriedenie na ohyb)

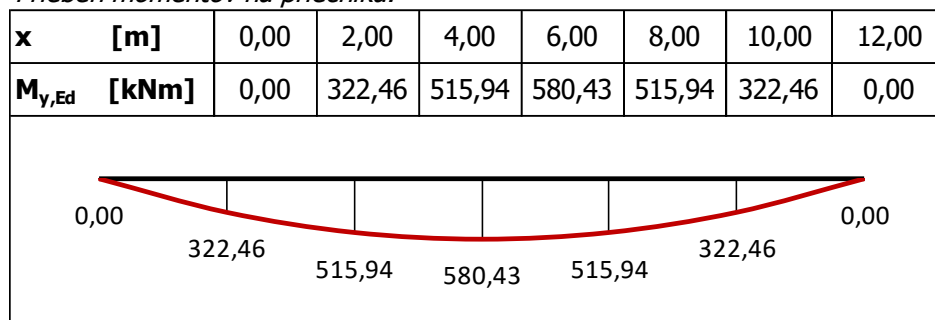
$$\varepsilon_m = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,81$$

$$\alpha_1 = \frac{d/2 + z_{pl}}{d} = \frac{325,0}{650,0} = 0,500$$

$$c_w = 633,0 \text{ mm}$$

$$\psi = -\frac{d_2}{d_1} = -\frac{325,0}{325,0} = -1,000$$

$$\beta_w = \frac{c_w}{t_w} = \frac{633,03}{12} = 52,752 \left\{ \begin{array}{l} < \beta_{01} = 58,6 \\ < \beta_{02} = 67,5 \\ < \beta_1 = 100,9 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{tr. 1}$$

Priebeh momentov na priečniku:**Vplyv klopenia** (podľa STN EN 1993-1-1)

Dĺžka medzi bodmi zabezpečenými proti vybočeniu: L = 12,00 m (uloženie)

Súčiniteľ vzpernej dĺžky pre vybočenie kolmo na os y: k_y = 1,0 (kĺb – kĺb)Súčiniteľ vzpernej dĺžky pre vybočenie kolmo na os z: k_z = 1,0 (kĺb – kĺb)Súčiniteľ vzpernej dĺžky pre skrútenie okolo osi x: k_w = 1,0 (kĺb – kĺb)

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Parameter vplyvu krutovej a výsekovej tuhosti:

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}} = \frac{\pi}{1,0 \cdot 12,00} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 15,617}{81 \cdot 5,7744}} = 0,69$$

- súradnica pôsobiska zaťaženia k ťažisku prierezu: $z_a = -355,0$ mm

- súradnica stredu šmyku k ťažisku prierezu: $z_s = 0,0$ mm

- súradnica pôsobiska zaťaženia k stredu šmyku: $z_g = 355,0$ mm

$z_j = 0,45 \cdot \psi_f \cdot h_s$ $z_j = 0,0$ mm

Parameter vplyvu vzialenosti pôsobiska zaťaženia od stredu šmyku:

$$\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}} = \frac{\pi \cdot 0,36}{1,0 \cdot 12,00} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 135,09}{81 \cdot 5,7744}} = 0,72$$

Parameter vplyvu nesymetrie prierezu:

$$\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}} = \frac{\pi \cdot 0,00}{1,0 \cdot 12,00} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 135,09}{81 \cdot 5,7744}} = 0,00$$

$$\left. \begin{array}{l} C_{1,0} = 1,127 \\ C_{1,1} = 1,132 \end{array} \right\} C_1 = 1,1305 \text{ (tab. NB.3.2 STN EN 1993-1-1/NA)}$$

$$C_2 = 0,459 \text{ (tab. NB.3.1 STN EN 1993-1-1/NA)}$$

$$C_3 = 0,525 \text{ (tab. NB.3.1 STN EN 1993-1-1/NA)}$$

Pomerný kritický moment:

$$\mu_{cr} = C_1/k_z \cdot \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2} - (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j) \right] = 1,0503$$

Pružný kritický moment:

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi/L \cdot \sqrt{EI_z GI_t} = 1,0503 \cdot \pi / 12,000 \cdot \sqrt{210 \cdot 135,09 \cdot 81 \cdot 5,774} = \mathbf{1001,64 \text{ kNm}}$$

$$h/b = 710 / 300 = 2,37 \Rightarrow \text{vzperná krivka } d \Rightarrow \text{mera imperfekcie } \alpha_{LT} = 0,76$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{W_{pl,y,1} \cdot f_y / M_{cr}} = \sqrt{6,639 \cdot 355,0 / 1001,64} = 1,53$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,5 \cdot \left[1 + 0,76 \cdot (1,53 - 0,4) + 0,75 \cdot 1,53^2 \right] = 1,81$$

$$\chi_{LT} = \left[\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2} \right]^{-1} = \left[1,81 + \sqrt{1,81^2 - 0,75 \cdot 1,53^2} \right]^{-1} = 0,328 < 1,0 < 0,43 \Rightarrow \chi_T = \mathbf{0,328}$$

Ohybová odolnosť pri klopení:

Pre hornú pásnicu:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,328 \cdot 6,639 \cdot 322,73 = \mathbf{703 \text{ kNm}} > \mathbf{M_{Ed} = 580,4 \text{ kNm}}$$

Pre dolnú pásnicu:

$$M_{b,Rd} = W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 6,639 \cdot 355 = \mathbf{2357 \text{ kNm}} > \mathbf{M_{Ed} = 580,4 \text{ kNm}}$$

$\Rightarrow$ **Vyhovuje**

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

POSÚDENIE SPRIAHNUTÉHO OCEĽOBETÓNOVÉHO PRIEREZU V PREVÁDZKOVOM ŠTÁDIU

Posúdenie ohybovej odolnosti spriahnutého prierezu uprostred v MS únosnosti

Pre posúdenie uvažujeme bezpečne priemernú výšku oceleového priečnika $h_a = 710$ mm (v skutočnosti je výška priečnika v mieste max M_y väčšia – $h_{a,max} = 767$ mm).

Spolupôsobiaci šírka ŽB dosky: $b_{eff} = b_0 + \sum b_{ei}$.

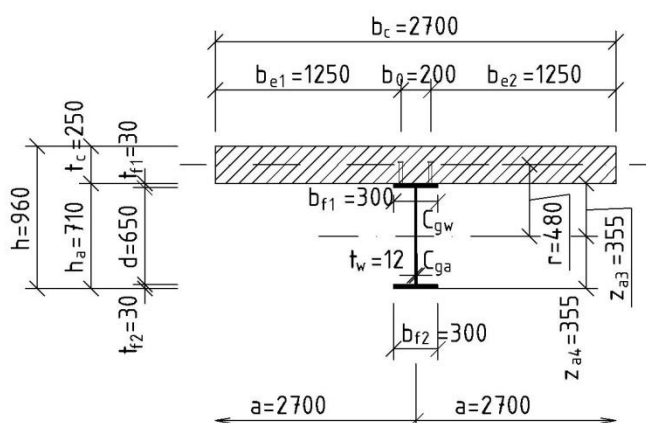
Vzdialenosť krajných spriahovacích trňov (predpoklad): $b_0 = 200$ mm

Parciálne spolupôsobiaci šírky dosky:

$$b_{e,i} = L_e / 8 = 12\,000 / 8 = 1\,500 \text{ mm} > b_1 = 1250 \text{ mm} \Rightarrow b_{e,1} = 1250 \text{ mm}$$

$$> b_2 = 1250 \text{ mm} \Rightarrow b_{e,2} = 1250 \text{ mm}$$

Spolupôsobiaci šírka ŽB dosky uprostred rozpätia teda je $b_{eff} = 1250 + 200 + 1250 = 2700$ mm, a to bez ohľadu na skutočnú vzdialenosť krajných trňov.



Obrázok 1: Priečny rez spriahnutého ocelebetónového priečnika

Prierezové charakteristiky oceleovej a betónovej časti prierezu:

ocelový nosník				betónová doska	
$b_{f1} =$	0,300 m	$A_{f1} =$	0,00900 m ²	$t_c =$	0,250 m
$t_{f1} =$	0,030 m	$A_w =$	0,00780 m ²	$b_c =$	2,700 m
$t_w =$	0,012 m	$A_{f2} =$	0,00900 m ²	$A_c =$	0,67500 m ²
$h_w =$	0,650 m	$A_a =$	0,02580 m ²	$I_c =$	0,00352 m ⁴
$b_{f2} =$	0,300 m	$z_{a3} =$	-0,355 m	$r =$	0,480 m
$t_{f2} =$	0,030 m	$z_{a4} =$	0,355 m		
$h_a =$	0,710 m	$I_a =$	0,00236 m ⁴		
$z_T =$	0,000 m	$W_{a3} =$	0,00664 m ³		
		$W_{a4} =$	0,00664 m ³		

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Zatriedenie prierezu v MS únosnosti:

Určenie polohy neutrálnej osi:

$$A_c \cdot 0,85 f_{cd} = 0,675 \cdot 0,85 \cdot 20,0 = 11,475 \text{ MN}$$

$$A_a \cdot f_{yd} = 0,02580 \cdot 355 = 9,159 \text{ MN}$$

$$A_c \cdot 0,85 f_{cd} = 11,475 \text{ MN} > A_a \cdot f_{yd} = 9,159 \text{ MN} \quad \Rightarrow \text{neutrálna os leží v ŽB doske}$$

Celá oceľová časť je ťahaná $\Rightarrow$ prierez je teda možné klasifikovať ako prierez triedy 1. Bezpečne ho posúdime pružnostne, teda ako prierez tr. 3.

Vnútorne sily

Momenty od jednotlivých zaťažení podieľajúcich sa na rozhodujúcej kombinácii zaťažení sú uvedené v tab. 1.

Tabuľka 1: Ohybové momenty uprostred rozpätia

Miesto posudzovania	x = 6,446 m		
Vnútoraná sila	$M_y \text{ [kN.m]}$		
Zaťaženie	Charakter.	γ_F	Návrhové
Zaťaženie g_1	340,90	1,34	456,50
Zaťaženie g_2	377,96	1,35	510,25
Premenné zaťaženie	1126,35	1,35	1520,57

Vplyv reologických vlastností betónu

a) Zmrašťovanie betónu (podľa STN EN 1992-1-1)

doba ošetrovania betónu po vybetónovaní	$t_s = 1$ deň
predpokladaný čas zavedenia prevádzky	$t = 60$ dní
predpokladaná životnosť mosta	$t = 100$ rokov = 36525 dní
prierezová plocha dosky	$A_c = 0,675 \text{ m}^2$
obvod dosky vystavený atmosfére je	$U = 2 \cdot 2,7 - 0,3 = 5,7 \text{ m}$
náhradná hrúbka	$h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{U} = \frac{2 \cdot 0,675}{5,7} = 0,237 \text{ m}$
stredná valcová pevnosť betónu	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 30 + 8 = 38 \text{ MPa}$
relatívna vlhkosť prostredia (odhad)	$RH = 80\%$

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Pomerné pretvorenie od zmrašťovania z vysychania:

$$\beta_{RH} = 1,55 \cdot [1 - (RH / 100)^3] = 1,55 \cdot [1 - 0,8^3] = 0,7564$$

$$\alpha_{ds1} = 4, \alpha_{ds2} = 0,12 \quad - \text{pre cement triedy N (príloha B v STN EN 1992-1-1)}$$

$$\varepsilon_{cd,0} = 0,85 \cdot \left[(220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \cdot e^{\left(-\alpha_{ds2} \cdot \frac{f_{cm}}{f_{cm0}} \right)} \right] \cdot 10^{-6} \cdot \beta_{RH}$$

$$\varepsilon_{cd,0} = 0,85 \cdot \left[(220 + 110 \cdot 4) \cdot e^{\left(-0,12 \cdot \frac{38}{10} \right)} \right] \cdot 10^{-6} \cdot 0,7564 = 0,000269$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{t - t_s}{(t - t_s) + 0,04 \cdot \sqrt{h_0^3}}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{60 - 1}{(60 - 1) + 0,04 \cdot \sqrt{237^3}} = 0,28809 \text{ pre } t = 60 \text{ dní}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{36\,525 - 1}{(36\,525 - 1) + 0,04 \cdot \sqrt{237^3}} = 0,99602 \text{ pre } t = 36\,525 \text{ dní}$$

$$h_0 = 237 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad k_h = 0,813 \text{ (tab. 3.3 v STN EN 1992-1-1)}$$

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0}$$

$$\varepsilon_{cd}(60) = 0,28809 \cdot 0,813 \cdot 0,000269 = 0,0000630$$

$$\varepsilon_{cd}(36525) = 0,99602 \cdot 0,813 \cdot 0,000269 = 0,0002178$$

Pomerné pretvorenie od autogénneho zmrašťovania:

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty)$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - e^{-0,2\sqrt{t}}$$

$$\beta_{as}(60) = 1 - e^{-0,2\sqrt{60}} = 0,78758$$

$$\beta_{as}(36\,525) = 1 - e^{-0,2\sqrt{36\,525}} = 1,00000$$

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot (30 - 10) \cdot 10^{-6} = 0,0000500$$

$$\varepsilon_{ca}(60) = 0,78758 \cdot 0,0000500 = 0,0000394$$

$$\varepsilon_{ca}(36525) = 1,0 \cdot 0,0000500 = 0,0000500$$

Výsledné pretvorenie od zmrašťovania, ktoré by v betóne nastalo: ($\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$)

$$\text{v čase 60 dní: } \varepsilon_{cs}(60) = 0,0000630 + 0,0000394 = 0,0001024$$

$$\text{v čase 100 rokov: } \varepsilon_{cs}(36525) = 0,0002178 + 0,0000500 = 0,0002678$$

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

b) Dotvarovanie betónu (podľa STN EN 1992-1-1)

$$f_{cm} = 38 \text{ MPa} \Rightarrow \alpha_1 = \left(\frac{35}{f_{cm}}\right)^{0.7} = 0,9441 \quad \alpha_2 = \left(\frac{35}{f_{cm}}\right)^{0.2} = 0,9837 \quad \alpha_3 = \left(\frac{35}{f_{cm}}\right)^{0.5} = 0,9597$$

$$\phi_{RH} = \begin{cases} 1 + \frac{1 - RH/100}{0,1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} & \text{pre } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \\ \left[1 + \frac{1 - RH/100}{0,1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right] \cdot \alpha_2 & \text{pre } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \end{cases}$$

$$\phi_{RH} = \left[1 + \frac{1 - RH/100}{0,1 \cdot \sqrt[3]{24137}} \cdot 0,9441 \right] \cdot 0,9837 = 1,2839$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16,8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16,8}{\sqrt{38}} = 2,7253$$

$$\beta_H = \begin{cases} 1,5 \cdot \left[1 + (0,012 \cdot RH)^{18} \right] \cdot h_0 + 250 \leq 1500 & \text{pre } f_{cm} \leq 35 \\ 1,5 \cdot \left[1 + (0,012 \cdot RH)^{18} \right] \cdot h_0 + 250 \cdot \alpha_3 \leq 1500 \cdot \alpha_3 & \text{pre } f_{cm} > 35 \end{cases}$$

$$\beta_H = 1,5 \cdot \left[1 + (0,012 \cdot 80)^{18} \right] \cdot 237 + 250 \cdot 0,9597 = 765,58 < 1500 \cdot 0,9597 = 1439,55$$

Pre zaťaženie g_2

predpokladáme pôsobenie celého tohto zaťaženia od veku betónu $t_0 = 30$ dní

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0,1 + t_0^{0,20}} = \frac{1}{0,1 + 30^{0,20}} = 0,4821$$

$$\phi_0 = \phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) = 1,2839 \cdot 2,7253 \cdot 0,4821 = 1,6868$$

$$\text{v čase 60 dní: } \beta_c(t - t_0) = \left[\frac{t - t_0}{\beta_H + t - t_0} \right]^{0,3} = \left[\frac{60 - 30}{765,58 + 60 - 30} \right]^{0,3} = 0,3741$$

$$\text{v čase 100 rokov: } \beta_c(t - t_0) = \left[\frac{t - t_0}{\beta_H + t - t_0} \right]^{0,3} = \left[\frac{36525 - 30}{765,58 + 36525 - 30} \right]^{0,3} = 0,9938$$

výsledný súčiniteľ dotvarovania:

$$\text{v čase 60 dní: } \phi(t, t_0) = \phi_0 \cdot \beta_c(t - t_0) = 1,6868 \cdot 0,3741 = 0,6309$$

$$\text{v čase 100 rokov: } \phi(t, t_0) = \phi_0 \cdot \beta_c(t - t_0) = 1,6868 \cdot 0,9938 = 1,6763$$

Pre zmrašťovanie

zmrašťovanie pôsobí od času $t_0 = 1$ deň

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0,1 + t_0^{0,20}} = \frac{1}{0,1 + 1^{0,20}} = 0,9091$$

$$\phi_0 = \phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) = 1,2839 \cdot 2,7253 \cdot 0,9091 = 3,1809$$

$$\text{v čase 60 dní: } \beta_c(t - t_0) = \left[\frac{t - t_0}{\beta_H + t - t_s} \right]^{0,3} = \left[\frac{60 - 1}{765,58 + 60 - 1} \right]^{0,3} = 0,4533$$

$$\text{v čase 100 rokov: } \beta_c(t - t_0) = \left[\frac{t - t_0}{\beta_H + t - t_s} \right]^{0,3} = \left[\frac{36525 - 1}{765,58 + 36525 - 1} \right]^{0,3} = 0,9938$$

výsledný súčiniteľ dotvarovania:

$$\text{v čase 60 dní: } \phi(t, t_0) = \phi_0 \cdot \beta_c(t - t_0) = 3,1809 \cdot 0,4533 = 1,4419$$

$$\text{v čase 100 rokov: } \phi(t, t_0) = \phi_0 \cdot \beta_c(t - t_0) = 3,1809 \cdot 0,9938 = 3,1612$$

Výpočet prierezových charakteristík idealizovaného spriahnutého prierezu

Prierezové charakteristiky spriahnutého prierezu určíme prevodom betónovej časti na oceľ pomocou pomeru modulov n . Výstuž v betónovej časti sa zanedbáva. Pre jednotlivé zaťaženia a im zodpovedajúce pomery modulov sú prierezové charakteristiky uvedené v tab. 2.

Tabuľka 2: Prierezové charakteristiky idealizovaného spriahnutého prierezu

Zaťaženie	Druhá časť stáleho zaťaženia - g_2			Zmrašťovanie			Premenné krátkodobé	
Vek betónu	30	60	36525	1	60	36525	60	36525
$\phi(t, t_0)$ [-]	-	0,6309	1,6763	-	1,4419	3,1612	-	-
ψ_L [-]	-	1,1000	1,1000	-	0,5500	0,5500	-	-
$n_0 = E_a/E_{cm}$ [-]	6,3636	-	-	6,3636	-	-	6,3636	6,3636
$n_L = n_0 \cdot (1 + \psi_L \cdot \phi(t, t_0))$ [-]	-	10,7802	18,0978	-	11,4103	17,4277	-	-
A_a [$10^{-3} \cdot m^2$]	25,8000	25,8000	25,8000	25,8000	25,8000	25,8000	25,8000	25,8000
A_c/n [$10^{-3} \cdot m^2$]	106,0714	62,6145	37,2973	106,0714	59,1571	38,7315	106,0714	106,0714
$A_i = A_a + A_c/n$ [$10^{-3} \cdot m^2$]	131,8714	88,4145	63,0973	131,8714	84,9571	64,5315	131,8714	131,8714
r [m]	0,4800	0,4800	0,4800	0,4800	0,4800	0,4800	0,4800	0,4800
$r_c = A_a \cdot r / A_i$ [m]	0,0939	0,1401	0,1963	0,0939	0,1458	0,1919	0,0939	0,0939
$r_a = A_c \cdot r / (n \cdot A_i)$ [m]	0,3861	0,3399	0,2837	0,3861	0,3342	0,2881	0,3861	0,3861
I_a [$10^{-3} \cdot m^4$]	2,3568	2,3568	2,3568	2,3568	2,3568	2,3568	2,3568	2,3568
I_c/n [$10^{-3} \cdot m^4$]	0,5525	0,3261	0,1943	0,5525	0,3081	0,2017	0,5525	0,5525
$A_i \cdot r_c \cdot r_a$ [$10^{-3} \cdot m^4$]	4,7813	4,2097	3,5137	4,7813	4,1391	3,5678	4,7813	4,7813
$I_i = I_a + I_c/n + A_i \cdot r_c \cdot r_a$ [$10^{-3} \cdot m^4$]	7,6906	6,8926	6,0648	7,6906	6,8040	6,1263	7,6906	7,6906
z_1 [m]	-0,2189	-0,2651	-0,3213	-0,2189	-0,2708	-0,3169	-0,2189	-0,2189
z_2 [m]	0,0311	-0,0151	-0,0713	0,0311	-0,0208	-0,0669	0,0311	0,0311
z_3 [m]	0,0311	-0,0151	-0,0713	0,0311	-0,0208	-0,0669	0,0311	0,0311
z_4 [m]	0,7411	0,6949	0,6387	0,7411	0,6892	0,6431	0,7411	0,7411

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Výpočet normálových napätí

Výpočet napätí v spriahnutom priereze je uvedený v nasledujúcich tabuľkách.

a) Napätia od zaťaženia g_1

Tabuľka 3: Napätia od zaťaženia g_1

Napätia	Bod "j"	1	2	3	4
Nepremenné v čase	M_{g1} [kN.m]			340,902	
	$W_{a,j}$ [$10^{-3} \cdot m^3$]			6,639	6,639
	σ_j [MPa]	0	0	-51,350	51,350

b) Napätia od zaťaženia g_2

Tabuľka 4: Napätia v čase 30 dní (predpokladaný začiatok pôsobenia zaťaženia g_2)

Napätia	Bod "j"	1	2	3	4
30 dní	M_{g2} [kN.m]	377,960			
	I_i [$10^{-3} \cdot m^4$]	7,691			
	z_j [m]	-0,2189	0,0311	0,0311	0,7411
	n [-]	6,364			
	σ_j [MPa]	-1,691	0,240	1,528	36,422

Redistribúciu napätí od dlhodobého pôsobiacich účinkov zaťaženia vplyvom dotvarovania betónu zohľadníme relaxačnou metódou. Napätia v betóne nahradíme vnútornými silami:

$$N = -489,587 \text{ kN}$$

$$M = 27,153 \text{ kN.m}$$

Tabuľka 5: Vnútorné sily v priebehu dotvarovania

Vnútorné sily	Vek betónu v dňoch	60	36525
	Súčiniteľ relaxácie $-\xi$	0,6276	0,4106
1.etapa	$N_I = N \cdot \xi$ [kN]	-307,216	-200,993
	$M_I = M \cdot \xi$ [kN.m]	17,039	11,147
2.etapa	$N_{II} = N \cdot (1 - \xi)$ [kN]	-182,332	-288,556
	$M_{II} = M \cdot (1 - \xi)$ [kN.m]	10,112	16,004
	r_c [m]	0,140	0,196
	N_{II} / r_c [kN.m]	25,539	56,634
	$M_{II} + N_{II} / r_c$ [kN.m]	35,651	72,638

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Tabuľka 6: Napätia od g_2 v čase 60 dní a 36525 dní (100 rokov)

Vek betónu v dňoch		60				36525			
Napätia	Bod "j"	1	2	3	4	1	2	3	4
1. krok									
	$\sigma_{j,I}$ [MPa]	-1,061	0,151	1,528	36,422	-0,694	0,099	1,528	36,422
2. krok									
Moment	$M_{II}+N_{II}/\cdot \varepsilon$ [kN.m]	35,651				72,638			
	I_i [$10^{-3} \cdot m^4$]	6,893				6,065			
	z_j [m]	-0,265	-0,015	-0,015	0,695	-0,321	-0,071	-0,071	0,639
	n [-]	10,780				18,098			
	σ_j [MPa]	-0,127	-0,007	-0,078	3,594	-0,213	-0,047	-0,854	7,650
Normálová sila	N_{II} [kN]	-182,332				-288,556			
	A_i [$10^{-3} \cdot m^2$]	88,415				63,097			
	n [-]	10,780				18,098			
	$\sigma_{j,II}$ [MPa]	-0,191	-0,191	-2,062	-2,062	-0,253	-0,253	-4,573	-4,573
Moment + normálová ε [MPa]		-0,318	-0,199	-2,140	1,532	-0,465	-0,300	-5,427	3,077
1. krok + 2. krok									
100 rokov	σ_j [MPa]	-1,379	-0,048	-0,612	37,954	-1,159	-0,201	-3,899	39,498

c) Napätia od zmrašťovania

Tabuľka 7: Výpočet vnútorných síl od zmrašťovania

Vek betónu v dňoch		60	36525
Pomerné pretvorenie v betóne vplyvom zmrašťovania	$\varepsilon_{cs}(T) =$	0,000102	0,000268
Primárne napätie vplyvom bránenia zmrašťovaniu [MPa]	$\sigma_{cs}(T) =$	1,884	3,227
Náhradná normálová sila v bet. doske [kN]	$N_{cs} =$	1271,925	2178,437
Rameno sily N_{cs} [m]	$r_{cs} =$	0,1458	0,1919

Tabuľka 8: Napätia od zmrašťovania ovplyvnené dotvarovaním betónu

Vek betónu v dňoch		60				36535			
Napätia	Bod "j"	1	2	3	4	1	2	3	4
1. krok	$\sigma_{j,I}$ [MPa]	1,884	1,884	0,000	0,000	3,227	3,227	0,000	0,000
2. krok	$\sigma_{j,II}$ [MPa]	-1,959	-1,362	-15,537	3,810	-3,178	-2,199	-38,323	10,127
Súčet	σ_j [MPa]	-0,074	0,523	-15,537	3,810	0,049	1,028	-38,323	10,127

d) Napätia od pohyblivého zaťaženia

Tabuľka 9: Napätia od pohyblivého zaťaženia

Vek betónu v dňoch		60				36525			
Napätia	Bod "j"	1	2	3	4	1	2	3	4
	M_y [kN.m]	1126,350				1126,350			
	I_i [$10^{-3} \cdot m^4$]	7,6906				7,6906			
	z_j [m]	-0,2189	0,0311	0,0311	0,7411	-0,2189	0,0311	0,0311	0,7411
	n [-]	6,364				6,364			
	σ_j [MPa]	-5,038	0,716	4,553	108,539	-5,038	0,716	4,553	108,539

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

e) Výsledné napätia v priereze

Výsledné napätia získame superpozíciou napätí od všetkých zaťažení. Napätia sú uvedené v tab. 10.

Tabuľka 10: Výsledné napätia v priereze

Napätia od jednotlivých zaťažení v [MPa]		60 dní				36525 dní			
		$\sigma_{1,k}$	$\sigma_{2,k}$	$\sigma_{3,k}$	$\sigma_{4,k}$	$\sigma_{1,k}$	$\sigma_{2,k}$	$\sigma_{3,k}$	$\sigma_{4,k}$
Zaťaženie g_1	σ_{g1}	0,00	0,00	-51,35	51,35	0,00	0,00	-51,35	51,35
Zaťaženie g_2	σ_{g2}	-1,38	-0,05	-0,61	37,95	-1,16	-0,20	-3,90	39,50
Zmrašťovanie	σ_{cs}	-0,07	0,52	-15,54	3,81	0,05	1,03	-38,32	10,13
Premenné zaťaženie	σ_p	-5,04	0,72	4,55	108,54	-5,04	0,72	4,55	108,54
Výsledné napätia	$\sigma_{x,Ed}$	-6,49	1,19	-62,95	201,65	-6,15	1,54	-89,02	209,51
Pevnosť [MPa]	$f_{cd}/f_{ctmd}, f_{yd}$	20,00	1,93	355,00	355,00	20,00	1,93	355,00	355,00

Z tabuľky je zrejmé, že $\Rightarrow$ prierez vyhovuje.

Ťahové napätia v doske prenesie priečna výstuž dosky $7,7\phi 16/m'$ (pozri návrh ŽB dosiek).

Posúdenie šmykovej odolnosti prierezu pri hlavnom nosníku v MS únosnosti

Šmyková odolnosť prierezu je daná plastickou šmykovou odolnosťou steny. Posúdime bezpečne prierez s najmenšou výškou steny priečnika, kde je navyše prierez oslabený otvorom $\phi 250$ mm pre odvodňovacie potrubie.

Plastická šmyková odolnosť steny oslabenej otvorom:

$$V_{pl,Rd} = (h_w - d) \cdot t_w \cdot f_{yd} / \sqrt{3} = (0,595 - 0,25) \cdot 0,012 \cdot 355 \cdot 10^3 / \sqrt{3} = \mathbf{848,53 \text{ kN}}$$

Návrhová hodnota šmykovej sily v priereze pri podpere je:

Od 1. časti stáleho zaťaženia: $V_{z,g1,d} = 152,17 \text{ kN}$

Od ostatných zaťažení (2.časť stáleho zaťaženia + premenné zaťaženia):

$$V_{z,g2,p,d} = (39,18 + 379,98) \cdot 1,35 = 565,87 \text{ kN}$$

Výsledná šmyková sila:

$$V_{z,Ed} = 152,16 + 565,87 = \mathbf{718,03 \text{ kN}} < V_{pl,Rd} = \mathbf{848,53 \text{ kN}} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vplyv vydúvania pri šmyku (podľa STN EN 1993-1-5):

Vzdialenosť priečných výstuh: $a = 4,0 \text{ m}$

$$a/h_w = 4,0/0,605 = 6,61 > 1,0 \Rightarrow k_\tau = 5,34 + 4,00 \cdot (h_w / a)^2 = 5,34 + 4,0 \cdot (0,605/4,0)^2 = 5,43$$

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{605}{12} = 50,4 > \frac{31}{\eta} \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau} = \frac{31}{1,2} \cdot 0,814 \cdot \sqrt{5,43} = 49 \Rightarrow \text{treba zohľadniť vydúvanie pri šmyku}$$

Štíhlostný pomer:

$$\bar{\lambda}_w = \frac{b_w}{37,4 \cdot t \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}} = \frac{605 - 2 \cdot 6 \cdot \sqrt{2}}{37,4 \cdot 12 \cdot 0,814 \cdot \sqrt{5,43}} = 0,691$$

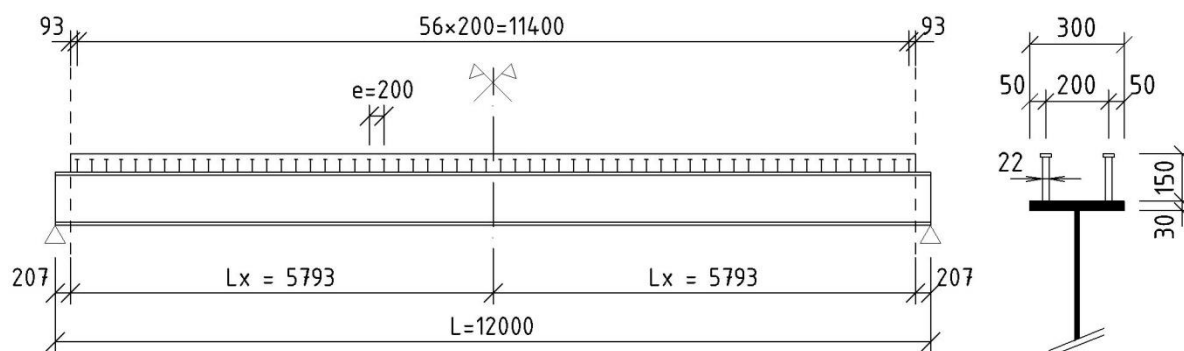
$$\bar{\lambda}_w = 0,69 < \frac{0,83}{\eta} = \frac{0,83}{1,2} = 0,692 \Rightarrow \chi_v = \chi_w = \eta = 1,2$$

Šmyková odolnosť steny s vplyvom vydúvania pri šmyku:

$$V_{b,Rd} = V_{pl,Rd} \cdot \chi_v = 848,53 \cdot 1,2 = \mathbf{1018,24 \text{ kN}} > V_{z,Ed} = \mathbf{718,03 \text{ kN}} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

NÁVRH A POSÚDENIE PRVKOV SPRIAHNUTIA

Ako prvky spriahnutia sú navrhnuté oceľové spriahovacie trne typu NELSON, priemeru 22 mm a dĺžky 150 mm, vyrobené z ocele s medzou pevnosti $f_u = 340$ MPa. Trne navrhujeme v dvoch radoch v osových vzdialenostiach 200 mm v pozdĺžnom aj priečnom smere.



Obrázok 2: Rozmiestnenie trňov pozdĺžnom a priečnom smere

Odolnosť spriahovacieho trňa

Charakteristická odolnosť trňa sa určí ako minimálna z hodnôt:

$$P_{Rk} = \min \left\{ \begin{aligned} &0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 = 0,8 \cdot 340 \cdot 10^3 \cdot \pi \cdot 0,022^2 / 4 = 103,40 \text{ kN} \\ &0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}} = 0,29 \cdot 1,0 \cdot 0,022^2 \cdot \sqrt{30 \cdot 33000} = 139,66 \text{ kN} \end{aligned} \right\} \Rightarrow P_{Rk} = \mathbf{103,40 \text{ kN}}$$

$$\text{kde } \alpha = 0,2 \left(\frac{h_{sc}}{d} + 1 \right) \quad \text{pre } 3 \leq h_{sc} / d \leq 4$$

$$\alpha = 1,0 \quad \text{pre } h_{sc} / d > 4 \quad (\text{tu } h_{sc} / d = 150 / 22 = 6,8 > 4)$$

Návrhová odolnosť trňa je:

$$P_{Rd} = P_{Rk} / \gamma_V = 103,40 / 1,25 = 82,72 \text{ kN}$$

Vnútorne sily

Šmykové sily od jednotlivých zaťažení podieľajúcich sa na rozhodujúcej kombinácii zaťažení sú uvedené v tab. 11.

Tabuľka 11: Šmykové sily pri podpere

Miesto posudzovania	x = 0,207 m		
Vnútoraná sila	V_z [kN]		
Zaťaženie	Charakter.	γ_F	Návrhové
Zaťaženie g_1	0,00	1,00	0,00
Zaťaženie g_2	39,18	1,35	52,89
Premenné zaťaženie	379,98	1,35	512,97
Spolu	419,16		565,87

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Výpočet šmykového toku od jednotlivých zaťažení

a) od 2.časti stáleho zaťaženia

- v čase 60 dní (uviedenie mostu do prevádzky)

$$S_{y,fc} = \frac{A_c}{n} \cdot r_c = 62,6145 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1401 = 8,7723 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$v_{g2} = \frac{V_{zg,d} \cdot S_{y,fc}}{I_i} = \frac{52,89 \cdot 8,7723}{6,8926} = 67,31 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

- v čase 36525 dní (koniec životnosti mostu)

$$S_{y,fc} = \frac{A_c}{n} \cdot r_c = 37,2973 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1963 = 7,3215 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$v_{g2} = \frac{V_{zg,d} \cdot S_{y,fc}}{I_i} = \frac{52,89 \cdot 7,3215}{6,0648} = 63,85 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

b) od premenného krátkodobého zaťaženia

- v ľubovoľnom čase počas životnosti mosta

$$S_{y,fc} = \frac{A_c}{n} \cdot r_c = 106,0714 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0939 = 9,9601 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$v_p = \frac{V_{zp,d} \cdot S_{y,fc}}{I_i} = \frac{512,97 \cdot 9,9601}{7,6906} = 664,34 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

c) od vplyvu zmrašťovania

- v čase 60 dní (uviedenie mostu do prevádzky)

Normálová sila v betónovej doske od vplyvu zmrašťovania:

$$N_{cs} = \frac{\sigma_{cs,1} + \sigma_{cs,2}}{2} \cdot A_c = \frac{-0,07 + 0,520}{2} \cdot 10^3 \cdot 0,675 = 151,88 \text{ kN}$$

Túto silu musia preniesť trne umiestnené v nadpodperovom úseku dĺžky:

$$c = \min \left\{ \begin{array}{l} \text{vzdialenosť nosníkov} = 2,7 \text{ m} \\ 0,1 \cdot L = 0,1 \cdot 12,0 = 1,2 \text{ m} \end{array} \right\} = 1,2 \text{ m}$$

Na tomto úseku sa predpokladá lineárny nárast intenzity šmykového toku od hodnoty $v_{cs} = 0$ vo vzdialenosti „c“ od podpory až po maximálnu intenzitu nad podperou.

Intenzita šmykového toku pripadajúca na poslednú dvojicu tŕňov je:

$$v_{cs} = \frac{2 \cdot N_{cs}}{c} = \frac{2 \cdot 151,88}{1,2} = 253,13 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

- v čase 36525 dní (koniec životnosti mostu)

$$N_{cs} = \frac{\sigma_{cs,1} + \sigma_{cs,2}}{2} \cdot A_c = \frac{0,05 + 1,03}{2} \cdot 10^3 \cdot 0,675 = 364,50 \text{ kN}$$

$$c = \min \left\{ \begin{array}{l} \text{vzdialenosť nosníkov} = 2,7 \text{ m} \\ 0,1 \cdot L = 0,1 \cdot 12,0 = 1,2 \text{ m} \end{array} \right\} = 1,2 \text{ m}$$

$$v_{cs} = \frac{2 \cdot N_{cs}}{c} = \frac{2 \cdot 364,50}{1,2} = 707,50 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Posúdenie

a) V čase 60 dní:

Sila pripadajúca na krajnú dvojicu tŕňov (smerom k hlavným nosníkom):

$$V_c = (v_{g2} + v_p - v_{cs}) \cdot e = (67,31 + 664,34 - 253,13) \cdot 0,20 = \mathbf{95,70 \text{ kN}}$$

$$V_c = \mathbf{95,70 \text{ kN}} < m \cdot P_{rd} = 2 \cdot 82,72 = \mathbf{165,4 \text{ kN}}$$

b) V čase 36525 dní:

Sila pripadajúca na krajnú dvojicu tŕňov (smerom k hlavným nosníkom):

$$V_c = (v_{g2} + v_p - v_{cs}) \cdot e = (63,85 + 664,34 - 707,50) \cdot 0,20 = \mathbf{4,14 \text{ kN}}$$

$$V_c = \mathbf{4,14 \text{ kN}} < m \cdot P_{rd} = 2 \cdot 82,72 = \mathbf{165,4 \text{ kN}}$$

Sila pripadajúca na krajnú dvojicu tŕňov (smerom do stredu priečnika):

$$V_c = (v_{cs} - v_{g2} \cdot \gamma_{G,inf} / \gamma_{G,sup}) \cdot e = (707,50 - 63,85 \cdot 1,0 / 1,35) \cdot 0,20 = \mathbf{132,04 \text{ kN}}$$

$$V_c = \mathbf{132,04 \text{ kN}} < m \cdot P_{rd} = 2 \cdot 82,72 = \mathbf{165,4 \text{ kN}}$$

POSÚDENIE ÚNAVOVEJ ODOLNOSTI PRIEČNIKA

Rozhodujúci únavový detail je prípoj priečnej výstuhy k dolnej pásnici ocelového priečnika v poli (kategória detailu 80). Pre zjednodušené posúdenie únavovej odolnosti tohto detailu boli s pomocou priestorového výpočtového modelu vypočítané vnútorné sily na nosníku od únavového zaťažovacieho modelu 3 (štvornápravové vozidlo s nápravovými silami 120 kN, pozri prílohu k statickému výpočtu). Prierezové charakteristiky spriahnutého prierezu pre krátkodobé zaťaženie dopravou sú uvedené v tab. 2. Výpočet napätí v spriahnutom priereze je uvedený v tabuľke.

Tabuľka 12: Výpočet napätí v spriahnutom priereze od únavového zaťažovacieho modelu 3

Vek betónu v dňoch		60				36525			
Napätia	Bod "j"	1	2	3	4	1	2	3	4
M_y	[kN.m]	236,730				236,730			
I_i	[10 ⁻³ .m ⁴]	7,6906				7,6906			
z_j	[m]	-0,2189	0,0311	0,0311	0,7411	-0,2189	0,0311	0,0311	0,7411
n	[-]	6,364				6,364			
σ_j	[MPa]	-1,059	0,150	0,957	22,812	-1,059	0,150	0,957	22,812

$$\sigma_{p,\max} = \sigma_{3,ZM3} + (\sigma_{4,ZM3} - \sigma_{3,ZM3}) \cdot \frac{h_a - t_f}{h_a} = 0,957 + (22,812 - 0,957) \cdot \frac{0,71 - 0,03}{0,71} = 21,89 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,\max} - \sigma_{p,\min}| = |21,89 - 0| = 21,89 \text{ MPa}$$

Súčiniteľ ekvivalentného poškodenia: $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 < \lambda_{\max}$

λ_1 : pre dĺžku $L = 2 \cdot 2,7 = 5,4$ m a oblasť uprostred rozpätia

$$\lambda_1 = 2,55$$

λ_2 : pre priemernú intenzitu 50 tis. ťažkých vozidiel za rok a hmotnosť vozidla 480 kN

$$\lambda_2 = \frac{Q_{m1}}{Q_0} \cdot \left(\frac{N_{obs}}{N_0} \right)^{1/5} = \frac{480}{480} \cdot \left(\frac{0,05 \cdot 10^6}{0,5 \cdot 10^6} \right)^{1/5} = 0,631$$

$\lambda_3 = 1,00$ pre návrhovú životnosť 100 rokov

$\lambda_4 = 1,00$ bez ďalších jazdných pruhov pre ťažkú dopravu

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 2,55 \cdot 0,631 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,61 < \lambda_{\max} = 2,0$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 1,61 \cdot 1,0 \cdot 21,79 = 35,06 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_c = 80 \text{ MPa} \quad \text{pre KD 80}$$

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1,0 \cdot 35,06 = 35,06 < \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{80}{1,15} = 69,57 \text{ MPa}$$

⇒ **vyhovuje**

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

POSÚDENIE ÚNAVOVEJ ODOLNOSTI PRVKOV SPRIAHNUTIA

Rozhodujúce je posúdenie únavovej odolnosti zvarového prípoja trňov na hornú pásnicu ocelového priečnika v oblasti pri hlavnom nosníku, ktorý je klasifikovaný ako únavový detail s únavovou pevnosťou $\Delta\tau_c = 90 \text{ MPa}$.

Maximálna šmyková sila od únavového zaťažovacieho modelu pri podpere je: $V_z = 103,70 \text{ kN}$. Šmykový tok na rozhraní medzi betónovou doskou a hornou pásnicou ocelového nosníka od tejto sily je:

$$v_p = \frac{V_{zp,d} \cdot S_{y,fc}}{I_j} = \frac{103,70 \cdot 9,9601}{7,6906} = 134,30 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Rozkmit šmykového napätia v priereze krajnej dvojice trňov je:

$$\Delta\tau = \tau_{\max} - \tau_{\min} = \tau_{\max} = \frac{v_p \cdot e}{2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{134,30 \cdot 10^{-3} \cdot 0,20}{2 \cdot \frac{\pi \cdot 0,022^2}{4}} = 35,33 \text{ MPa}$$

Súčiniteľ ekvivalentného poškodenia: $\lambda_v = \lambda_{v,1} \cdot \lambda_{v,2} \cdot \lambda_{v,3} \cdot \lambda_{v,4}$

$\lambda_{v,1}$: pre rozpätie $< 100 \text{ m}$ $\lambda_{v,1} = 1,55$

$\lambda_{v,2}$: pre priemernú intenzitu 50 tis. ťažkých vozidiel za rok a hmotnosť vozidla 480 kN

$$\lambda_{v,2} = \frac{Q_{m1}}{Q_0} \cdot \left(\frac{N_{obs}}{N_0} \right)^{1/8} = \frac{480}{480} \cdot \left(\frac{0,05 \cdot 10^6}{0,5 \cdot 10^6} \right)^{1/8} = 0,750$$

$\lambda_{v,3} = 1,00$ pre návrhovú životnosť 100 rokov

$\lambda_{v,4} = 1,00$ bez ďalších jazdných pruhov pre ťažkú dopravu

$$\lambda_v = 1,55 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,16$$

Ekvivalentný rozkmit šmykového napätia:

$$\Delta\tau_{E2} = \lambda_v \cdot \Delta\tau_p = 1,16 \cdot 35,33 = 40,98 \text{ MPa}$$

Posúdenie

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E,2} = 1,0 \cdot 40,98 = 40,98 \text{ MPa} < \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,15} = 78,26 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$