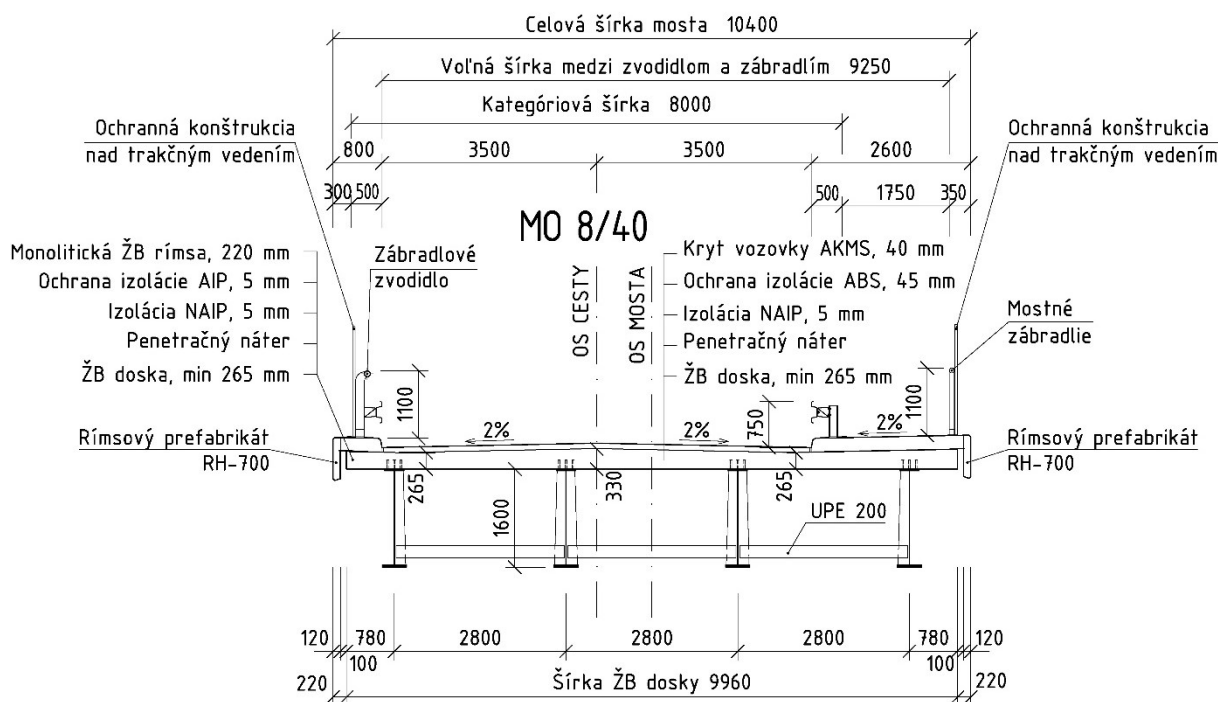


POSÚDENIE ODOLNOSTI SPRIAHNUTÉHO OCEĽOBETÓNOVÉHO PRIEREZU V MEDZNOM STAVE ÚNOSNOSTI

Úlohou je posúdiť odolnosť jednoducho uloženého krajného nosníka spriahnutého oceľobetónového cestného mosta s teoretickým rozpätím 32 m a s priečnym rezom uprostred rozpätia podľa obr. 1.



Obrázok 1 Priečny rez spriahnutého oceľobetónového mosta uprostred rozpätia

Prierezové charakteristiky spriahnutého prierezu krajného nosníka

Spolupôsobiaci šírka ŽB dosky uprostred rozpätia:

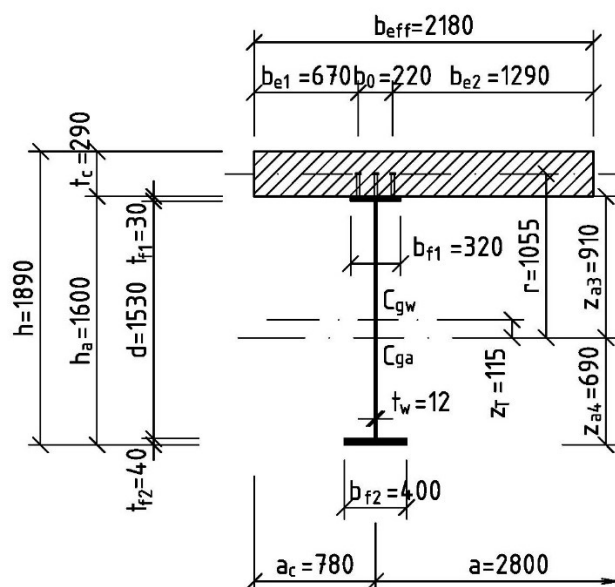
$$b_{eff} = b_0 + \sum b_{ei}$$

Odhadnutá vzdialenosť krajných prvkov spriahnutia: $b_0 = 220 \text{ mm}$

$$b_{e,i} = L_e / 8 = 32\,000 / 8 = 4\,000 \text{ mm} > b_1 = 670 \text{ mm} \Rightarrow b_{e,1} = 670 \text{ mm} \quad (\text{obr. 2})$$

$$> b_2 = 1290 \text{ mm} \Rightarrow b_{e,2} = 1290 \text{ mm} \quad (\text{obr. 2})$$

$$b_{eff} = 670 + 220 + 1290 = 2180 \text{ mm}$$



Obrázok 2 Prierez krajného spriahnutého ocelobetónového nosníka

Oceľový nosník			ŽB doska	
$b_{f1} = 0,320$	m	$A_{f1} = 0,00960$	$t_c = 0,290$	m
$t_{f1} = 0,030$	m	$A_w = 0,01836$	$b_c = 2,180$	m
$t_w = 0,012$	m	$A_{f2} = 0,01600$	$b_{eff} = 2,180$	m
$h_w = 1,530$	m	$A_a = 0,04396$	$A_c = 0,63220$	m ²
$b_{f2} = 0,400$	m	$z_{a3} = -0,910$	$I_c = 0,00443$	m ²
$t_{f2} = 0,040$	m	$z_{a4} = 0,690$	$r = 1,055$	m
$h_a = 1,600$	m	$I_a = 0,01870$		
$z_T = 0,115$	m	$W_{a3} = 0,02054$		
		$W_{a4} = 0,02712$		

Tabuľka 1: Prierezové charakteristiky oceľovej a betónovej časti prierezu

Materiálové charakteristiky oceľového nosníka (podľa STN EN 1993-1-1)

Trieda ocele:	S355
Charakteristická hodnota medze klzu:	$f_{yk} = 355$ MPa (pre časti s hrúbkou ≤ 40 mm)
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti:	$\gamma_{M0} = 1,0$, $\gamma_{M1} = 1,1$
Návrhová pevnosť v ťahu a v tlaku:	$f_{yd} = 355 / 1,0 = 355$ MPa
Modul pružnosti:	$E = 210\,000$ MPa

Materiálové charakteristiky betónovej dosky (podľa STN EN 1992-1-1)

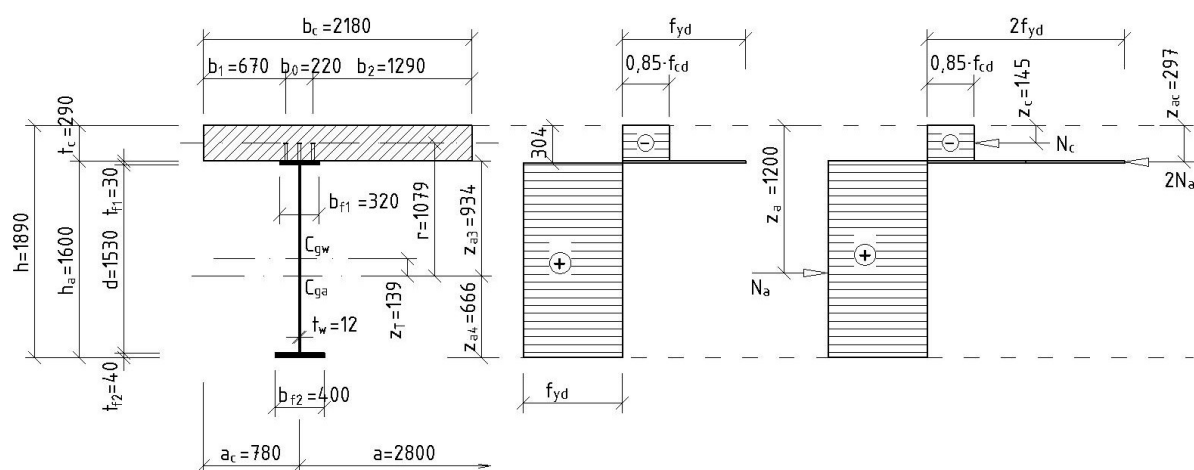
Trieda betónu:	C35/45
Charakteristická valcová pevnosť v tlaku:	$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti:	$\gamma_C = 1,5$
Návrhová valcová pevnosť v tlaku:	$f_{cd} = 35 / 1,5 = 23,33 \text{ MPa}$
Modul pružnosti:	$E_{cm} = 34\,000 \text{ MPa}$

Vnútorne sily

Návrhová hodnota ohybového momentu uprostred rozpätia: $M_{Ed} = 10\,044,9 \text{ kNm}$

Návrhová hodnota priečnej sily nad podporou: $V_{Ed} = 1\,308,9 \text{ kN}$

Klasifikácia prierezu



Obrázok 3 Napätosť v spriahnutom priereze krajného nosníka „a“ v medznom stave únosnosti

Podmienka pre určenie polohy neutrálnej osi:

$$A_c \cdot 0,85 f_{cd} = 0,6322 \cdot 0,85 \cdot 23,33 = 12,54 \text{ MN} < A_a \cdot f_{yd} = 0,04396 \cdot 355 = 15,61 \text{ MN}$$

⇒ neutrálna os leží v oceľovom nosníku

Plocha tlačenej časti oceľového nosníka:

$$A_{ac} = \frac{A_a \cdot f_{yd} - A_c \cdot 0,85 f_{cd}}{2 \cdot f_{yd}} = \frac{15,61 - 12,54}{2 \cdot 355} = 0,0043239 \text{ m}^2 < A_{f1} = 0,0096 \text{ m}^2$$

⇒ neutrálna os leží v hornej pásnici nosníka

Poloha neutrálnej osi (od horného okraja dosky):

$$z = t_c + A_{ac} / b_{f1} = 0,29 + 0,0043239 / 0,33 = 0,304 \text{ m}$$

Zatriedenie prierezu nie je potrebné, pretože prakticky celá oceľová časť je ťahaná ⇒ môžeme uvažovať s plastickou odolnosťou prierezu.

Posúdenie ohybovej odolnosti prierezu uprostred rozpätia

Poloha ťažiska ocelového prierezu (od horného okraja dosky):

$$z_a = z_{a3} + t_c = 0,910 + 0,290 = 1,200 \text{ m}$$

Poloha ťažiska tlačenej časti ocelového prierezu (od horného okraja dosky):

$$z_{ac} = (z + t_c)/2 = (0,304 + 0,290)/2 = 0,297 \text{ m}$$

Plastický moment odolnosti prierezu:

$$M_{pl,Rd} = [A_a \cdot (z_a - 0,5t_c) - 2 \cdot A_{ac} \cdot (z_{ac} - 0,5t_c)] \cdot f_{yd}$$

$$M_{pl,Rd} = [0,04396 \cdot (1,2 - 0,145)] - 2 \cdot 0,0043239 \cdot (0,297 - 0,145)] \cdot 355\,000 = 15\,997,5 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = 15\,997,5 \text{ kNm} > M_{Ed} = 10\,044,9 \text{ kNm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posúdenie šmykovej odolnosti prierezu nad podporou

Šmyková odolnosť je daná plastickou šmykovou odolnosťou steny ocelového nosníka:

$$V_{pl,Rd} = A_w \cdot f_{yd} / \sqrt{3} = 1,53 \cdot 0,012 \cdot 355 \cdot 10^3 / \sqrt{3} = 3\,763,1 \text{ kN}$$

Návrhová hodnota priečnej sily v priereze nad podporou:

$$V_{Ed} = 1\,545,3 \text{ kN} < V_{pl,Rd} = 3\,763,1 \text{ kN} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

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

Súčiniteľ kritického napätia (stena bez pozdĺžnych výstuh, priečne výstuhy à 4,0 m):

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 \cdot (h_w/a)^2 = 5,34 + 4,00 \cdot (1,53/4,0)^2 = 5,93$$

Štíhlostný parameter steny je daný vzťahom:

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_w/t_w}{37,4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}} = \frac{1530/12}{37,4 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} \cdot \sqrt{5,93}} = 1,70 > 1,08$$

Súčiniteľ vydúvania χ_w zohľadňujúci príspevok steny k odolnosti proti vydúvaniu steny namáhanej šmykom je daný vzťahom:

$$\chi_w = \frac{1,37}{0,7 + \bar{\lambda}_w} = \frac{1,37}{0,7 + 1,70} = 0,571$$

Pri zanedbaní príspevku pásnic $V_{bf,Rd}$ k odolnosti proti vydúvaniu steny namáhanej šmykom je návrhová šmyková odolnosť steny daná vzťahom

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t_w}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = \frac{0,571 \cdot 355 \cdot 10^3 \cdot 1,53 \cdot 0,012}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 1\,953,4 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 1\,545,3 \text{ kN} < V_{b,Rd} = 1\,953,4 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$