

Návrh a posúdenie prierezu namáhaného tlakom a ohybom:

Namáhanie ťahom a ohybom VVE - prevládajúci ťah, V. Oblasť

Prierezové sily:

$$M_{sd} = 12,53 \text{ kNm} \quad l_{eff} = 6,00 \text{ m}$$

$$N_{sd} = 198,68 \text{ kN} \quad (\text{tlak}) \quad l_0 = l_{eff} = 6,00 \text{ m}$$

$$N_{sqp} = 148,51 \text{ kN} \quad - \text{kvázi stála hodnota}$$

Materiálové charakteristiky:

Betón: C 40/50

$$f_{ck} = 40,0 \text{ MPa} \quad \alpha_{cc} = 1,00$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 26,667 \text{ MPa} \quad \gamma_c = 1,50$$

$$\eta = 1,0 \quad f_{ctm} = 3,5 \text{ MPa}$$

$$\lambda = 0,8 \quad E_{cm} = 35000,0 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{cu,3} = 3,50 \text{ ‰} \quad \epsilon_{c2} = 2,00 \text{ ‰}$$

Oceľ: 10505 (R)

$$f_{yk} = 490,0 \text{ MPa} \quad \gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 426,087 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200000,0 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,13 \text{ ‰}$$

Šírka dosky: $b = 1,000 \text{ m}$

Hrúbka dosky: $h_d = 0,350 \text{ m}$

Základná excentricita: $e_1 = \frac{M_{sd}}{N_{sd}} = 0,0631 \text{ m}$

Predpoklad:

$$\phi_1 = 16 \text{ mm}$$

$$\phi_2 = 16 \text{ mm}$$

Krytie ťahovej výstuže:

$$c_{nom,1} = c_{min,1} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min,1} \geq \begin{cases} c_{min,b,1} = \phi_1 & = 16 \\ d_g & = 16 \\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add} & = 35 \\ 10\text{mm} & = 10 \end{cases} \Rightarrow c_{min} = 35,0 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 5,0 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 40,0 \text{ mm}$$

Krytie tlakovej výstuže:

$$c_{nom,2} = c_{min,2} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min,2} \geq \begin{cases} c_{min,b,2} = \phi_2 & = 16 \\ d_g & = 16 \\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add} & = 35 \\ 10\text{mm} & = 10 \end{cases} \Rightarrow c_{min} = 35,0 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 5,0 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 40,0 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Vzdialenosť } d_1: & \quad d_1 = c_{nom,1} + \phi_1 / 2 = 0,048 \text{ m} \\ \text{Vzdialenosť } d_2: & \quad d_2 = c_{nom,2} + \phi_2 / 2 = 0,048 \text{ m} \\ \text{Účinná výška:} & \quad d = h_d - d_1 = 0,302 \text{ m} \\ & \quad z_1 = h_d / 2 - d_1 = 0,127 \text{ m} \\ & \quad z_2 = h_d / 2 - d_2 = 0,127 \text{ m} \end{aligned}$$

Uvažované prierezové sily:

$$\begin{aligned} M_{Ed} = M_{sd} &= 12,53 \text{ kNm} \\ N_{Ed} = N_{sd} &= 198,68 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \xi_{bal,1} &= \frac{\varepsilon_{cu,3}}{\varepsilon_{cu,3} + \varepsilon_{yd}} = 0,6216 & \quad \xi_{bal,2} &= \frac{\varepsilon_{cu,3}}{\varepsilon_{cu,3} - \varepsilon_{yd}} = 2,5556 \\ x_{bal,1} &= \xi_{bal,1} \cdot d = 0,18773 \text{ m} \end{aligned}$$

Namáhanie ťahom:

Ohybový moment od návrhového zaťaženia k ťažisku výstuže A_{s1} a A_{s2} :

$$\begin{aligned} M_{Ed1} &= M_{Ed} - N_{Ed} \cdot z_1 = -12,7024 \text{ kNm} \\ M_{Ed2} &= M_{Ed} + N_{Ed} \cdot z_2 = 37,76236 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\text{Poloha neutrálnej osi:} \quad x = \frac{d}{\lambda} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed1}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right) = -0,0020 \text{ m}$$

Podmienka oblasti V: $x \leq 0$

$$\begin{aligned} x_{bal,1} = 0,1877 &> x = -0,0020 < h_d/\lambda = 0,44 \text{ [m]} \\ 0 &> < x_{bal,2} = \xi_{bal,2} \cdot d_2 = 0,12 \text{ [m]} \end{aligned}$$

- oblasť V - treba navrhnúť ťahové výstuže A_{s1} a A_{s2}

Prevládajúci ťah - oblasť V: - predpokladáme, že betón nepôsobí

Potrebná plocha ťahovej výstuže:

$$A_{s1,req} = \frac{M_{Ed2}}{f_{yd} \cdot (z_1 + z_2)} = 3,49E-04 \text{ m}^2$$

Potrebná plocha ťahovej výstuže:

$$A_{s2,req} = \frac{-M_{Ed1}}{f_{yd} \cdot (z_1 + z_2)} = 1,17E-04 \text{ m}^2$$

Minimálna plocha ťahovej výstuže:

$$A_{s1,min} \geq \left\{ \begin{array}{l} \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 5,61E-04 \text{ m}^2 \\ 0,0013 \cdot A_c = 4,55E-04 \text{ m}^2 \end{array} \right\} \Rightarrow A_{s1,min} = 5,61E-04 \text{ m}^2$$

$$A_{s1,req} = 3,49E-04 \text{ m}^2 < A_{s1,min} = 5,61E-04 \text{ m}^2$$

- nevyhovuje ==> As1,req= 5,61E-04 m2

$$A_{s2,req} = 1,17E-04 \text{ m}^2 < A_{s1,min} = 5,61E-04 \text{ m}^2$$

- nevyhovuje ==> As2,req= 5,61E-04

Maximálna plocha výstuže:

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 1,40E-02 \text{ m}^2$$

$$A_{s1,req} = 3,49E-04 \text{ m}^2 < A_{s,max} = 1,40E-02 \text{ m}^2$$

- vyhovuje

Symetrická výstuž

Návrh ťahovej výstuže:

12	ϕR	16	/m' →
As2= 2,41E-03 m²			>
			<

$$A_{s1,min} = 5,61E-04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 1,40E-02 \text{ m}^2$$

Návrh ťahovej výstuže:

12	ϕR	16	/m' →
As1= 2,41E-03 m²			>
			<

$$A_{s1,min} = 5,61E-04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 1,40E-02 \text{ m}^2$$

$$A_{s1} + A_{s2} = 4,83E-03 \text{ m}^2$$

Posúdenie prierezu:

N _{Ed} = 198,68 kN	M _{Ed} = 12,53 kNm
ϕ_1 = 16 mm	ϕ_2 = 16 mm
b= 1,00 m	h _d = 0,350 m

Krytie ťahovej výstuže:

$$c_{nom,1} = c_{min,1} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min,1} \geq \begin{cases} c_{min,b,1} = \phi_1 & = 16 \\ d_g & = 16 \\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add} & = 35 \\ 10mm & = 10 \end{cases} \Rightarrow c_{min} = 35,0 \text{ mm}$$

$$\frac{\Delta c_{dev} = 5,0 \text{ mm}}{c_{nom} = 40,0 \text{ mm}}$$

Krytie tlakovej výstuže:

$$c_{nom,2} = c_{min,2} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min,2} \geq \begin{cases} c_{min,b,2} = \phi_2 & = 16 \\ d_g & = 16 \\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add} & = 35 \\ 10mm & = 10 \end{cases} \Rightarrow c_{min} = 35,0 \text{ mm}$$

$$\frac{\Delta c_{dev} = 5,0 \text{ mm}}{c_{nom} = 40,0 \text{ mm}}$$

$$\begin{aligned}
\text{Vzdialenosť } d_1: & \quad d_1 = c_{\text{nom},1} + \phi_1 / 2 = 0,048 \text{ m} \\
\text{Vzdialenosť } d_2: & \quad d_2 = c_{\text{nom},2} + \phi_2 / 2 = 0,048 \text{ m} \\
\text{Účinná výška:} & \quad d = h_d - d_1 = 0,302 \text{ m} \\
& \quad z_1 = h_d / 2 - d_1 = 0,127 \text{ m} \\
& \quad z_2 = h_d / 2 - d_2 = 0,127 \text{ m}
\end{aligned}$$

Mimostredný ťah:

Stanovíme súradnice bodu 4:

$$\begin{aligned}
N_{\text{Rdt,bal}} &= A_{s1} \cdot f_{yd} = 1028,04 \text{ kN} \\
M_{\text{Rdt,bal}} &= A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 = 130,56 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

Podmienka: $N_{\text{Ed}} \geq N_{\text{Rdt,bal}}$

$$N_{\text{Ed}} = 198,68 \text{ kN} < N_{\text{Rdt,bal}} = 1028,04 \text{ kN}$$

- jedná sa o ťah s pôsobiacim tlačným betónom

- jedná sa o ťah s pôsobiacim tlačným betónom

Ťah s pôsobiacim tlačným betónom - III. oblasť: **POZOR, jedná sa o ťah s pôsob**

Stanovíme súradnice bodu 5:

$$\begin{aligned}
N_{\text{Rdt0}} &= (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} = 2056,08 \text{ kN} \\
M_{\text{Rdt0}} &= A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 - A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 = 0,00 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

Podmienka: $N_{\text{Ed}} \leq N_{\text{Rdt0}}$

$$N_{\text{Ed}} = 198,68 \text{ kN} < N_{\text{Rdt0}} = 2056,08 \text{ kN}$$

-vyhovuje

Podmienka:

$$M_{\text{Ed}} = 12,53 \text{ kNm} > M_{\text{Rdt0}} = 0,00 \text{ kNm}$$

- nevyhovuje **POZOR, prierez nevyhovuje, treba zmeniť návrh!!!**

Posúdenie sa vykoná pomocou náhrady iteračného diagramu priamkou medzi bodmi 4-5

Moment únosnosti:

$$M_{\text{Rd}} = M_{\text{Rdt0}} + \frac{M_{\text{Rdt,bal}} - M_{\text{Rdt0}}}{N_{\text{Rdt0}} - N_{\text{Rdt,bal}}} \cdot (N_{\text{Rdt0}} - N_{\text{Ed}}) = 235,89 \text{ kNm}$$

Stanovíme súradnice bodu 4':

$$\begin{aligned}
N'_{\text{Rdt,bal}} &= A_{s2} \cdot f_{yd} = 1028,04 \text{ kN} \\
M'_{\text{Rdt,bal}} &= -A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 = -130,56 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

Moment únosnosti:

$$M'_{\text{Rd}} = M_{\text{Rdt0}} + \frac{M'_{\text{Rdt,bal}} - M_{\text{Rdt0}}}{N'_{\text{Rdt0}} - N'_{\text{Rdt,bal}}} \cdot (N_{\text{Rdt0}} - N_{\text{Ed}}) = -235,89 \text{ kNm}$$

$$N_{Rdt0} - N_{Rdt,bal}$$

Podmienka spoľahlivosti:

$$M'_{Rd} = -235,89 < M_{Ed} = 12,53 < M_{Rd} = 235,89 \text{ [kNm]}$$

- vyhovuje

biacim tlačeným betónom - III. oblasť, treba použiť iný postup!!!

!