

Norma

Norma **EN 1992-1-2/Česko**.

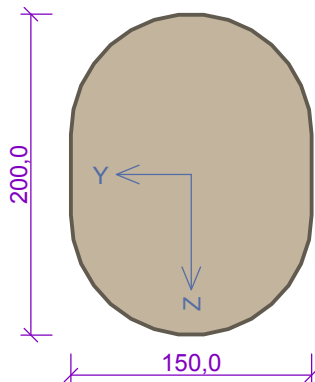
Spolehlivost betonu a výztuže při požáru : $\gamma_{M,fi} = 1,000$

1 Sloup Oval

1.1 Vstupní data

Typ prvku: sloup
 Prostředí: X0
 Délka dílce: 2,00m
 Mezní doba požární odolnosti: 90,0min

Průřez



Materiály

Beton : C 25/30

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 25,0$ MPa

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,6$ MPa

Modul pružnosti $E_{cm} = 30500$ MPa

Ocel podélná : B500 (uživ.)

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa

Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná : B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa

Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Typ kameniva: Křemičité kamenivo

Typ výztuže: Válcovaná za tepla

Vlhkost betonu: 1,5%

Parametr tepelné vodivosti: 0,000

Požární detail

Exponovaný ze všech stran

Teplotní křivka

Normová teplotní křivka

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	-180,82	0,00	0,00	3,28	0,00	0,00	1,000

Vnitřní síly - mimořádná návrhová (MSÚ)

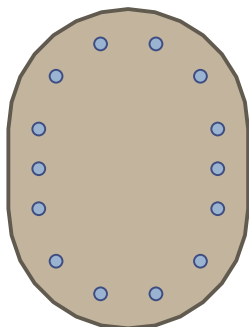
č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 2	-126,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	1,000
2	Zat. případ 3	-105,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	1,000

Vzpěr

Délka prvku [m]	Koef. vzpěru [-]	Vzpěrná délka [m]
2,00	1,00	2,00

Podélná výztuž

Ovál: 4ks × profil 8 v oblouku, 3ks × profil 8 u rovné hrany, krytí 15,0 mm
14x8-kr.15,0

**Podélná výztuž - podrobnosti**

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	120,3	157,9	8
2	120,3	42,1	8
3	92,3	178,3	8
4	92,3	21,7	8
5	57,7	178,3	8
6	57,7	21,7	8
7	29,7	157,9	8
8	29,7	42,1	8
9	131,0	125,0	8
10	19,0	125,0	8
11	131,0	100,0	8
12	19,0	100,0	8
13	131,0	75,0	8
14	19,0	75,0	8

Počátek souřadného systému je v levém dolním rohu obálky průřezu

S tlačnou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$$c_{\min} = \max(c_{\min,b}; c_{\min,dur}; 10) = \max(8; 10; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

1.2 Výsledky

Posouzení v čase požadované požární odolnosti $t = 90,0 \text{ min}$

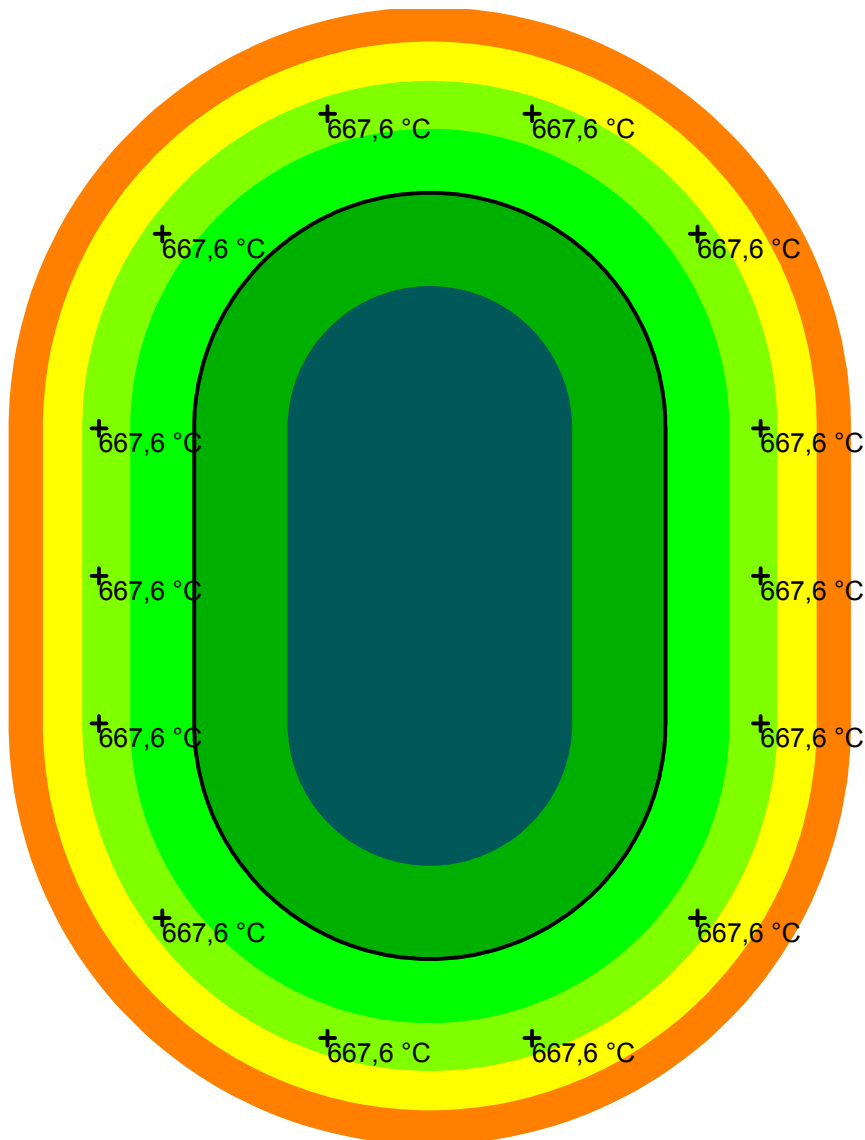
Metoda izotermie 500 °C

Rozložení teploty

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]	Teplota [°C]	k_s
1	120,3	157,9	8	667,6	0,31
2	120,3	42,1	8	667,6	0,31
3	92,3	178,3	8	667,6	0,31
4	92,3	21,7	8	667,6	0,31

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]	Teplota [°C]	k_s
5	57,7	178,3	8	667,6	0,31
6	57,7	21,7	8	667,6	0,31
7	29,7	157,9	8	667,6	0,31
8	29,7	42,1	8	667,6	0,31
9	131,0	125,0	8	667,6	0,31
10	19,0	125,0	8	667,6	0,31
11	131,0	100,0	8	667,6	0,31
12	19,0	100,0	8	667,6	0,31
13	131,0	75,0	8	667,6	0,31
14	19,0	75,0	8	667,6	0,31

Počátek souřadného systému je v levém dolním rohu obálky průřezu



Zat. případ 1

$N = -126,57 \text{ kN}$; $V_z = 0,00 \text{ kN}$; $V_y = 0,00 \text{ kN}$; $M_y = 2,29 \rightarrow 3,33 \text{ kNm}$; $M_z = 0,00 \text{ kNm}$; $T = 0,00 \text{ kNm}$

Podrobné posouzení TLAK A OHYB: Zat. případ 1

Výpočet minimální excentricity

$$e_i = l_0 / 400 = 2 / 400 = 0,005 \text{ m}$$

$$e_0 = \max(h / 30; 0,02) = \max(0,157 / 30; 0,02) = 0,02 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = \max(M_y + e_i \times |N_{Ed}|; e_0 \times |N_{Ed}|) = \max(2,293 + 0,005 \times |-126,6|; 0,02 \times |-126,6|) = 2,926 \text{ kNm}$$

$$M_{0Edz} = 0 \text{ kNm}$$

Součinitel dotvarování:

$$h_0 = 2 \times A_c / u = 2 \times 8\,984 / 350,6 = 51,26 \text{ mm}$$

$$\varphi_{RH} = 1 + (1 - RH / 100) / (0,1 + 3\sqrt{h_0}) = 1 + (1 - 50 / 100) / (0,1 + 3\sqrt{51,26}) = 2,346$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt{f_{cm}} = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt{33} = 2,925$$

$$\beta(t_0) = 1 / (0,1 + t_0^{0,2}) = 1 / (0,1 + 28,00^{0,2}) = 0,488$$

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) = 2,346 \times 2,925 \times 0,488 = 3,351$$

$$\beta_H = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times RH)^{18}] \times h_0 + 250; 1\,500) = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times 50)^{18}] \times 51,26 + 250; 1\,500) = 326,9$$

$$\beta(t/t_0) = [(t - t_0) / (\beta_H + t - t_0)]^{0,3} = [(25\,550 - 28,00) / (326,9 + 25\,550 - 28,00)]^{0,3} = 0,996$$

$$\varphi = \varphi_0 \times \beta(t/t_0) = 3,351 \times 0,996 = \mathbf{3,338}$$

Vzpěr

Pro výpočet vlivu vzpěru použita metoda založená na jmenovité tuhosti.

Štíhlost kolmo k ose y:

$$i_y = \sqrt{I_{cy} / A_c} = \sqrt{10,2 \cdot 10^{-6} / 0,00898} = 0,0336 \text{ m}$$

$$\lambda_y = L_{0y} / i_y = 2 / 0,0336 = 59,45$$

$$\varphi_{ef} = \varphi \times 1 = 3,338 \times 1 = 3,338$$

$$A = 1 / (1 + 0,2 \times \varphi_{ef}) = 1 / (1 + 0,2 \times 3,338) = 0,6$$

$$\omega = A_s \times f_{yd} / (A_c \times f_{cd}) = 0,000704 \times 500 / (0,00898 \times 25) = 1,567$$

$$B = \sqrt{1 + 2 \times \omega} = \sqrt{1 + 2 \times 1,567} = 2,033$$

$$C = 1,7 - 1 = 1,7 - 1 = 0,7$$

$$n = |N_{Ed}| / (A_c \times f_{cd}) = |-126,6| / (0,00898 \times 25) = 0,564$$

$$\lambda_{lim} = \min(20 \times A \times B \times C / \sqrt{n}; 75) = \min(20 \times 0,6 \times 2,033 \times 0,7 / \sqrt{0,564}; 75) = \mathbf{22,73}$$

Směr y: $\lambda_y > \lambda_{lim} \Rightarrow$ Je potřeba podrobný výpočet vzpěru

$$\beta = \pi^2 / c_{0y} = 3,1422^2 / 10 = 0,987$$

$$k_1 = \sqrt{f_{ck} / 20} = \sqrt{25 / 20} = 1,118$$

$$n = -N_{Ed} / (A_c \times f_{cd}) = -(-126,6) / (0,00898 \times 25) = 0,564$$

$$k_{2y} = \min(n \times \lambda_y / 170; 0,2) = \min(0,564 \times 59,45 / 170; 0,2) = 0,197$$

$$\varphi_{ef} = \varphi \times 1 = 3,338 \times 1 = 3,338$$

$$K_{cy} = k_1 \times k_{2y} / (1 + \varphi_{ef}) = 1,118 \times 0,197 / (1 + 3,338) = 0,0508$$

$$EI_y = K_{cy} \times E_{cd} \times I_{cy} + K_s \times E_s \times I_{sy} = 0,0508 \times 25\,833 \times 10,2 \cdot 10^{-6} + 1 \times 200 \cdot 10^3 \times 2,03 \cdot 10^{-6} = 419,6 \text{ kNm}^2$$

$$N_{By} = \pi^2 \times EI_y / L_{0y}^2 = 3,1422^2 \times 419,6 / 2^2 = 1\,035 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = M_{0Edy} \times \{1 + \beta / [N_{By} / (-N_{Ed}) - 1]\} = 2,926 \times \{1 + 0,987 / [1\,035 / (-(-126,6)) - 1]\} = \mathbf{3,328 \text{ kNm}}$$

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

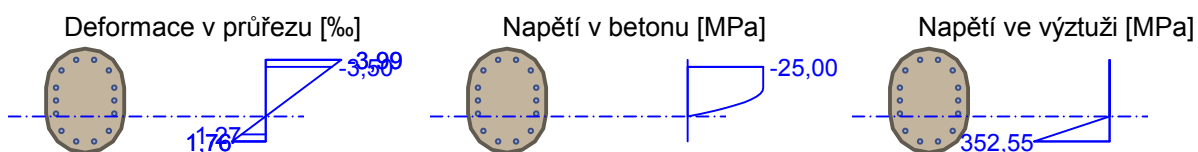
Sloup (celková vyztuž):

$$\rho_s = A_s / A_c = 703,7 / 25\,082 = 0,0281$$

$$\rho_{s,min} = \max(0,1 \times |N_{Ed}| / (f_{yd} \times A_c); 0,002) = \max(0,1 \times |-126,6| / (434,8 \times 25\,082); 0,002) = 0,002$$

$$\rho_s = 0,0281 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \mathbf{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,0281 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \mathbf{Vyhovuje}$$



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰
 Největší deformace v betonu: 1,27 ‰
 Nejmenší deformace ve výztuži: -3,99 ‰
 Největší deformace ve výztuži: 1,76 ‰
 Směr neutrálné osy: 0,00 °

$$N_{Ed} = -126,57 \text{ kN} \leq N_{Rd} = -224,61 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = 2,29 \rightarrow 3,33 \leq M_{Rdy} = 3,63 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = 0,00 \leq M_{Rdz} = 0,00 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na tlak a ohyb Vyhovuje

Využití: 91,7 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Průřez není namáhán smykem.

Podrobné posouzení KROUCENÍ: Zat. případ 1

Průřez není namáhán kroucením.

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,0281 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,0281 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed}	V_{Edz}	V_{Edy}	M_{Edy}	M_{Edz}	T_{Ed}	Využití [%]	Posouzení
		N_{Rd} [kN]	V_{Rdz} [kN]	V_{Rdy} [kN]	M_{Rdy} [kNm]	M_{Rdz} [kNm]	T_{Rd} [kNm]		
1	Zat. případ 1	-126,57	0,00	0,00	2,29 → 3,33	0,00	0,00	91,7	Vyhovuje
		-224,61	0,00	0,00	3,63	0,00	0,00		
2	Zat. případ 2	-126,00	0,00	0,00	1,35 → 2,86	0,00	0,00	78,7	Vyhovuje
		-224,61	0,00	0,00	3,64	0,00	0,00		
3	Zat. případ 3	-105,00	0,00	0,00	0,00	0,67 → 2,10	0,00	69,9	Vyhovuje
		-224,61	0,00	0,00	0,00	3,01	0,00		

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

Využití průřezu: 91,7 %

Interakční diagram

