

## Projekt

Akce : Přestavba kluziště na víceúčelovou sportovní halu, město Konice  
 Část : D.1.2 Stavebně konstrukční řešení  
 Popis : ŽB překlad 250/450 mm pro  $L_s = 3,0$  m  
 Odběratel : Město Konice, Masarykovo náměstí 27, 798 52 Konice  
 Vypracoval : Ing. Dalibor Macura  
 Datum : 20.04.2021  
 Číslo zakázky : ST/2021  
 Archivní číslo : 208/21

## Norma

Norma **EN 1992-1-1/Česko**.

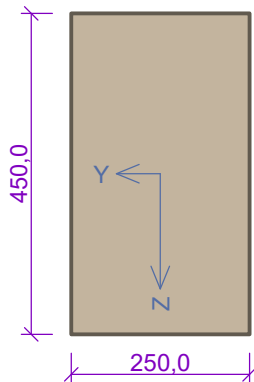
Únosnost betonu - základní kombinace zatížení :  $\gamma_C = 1,500$   
 Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení :  $\gamma_S = 1,150$   
 Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení :  $\gamma_C = 1,200$   
 Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení :  $\gamma_S = 1,000$   
 Modul pružnosti betonu :  $\gamma_{cE} = 1,200$   
 Tlaková pevnost betonu :  $\alpha_{cc} = 1,000$   
 Minimální stupeň vyztužení desky dle ČSN 73 1201

## 1 Řez 1

### 1.1 Vstupní data

Typ prvku: nosník  
 Prostředí: XC2  
 Délka dílce: 3,15m

#### 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  $E_{cm} = 31000$  MPa

##### Ocel podélná: 10505 (R)B

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0$  MPa  
 Modul pružnosti  $E_s = 200000$  MPa

##### Ocel příčná: 10505 (R)

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0$  MPa  
 Modul pružnosti  $E_s = 200000$  MPa

#### Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 2	0,00	25,70	45,30	1,000

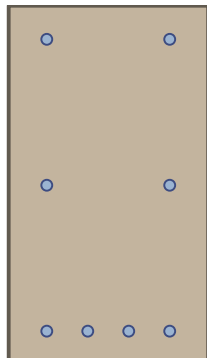
#### Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	26,50	1,000

#### Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
2	14	35,0	horní výztuž
4	14	35,0	dolní výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
2	14	218,0	dolní výztuž

	2x14-kr.35,0
	2x14-kr.218,0
	4x14-kr.35,0

#### Podélná výztuž - podrobnosti

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	48,0	408,0	14
2	202,0	408,0	14
3	48,0	42,0	14
4	202,0	42,0	14
5	99,3	42,0	14
6	150,7	42,0	14
7	48,0	225,0	14
8	202,0	225,0	14

Počátek souřadnicového systému je v levém dolním rohu obálky průřezu

S tlačnou výztuží je počítáno.

#### Smyková výztuž

##### Obvodové třmínky

Profil: 6 mm; Vzdálenost: 250,0 mm

##### Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

Provzdušnění betonu je větší než 4%

Výsledná třída konstrukce: S4

$$c_{\min} = \max(c_{\min,b}; c_{\min,dur}; 10) = \max(6; 25; 10) = 25 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} + \varnothing_s = 25 + 10 + 6 = 41 \text{ mm}$$

## 1.2 Výsledky

##### Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu:  $\alpha_e = 6,452$

Průřezová plocha:  $A = 120 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 125 \text{ mm}$ ;  $z_t = 222 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 2,10 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;  $I_z = 623 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 3,72 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ;  $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

2: **Zat. případ 2** - základní návrhová

$N=0,00\text{kN}$ ;  $M_y=25,70\text{kNm}$ ;  $V_z=45,30\text{kN}$

##### Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 2

##### Výpočet imperfekce

$$e_i = l_0 / 400 = 3,15 / 400 = 0,00788 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 25,7 + 0,00788 \times |0| = 25,7 \text{ kNm}$$

**Posouzení min. a max. stupně vyztužení**

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

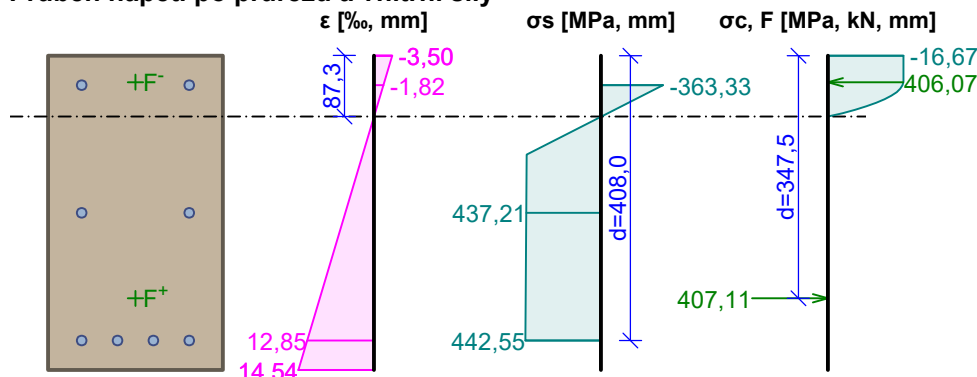
$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 615,8 / (250 \times 408) = 0,00604$$

$$\rho_s = A_s / A_c = 1\,232 / 112,103 = 0,0109$$

$$\rho_{s,min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 2,6 / 500; 0,0013) = \max(0,00135; 0,0013) = 0,00135$$

$$\rho_{s,t} = 0,00604 \geq \rho_{s,min} = 0,00135 \quad \square \text{ Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,0109 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \quad \square \text{ Vyhovuje}$$

**Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly****Deformace v krajních vláknech průřezu**

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 14,54 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: -1,82 ‰

Největší deformace ve výztuži: 12,85 ‰

Směr neutrálné osy: 0,00 °

Výška tlačené části průřezu:  $x = 87,3$  mmEfektivní výška průřezu:  $d = 408,0$  mm

$$\xi = 0,21 \leq \xi_{max} = 0,58 \quad \square \text{ Vyhovuje}$$

$$M_{Edy} = 25,70 \leq M_{Rdy} = 125,97 \text{ kNm}$$

**Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje**

Využití: 20,4 %

**Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 2****Stupeň vyztužení smykovou výztuží**

$$\rho_w = A_{sw} / b_w / s = 56,55 / 250 / 250 = 0,000905$$

$$\rho_{w,min} = 80 \times \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 80 \times \sqrt{25} / 500 = 0,0008$$

$$\rho_{w,min} = 0,0008 \leq \rho_w = 0,000905 \quad \square \text{ Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmíneků} \quad s_{l,max} = 306,0 \text{ mm} \quad \square \text{ Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost větví třmíneků} \quad s_{t,max} = 306,0 \text{ mm}$$

Použití model náhradní příhradoviny

Sklon tlačené diagonály:  $\theta = 29,74^\circ$ 

Únosnost betonu

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_C = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 408)}; 2) = \min(1,7; 2) = 1,7$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(615,8 / (250 \times 408); 0,02) = \min(0,00604; 0,02) = 0,00604$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,7^{1,5} \times \sqrt{25} = 0,388 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{min}}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 1,7 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,00604 \times 25)}; 0,388) \times 250 \times 408 = 51,43 \text{ kN}$$

Únosnost smykové výztuže

$$V_{Rds} = A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times \cot \theta = 56,55 / 250 \times 369,9 \times 434,8 \times 1,75 = 63,67 \text{ kN}$$

Únosnost tlakové diagonály

$$v_1 = 0,6 \times (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 25 / 250) = 0,54$$

$$V_{Rdmax} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) = 1 \times 250 \times 369,9 \times 0,54 \times 16,67 / (1,75 + 0,571) = 358,6 \text{ kN}$$

Výsledná únosnost

$$V_{Rd} = \max(V_{Rdc}; \min(V_{Rdmax}; V_{Rds})) = \max(51,43; \min(358,6; 63,67)) = \max(51,43; 63,67) = 63,67 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 45,3 \text{ kN} \leq V_{Rdc} = 51,43 \text{ kN} \quad \square \text{ Pouze konstrukční smyková výztuž.}$$

**Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje**

Využití: 71,1 %

1: **Zat. případ 1** - charakteristická

$$N=0,00\text{kN}; M_y=26,50\text{kNm}$$

**Podrobné posouzení - Omezení napětí: Zat. případ 1**

**Výpočet imperfekce**

$$e_i = l_0 / 400 = 3,15 / 400 = 0,00788 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 26,5 + 0,00788 \times |0| = 26,5 \text{ kNm}$$

**Ideální průřez**

Poměr tuhosti výztuže a betonu:  $\alpha_e = 6,452$

Průřezová plocha:  $A = 120 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

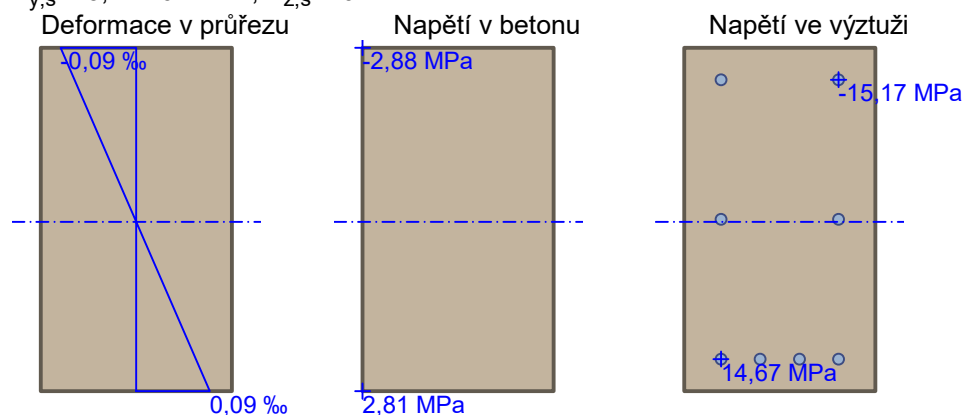
$$y_t = 125 \text{ mm}; z_t = 222 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 2,10 \cdot 10^9 \text{ mm}^4; I_z = 623 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = 3,72 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$



**Průřez s vyloučením tahu v betonu**

Průřezová plocha:  $A = 33 \ 751 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$$y_t = 125 \text{ mm}; z_t = 346,8 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 498 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; I_z = 171 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

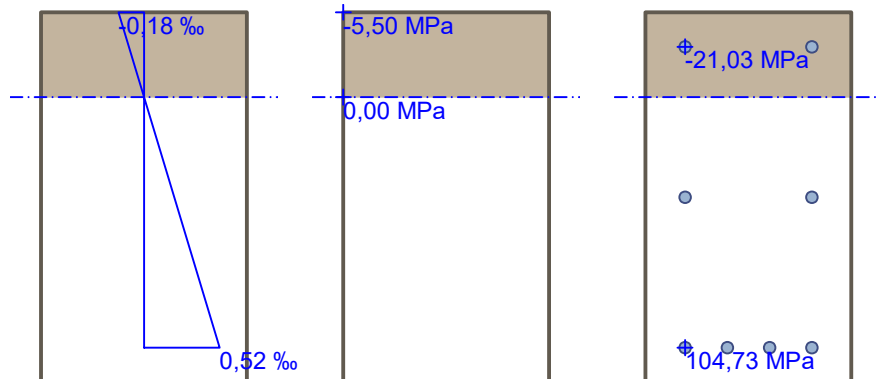
Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = -150 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$

Deformace v průřezu

Napětí v betonu

Napětí ve výztuži



Maximální tlakové napětí v betonu  $\sigma_c = 5,50$  MPa

Prostředí: XC2 ☐ Posouzení napětí betonu v tlaku není potřeba

Maximální tahové napětí v betonu  $\sigma_{c,max} = 2,81$  MPa

Maximální tlakové napětí ve výztuži  $\sigma_{s,min} = 21,03$  MPa

Maximální tahové napětí ve výztuži  $\sigma_{s,max} = 104,73$  MPa

Omezení tahového napětí ve výztuži  $k_3 \times f_{yk} = 400,00$  MPa

Výška tlačené části průřezu  $h = 103,2$  mm

Využití průřezu: 26,2 %

**Posouzení průřezu na mezní stav omezení napětí Vyhovuje**

**Posouzení min. a max. stupně výztužení**

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$\rho_{s,t} = 0,00604 \geq \rho_{s,min} = 0,00135$  ☐ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,0109 \leq \rho_{s,max} = 0,04$  ☐ **Vyhovuje**

**Posouzení vzdáleností vložek**

**Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.**

**Stupeň výztužení smykovou výztuží**

$\rho_{w,min} = 0,0008 \leq \rho_w = 0,000905$  ☐ **Vyhovuje**

Maximální vzdálenost třmíneků  $s_{l,max} = 306,0$  mm ☐ **Vyhovuje**

Maximální vzdálenost větví třmíneků  $s_{t,max} = 306,0$  mm

**Posouzení mezního stavu únosnosti**

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Rdy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Rdz}$ [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 2	0,00	0,00	25,70	125,97	45,30	63,67	71,1	Vyhovuje

**Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 71,1 %**

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

**Mezní stav omezení napětí**

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$\sigma_c$ [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	26,50	5,50	104,73	21,03	26,2	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_3 \times f_{yk}$					400,00			

**Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 26,2 %**

**Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE**

Využití: 71,1 %

## Interakční diagram

