

## Projekt

Akce : Rekonstrukce výpravní budovy v ŽST Havířov  
 Část : SO 01 - D.1.2 Stavebně konstrukční řešení  
 Popis : ŽB stropní deska D1.1 tl. 200 mm,  $L_s = 2,85$  m pro  $q_{max}$   
 Odběratel : Správa železniční dopravní cesty, státní organizace, Praha 1  
 Vypracoval : Ing. Dalibor Macura  
 Datum : 16.08.2018  
 Číslo zakázky : ST/2018

## Norma

Norma **EN 1992-1-1/Česko**.

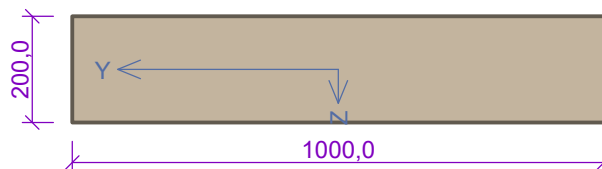
Únosnost betonu - základní kombinace zatížení :  $\gamma_C = 1,500$   
 Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení :  $\gamma_S = 1,150$   
 Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení :  $\gamma_C = 1,200$   
 Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení :  $\gamma_S = 1,000$   
 Modul pružnosti 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: deska  
 Prostředí: XC1  
 Délka dílce: 2,85m

#### Průřez



#### Materiály

##### Beton: C 20/25

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 20,0$  MPa  
 Pevnost v tahu  $f_{ctm} = 2,2$  MPa  
 Modul pružnosti  $E_{cm} = 30000$  MPa

##### Ocel podélná: Sítě (SZ)B

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

##### Ocel příčná: Sítě (SZ)

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

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

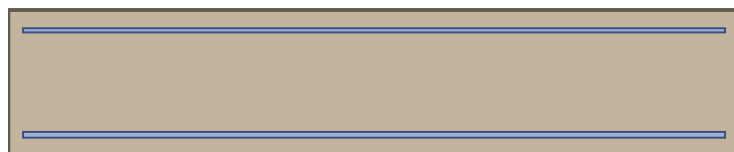
č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 2	0,00	6,90	13,60	1,000

#### Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	5,30	1,000

#### Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	6	25,0	horní výztuž
10	8	25,0	dolní výztuž



6/100,0-kr.25,0

8/100,0-kr.25,0

**Podélná výztuž - podrobnosti**

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	28,0	172,0	6
2	972,0	172,0	6
3	132,9	172,0	6
4	867,1	172,0	6
5	237,8	172,0	6
6	762,2	172,0	6
7	342,7	172,0	6
8	657,3	172,0	6
9	447,6	172,0	6
10	552,4	172,0	6
11	29,0	29,0	8
12	971,0	29,0	8
13	133,7	29,0	8
14	866,3	29,0	8
15	238,3	29,0	8
16	761,7	29,0	8
17	343,0	29,0	8
18	657,0	29,0	8
19	447,7	29,0	8
20	552,3	29,0	8

Počátek souřadného systému je v levém dolním rohu obálky průřezu

S tlačnou výztuží je počítáno.

**Smyková výztuž**

Průřez bez smykové výztuže.

**Minimální krytí**

Třída konstrukce: S4

Provzdušnění betonu je větší než 4%

Výsledná třída konstrukce: S4

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(8; 15; 10) = 15 \text{ mm}$

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$

**1.2 Výsledky****Ideální průřez**

Poměr tuhosti výztuže a betonu:  $\alpha_e = 6,667$

Průřezová plocha:  $A = 205 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}$ ;  $z_t = 99,5 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 693 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ;  $I_z = 17,1 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 391 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$ ;  $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

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

$N=0,00\text{kN}$ ;  $M_y=6,90\text{kNm}$ ;  $V_z=13,60\text{kN}$

**Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 2****Výpočet imperfekce**

$$e_i = l_0 / 400 = 2,85 / 400 = 0,00713 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 6,9 + 0,00713 \times |0| = 6,9 \text{ kNm}$$

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

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

$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 502,7 / (1\,000 \times 171) = 0,00294$$

$$\rho_s = A_s / A_c = 785,4 / 200 \cdot 10^3 = 0,00393$$

$$\rho_{s,min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 2,2 / 500; 0,0013) = \max(0,00114; 0,0013) = 0,0013$$

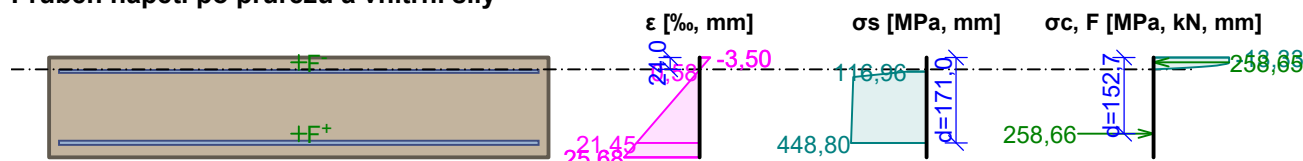
$$\rho_{s,t,CSN} = A_{s,t} / A_c = 502,7 / 200 \cdot 10^3 = 0,00251$$

$$\rho_{s,min,CSN} = \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 500 / 500; 0,0014) = \max(0,0018; 0,0014) = 0,0018$$

$$\rho_{s,t} = 0,00294 \geq \rho_{s,min} = 0,0013$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00251 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00393 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

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

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 25,68 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: 0,58 ‰

Největší deformace ve výztuži: 21,45 ‰

Směr neutrálné osy: 0,00 °

Výška tlačené části průřezu: x = 24,0 mm

Efektivní výška průřezu: d = 171,0 mm

$$\xi = 0,14 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{Edy} = 6,90 \leq M_{Rdy} = 36,92 \text{ kNm}$$

**Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje**

Využití: 18,7 %

**Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 2**

Použití model náhradní příhradoviny

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

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 171)}; 2) = \min(2,081; 2) = 2$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(502,7 / (1\,000 \times 171); 0,02) = \min(0,00294; 0,02) = 0,00294$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 2^{1,5} \times \sqrt{20} = 0,443 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{min}}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 2 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,00294 \times 20)}; 0,443) \times 1\,000 \times 171 = 75,7 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 13,6 \text{ kN} \leq V_{Rdc} = 75,7 \text{ kN} \Rightarrow \text{Pouze konstrukční smyková výztuž.}$$

**Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje**

Využití: 18,0 %

1: **Zat. případ 1** - charakteristickáN=0,00kN; M<sub>y</sub>=5,30kNm**Podrobné posouzení - Omezení napětí: Zat. případ 1****Výpočet imperfekce**

$$e_i = l_0 / 400 = 2,85 / 400 = 0,00713 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 5,3 + 0,00713 \times |0| = 5,3 \text{ kNm}$$

**Ideální průřez**Poměr tuhosti výztuže a betonu:  $\alpha_e = 6,667$ Průřezová plocha:  $A = 205.10^3 \text{ mm}^2$ 

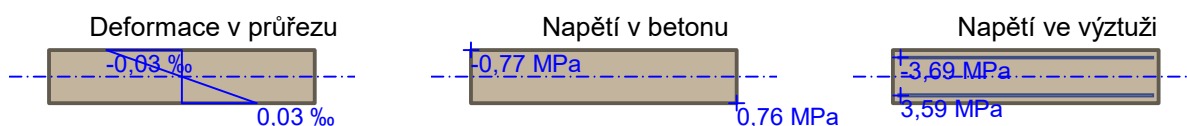
Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

 $y_t = 500 \text{ mm}$ ;  $z_t = 99,5 \text{ mm}$ 

Moment setrvačnosti:

 $I_y = 693.10^6 \text{ mm}^4$ ;  $I_z = 17,1.10^9 \text{ mm}^4$ 

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

 $S_{y,s} = 391.10^3 \text{ mm}^4$ ;  $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$ Maximální tlakové napětí v betonu  $\sigma_c = 0,77 \text{ MPa}$ Prostředí: XC1  $\Rightarrow$  Posouzení napětí betonu v tlaku není potřebaMaximální tahové napětí v betonu  $\sigma_{c,max} = 0,76 \text{ MPa}$ Maximální tlakové napětí ve výztuži  $\sigma_{s,min} = 3,69 \text{ MPa}$ Maximální tahové napětí ve výztuži  $\sigma_{s,max} = 3,59 \text{ MPa}$ Omezení tahového napětí ve výztuži  $k_3 \times f_{yk} = 400,00 \text{ MPa}$ Výška tlačené části průřezu  $h = 100,5 \text{ mm}$ 

Využití průřezu: 0,9 %

**Posouzení průřezu na mezní stav omezení napětí Vyhovuje****Posouzení min. a max. stupně vyztužení**

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

 $\rho_{s,t} = 0,00294 \geq \rho_{s,min} = 0,0013$  $\rho_{s,t,CSN} = 0,00251 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow$  **Vyhovuje** $\rho_s = 0,00393 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$  **Vyhovuje****Posouzení vzdáleností vložek****Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.****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
2	Zat. případ 2	0,00	0,00	6,90	36,92	13,60	75,70	18,7	Vyhovuje

**Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 18,7 %****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	5,30	0,77	3,59	3,69	0,9	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_3 \times f_{yk}$					400,00			

**Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 0,9 %****Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE**

Využití: 18,7 %

## Interakční diagram

