

## Projekt

Akce : Rekonstrukce výpravní budovy v ŽST Havířov  
Část : SO 01 - D.1.2 Stavebně konstrukční řešení  
Popis : ŽB stropní deska D0.1 tl. 150 mm,  $L_s = 2,1$  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**.

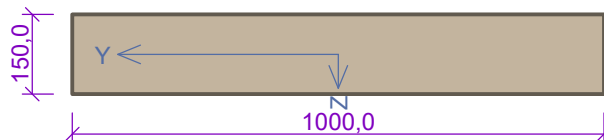
Únosnost betonu - základní kombinace zatížení :  $\gamma_C = 1,500$   
Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení :  $\gamma_S = 1,150$   
Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení :  $\gamma_C = 1,200$   
Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení :  $\gamma_S = 1,000$   
Modul pružnosti 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: 2,10m

#### 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	dolní výztuž



6/100,0-kr.25,0

**Podélná výztuž - podrobnosti**

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	28,0	28,0	6
2	972,0	28,0	6
3	132,9	28,0	6
4	867,1	28,0	6
5	237,8	28,0	6
6	762,2	28,0	6
7	342,7	28,0	6
8	657,3	28,0	6
9	447,6	28,0	6
10	552,4	28,0	6

Počátek souřadného systému je v levém dolním rohu obálky průřezu

S tlačnou výztuží je počítáno.

**Minimální krytí**

Třída konstrukce: S4

Provzdušnění betonu je větší než 4%

Výsledná třída konstrukce: S4

 $c_{\min} = \max(c_{\min,b}; c_{\min,dur}; 10) = \max(6; 15; 10) = 15 \text{ mm}$  $c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$ **1.2 Výsledky****Ideální průřez**Poměr tuhosti výztuže a betonu:  $\alpha_e = 6,667$ Průřezová plocha:  $A = 152 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ 

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

 $y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 74,42 \text{ mm}$ 

Moment setrvačnosti:

 $I_y = 285 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; I_z = 12,7 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ 

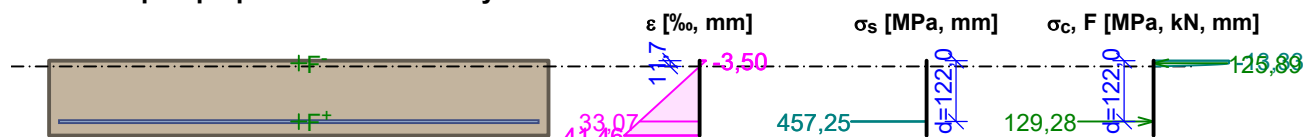
Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

 $S_{y,s} = 165 \cdot 10^3 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$ 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** $e_i = l_0 / 400 = 2,1 / 400 = 0,00525 \text{ m}$  $M_{0\text{Edy}} = M_y + e_i \times |N_{\text{Ed}}| = 6,9 + 0,00525 \times |0| = 6,9 \text{ kNm}$ **Posouzení min. a max. stupně vyztužení**

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

 $\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 282,7 / (1\,000 \times 122) = 0,00232$  $\rho_s = A_s / A_c = 282,7 / 150 \cdot 10^3 = 0,00188$  $\rho_{s,\min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 2,2 / 500; 0,0013) = \max(0,00114; 0,0013) = 0,0013$  $\rho_{s,t,\text{CSN}} = A_{s,t} / A_c = 282,7 / 150 \cdot 10^3 = 0,00188$  $\rho_{s,\min,\text{CSN}} = \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 500 / 500; 0,0014) = \max(0,0018; 0,0014) = 0,0018$  $\rho_{s,t} = 0,00232 \geq \rho_{s,\min} = 0,0013$  $\rho_{s,t,\text{CSN}} = 0,00188 \geq \rho_{s,\min,\text{CSN}} = 0,0018 \Rightarrow$  **Vyhovuje** $\rho_s = 0,00188 \leq \rho_{s,\max} = 0,04 \Rightarrow$  **Vyhovuje**

### Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



### Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰  
 Největší deformace v betonu: 41,46 ‰  
 Nejmenší deformace ve výztuži: 33,07 ‰  
 Největší deformace ve výztuži: 33,07 ‰  
 Směr neutrálné osy: 360,00 °  
 Výška tlacené části průřezu:  $x = 11,7$  mm  
 Efektivní výška průřezu:  $d = 122,0$  mm

$\xi = 0,10 \leq \xi_{\max} = 0,58 \Rightarrow$  **Vyhovuje**

$M_{Edy} = 6,90 \leq M_{Rdy} = 15,11$  kNm

**Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje**

Využití: 45,7 %

### Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 2

Použit model náhradní příhradoviny

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

$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 122)}; 2) = \min(2,28; 2) = 2$

$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(282,7 / (1\,000 \times 122); 0,02) = \min(0,00232; 0,02) = 0,00232$

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

$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times 3 \sqrt{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{\min}}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 2 \times 3 \sqrt{(100 \times 0,00232 \times 20)}; 0,443) \times 1\,000 \times 122 = 54,01$  kN

$V_{Ed} = 13,6$  kN  $\leq V_{Rdc} = 54,01$  kN  $\Rightarrow$  **Pouze konstrukční smyková výztuž.**

**Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje**

Využití: 25,2 %

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

$N = 0,00$  kN;  $M_y = 5,30$  kNm

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

### Výpočet imperfekce

$e_i = l_0 / 400 = 2,1 / 400 = 0,00525$  m

$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 5,3 + 0,00525 \times |0| = 5,3$  kNm

### Ideální průřez

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

Průřezová plocha:  $A = 152.10^3$  mm<sup>2</sup>

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

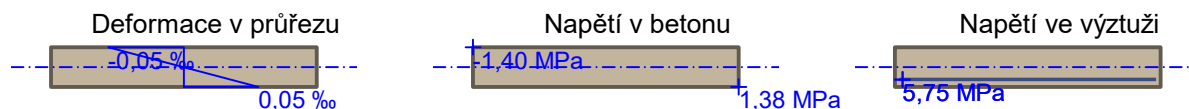
$y_t = 500$  mm;  $z_t = 74,42$  mm

Moment setrvačnosti:

$I_y = 285.10^6$  mm<sup>4</sup>;  $I_z = 12,7.10^9$  mm<sup>4</sup>

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 165.10^3$  mm<sup>4</sup>;  $S_{z,s} = 0$  mm<sup>4</sup>



Maximální tlakové napětí v betonu  $\sigma_c = 1,40$  MPa

Prostředí: XC1  $\Rightarrow$  Posouzení napětí betonu v tlaku není potřeba

Maximální tahové napětí v betonu  $\sigma_{c,max} = 1,38$  MPa

Maximální tlakové napětí ve výztuži  $\sigma_{s,min} = -5,75$  MPa (výztuž je tažená)

Maximální tahové napětí ve výztuži  $\sigma_{s,max} = 5,75$  MPa

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

Výška tlačené části průřezu  $h = 75,6$  mm

Využití průřezu: 1,4 %

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

#### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00232 \geq \rho_{s,min} = 0,0013$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00188 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow$  **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00188 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$  **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	15,11	13,60	54,01	45,7	Vyhovuje

**Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 45,7 %**

#### 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	1,40	5,75	-5,75	1,4	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_3 \times f_{yk}$					400,00			

**Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 1,4 %**

#### Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 45,7 %

## Interakční diagram

