

Projekt

Akce : Rekonstrukce výpravní budovy v ŽST Havířov
 Část : SO 01 - D.1.2 Stavebně konstrukční řešení
 Popis : ŽB stropní deska D1.4 tl. 200 mm, $L_s = 5,7$ 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**.

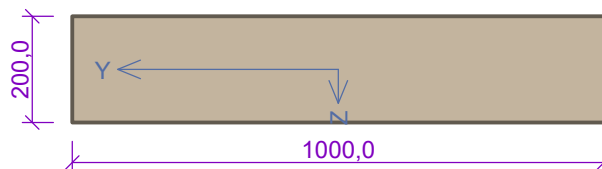
Únosnost betonu - základní kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,500$
 Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,150$
 Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,200$
 Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,000$
 Modul pružnosti betonu : $\gamma_{cE} = 1,200$
 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: 6,00m

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: 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)

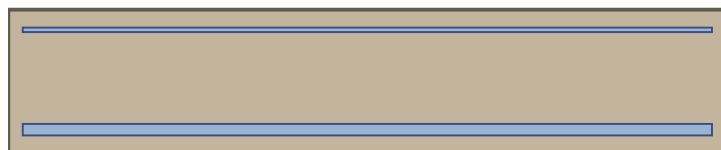
č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 2	0,00	47,30	31,50	1,000

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	36,40	1,000

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	6	25,0	horní výztuž
5	16	25,0	dolní výztuž



6/100,0-kr.25,0

16/200,0-kr.25,0

Podélná výztuž - podrobnosti

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	29,0	172,0	6
2	971,0	172,0	6
3	133,7	172,0	6
4	866,3	172,0	6
5	238,3	172,0	6
6	761,7	172,0	6
7	343,0	172,0	6
8	657,0	172,0	6
9	447,7	172,0	6
10	552,3	172,0	6
11	34,0	33,0	16
12	966,0	33,0	16
13	267,0	33,0	16
14	733,0	33,0	16
15	500,0	33,0	16

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

 $c_{\min} = \max(c_{\min,b}; c_{\min,dur}; 10) = \max(16; 15; 10) = 16 \text{ mm}$ $c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 16 + 10 = 26 \text{ mm}$ **1.2 Výsledky****Ideální průřez**Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,667$ Průřezová plocha: $A = 209 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

 $y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 98,5 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

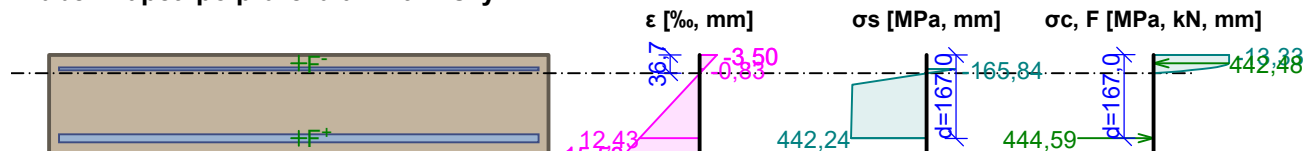
 $I_y = 706 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; I_z = 17,6 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

 $S_{y,s} = 1,93 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$ **2: Zat. případ 2 - základní návrhová** $N=0,00\text{kN}; M_y=47,30\text{kNm}; V_z=31,50\text{kN}$ **Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 2****Výpočet imperfekce** $e_i = l_0 / 400 = 6 / 400 = 0,015 \text{ m}$ $M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 47,3 + 0,015 \times |0| = 47,3 \text{ kNm}$ **Posouzení min. a max. stupně vyztužení**

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

$$\begin{aligned}\rho_{s,t} &= A_{s,t} / (b_t \times d) = 1\,005 / (1\,000 \times 167) = 0,00602 \\ \rho_s &= A_s / A_c = 1\,288 / 200 \cdot 10^3 = 0,00644 \\ \rho_{s,min} &= \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 2,2 / 500; 0,0013) = \max(0,00114; 0,0013) = 0,0013 \\ \rho_{s,t,CSN} &= A_{s,t} / A_c = 1\,005 / 200 \cdot 10^3 = 0,00503 \\ \rho_{s,min,CSN} &= \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 500 / 500; 0,0014) = \max(0,0018; 0,0014) = 0,0018 \\ \rho_{s,t} &= 0,00602 \geq \rho_{s,min} = 0,0013 \\ \rho_{s,t,CSN} &= 0,00503 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje} \\ \rho_s &= 0,00644 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}\end{aligned}$$

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

Nejmenší deformace v betonu:	-3,50 ‰
Největší deformace v betonu:	15,58 ‰
Nejmenší deformace ve výztuži:	-0,83 ‰
Největší deformace ve výztuži:	12,43 ‰
Směr neutrálné osy:	360,00 °
Výška tlacené části průřezu:	x = 36,7 mm
Efektivní výška průřezu:	d = 167,0 mm

$$\xi = 0,22 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{Edy} = 47,30 \leq M_{Rdy} = 66,80 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 70,8 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 2

Použit model náhradní příhradoviny

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

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 167)}; 2) = \min(2,094; 2) = 2$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(1\,005 / (1\,000 \times 167); 0,02) = \min(0,00602; 0,02) = 0,00602$$

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

$$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{min}}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 2 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,00602 \times 20); 0,443}) \times 1\,000 \times 167 = 91,86 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 31,5 \text{ kN} \leq V_{Rdc} = 91,86 \text{ kN} \Rightarrow \text{Pouze konstrukční smyková výztuž.}$$

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 34,3 %

1: Zat. případ 1 - charakteristická

$$N = 0,00 \text{ kN}; M_y = 36,40 \text{ kNm}$$

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

$$e_i = l_0 / 400 = 6 / 400 = 0,015 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 36,4 + 0,015 \times |0| = 36,4 \text{ kNm}$$

Ideální průřezPoměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,667$ Průřezová plocha: $A = 209 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

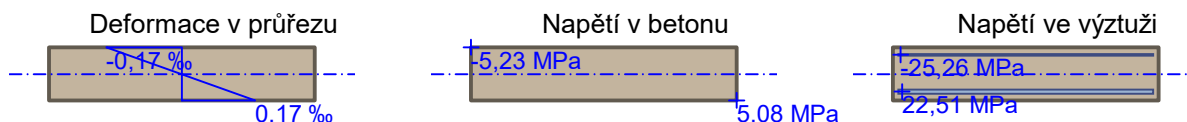
$$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 98,5 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 706.10^6 \text{ mm}^4; I_z = 17,6.10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = 1,93.10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$



Průřez s vyloučením tahu v betonu

Průřezová plocha: $A = 49\,216 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

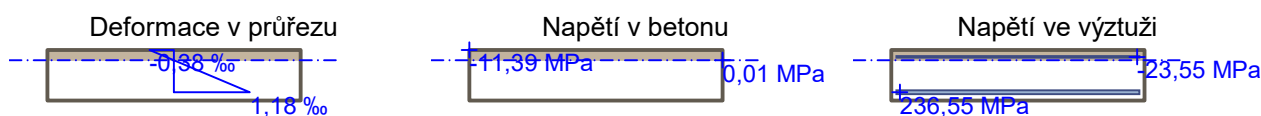
$$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 159,4 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 130.10^6 \text{ mm}^4; I_z = 4,28.10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = -76,5.10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$



Maximální tlakové napětí v betonu $\sigma_c = 11,39 \text{ MPa}$

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

Maximální tahové napětí v betonu $\sigma_{c,max} = 5,08 \text{ MPa}$

Maximální tlakové napětí ve výztuži $\sigma_{s,min} = 23,55 \text{ MPa}$

Maximální tahové napětí ve výztuži $\sigma_{s,max} = 236,55 \text{ MPa}$

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

Výška tlačené části průřezu $h = 40,6 \text{ mm}$

Využití průřezu: 59,1 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení napětí Vyhovuje

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = 0,00602 \geq \rho_{s,min} = 0,0013$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00503 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00644 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

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	47,30	66,80	31,50	91,86	70,8	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 70,8 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	36,40	11,39	236,55	23,55	59,1	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_3 \times f_{yk}$					400,00			

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 59,1 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 70,8 %

Interakční diagram