

Projekt

Akce : Rekonstrukce výpravní budovy v ŽST Havířov
Část : SO 01 - D.1.2 Stavebně konstrukční řešení
Popis : ŽB stropní deska D0.2 tl. 200 mm, $L_s = 5,25$ 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**.

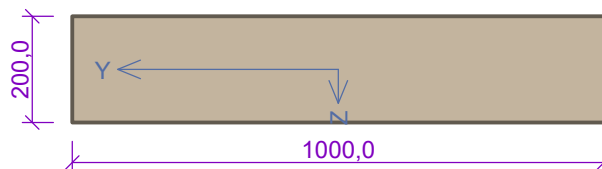
Únosnost betonu - základní kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,500$
Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,150$
Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,200$
Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,000$
Modul pružnosti betonu : $\gamma_{cE} = 1,200$
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: 5,25m

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)

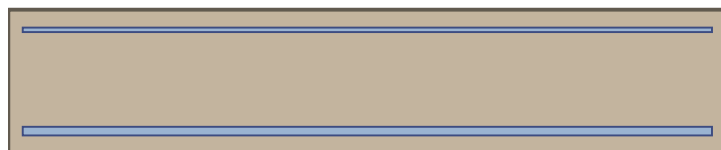
č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 2	0,00	42,40	32,30	1,000

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	32,80	1,000

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	6	25,0	horní výztuž
6,667	12	25,0	dolní výztuž



6/100,0-kr.25,0

12/150,0-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	31,0	31,0	12
12	969,0	31,0	12
13	196,5	31,0	12
14	803,5	31,0	12
15	362,1	31,0	12
16	637,9	31,0	12
17	500,0	31,0	9,79796

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

 $c_{\min} = \max(c_{\min,b}; c_{\min,dur}; 10) = \max(12; 15; 10) = 15 \text{ mm}$ $c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$ **1.2 Výsledky****Ideální průřez**Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,667$ Průřezová plocha: $A = 207 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

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

Moment setrvačnosti:

 $I_y = 700 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; I_z = 17,3 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

 $S_{y,s} = 1,06 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$ **2: Zat. případ 2 - základní návrhová** $N=0,00\text{kN}; M_y=42,40\text{kNm}; V_z=32,30\text{kN}$ **Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 2****Výpočet imperfekce** $e_i = l_0 / 400 = 5,25 / 400 = 0,0131 \text{ m}$ $M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 42,4 + 0,0131 \times |0| = 42,4 \text{ kNm}$

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 754 / (1\,000 \times 169) = 0,00446$$

$$\rho_s = A_s / A_c = 1\,037 / 200 \cdot 10^3 = 0,00518$$

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

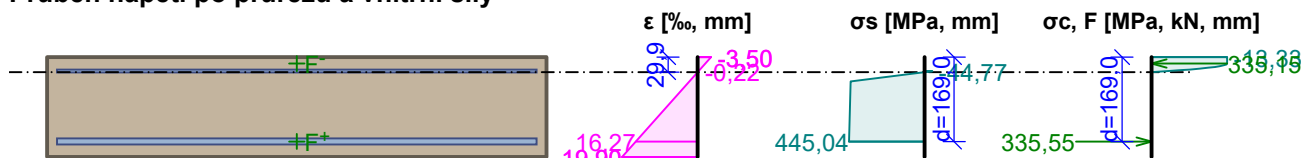
$$\rho_{s,t,CSN} = A_{s,t} / A_c = 754 / 200 \cdot 10^3 = 0,00377$$

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

$$\rho_{s,t} = 0,00446 \geq \rho_{s,min} = 0,0013$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00377 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00518 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

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

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 19,90 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: -0,22 ‰

Největší deformace ve výztuži: 16,27 ‰

Směr neutrálné osy: 0,00 °

Výška tlačené části průřezu: x = 29,9 mm

Efektivní výška průřezu: d = 169,0 mm

$$\xi = 0,18 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{Edy} = 42,40 \leq M_{Rdy} = 52,33 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 81,0 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 2

Použit model náhradní příhradoviny

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

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 169)}; 2) = \min(2,088; 2) = 2$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(754 / (1\,000 \times 169); 0,02) = \min(0,00446; 0,02) = 0,00446$$

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

$$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{min}}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 2 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,00446 \times 20)}; 0,443) \times 1\,000 \times 169 = 84,13 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 32,3 \text{ kN} \leq V_{Rdc} = 84,13 \text{ kN} \Rightarrow \text{Pouze konstrukční smyková výztuž.}$$

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 38,4 %

1: **Zat. případ 1** - charakteristickáN=0,00kN; M_y=32,80kNm**Podrobné posouzení - Omezení napětí: Zat. případ 1****Výpočet imperfekce**

$$e_i = l_0 / 400 = 5,25 / 400 = 0,0131 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 32,8 + 0,0131 \times |0| = 32,8 \text{ kNm}$$

Ideální průřezPoměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,667$ Průřezová plocha: A = 207.10³ mm²

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

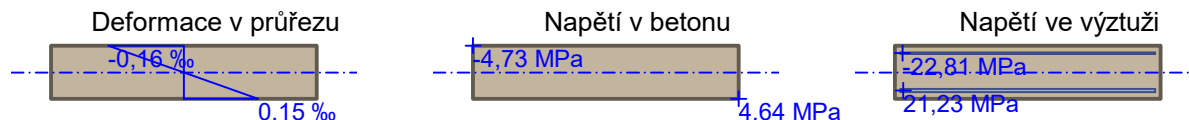
$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 98,98 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 700 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $I_z = 17,3 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 1,06 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$



Průřez s vyloučením tahu v betonu

Průřezová plocha: $A = 43 \ 139 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

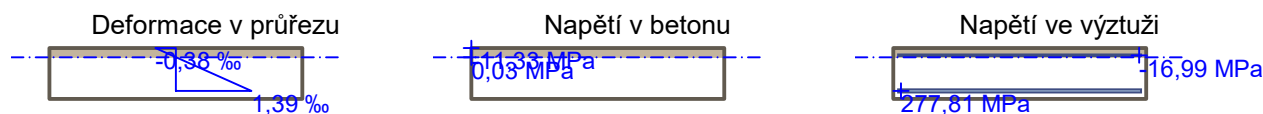
$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 163,9 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 105 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $I_z = 3,69 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = -66,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$



Maximální tlakové napětí v betonu

$\sigma_c = 11,33 \text{ MPa}$

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

Maximální tahové napětí v betonu

$\sigma_{c,max} = 4,64 \text{ MPa}$

Maximální tlakové napětí ve výztuži

$\sigma_{s,min} = 16,99 \text{ MPa}$

Maximální tahové napětí ve výztuži

$\sigma_{s,max} = 277,81 \text{ MPa}$

Omezení tahového napětí ve výztuži

$k_3 \times f_{yk} = 400,00 \text{ MPa}$

Výška tlačené části průřezu

$h = 36,1 \text{ mm}$

Využití průřezu: 69,5 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení napětí Vyhovuje

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00446 \geq \rho_{s,min} = 0,0013$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00377 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00518 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **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	42,40	52,33	32,30	84,13	81,0	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 81,0 %

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	32,80	11,33	277,81	16,99	69,5	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_3 \times f_{yk}$					400,00			

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 69,5 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 81,0 %

Interakční diagram

