

Projekt

Akce : Rekonstrukce výpravní budovy v ŽST Havířov
Část : SO 01 - D.1.2 Stavebně konstrukční řešení
Popis : ŽB stropní deska D1.2 tl. 240 mm, $L_s = 5,8$ 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**.

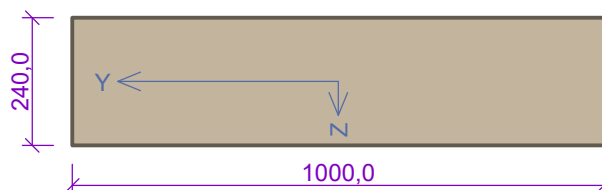
Únosnost betonu - základní kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,500$
Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,150$
Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,200$
Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,000$
Modul pružnosti betonu : $\gamma_{cE} = 1,200$
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: 6,09m

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)

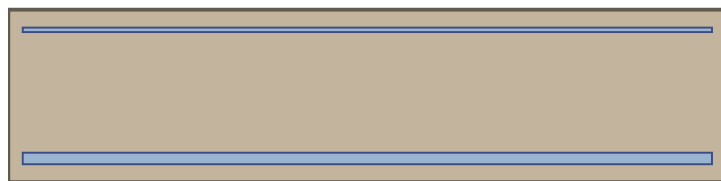
č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 2	0,00	72,30	47,50	1,000

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	55,60	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	212,0	6
2	971,0	212,0	6
3	133,7	212,0	6
4	866,3	212,0	6
5	238,3	212,0	6
6	761,7	212,0	6
7	343,0	212,0	6
8	657,0	212,0	6
9	447,7	212,0	6
10	552,3	212,0	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

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(16; 15; 10) = 16 \text{ mm}$

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 16 + 10 = 26 \text{ mm}$

1.2 Výsledky

Ideální průřez

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

Průřezová plocha: $A = 249 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 118,4 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 1,22 \cdot 10^9 \text{ mm}^4; I_z = 20,9 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 2,12 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

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

$N=0,00 \text{ kN}; M_y=72,30 \text{ kNm}; V_z=47,50 \text{ kN}$

Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 2

Výpočet imperfekce

$e_i = l_0 / 400 = 6,09 / 400 = 0,0152 \text{ m}$

$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 72,3 + 0,0152 \times |0| = 72,3 \text{ kNm}$

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 1\,005 / (1\,000 \times 207) = 0,00486$$

$$\rho_s = A_s / A_c = 1\,288 / 240 \cdot 10^3 = 0,00537$$

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

$$\rho_{s,t,CSN} = A_{s,t} / A_c = 1\,005 / 240 \cdot 10^3 = 0,00419$$

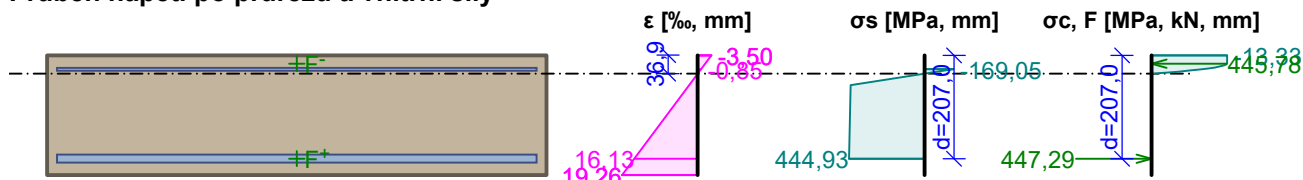
$$\rho_{s,min,CSN} = \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 500 / 500; 0,0014) = \max(0,0018; 0,0014) = 0,0018$$

$$\rho_{s,t} = 0,00486 \geq \rho_{s,min} = 0,0013$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00419 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00537 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 19,26 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: -0,85 ‰

Největší deformace ve výztuži: 16,13 ‰

Směr neutrálné osy: 0,00 °

Výška tlačené části průřezu: x = 36,9 mm

Efektivní výška průřezu: d = 207,0 mm

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

$$M_{Edy} = 72,30 \leq M_{Rdy} = 85,07 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 85,0 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 2

Použit model náhradní příhradoviny

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

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 207)}; 2) = \min(1,983; 2) = 1,983$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(1\,005 / (1\,000 \times 207); 0,02) = \min(0,00486; 0,02) = 0,00486$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,983^{1,5} \times \sqrt{20} = 0,437 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{min}}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 1,983 \times \sqrt{(100 \times 0,00486 \times 20)}; 0,437) \times 1\,000 \times 207 = 105,1 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 47,5 \text{ kN} \leq V_{Rdc} = 105,1 \text{ kN} \Rightarrow \text{Pouze konstrukční smyková výztuž.}$$

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 45,2 %

1: Zat. případ 1 - charakteristická

N=0,00kN; M_y=55,60kNm

Podrobné posouzení - Omezení napětí: Zat. případ 1

Výpočet imperfekce

$$e_i = l_0 / 400 = 6,09 / 400 = 0,0152 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 55,6 + 0,0152 \times |0| = 55,6 \text{ kNm}$$

Ideální průřez

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

Průřezová plocha: A = 249.10³ mm²

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

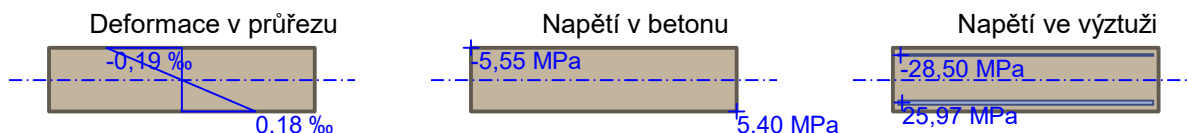
y_t = 500 mm; z_t = 118,4 mm

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 1,22 \cdot 10^9 \text{ mm}^4; I_z = 20,9 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = 2,12 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$

**Průřez s vyloučením tahu v betonu**Průřezová plocha: $A = 54\,439 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

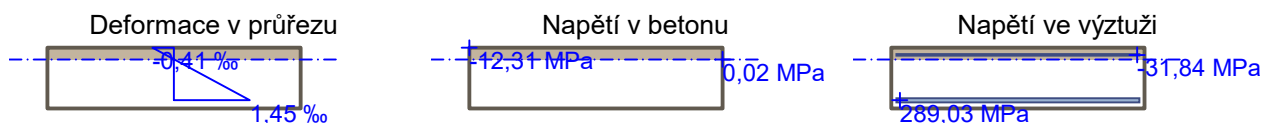
$$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 194,2 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 207 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; I_z = 4,72 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = -95,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$



Maximální tlakové napětí v betonu

$$\sigma_c = 12,31 \text{ MPa}$$

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

Maximální tahové napětí v betonu

$$\sigma_{c,max} = 5,40 \text{ MPa}$$

Maximální tlakové napětí ve výztuži

$$\sigma_{s,min} = 31,84 \text{ MPa}$$

Maximální tahové napětí ve výztuži

$$\sigma_{s,max} = 289,03 \text{ MPa}$$

Omezení tahového napětí ve výztuži

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

Výška tlačené části průřezu

$$h = 45,8 \text{ mm}$$

Využití průřezu: 72,3 %

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

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

$$\rho_{s,t} = 0,00486 \geq \rho_{s,min} = 0,0013$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00419 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00537 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

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	72,30	85,07	47,50	105,10	85,0	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 85,0 %**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	55,60	12,31	289,03	31,84	72,3	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_3 \times f_{yk}$					400,00			

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 72,3 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 85,0 %

Interakční diagram