

Projekt

Akce : Rekonstrukce vodovodu a kanalizace, ul. Vítkovická
Část : D.1.2 - Stavebně konstrukční řešení
Popis : ŽB monolitická šachta ŠA1 - svislá stěna tl. 300 mm, pro H0 = 3,3 m
Odběratel : Statutární město Ostrava, Prokešovo náměstí 8. 729 30 Ostrava
Vypracoval : Ing. Dalibor Macura
Datum : 28.09.2024
Archivní číslo : ST/2024
Poznámka :

Norma

Norma **EN 1992-1-1/Česko**.

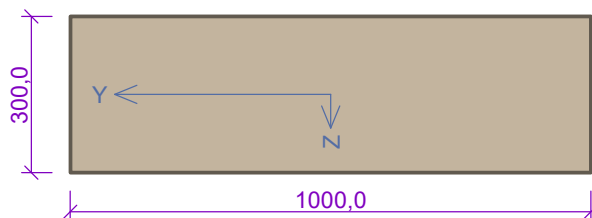
Únosnost betonu - základní kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,5$
Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,15$
Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,2$
Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,0$
Modul pružnosti betonu : $\gamma_{cE} = 1,2$
Tlaková pevnost betonu : $\alpha_{cc} = 1,0$
Tahová pevnost betonu : $\alpha_{ct} = 1,0$
Minimální stupeň vyztužení desky dle ČSN 73 1201

1 Řez 1

1.1 Vstupní data

Typ prvku: stěna
Prostředí: XC4, XD3, XF4, XA1
Délka dílce: 3,30m

Průřez



Materiály

Beton: C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,0$ MPa
Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,9$ MPa
Modul pružnosti $E_{cm} = 33000$ MPa

Ocel podélná: 10505 (R)

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	-75,33	42,60	53,40	1,0

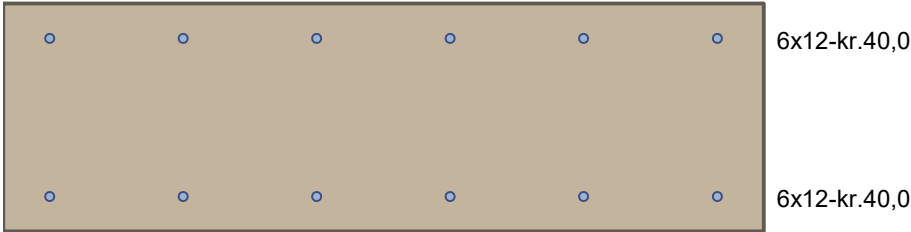
Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	-55,87	30,90	1,0

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
6	12	40,0	horní výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
6	12	40,0	dolní výztuž



Podélná výztuž - podrobnosti

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	61,0	254,0	12
2	939,0	254,0	12
3	236,6	254,0	12
4	763,4	254,0	12
5	412,2	254,0	12
6	587,8	254,0	12
7	61,0	46,0	12
8	939,0	46,0	12
9	236,6	46,0	12
10	763,4	46,0	12
11	412,2	46,0	12
12	587,8	46,0	12

Počátek souřadnicového 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

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(0; 45; 10) = 45 \text{ mm}$

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} + \varnothing_s = 45 + 10 + 0 = 55 \text{ mm}$

1.2 Výsledky

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 308.10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 150 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 2,34.10^9 \text{ mm}^4; I_z = 25,7.10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

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

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

$N=-75,33\text{kN}; M_y=42,60 \rightarrow 43,22\text{kNm}; V_z=53,40\text{kN}$

Podrobné posouzení TLAK A OHYB: **Zat. případ 2**

Normálová síla pro výpočet minimální excentricity dle 6.1(4) normy: **Vyhovuje**

Výpočet imperfekce

$$e_i = l_0 / 400 = 3,3 / 400 = 0,00825 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 42,6 + 0,00825 \times |-75,33| = 43,22 \text{ kNm}$$

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):

$$\rho_s = A_s / A_c = 1\,357 / 300 \cdot 10^3 = 0,00452$$

$$\rho_s = A_s / A_c = 1\,357 / 300 \cdot 10^3 = 0,00452$$

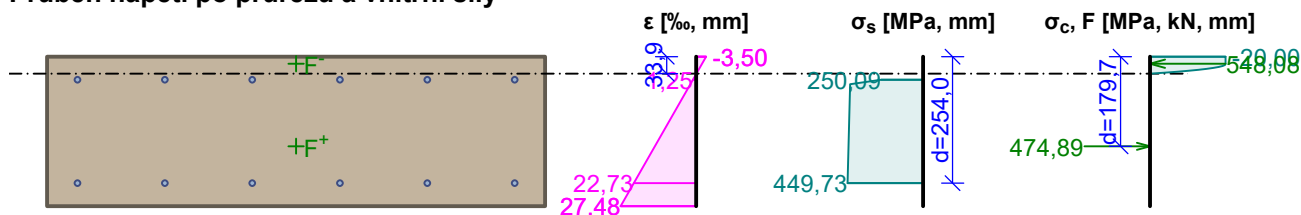
$$\rho_{s,min} = 0,002$$

$$\rho_s = 0,00452 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00452 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,min} = 339,3 \text{ mm}^2$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 27,48 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: 1,25 ‰

Největší deformace ve výztuži: 22,73 ‰

Směr neutrální osy: 360,00 °

$$N_{Ed} = -75,33 \text{ kN} \leq N_{Rd} = -6542,87 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = 42,60 \rightarrow 43,22 \leq M_{Rdy} = 88,81 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na tlak a ohyb Vyhovuje

Využití: 48,7 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 2

Použit model náhradní příhradoviny

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

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 254)}; 2) = \min(1,887; 2) = 1,887$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(678,6 / (1\,000 \times 254); 0,02) = \min(0,00267; 0,02) = 0,00267$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,887^{1,5} \times \sqrt{30} = 0,497 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} = \min(-N_{Ed} / A_c; 0,2 \times f_{cd}) = \min(-(-75,33) / 300 \cdot 10^3; 0,2 \times 20) = \min(0,251; 4) = 0,251 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = (\max(C_{Rd,c} \times k \times 3 \sqrt{(100 \times \rho_l \times f_{ck})}; v_{min}) + k_1 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = (\max(0,12 \times 1,887 \times 3 \sqrt{(100 \times 0,00267 \times 30)}; 0,497) + 0,15 \times 0,251) \times 1\,000 \times 254 = 135,8 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 53,4 \text{ kN} \leq V_{Rdc} = 135,8 \text{ kN} \Rightarrow \text{Pouze konstrukční smyková výztuž.}$$

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 39,3 %

1: Zat. případ 1 - charakteristická

$$N = -55,87 \text{ kN}; M_y = 30,90 \rightarrow 31,36 \text{ kNm}$$

Podrobné posouzení - Omezení napětí: Zat. případ 1

Výpočet imperfekce

$$e_i = l_0 / 400 = 3,3 / 400 = 0,00825 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 30,9 + 0,00825 \times |-55,87| = 31,36 \text{ kNm}$$

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 308 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 150 \text{ mm}$

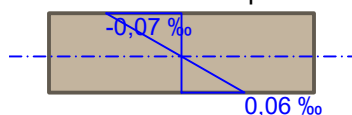
Moment setrvačnosti:

$I_y = 2,34 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 25,7 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

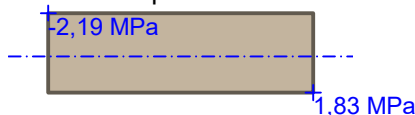
Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

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

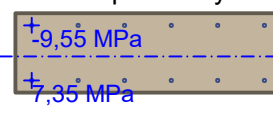
Deformace v průřezu



Napětí v betonu



Napětí ve výztuži



Maximální tlakové napětí v betonu

$\sigma_c = 2,19 \text{ MPa}$

Omezení tlakového napětí v betonu

$k_1 \times f_{ck} = 18,00 \text{ MPa}$

Maximální tahové napětí v betonu

$\sigma_{c,max} = 1,83 \text{ MPa}$

Maximální tlakové napětí ve výztuži

$\sigma_{s,min} = 9,55 \text{ MPa}$

Maximální tahové napětí ve výztuži

$\sigma_{s,max} = 7,35 \text{ MPa}$

Omezení tahového napětí ve výztuži

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

Výška tlačené části průřezu

$h = 163,5 \text{ mm}$

Využití průřezu: 12,2 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení napětí Vyhovuje

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):

$\rho_s = 0,00452 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00452 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,min} = 339,3 \text{ mm}^2$

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
1	Zat. případ 2	-75,33	-6542,87	42,60 → 43,22	88,81	53,40	135,82	48,7	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 48,7 %

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	-55,87	30,90 → 31,36	2,19	7,35	9,55	12,2	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$				18,00	400,00			

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 12,2 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 48,7 %

Interakční diagram

