

Projekt

Akce : Rekonstrukce vodovodu a kanalizace, ul. Vítkovická
Část : D.1.2 - Stavebně konstrukční řešení
Popis : ŽB monolitická šachta ŠA1- stropní deska tl. 300 mm, pro $L_s = 2,0$ m
Odběratel : Statutární město Ostrava, Prokešovo náměstí 8. 729 30 Ostrava
Vypracoval : Ing. Dalibor Macura
Datum : 28.09.2024
Archivní číslo : ST/2024
Poznámka : Posudek ŽB stropní desky platí pro pojezd vozidel
dle ČSN EN 1991-1-1 - kategorie F!

Norma

Norma **EN 1992-1-1/Česko**.

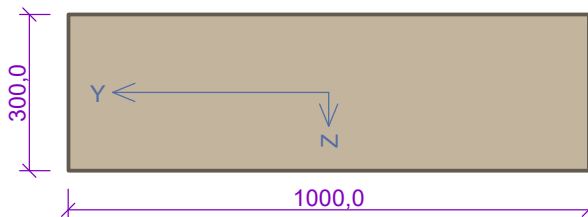
Únosnost betonu - základní kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,5$
Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,15$
Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,2$
Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,0$
Modul pružnosti betonu : $\gamma_{cE} = 1,2$
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: deska
Prostředí: XC4, XD3, XF4, XA1
Délka dílce: 2,10m

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: Sítě (SZ)

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	27,20	12,80	1,0

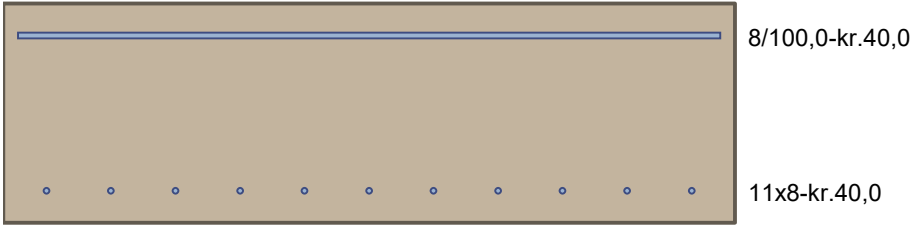
Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	20,10	1,0

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	8	40,0	horní výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
11	8	40,0	dolní výztuž



Podélná výztuž - podrobnosti

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	59,0	256,0	8
2	941,0	256,0	8
3	157,0	256,0	8
4	843,0	256,0	8
5	255,0	256,0	8
6	745,0	256,0	8
7	353,0	256,0	8
8	647,0	256,0	8
9	451,0	256,0	8
10	549,0	256,0	8
11	500,0	44,0	8
12	59,0	44,0	8
13	941,0	44,0	8
14	147,2	44,0	8
15	852,8	44,0	8
16	235,4	44,0	8
17	764,6	44,0	8
18	323,6	44,0	8
19	676,4	44,0	8
20	411,8	44,0	8
21	588,2	44,0	8

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

Provdzdušnění 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: $A = 306.10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500$ mm; $z_t = 149,9$ mm

Moment setrvačnosti:

$I_y = 2,32 \cdot 10^9$ mm⁴; $I_z = 25,5 \cdot 10^9$ mm⁴

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 111 \cdot 10^3$ mm⁴; $S_{z,s} = 0$ mm⁴

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

$N=0,00$ kN; $M_y=27,20$ kNm; $V_z=12,80$ kN

Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 2

Výpočet imperfekce

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

$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 27,2 + 0,00525 \times |0| = 27,2$ kNm

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 552,9 / (1\,000 \times 256) = 0,00216$

$\rho_s = A_s / A_c = 1\,056 / 300 \cdot 10^3 = 0,00352$

$\rho_{s,min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 2,9 / 500; 0,0013) = \max(0,00151; 0,0013) = 0,00151$

$\rho_{s,t,CSN} = A_{s,t} / A_c = 552,9 / 300 \cdot 10^3 = 0,00184$

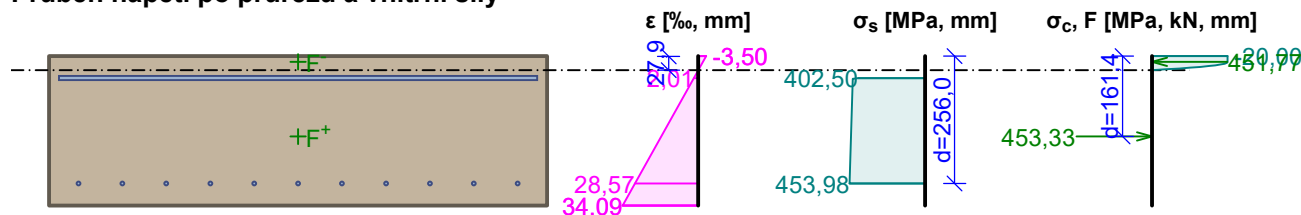
$\rho_{s,min,CSN} = \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 500 / 500; 0,0014) = \max(0,0018; 0,0014) = 0,0018$

$\rho_{s,t} = 0,00216 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00184 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00352 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 34,09 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: 2,01 ‰

Největší deformace ve výztuži: 28,57 ‰

Směr neutrálné osy: 360,00 °

Výška tlačené části průřezu: $x = 27,9$ mm

Efektivní výška průřezu: $d = 256,0$ mm

$\xi = 0,11 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$M_{Edy} = 27,20 \leq M_{Rdy} = 67,86$ kNm

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 40,1 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 2

Použit model náhradní příhradoviny

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

$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 256)}; 2) = \min(1,884; 2) = 1,884$

$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(552,9 / (1\,000 \times 256); 0,02) = \min(0,00216; 0,02) = 0,00216$

$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,884^{1,5} \times \sqrt{30} = 0,496$ MPa

$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{min}}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 1,884 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,00216 \times 30); 0,496}) \times 1\,000 \times 256 = 126,9$ kN

$V_{Ed} = 12,8$ kN $\leq V_{Rdc} = 126,9$ kN \Rightarrow **Pouze konstrukční smyková výztuž.**

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 10,1 %

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

$N=0,00\text{kN}$; $M_y=20,10\text{kNm}$

Podrobné posouzení - Omezení napětí: Zat. případ 1

Výpočet imperfekce

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

$M_{0\text{Edy}} = M_y + e_i \times |N_{\text{Ed}}| = 20,1 + 0,00525 \times |0| = 20,1$ kNm

Ideální průřez

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

Průřezová plocha: $A = 306.10^3$ mm²

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

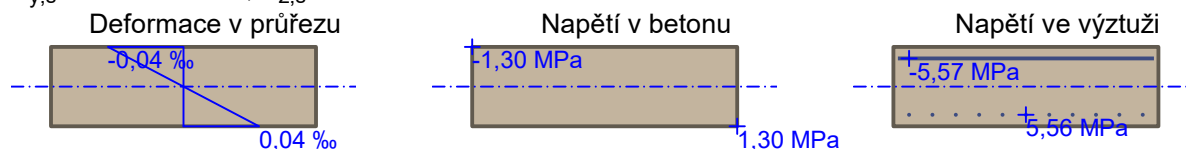
$y_t = 500$ mm; $z_t = 149,9$ mm

Moment setrvačnosti:

$I_y = 2,32.10^9$ mm⁴; $I_z = 25,5.10^9$ mm⁴

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 111.10^3$ mm⁴; $S_{z,s} = 0$ mm⁴



Maximální tlakové napětí v betonu $\sigma_c = 1,30$ MPa

Omezení tlakového napětí v betonu $k_1 \times f_{ck} = 18,00$ MPa

Maximální tahové napětí v betonu $\sigma_{c,\text{max}} = 1,30$ MPa

Maximální tlakové napětí ve výztuži $\sigma_{s,\text{min}} = 5,57$ MPa

Maximální tahové napětí ve výztuži $\sigma_{s,\text{max}} = 5,56$ MPa

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

Výška tlačené části průřezu $h = 150,1$ mm

Využití průřezu: 7,2 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení napětí Vyhovuje

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00216 \geq \rho_{s,\text{min}} = 0,00151$

$\rho_{s,t,\text{CSN}} = 0,00184 \geq \rho_{s,\text{min},\text{CSN}} = 0,0018 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00352 \leq \rho_{s,\text{max}} = 0,04 \Rightarrow$ **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
1	Zat. případ 2	0,00	0,00	27,20	67,86	12,80	126,90	40,1	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 40,1 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,\text{max}}$ [MPa]	$\sigma_{s,\text{min}}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	20,10	1,30	5,56	5,57	7,2	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$				18,00	400,00			

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 7,2 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 40,1 %

Interakční diagram

