

Projekt

Akce : Přestavba kluziště na víceúčelovou sportovní halu, město Konice
Část : D.1.2 Stavebně konstrukční řešení
Popis : ŽB stropní deska D1 tl. 200 mm
Odběratel : Město Konice, Masarykovo náměstí 27, 798 52 Konice
Vypracoval : Ing. Dalibor Macura
Datum : 30.04.2021
Číslo zakázky : ST/2021
Archivní číslo : 208/21

Norma

Norma **EN 1992-1-1/Česko**.

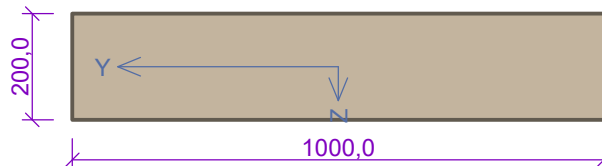
Únosnost betonu - základní kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,500$
Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,150$
Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,200$
Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,000$
Modul pružnosti betonu : $\gamma_{cE} = 1,200$
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: XC2
Délka dílce: 7,27m

Průřez



Materiály

Beton: C 25/30

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 25,0$ MPa
Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,6$ MPa
Modul pružnosti $E_{cm} = 31000$ 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)

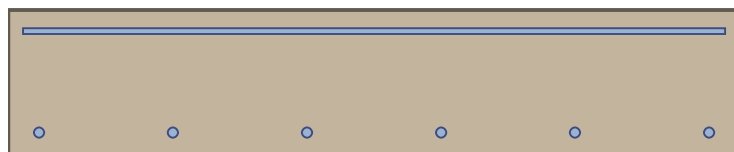
č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 2	0,00	47,60	26,20	1,000

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	35,30	1,000

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
6,667	8	25,0	horní výztuž
6	14	25,0	dolní výztuž



8/150,0-kr.25,0

6x14-kr.25,0

Podélná výztuž - podrobnosti

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	39,0	171,0	8
2	961,0	171,0	8
3	201,7	171,0	8
4	798,3	171,0	8
5	364,4	171,0	8
6	635,6	171,0	8
7	500,0	171,0	6,53197
8	42,0	32,0	14
9	958,0	32,0	14
10	225,2	32,0	14
11	774,8	32,0	14
12	408,4	32,0	14
13	591,6	32,0	14

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

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(0; 25; 10) = 25$ mm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} + \varnothing_s = 25 + 10 + 0 = 35$ mm

1.2 Výsledky**Ideální průřez**

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,452$

Průřezová plocha: $A = 208.10^3$ mm²

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500$ mm; $z_t = 98,79$ mm

Moment setrvačnosti:

$I_y = 705.10^6$ mm⁴; $I_z = 17,5.10^9$ mm⁴

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 1,52.10^6$ mm⁴; $S_{z,s} = 0$ mm⁴

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

$N=0,00$ kN; $M_y=47,60$ kNm; $V_z=26,20$ kN

Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 2**Výpočet imperfekce**

$e_i = l_0 / 400 = 7,27 / 400 = 0,0182$ m

$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 47,6 + 0,0182 \times |0| = 47,6$ kNm

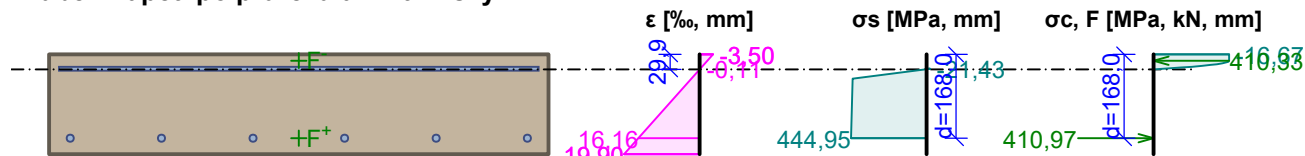
Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 923,6 / (1\,000 \times 168) = 0,0055$

$\rho_s = A_s / A_c = 1\,259 / 200.10^3 = 0,00629$

$$\begin{aligned}\rho_{s,min} &= \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 2,6 / 500; 0,0013) = \max(0,00135; 0,0013) = 0,00135 \\ \rho_{s,t,CSN} &= A_{s,t} / A_c = 923,6 / 200 \cdot 10^3 = 0,00462 \\ \rho_{s,min,CSN} &= \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 500 / 500; 0,0014) = \max(0,0018; 0,0014) = 0,0018 \\ \rho_{s,t} &= 0,0055 \geq \rho_{s,min} = 0,00135 \\ \rho_{s,t,CSN} &= 0,00462 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \quad \square \text{ Vyhovuje} \\ \rho_s &= 0,00629 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \quad \square \text{ Vyhovuje}\end{aligned}$$

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

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰
 Největší deformace v betonu: 19,90 ‰
 Nejmenší deformace ve výztuži: -0,11 ‰
 Největší deformace ve výztuži: 16,16 ‰
 Směr neutrálné osy: 0,00 °
 Výška tlačené části průřezu: $x = 29,9$ mm
 Efektivní výška průřezu: $d = 168,0$ mm

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

$M_{Edy} = 47,60 \leq M_{Rdy} = 63,80$ kNm

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 74,6 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 2

Použit model náhradní příhradoviny

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

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 168)}; 2) = \min(2,091; 2) = 2$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(923,6 / (1\,000 \times 168); 0,02) = \min(0,0055; 0,02) = 0,0055$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 2^{1,5} \times \sqrt{25} = 0,495 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{min}}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 2 \times \sqrt{(100 \times 0,0055 \times 25)}; 0,495) \times 1\,000 \times 168 = 96,58 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 26,2 \text{ kN} \leq V_{Rdc} = 96,58 \text{ kN} \quad \square \text{ Pouze konstrukční smyková výztuž.}$$

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 27,1 %

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

$N=0,00$ kN; $M_y=35,30$ kNm

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

$$e_i = l_0 / 400 = 7,27 / 400 = 0,0182 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 35,3 + 0,0182 \times |0| = 35,3 \text{ kNm}$$

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,452$

Průřezová plocha: $A = 208 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500$ mm; $z_t = 98,79$ mm

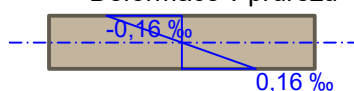
Moment setrvačnosti:

$I_y = 705 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $I_z = 17,5 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

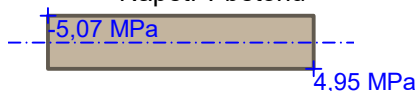
Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 1,52 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

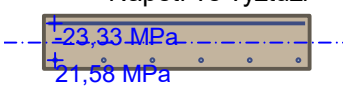
Deformace v průřezu



Napětí v betonu



Napětí ve výztuži

**Průřez s vyloučením tahu v betonu**Průřezová plocha: $A = 46\,897 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

 $y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 161,3 \text{ mm}$

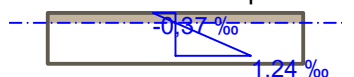
Moment setrvačnosti:

 $I_y = 119 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $I_z = 4,02 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

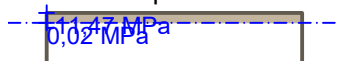
Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

 $S_{y,s} = -77,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

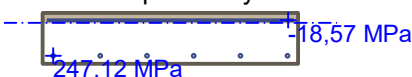
Deformace v průřezu



Napětí v betonu



Napětí ve výztuži



Maximální tlakové napětí v betonu

 $\sigma_c = 11,47 \text{ MPa}$

Prostředí: XC2 □ Posouzení napětí betonu v tlaku není potřeba

Maximální tahové napětí v betonu

 $\sigma_{c,max} = 4,95 \text{ MPa}$

Maximální tlakové napětí ve výztuži

 $\sigma_{s,min} = 18,57 \text{ MPa}$

Maximální tahové napětí ve výztuži

 $\sigma_{s,max} = 247,12 \text{ MPa}$

Omezení tahového napětí ve výztuži

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

Výška tlačené části průřezu

 $h = 38,7 \text{ mm}$

Využití průřezu: 61,8 %

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

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

 $\rho_{s,t} = 0,0055 \geq \rho_{s,min} = 0,00135$ $\rho_{s,t,CSN} = 0,00462 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018$ □ **Vyhovuje** $\rho_s = 0,00629 \leq \rho_{s,max} = 0,04$ □ **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	47,60	63,80	26,20	96,58	74,6	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 74,6 %**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	35,30	11,47	247,12	18,57	61,8	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_3 \times f_{yk}$					400,00			

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 61,8 %**Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE**

Využití: 74,6 %

Interakční diagram

