

stavba: Areál koupaliště ve Vizovicích
SO 01 – Víceúčelový bazén, objekty technologie

stupeň: dokumentace pro provedení stavby

STATICKÝ VÝPOČET

D.1.2 – stavebně konstrukční řešení

1. Předmět řešení :

Předmětem řešeného projektu pro provedení stavby je návrh nosných konstrukcí objektu vrchní a spodní stavby u akumulační jímky a strojovny technologie a základu pod filtry .

2. Podklady :

- (1) Dokumentace pro provedení stavby arch. stavebního řešení v rozpracovanosti
- (2) Dílčí technologické podklady

3. Použité normy :

ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1 – Zatížení stavebních konstrukcí
ČSN EN 1992-1-1 – Navrhování betonových konstrukcí
ČSN EN 1993-1-1 – Navrhování ocelových konstrukcí
ČSN EN 1997-1-1 – Navrhování geotechnických konstrukcí
ČSN EN 206-1 – Beton, specifikace, vlastnosti

4. Uvažovaná zatížení stavebních konstrukcí

Užitná zatížení dle EN 1991-1:

- zatížení sněhem 1,5 kN/m²
- strop – střecha (technologie) 5,0 kN/m²
- základní rychlost větru V_{bo} 25 m/s



Březen, 2019

vypracoval : Ing. Milan Petru

Projekt

Akce : Areál koupaliště ve Vizovicích
Část : Akumulační nádrž+šachta
Vypracoval : Ing. Milan Petrů
Datum : 30.3.2019

Norma

Použita národní příloha pro Česko

1 Protokol zatížení: Plošné zatížení-stropní konstrukce

Stálé zatížení	Charakt. [kN/m ²]	Souč. [–]	Návrh. [kN/m ²]
Ostatní stálé zatížení			
Zámková dlažba 60mm (23,00 × 0,060)	1,38	1,35	1,86
Drcené kamenivo 40mm (18,00 × 0,040)	0,72	1,35	0,97
Cementový potěr (23,00 × 0,050)	1,15	1,35	1,55
PE folie (9,00 × 0,002)	0,02	1,35	0,03
Extrudovaný polystyren (0,40 × 0,050)	0,02	1,35	0,03
ŽB deska (25,00 × 0,250)	6,25	1,35	8,44
Součet: Ostatní stálé zatížení	9,54	1,35	12,88
Součet: Stálé zatížení	9,54	1,35	12,88

Proměnné zatížení	Charakt. [kN/m ²]	Souč. [–]	Návrh. [kN/m ²]
Užitné zatížení			
I-C4 Střechy přístupné (pochůzné), s užíváním podle kategorie C4	5,00	1,50	7,50
Součet: Užitné zatížení	5,00	1,50	7,50
Součet: Proměnné zatížení	5,00	1,50	7,50
Součet zatížení	14,54	1,40	20,38

2 Protokol zatížení: Zatížení sněhem

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-3

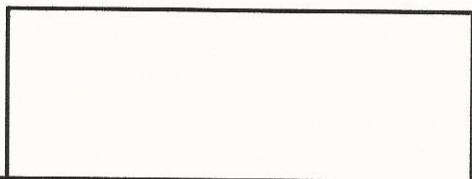
Sněhová oblast: III
Charakteristická hodnota zatížení $s_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$
Typ krajiny: normální
Součinitel expozice $C_e = 1,00$
Tepelný součinitel $C_t = 1,00$
Součinitel zatížení $\gamma_f = 1,50$
Tvar zastřešení: pultová střecha
Sklon střechy $\alpha = 0,0^\circ$
Tvarový součinitel $\mu_1 = 0,80$

Charakteristická hodnota zatížení (v závorce návrhová hodnota)

$s_1 = 1,20 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 1,80 \text{ kN/m}^2 \text{)}$



1,20;(1,80) [kN/m²]



Projekt

Akce : Areál koupaliště ve Vizovicích
Část : Akumulační jímka+šachta
Vypracoval : Ing. Milan Petrů
Datum : 30.3.2019

Norma

Norma **EN 1992-1-1/Česko**.

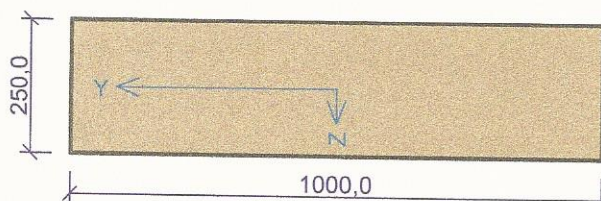
Únosnost betonu - základní kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,500$
Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,150$
Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,200$
Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,000$
Modul pružnosti betonu : $\gamma_{cE} = 1,200$
Tlaková pevnost betonu : $\alpha_{cc} = 1,000$
Minimální stupeň vyztužení desky dle ČSN 73 1201

1 D1

1.1 Vstupní data

Typ prvku: deska
Prostředí: XC2, XA2

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: B500B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa
Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa
Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

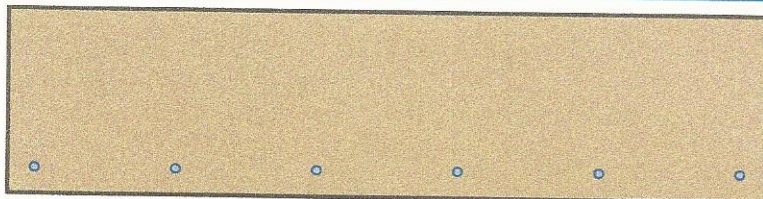
č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	32,10	0,00	36,20	0,00	0,00	1,000

Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]
1	Zat. případ 2	0,00	24,10	0,00

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
6	12	30,0	dolní výztuž



6x12-kr.30,0

Podélná výztuž - podrobnosti

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	36,0	36,0	12
2	964,0	36,0	12
3	221,6	36,0	12
4	778,4	36,0	12
5	407,2	36,0	12
6	592,8	36,0	12

Počátek souřadného systému je v levém dolním rohu obálky průřezu

S tlacenou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$$c_{\min} = \max(c_{\min, b}; c_{\min, \text{dur}}; 10) = \max(12; 20; 10) = 20 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

1.2 Výsledky

Ideální průřez

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

Průřezová plocha: $A = 254 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 123,6 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 1,33 \cdot 10^9 \text{ mm}^4; I_z = 21,2 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = 977 \cdot 10^3 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$

1: **Zat. případ 1** - základní návrhová

$$N=0,00\text{kN}; M_y=32,10\text{kNm}; M_z=0,00\text{kNm}; V_z=36,20\text{kN}; V_y=0,00\text{kN}; T=0,00\text{kNm}$$

Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 678,6 / (1\,000 \times 214) = 0,00317$$

$$\rho_s = A_s / A_c = 678,6 / 250 \cdot 10^3 = 0,00271$$

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

$$\rho_{s,t,CSN} = A_{s,t} / A_c = 678,6 / 250 \cdot 10^3 = 0,00271$$

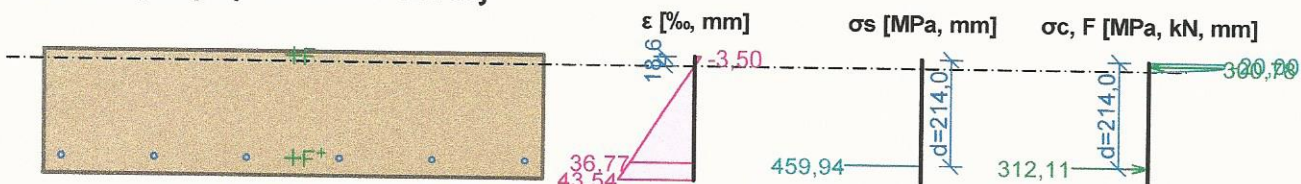
$$\rho_{s,\min,CSN} = \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 500 / 500; 0,0014) = \max(0,0018; 0,0014) = 0,0018$$

$$\rho_{s,t} = 0,00317 \geq \rho_{s,\min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00271 \geq \rho_{s,\min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00271 \leq \rho_{s,\max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 43,54 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: 36,77 ‰

Největší deformace ve výztuži: 36,77 ‰
Směr neutrálné osy: 360,00 °
Výška tlačené části průřezu: $x = 18,6 \text{ mm}$
Efektivní výška průřezu: $d = 214,0 \text{ mm}$

$\xi = 0,09 \leq \xi_{\max} = 0,58 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$M_{Edy} = 32,10 \leq M_{Rdy} = 64,20 \text{ kNm}$

$M_{Edz} = 0,00 \leq M_{Rdz} = 0,00 \text{ kNm}$

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 50,0 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Použit model náhradní příhradoviny

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

$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 214)}; 2) = \min(1,967; 2) = 1,967$

$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(678,6 / (1\,000 \times 214); 0,02) = \min(0,00317; 0,02) = 0,00317$

$v_{\min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,967^{1,5} \times \sqrt{30} = 0,529 \text{ MPa}$

$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times 3\sqrt{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{\min}} \times b_w \times d) = \max(0,12 \times 1,967 \times 3\sqrt{(100 \times 0,00317 \times 30)}; 0,529) \times 1\,000 \times 214 = 113,2 \text{ kN}$

$V_{Ed} = 36,2 \text{ kN} \leq V_{Rdc} = 113,2 \text{ kN} \Rightarrow$ **Pouze konstrukční smyková výztuž.**

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 32,0 %

Podrobné posouzení KROUCENÍ: Zat. případ 1

Průřez není namáhán kroucením.

2: **Zat. případ 2** - kvazistálá

$N=0,00\text{kN}$; $M_y=24,10\text{kNm}$; $M_z=0,00\text{kNm}$

Podrobné posouzení - Omezení šířky trhlin: Zat. případ 2

Ideální průřez

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

Průřezová plocha: $A = 254,10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 123,6 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 1,33,10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 21,2,10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 977,10^3 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$



Průřez s vyloučením tahu v betonu

Průřezová plocha: $A = 42\,555 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 212 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 146,10^6 \text{ mm}^4$; $I_z = 3,62,10^9 \text{ mm}^4$

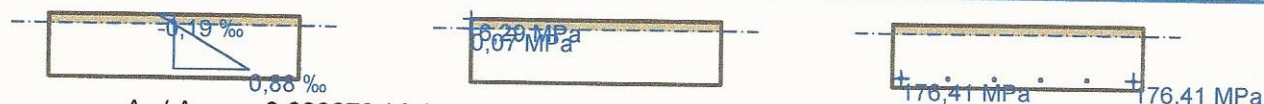
Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = -59,0,10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

Deformace v průřezu

Napětí v betonu

Napětí ve výztuži



$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,000679 / 0,09 = 0,00754$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200.10^3 / 33\,000 = 6,061$$

$$\varepsilon_{s-\varepsilon_{cm}} = \max(0,6 \times \sigma_s / E_s; [\sigma_s - k_t \times f_{ctm} / \rho_{p,eff} \times (1 + \alpha_e \times \rho_{p,eff})] / E_s) = \max(0,6 \times 176,4 / 200.10^3; [176,4 - 0,4 \times 2,9 / 0,00754 \times (1 + 6,061 \times 0,00754)] / 200.10^3) = \max(0,000529; 77,7.10^{-6}) = 0,000529$$

$$k_3 = \min(3,4 \times (25 / c)^{0,667}; 3,4) = \min(3,4 \times (25 / 30)^{0,667}; 3,4) = \min(3,011; 3,4) = 3,011$$

$$s_{r,max} = k_3 \times c + k_1 \times k_2 \times k_4 \times d / \rho_{p,eff} = 3,011 \times 30 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 12 / 0,00754 = 360,9 \text{ mm}$$

$$w = \varepsilon_{s-\varepsilon_{cm}} \times s_{r,max} = 0,000529 \times 360,9 = 0,191 \text{ mm}$$

Maximální povolená šířka trhliny: 0,200mm (Vlastní hodnota)

Výška tlačené části průřezu: $h=38,0\text{mm}$

Využití průřezu: 95,5 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení šířky trhlin Vyhovuje

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = 0,00317 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00271 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00271 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00 0,00	32,10 64,20	0,00 0,00	36,20 113,15	0,00 0,00	50,0	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 50,0 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení šířky trhlin

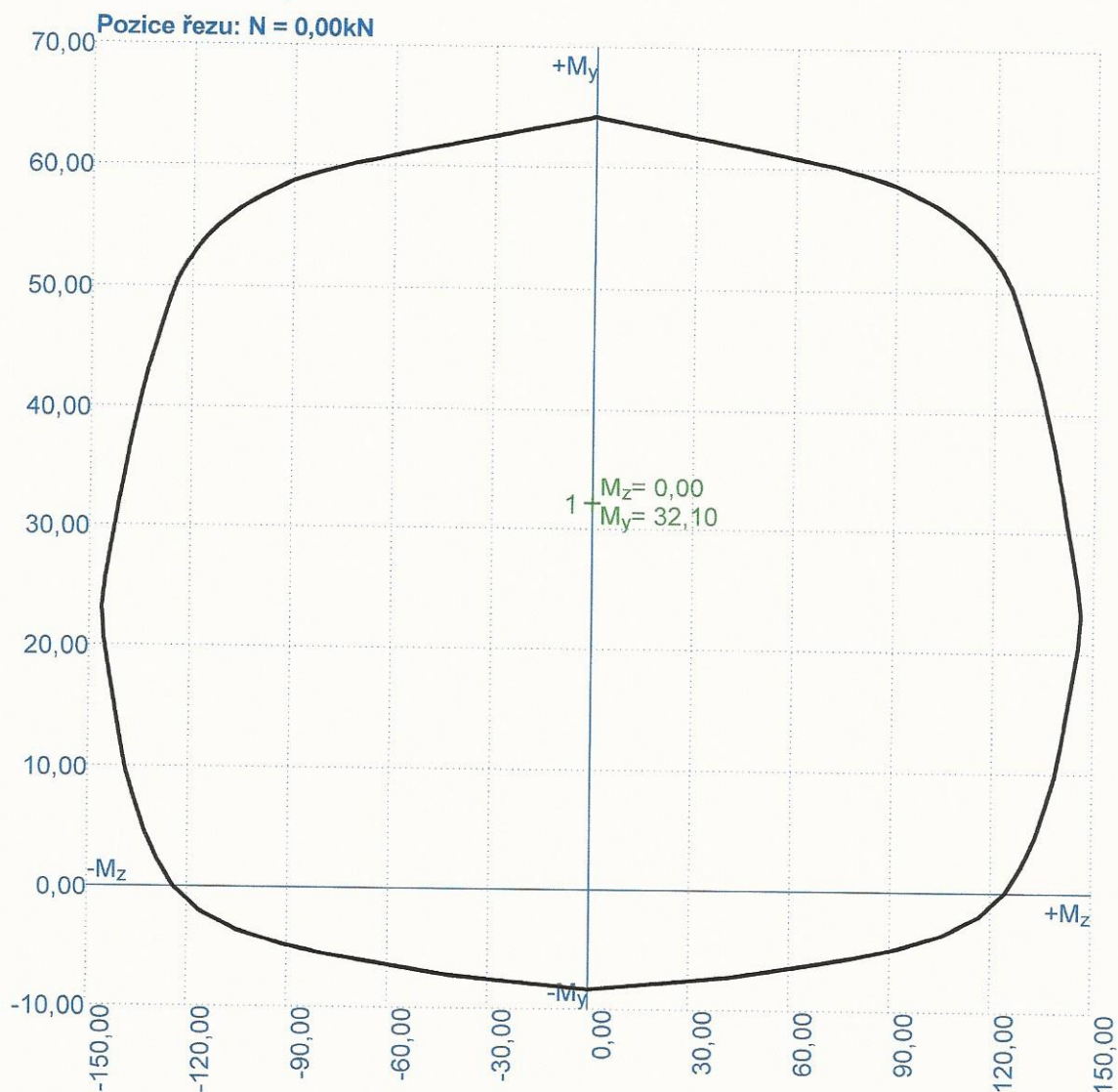
č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 2	0,00	24,10	0,00	529.10^{-6}	0,361	0,191	95,5	Vyhovuje
	Maximální povolená šířka w_{max}						0,200		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 95,5 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 95,5 %

Interakční diagram M_y - M_z

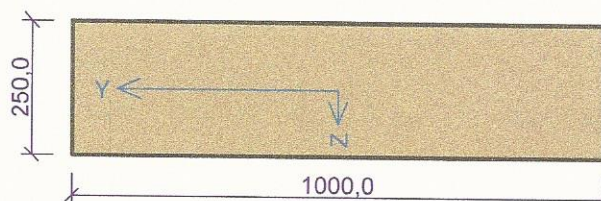


2 D2_zesílená

2.1 Vstupní data

Typ prvku: deska
Prostředí: XC2, XA2

Průřez



Materiály

Beton: C 30/37

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

Ocel podélná: B500B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$
Modul pružnosti $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$
Modul pružnosti $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

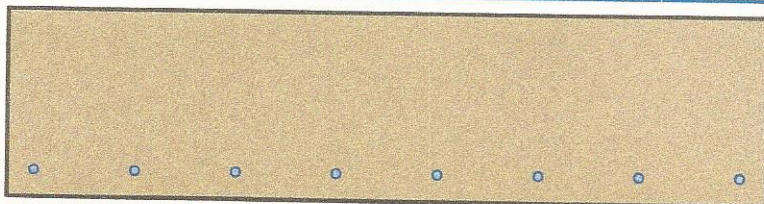
č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	54,60	0,00	61,50	0,00	0,00	1,000

Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]
1	Zat. případ 2	0,00	39,60	0,00

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
8	12	30,0	dolní výztuž



8x12-kr.30,0

Podélná výztuž - podrobnosti

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	36,0	36,0	12
2	964,0	36,0	12
3	168,6	36,0	12
4	831,4	36,0	12
5	301,1	36,0	12
6	698,9	36,0	12
7	433,7	36,0	12
8	566,3	36,0	12

Počátek souřadného systému je v levém dolním rohu obálky průřezu

S tlacenou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(12; 20; 10) = 20 \text{ mm}$

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$

2.2 Výsledky

Ideální průřez

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

Průřezová plocha: $A = 255 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 123,1 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 1,34 \cdot 10^9 \text{ mm}^4; I_z = 21,3 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 1,73 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

1: **Zat. případ 1** - základní návrhová

$N=0,00\text{kN}; M_y=54,60\text{kNm}; M_z=0,00\text{kNm}; V_z=61,50\text{kN}; V_y=0,00\text{kN}; T=0,00\text{kNm}$

Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 904,8 / (1\,000 \times 214) = 0,00423$$

$$\rho_s = A_s / A_c = 904,8 / 250.10^3 = 0,00362$$

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

$$\rho_{s,t,CSN} = A_{s,t} / A_c = 904,8 / 250.10^3 = 0,00362$$

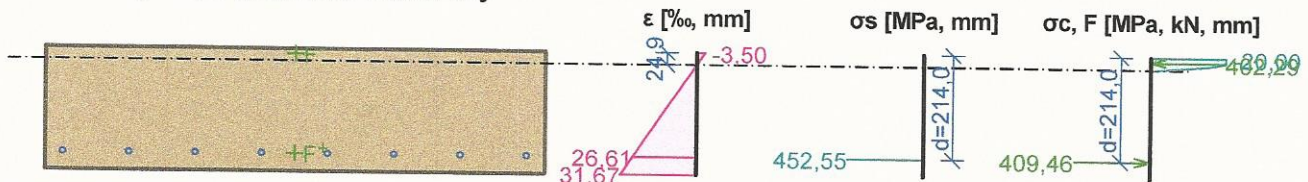
$$\rho_{s,min,CSN} = \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 500 / 500; 0,0014) = \max(0,0018; 0,0014) = 0,0018$$

$$\rho_{s,t} = 0,00423 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00362 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00362 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 31,67 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: 26,61 ‰

Největší deformace ve výztuži: 26,61 ‰

Směr neutrálné osy: 360,00 °

Výška tlačené části průřezu: x = 24,9 mm

Efektivní výška průřezu: d = 214,0 mm

$$\xi = 0,12 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{Edy} = 54,60 \leq M_{Rdy} = 83,23 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = 0,00 \leq M_{Rdz} = 0,00 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 65,6 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Použit model náhradní příhradoviny

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

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 214)}; 2) = \min(1,967; 2) = 1,967$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(904,8 / (1\,000 \times 214); 0,02) = \min(0,00423; 0,02) = 0,00423$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,967^{1,5} \times \sqrt{30} = 0,529 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{100 \times \rho_l \times f_{ck}}; v_{min}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 1,967 \times \sqrt[3]{100 \times 0,00423 \times 30}; 0,529) \times 1\,000 \times 214 = 117,8 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 61,5 \text{ kN} \leq V_{Rdc} = 117,8 \text{ kN} \Rightarrow \text{Pouze konstrukční smyková výztuž.}$$

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 52,2 %

Podrobné posouzení KROUCENÍ: Zat. případ 1

Průřez není namáhán kroucením.

2: Zat. případ 2 - kvazistálá

N=0,00kN; $M_y=39,60\text{kNm}$; $M_z=0,00\text{kNm}$

Podrobné posouzení - Omezení šířky trhlin: Zat. případ 2

Ideální průřez

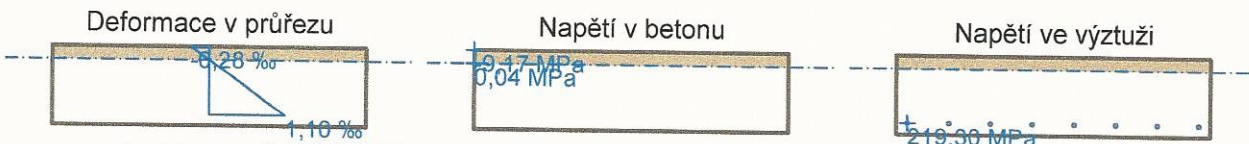
Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 255 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$
 Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):
 $y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 123,1 \text{ mm}$
 Moment setrvačnosti:
 $I_y = 1,34 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 21,3 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$
 Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:
 $S_{y,s} = 1,73 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$



Průřez s vyloučením tahu v betonu

Průřezová plocha: $A = 48\,956 \text{ mm}^2$
 Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):
 $y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 206,7 \text{ mm}$
 Moment setrvačnosti:
 $I_y = 187 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $I_z = 4,13 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$
 Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:
 $S_{y,s} = -73,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$



$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,000905 / 0,09 = 0,0101$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200 \cdot 10^3 / 33\,000 = 6,061$$

$$\varepsilon_s - \varepsilon_{cm} = \max(0,6 \times \sigma_s / E_s; [\sigma_s - k_t \times f_{ctm} / \rho_{p,eff} \times (1 + \alpha_e \times \rho_{p,eff})] / E_s) = \max(0,6 \times 219,3 / 200 \cdot 10^3; [219,3 - 0,4 \times 2,9 / 0,0101 \times (1 + 6,061 \times 0,0101)] / 200 \cdot 10^3) = \max(0,000658; 0,000484) = 0,000658$$

$$k_3 = \min(3,4 \times (25 / c)^{0,667}; 3,4) = \min(3,4 \times (25 / 30)^{0,667}; 3,4) = \min(3,011; 3,4) = 3,011$$

$$s_{r,max} = k_3 \times c + k_1 \times k_2 \times k_4 \times d / \rho_{p,eff} = 3,011 \times 30 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 12 / 0,0101 = 293,2 \text{ mm}$$

$$w = \varepsilon_s - \varepsilon_{cm} \times s_{r,max} = 0,000658 \times 293,2 = 0,193 \text{ mm}$$

Maximální povolená šířka trhliny: 0,200mm (Vlastní hodnota)

Výška tlačené části průřezu: $h = 43,3 \text{ mm}$

Využití průřezu: 96,5 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení šířky trhlin Vyhovuje

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = 0,00423 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00362 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00362 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00 0,00	54,60 83,23	0,00 0,00	61,50 117,79	0,00 0,00	65,6	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 65,6 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 2	0,00	39,60	0,00	$658 \cdot 10^{-6}$	0,293	0,193	96,5	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,200		

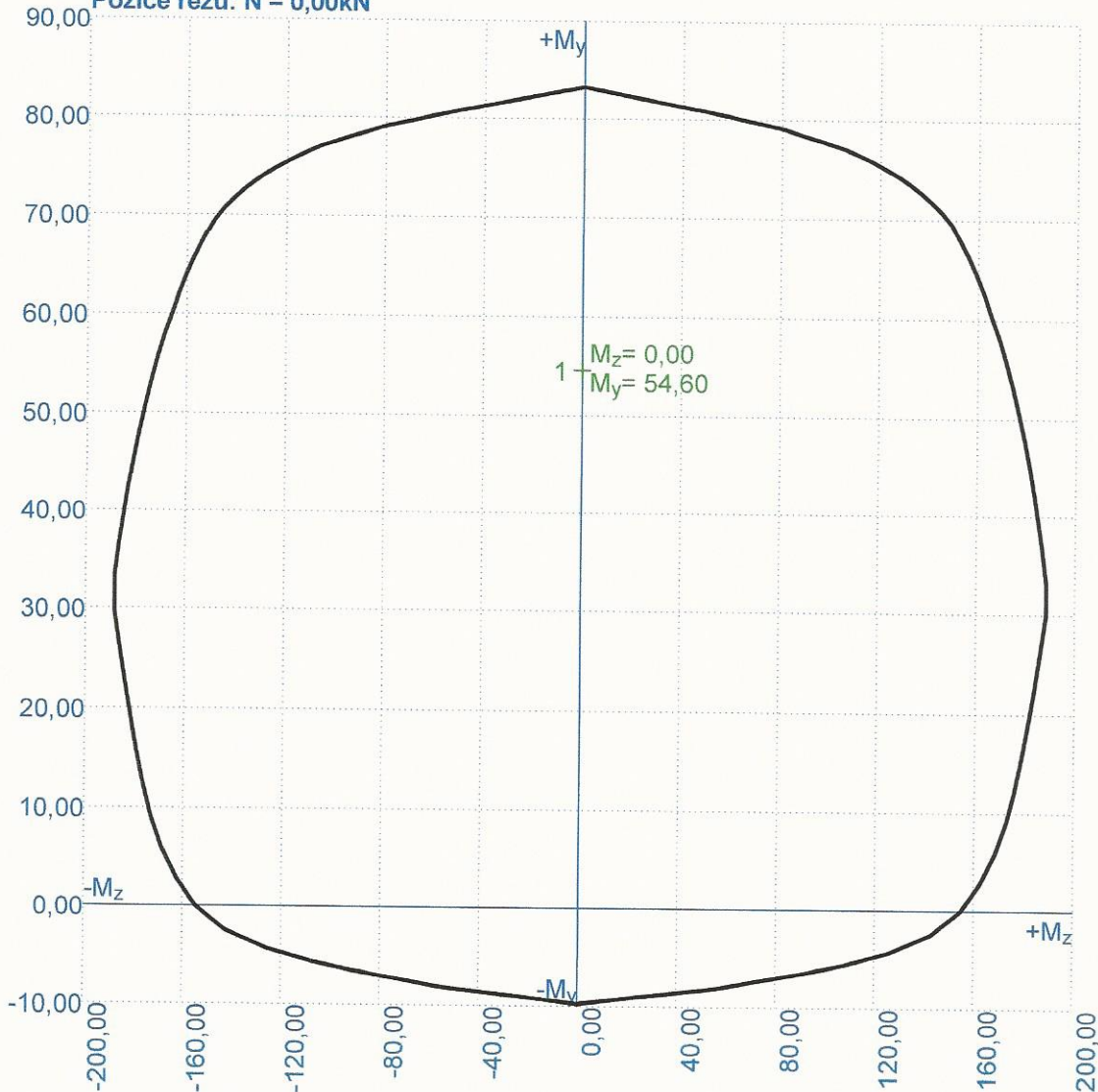
Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 96,5 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 96,5 %

Interakční diagram M_y - M_z

Pozice řezu: $N = 0,00\text{kN}$



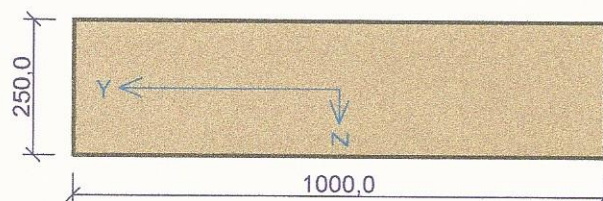
3 DZ1

3.1 Vstupní data

Typ prvku: deska

Prostředí: XC2, XA2

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: B500B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa

Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa

Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

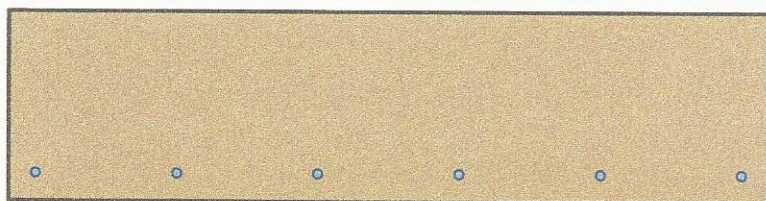
č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	30,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000

Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]
1	Zat. případ 2	0,00	23,50	0,00

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
6	12	30,0	dolní výztuž



6x12-kr.30,0

Podélná výztuž - podrobnosti

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	36,0	36,0	12
2	964,0	36,0	12
3	221,6	36,0	12
4	778,4	36,0	12
5	407,2	36,0	12
6	592,8	36,0	12

Počátek souřadného systému je v levém dolním rohu obálky průřezu

S tlačnou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(12; 20; 10) = 20$ mm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30$ mm

3.2 Výsledky

Ideální průřez

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

Průřezová plocha: $A = 254.10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 123,6 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 1,33.10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 21,2.10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 977.10^3 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

1: **Zat. případ 1** - základní návrhová

$N=0,00\text{kN}$; $M_y=30,50\text{kNm}$; $M_z=0,00\text{kNm}$; $V_z=0,00\text{kN}$; $V_y=0,00\text{kN}$; $T=0,00\text{kNm}$

Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 678,6 / (1000 \times 214) = 0,00317$$

$$\rho_s = A_s / A_c = 678,6 / 250.10^3 = 0,00271$$

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

$$\rho_{s,t,CSN} = A_{s,t} / A_c = 678,6 / 250.10^3 = 0,00271$$

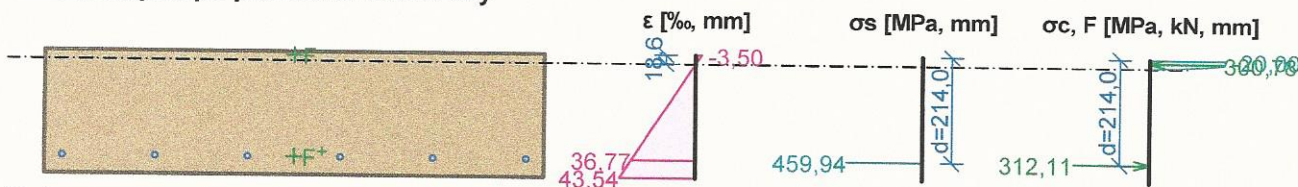
$$\rho_{s,min,CSN} = \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 500 / 500; 0,0014) = \max(0,0018; 0,0014) = 0,0018$$

$$\rho_{s,t} = 0,00317 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00271 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00271 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: $-3,50 \text{ ‰}$

Největší deformace v betonu: $43,54 \text{ ‰}$

Nejmenší deformace ve výztuži: $36,77 \text{ ‰}$

Největší deformace ve výztuži: $36,77 \text{ ‰}$

Směr neutrálné osy: $0,00^\circ$

Výška tlačené části průřezu: $x = 18,6 \text{ mm}$

Efektivní výška průřezu: $d = 214,0 \text{ mm}$

$$\xi = 0,09 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{Edy} = 30,50 \leq M_{Rdy} = 64,20 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = 0,00 \leq M_{Rdz} = 0,00 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: $47,5 \text{ ‰}$

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Průřez není namáhán smykem.

Podrobné posouzení KROUCENÍ: Zat. případ 1

Průřez není namáhán kroucením.

2: **Zat. případ 2** - kvazistálá

$N=0,00\text{kN}$; $M_y=23,50\text{kNm}$; $M_z=0,00\text{kNm}$

Podrobné posouzení - Omezení šířky trhlin: Zat. případ 2

Ideální průřez

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

Průřezová plocha: $A = 254.10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

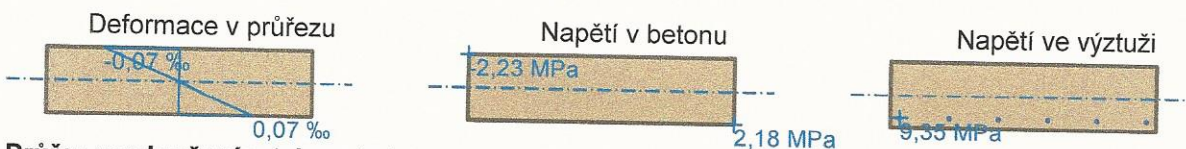
$$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 123,6 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 1,33 \cdot 10^9 \text{ mm}^4; I_z = 21,2 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = 977 \cdot 10^3 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$



Průřez s vyloučením tahu v betonu

Průřezová plocha: $A = 42\,555 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

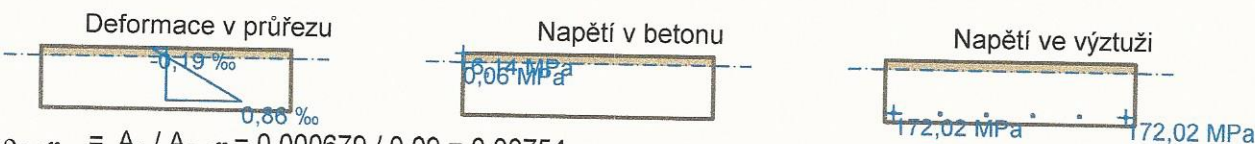
$$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 212 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 146 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; I_z = 3,62 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = -59,0 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$



$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,000679 / 0,09 = 0,00754$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200 \cdot 10^3 / 33\,000 = 6,061$$

$$\varepsilon_s - \varepsilon_{cm} = \max(0,6 \times \sigma_s / E_s; [\sigma_s - k_t \times f_{ctm} / \rho_{p,eff} \times (1 + \alpha_e \times \rho_{p,eff})] / E_s) = \max(0,6 \times 172 / 200 \cdot 10^3; [172 - 0,4 \times 2,9 / 0,00754 \times (1 + 6,061 \times 0,00754)] / 200 \cdot 10^3) = \max(0,000516; 55,7 \cdot 10^{-6}) = 0,000516$$

$$k_3 = \min(3,4 \times (25 / c)^{0,667}; 3,4) = \min(3,4 \times (25 / 30)^{0,667}; 3,4) = \min(3,011; 3,4) = 3,011$$

$$s_{r,max} = k_3 \times c + k_1 \times k_2 \times k_4 \times d / \rho_{p,eff} = 3,011 \times 30 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 12 / 0,00754 = 360,9 \text{ mm}$$

$$w = \varepsilon_s - \varepsilon_{cm} \times s_{r,max} = 0,000516 \times 360,9 = 0,186 \text{ mm}$$

Maximální povolená šířka trhliny: 0,200mm (Vlastní hodnota)

Výška tlačené části průřezu: $h = 38,0 \text{ mm}$

Využití průřezu: 93,1 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení šířky trhlin Vyhovuje

Posouzení min. a max. stupně výztužení

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

$$\rho_{s,t} = 0,00317 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00271 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00271 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00 0,00	30,50 64,20	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	47,5	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 47,5 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení šířky trhlin

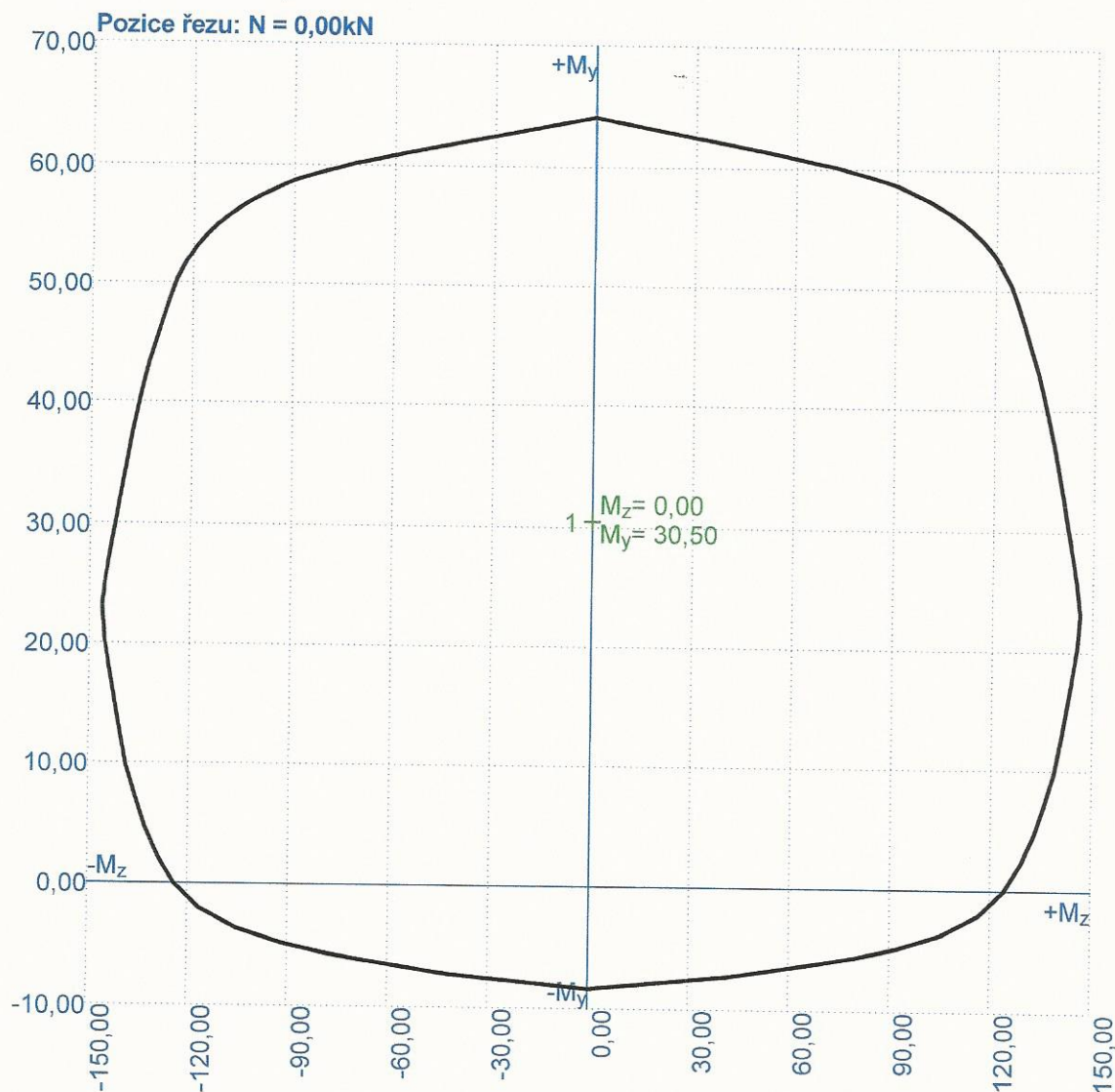
č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 2	0,00	23,50	0,00	$516 \cdot 10^{-6}$	0,361	0,186	93,1	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,200		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 93,1 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 93,1 %

Interakční diagram M_y - M_z



Projekt

Akce : Areál koupaliště ve Vizovicích
Část : Akumulační jímka+šachta
Vypracoval : Ing. Milan Petrů
Datum : 30.3.2019

Norma

Norma **EN 1992-1-1/Česko**.

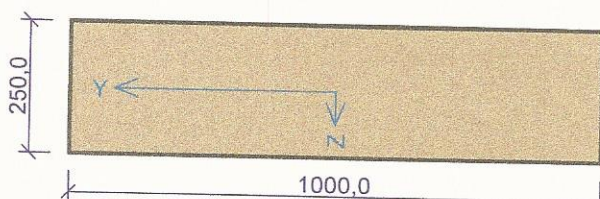
Únosnost betonu - základní kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,500$
 Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,150$
 Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,200$
 Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,000$
 Modul pružnosti betonu : $\gamma_{cE} = 1,200$
 Tlaková pevnost betonu : $\alpha_{cc} = 1,000$
 Minimální stupeň vyztužení desky dle ČSN 73 1201

1 ST1

1.1 Vstupní data

Typ prvku: stěna
Prostředí: XC2, XA2
Délka dílce: 2,30m

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: B500B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa
 Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná: B500

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]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	-60,20	26,70	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000

Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

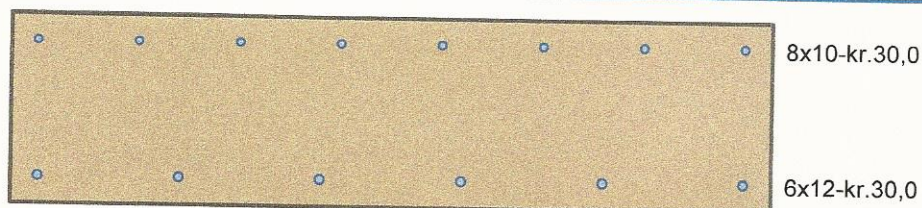
č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]
1	Zat. případ 2	0,00	20,50	0,00

Vzpěr

Délka prvku [m]	Koef. vzpěru [-]	Vzpěrná délka [m]
2,30	1,00	2,30

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
8	10	30,0	horní výztuž
6	12	30,0	dolní výztuž



Podélná výztuž - podrobnosti

Číslo	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	35,0	215,0	10
2	965,0	215,0	10
3	167,9	215,0	10
4	832,1	215,0	10
5	300,7	215,0	10
6	699,3	215,0	10
7	433,6	215,0	10
8	566,4	215,0	10
9	36,0	36,0	10
10	964,0	36,0	12
11	221,6	36,0	12
12	778,4	36,0	12
13	407,2	36,0	12
14	592,8	36,0	12

Počátek souřadného systému je v levém dolním rohu obálky průřezu

S tlacenou výztuží je počítáno.

Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$$c_{\min} = \max(c_{\min,b}; c_{\min,dur}; 10) = \max(12; 20; 10) = 20 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

1.2 Výsledky

Ideální průřez

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

Průřezová plocha: $A = 258 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 124,9 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 1,37 \cdot 10^9 \text{ mm}^4; I_z = 21,6 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = 118 \cdot 10^3 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$

1: **Zat. případ 1** - základní návrhová

$$N = -60,20 \text{ kN}; M_y = 26,70 \rightarrow 27,05 \text{ kNm}; M_z = 0,00 \text{ kNm}; V_z = 0,00 \text{ kN}; V_y = 0,00 \text{ kN}; T = 0,00 \text{ kNm}$$

Podrobné posouzení TLAK A OHYB: Zat. případ 1

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

Výpočet imperfekce

$$e_i = l_0 / 400 = 2,3 / 400 = 0,00575 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 26,7 + 0,00575 \times |-60,2| = 27,05 \text{ kNm}$$

$$M_{0Edz} = 0 \text{ kNm}$$

Součinitel dotvarování:

$$\begin{aligned}
 h_0 &= 2 \times A_c / u = 2 \times 250.10^3 / 2\,500 = 200 \text{ mm} \\
 \alpha_1 &= (35 / f_{cm})^{0,7} = (35 / 38)^{0,7} = 0,944 \\
 \alpha_2 &= (35 / f_{cm})^{0,2} = (35 / 38)^{0,2} = 0,984 \\
 \varphi_{RH} &= [1 + (1 - RH / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{h_0}) \times \alpha_1] \times \alpha_2 = [1 + (1 - 50 / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{200}) \times 0,944] \times 0,984 = 1,778 \\
 \beta(f_{cm}) &= 16,8.10^6 / \sqrt{f_{cm}} = 16,8.10^6 / \sqrt{38} = 2,725 \\
 \beta(t_0) &= 1 / (0,1 + t_0^{0,2}) = 1 / (0,1 + 28,00^{0,2}) = 0,488 \\
 \varphi_0 &= \varphi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) = 1,778 \times 2,725 \times 0,488 = 2,366 \\
 \alpha_3 &= (35 / f_{cm})^{0,5} = (35 / 38)^{0,5} = 0,96 \\
 \beta_H &= \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times RH)^{18}] \times h_0 + 250 \times \alpha_3; 1\,500 \times \alpha_3) = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times 50)^{18}] \times 200 + 250 \times 0,96; 1\,500 \times 0,96) = \min(540; 1\,440) = 540 \\
 \beta(t/t_0) &= [(t - t_0) / (\beta_H + t - t_0)]^{0,3} = [(29\,200 - 28,00) / (540 + 29\,200 - 28,00)]^{0,3} = 0,995 \\
 \varphi &= \varphi_0 \times \beta(t/t_0) = 2,366 \times 0,995 = \mathbf{2,353}
 \end{aligned}$$

Vzpěr

Pro výpočet vlivu vzpěru použita metoda založená na jmenovité křivosti.

Štíhlost kolmo k ose y:

$$\begin{aligned}
 i_y &= \sqrt{I_{cy} / A_c} = \sqrt{0,0013 / 0,25} = 0,0722 \text{ m} \\
 \lambda_y &= L_{0y} / i_y = 2,3 / 0,0722 = 31,87
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n &= |N_{Ed}| / (A_c \times f_{cd}) = |-60,2| / (0,25 \times 20) = 0,012 \\
 \varphi_{ef} &= \varphi \times 1 = 2,353 \times 1 = 2,353 \\
 A &= 1 / (1 + 0,2 \times \varphi_{ef}) = 1 / (1 + 0,2 \times 2,353) = 0,68 \\
 \omega &= A_s \times f_{yd} / (A_c \times f_{cd}) = 0,00131 \times 434,8 / (0,25 \times 20) = 0,114 \\
 B &= \sqrt{1 + 2 \times \omega} = \sqrt{1 + 2 \times 0,114} = 1,108 \\
 C &= 1,7 - r_m = 1,7 - 1 = 0,7
 \end{aligned}$$

$$n < 0,41 \quad (0,012 < 0,41) \Rightarrow$$

$$\lambda_{lim} = \min(20 \times A \times B \times C / \sqrt{n}; 75) = \min(20 \times 0,68 \times 1,108 \times 0,7 / \sqrt{0,012}; 75) = \min(96,11; 75) = \mathbf{75}$$

Směr y: $\lambda_y < \lambda_{lim} \Rightarrow$ Výpočet vzpěru není potřeba

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková vyztuž):

$$\rho_s = A_s / A_c = 1\,307 / 250.10^3 = 0,00523$$

$$\rho_s = A_s / A_c = 1\,307 / 250.10^3 = 0,00523$$

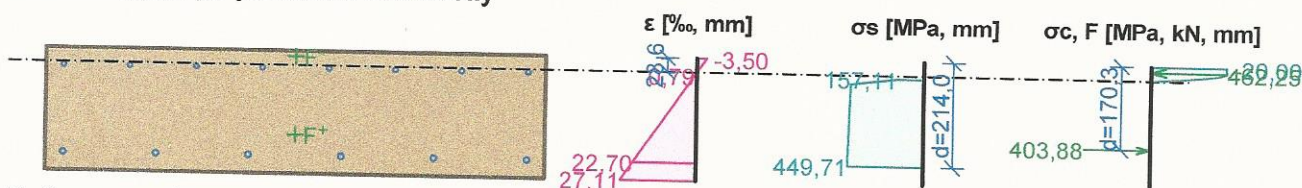
$$\rho_{s,min} = 0,002$$

$$\rho_s = 0,00523 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00523 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Minimální plocha vodorovné vyztuže: $A_{sh,min} = 326,7 \text{ mm}^2$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

$$\begin{aligned}
 \text{Nejmenší deformace v betonu:} & -3,50 \text{ ‰} \\
 \text{Největší deformace v betonu:} & 27,11 \text{ ‰} \\
 \text{Nejmenší deformace ve vyztuži:} & 0,79 \text{ ‰} \\
 \text{Největší deformace ve vyztuži:} & 22,70 \text{ ‰} \\
 \text{Směr neutrálné osy:} & 360,00^\circ
 \end{aligned}$$

$$N_{Ed} = -60,20 \text{ kN} \leq N_{Rd} = -5522,76 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = 26,70 \rightarrow 27,05 \leq M_{Rdy} = 70,73 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = 0,00 \leq M_{Rdz} = 0,00 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na tlak a ohyb Vyhovuje

Využití: 38,3 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Průřez není namáhán smykem.

Podrobné posouzení KROUCENÍ: Zat. případ 1

Průřez není namáhán kroucením.

2: Zat. případ 2 - kvazistálá

$N=0,00\text{kN}$; $M_y=20,50\text{kNm}$; $M_z=0,00\text{kNm}$

Podrobné posouzení - Omezení šířky trhlin: Zat. případ 2

Výpočet imperfekce

$$e_i = l_0 / 400 = 2,3 / 400 = 0,00575 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| = 20,5 + 0,00575 \times |0| = 20,5 \text{ kNm}$$

$$M_{0Edz} = 0 \text{ kNm}$$

Ideální průřez

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

Průřezová plocha: $A = 258.10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 124,9 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 1,37.10^9 \text{ mm}^4; I_z = 21,6.10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = 118.10^3 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$



Průřez s vyloučením tahu v betonu

Průřezová plocha: $A = 46\,008 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

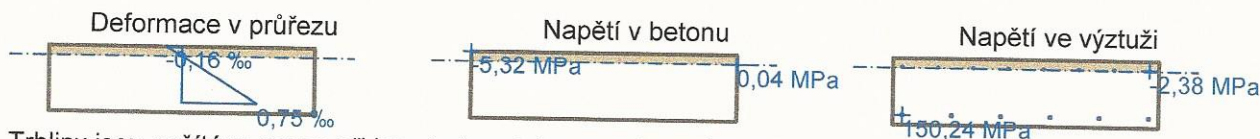
$$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 212,2 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 146.10^6 \text{ mm}^4; I_z = 3,94.10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = -114.10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$



Trhliny jsou počítány pouze při horním/spodním povrchu průřezu.

$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,000679 / 0,09 = 0,00754$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200.10^3 / 33\,000 = 6,061$$

$$\varepsilon_s - \varepsilon_{cm} = \max(0,6 \times \sigma_s / E_s; [\sigma_s - k_t \times f_{ctm} / \rho_{p,eff} \times (1 + \alpha_e \times \rho_{p,eff})] / E_s) = \max(0,6 \times 150,2 / 200.10^3; [150,2 - 0,4 \times 2,9 / 0,00754 \times (1 + 6,061 \times 0,00754)] / 200.10^3) = \max(0,000451; -53,2.10^{-6}) = 0,000451$$

$$k_3 = \min(3,4 \times (25 / c)^{0,667}; 3,4) = \min(3,4 \times (25 / 30)^{0,667}; 3,4) = \min(3,011; 3,4) = 3,011$$

$$s_{r,max} = k_3 \times c + k_1 \times k_2 \times k_4 \times d / \rho_{p,eff} = 3,011 \times 30 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 12 / 0,00754 = 360,9 \text{ mm}$$

$$w = \varepsilon_s - \varepsilon_{cm} \times s_{r,max} = 0,000451 \times 360,9 = 0,163 \text{ mm}$$

Maximální povolená šířka trhliny: 0,200mm (Vlastní hodnota)

Výška tlačené části průřezu: $h=37,8\text{mm}$

Využití průřezu: 81,3 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení šířky trhlin Vyhovuje

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,00523 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00523 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,min} = 326,7 \text{ mm}^2$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	-60,20 -5522,76	26,70 → 27,05 70,73	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	38,3	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 38,3 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení šířky trhlin

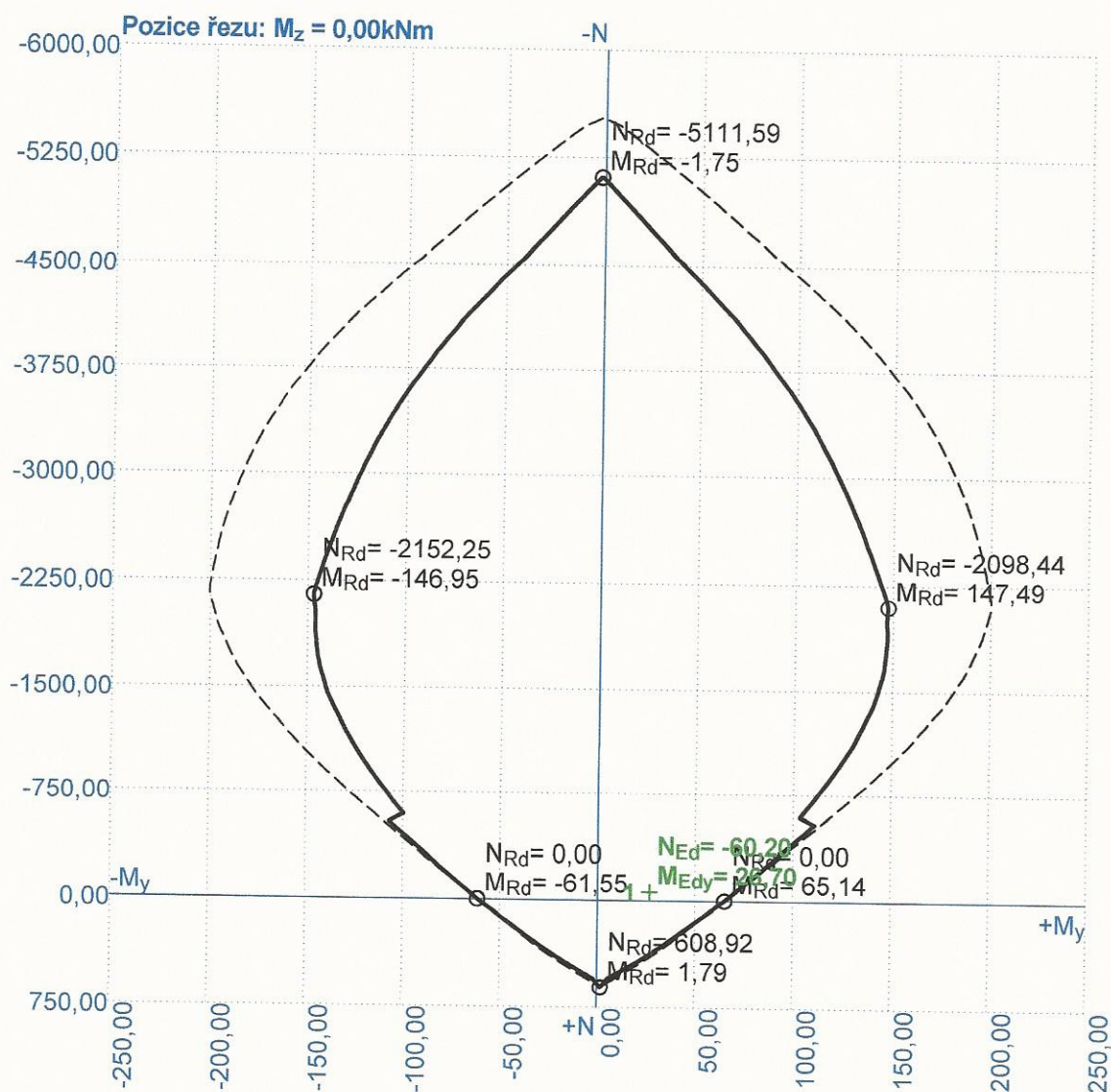
č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 2	0,00	20,50	0,00	451.10 ⁻⁶	0,361	0,163	81,3	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,200		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 81,3 %

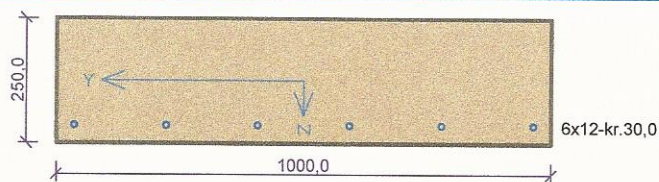
Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 81,3 %

Interakční diagram N-M_y



D1



Typ prvku: deska
Prostředí: XC2, XA2

Beton: C 30/37

$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

Posouzení min. a max. stupně výztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00317 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00271 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

$\rho_s = 0,00271 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00 0,00	32,10 64,20	0,00 0,00	36,20 113,15	0,00 0,00	50,0	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 50,0 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 2	0,00	24,10	0,00	$529 \cdot 10^{-6}$	0,361	0,191 0,200	95,5	Vyhovuje

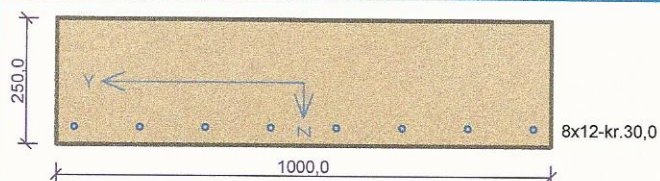
Maximální povolená šířka w_{max}

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 95,5 %

Využití: 95,5 %

95,5 % VYHOVUJE

D2_zesílená



Typ prvku: deska
Prostředí: XC2, XA2

Beton: C 30/37

$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

Posouzení min. a max. stupně výztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00423 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00362 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00362 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00 0,00	54,60 83,23	0,00 0,00	61,50 117,79	0,00 0,00	65,6	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE - 65,6 %**

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení šířky trhlin

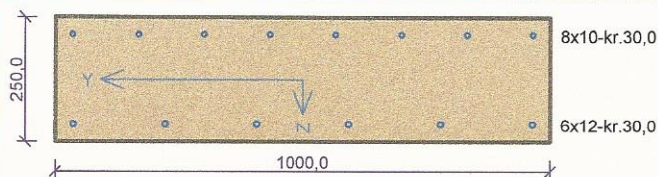
č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 2	0,00	39,60	0,00	$658 \cdot 10^{-6}$	0,293	0,193	96,5	Vyhovuje
	Maximální povolená šířka w_{max}						0,200		

Mezní stav použitelnosti **VYHOVUJE - 96,5 %**

Využití: 96,5 %

96,5 % VYHOVUJE

ST1



Typ prvku: stěna
Prostředí: XC2, XA2

Beton: C 30/37

$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěrná délka kolmo na osu Y: $l_{ef,y} = 2,30 \times 1,00 = 2,30 \text{ m}$

Vybočení kolmo k ose Z je bráněno

S tlačnou výztuží je počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

Posouzení min. a max. stupně výztužení

Stěna (celková výztuž):

$\rho_s = 0,00523 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00523 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,min} = 326,7 \text{ mm}^2$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	-60,20 -5522,76	26,70 → 27,05 70,73	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	38,3	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE - 38,3 %**

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení šířky trhlin

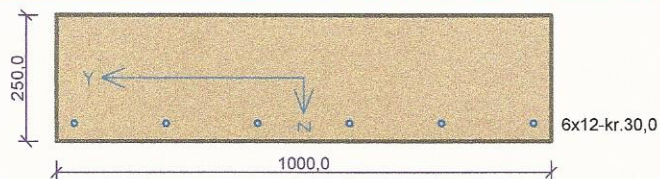
č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 2	0,00	20,50	0,00	$451 \cdot 10^{-6}$	0,361	0,163	81,3	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,200		

Mezní stav použitelnosti **VYHOVUJE - 81,3 %**

Využití: 81,3 %

81,3 % VYHOVUJE

DZ1



Typ prvku: deska
Prostředí: XC2, XA2

Beton: C 30/37

$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

Posouzení min. a max. stupně výztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00317 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00271 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00271 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00 0,00	30,50 64,20	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	47,5	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE - 47,5 %**

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 2	0,00	23,50	0,00	$516 \cdot 10^{-6}$	0,361	0,186	93,1	Vyhovuje
	Maximální povolená šířka w_{max}						0,200		

Mezní stav použitelnosti **VYHOVUJE - 93,1 %**

Využití: 93,1 %

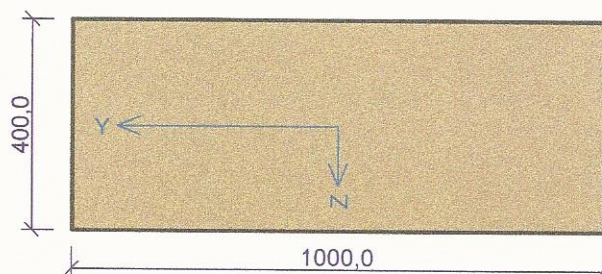
93,1 % VYHOVUJE

1 DZ1

1.1 Vstupní data

Typ prvku: deska
Prostředí: XC2, XA1

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: B500B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa

Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa

Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

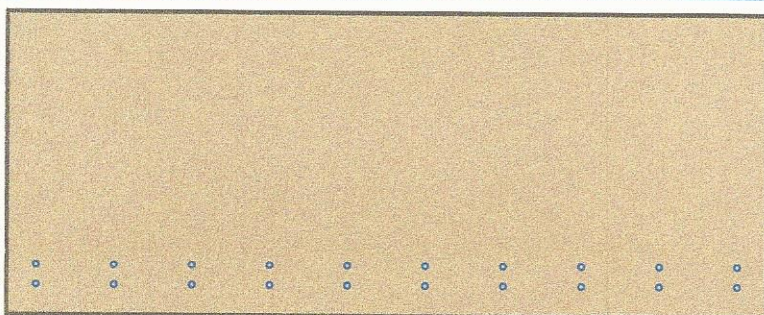
č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	56,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000

Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]
1	Zat. případ 2	0,00	46,00	0,00

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	8	35,0	dolní výztuž
10	8	61,0	dolní výztuž



10x8-kr.61,0
10x8-kr.35,0

S tlačnou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(8; 25; 10) = 25$ mm

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

1.2 Výsledky

Ideální průřez

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

Průřezová plocha: $A = 406.10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 197,6 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 5,47.10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 33,9.10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 2,37.10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

1: **Zat. případ 1** - základní návrhová

$N=0,00\text{kN}$; $M_y=56,00\text{kNm}$; $M_z=0,00\text{kNm}$; $V_z=0,00\text{kN}$; $V_y=0,00\text{kN}$; $T=0,00\text{kNm}$

Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 1\,005 / (1\,000 \times 348) = 0,00289$

$\rho_s = A_s / A_c = 1\,005 / 400.10^3 = 0,00251$

$\rho_{s,min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 2,6 / 500; 0,0013) = \max(0,00135; 0,0013) = 0,00135$

$\rho_{s,t,CSN} = A_{s,t} / A_c = 1\,005 / 400.10^3 = 0,00251$

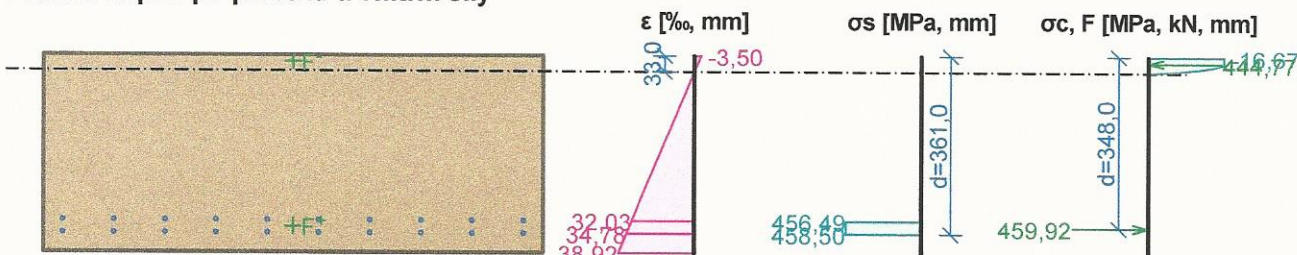
$\rho_{s,min,CSN} = \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 500 / 500; 0,0014) = \max(0,0018; 0,0014) = 0,0018$

$\rho_{s,t} = 0,00289 \geq \rho_{s,min} = 0,00135$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00251 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

$\rho_s = 0,00251 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: $-3,50 \text{ ‰}$

Největší deformace v betonu: $38,92 \text{ ‰}$

Nejmenší deformace ve výztuži: $32,03 \text{ ‰}$

Největší deformace ve výztuži: $34,78 \text{ ‰}$

Směr neutrální osy: $0,00^\circ$

Výška tlačené části průřezu: $x = 33,0 \text{ mm}$

Efektivní výška průřezu: $d = 361,0 \text{ mm}$

$\xi = 0,09 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

$M_{Edy} = 56,00 \leq M_{Rdy} = 153,35 \text{ kNm}$

$M_{Edz} = 0,00 \leq M_{Rdz} = 0,00 \text{ kNm}$

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: $36,5 \text{ ‰}$

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Průřez není namáhán smykem.

Podrobné posouzení KROUCENÍ: Zat. případ 1

Průřez není namáhán kroucením.

2: **Zat. případ 2** - kvazistálá

$N=0,00\text{kN}$; $M_y=46,00\text{kNm}$; $M_z=0,00\text{kNm}$

Podrobné posouzení - Omezení šířky trhlin: Zat. případ 2

Ideální průřez

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

Průřezová plocha: $A = 406 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

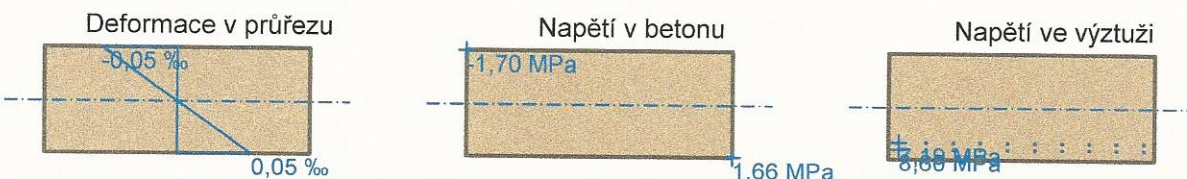
$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 197,6 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 5,47 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 33,9 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 2,37 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$



Průřez s vyloučením tahu v betonu

Průřezová plocha: $A = 68 \cdot 135 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

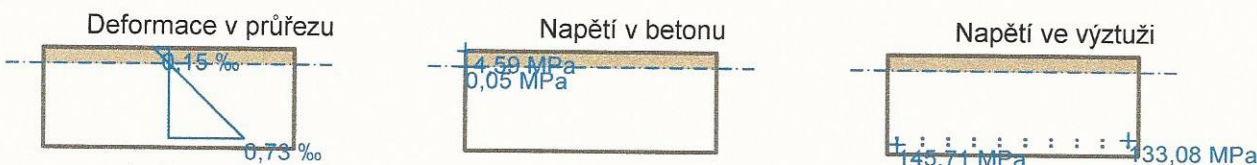
$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 339 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 611 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $I_z = 5,70 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = -140 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$



$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,00101 / 0,13 = 0,00773$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200 \cdot 10^3 / 31 \cdot 000 = 6,452$$

$$\epsilon_s - \epsilon_{cm} = \max(0,6 \times \sigma_s / E_s; [\sigma_s - k_t \times f_{ctm} / \rho_{p,eff} \times (1 + \alpha_e \times \rho_{p,eff})] / E_s) = \max(0,6 \times 139,4 / 200 \cdot 10^3; [139,4 - 0,4 \times 2,6 / 0,00773 \times (1 + 6,452 \times 0,00773)] / 200 \cdot 10^3) = \max(0,000418; -9,00 \cdot 10^{-6}) = 0,000418$$

$$k_3 = \min(3,4 \times (25 / c)^{0,667}; 3,4) = \min(3,4 \times (25 / 35)^{0,667}; 3,4) = \min(2,717; 3,4) = 2,717$$

$$s_{r,max} = k_3 \times c + k_1 \times k_2 \times k_4 \times d / \rho_{p,eff} = 2,717 \times 35 + 0,8 \times 0,5 \times 0,425 \times 8 / 0,00773 = 271 \text{ mm}$$

$$w = \epsilon_s - \epsilon_{cm} \times s_{r,max} = 0,000418 \times 271 = 0,113 \text{ mm}$$

Maximální povolená šířka trhliny: 0,200mm (Vlastní hodnota)

Výška tlačené části průřezu: $h = 61,0 \text{ mm}$

Využití průřezu: 56,7 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení šířky trhlin Vyhovuje

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$$\rho_{s,t} = 0,00289 \geq \rho_{s,min} = 0,00135$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00251 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00251 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00 0,00	56,00 153,35	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	36,5	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 36,5 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 2	0,00	46,00	0,00	$418 \cdot 10^{-6}$	0,271	0,113	56,7	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,200		

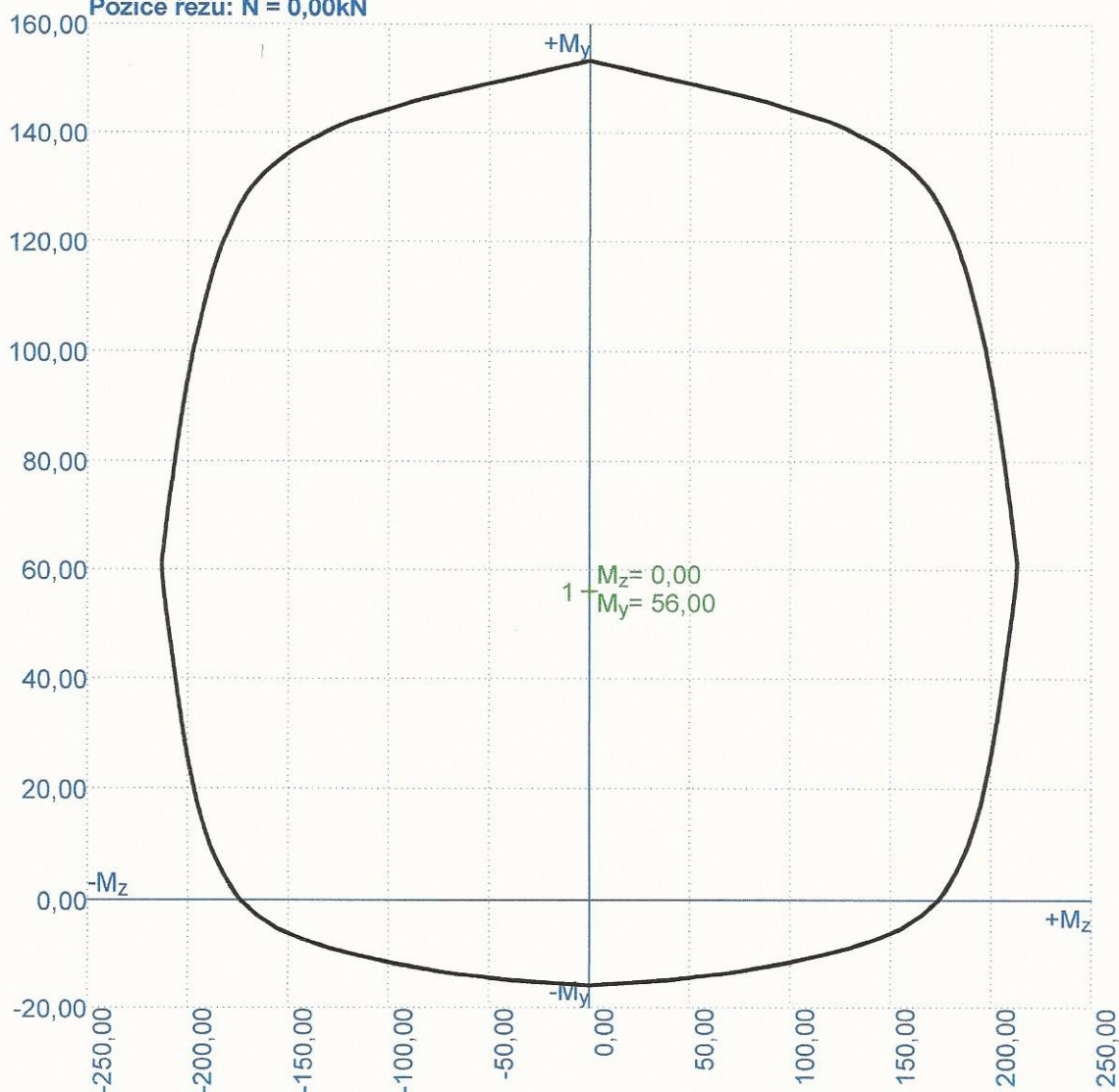
Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 56,7 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

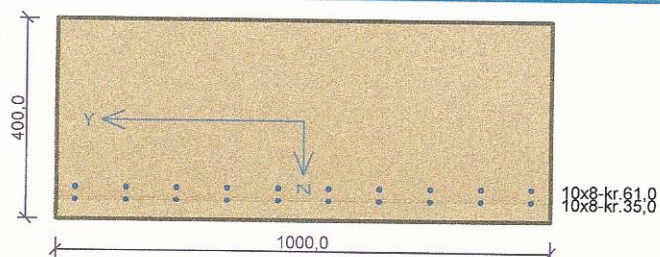
Využití: 56,7 %

Interakční diagram M_y - M_z

Pozice řezu: $N = 0,00\text{kN}$



DZ1



Typ prvku: deska
Prostředí: XC2, XA1

Beton: C 25/30

$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 31000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00289 \geq \rho_{s,min} = 0,00135$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00251 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

$\rho_s = 0,00251 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00 0,00	56,00 153,35	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	36,5	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE** - 36,5 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 2	0,00	46,00	0,00	$418 \cdot 10^{-6}$	0,271	0,113 0,200	56,7	Vyhovuje

Maximální povolená šířka w_{max}

Mezní stav použitelnosti **VYHOVUJE** - 56,7 %

Využití: 56,7 %

56,7 % VYHOVUJE