

# 1 Dimenzace - Ing. Jiří Novotný

## Součinitele výpočtu

Uvažovány dle normy ČSN EN 1992-1-1.

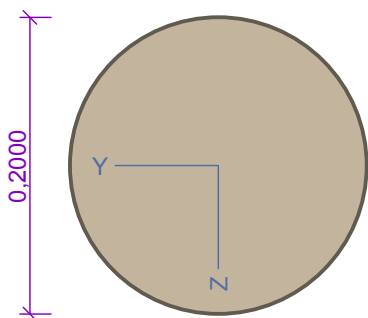
Součinitel spolehlivosti betonu	$\gamma_C = 1,5$ [-]
Součinitel spolehlivosti oceli	$\gamma_S = 1,15$ [-]
Součinitel tlakové pevnosti betonu	$\alpha_{cc} = 1$ [-]
Součinitel spolehlivosti modulu pružnosti betonu	$\gamma_{CE} = 1,2$ [-]

## 2 Sloup A7

### 2.1 Vstupní data

Typ prvku: sloup  
 Prostředí: X0 - bez nebezpečí koroze  
 Požadovaná třída betonu: C12/15

#### Průřez



#### Materiály

##### Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30,0$ MPa
Pevnost v tahu	$f_{ct} = 2,9$ MPa
Modul pružnosti	$E_{cm} = 32000,0$ MPa

##### Ocel podélná : B500

Mez kluzu	$f_{yk} = 500,0$ MPa
Pevnost v tlaku	$f_{tk} = 500,0$ MPa
Modul pružnosti	$E = 200000,0$ MPa

##### Ocel příčná : B500

Mez kluzu	$f_{yk} = 500,0$ MPa
Pevnost v tlaku	$f_{tk} = 500,0$ MPa
Modul pružnosti	$E = 200000,0$ MPa

#### Vnitřní síly - základní (MSU)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{Edz}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	-345,55	0,00	-4,90	1,000
2	Zat. případ 1	-269,03	0,00	5,07	1,000

#### Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]
1	Zat. případ 1 MSP	-150,00	10,00

#### Vzpěr

Délka prvku [m]	Koef. vzpěru [-]	Vzpěrná délka [m]
3,00	0,50	1,50

#### Vyztužení průřezu

Kruh: 6ks × profil 16,0, krytí 26,0 mm

#### Vyztužení průřezu - podrobnosti

Číslo	Y [m]	Z [m]	Profil [mm]
1	0,000	0,066	16,0
2	-0,057	0,033	16,0

Číslo	Y [m]	Z [m]	Profil [mm]
3	-0,057	-0,033	16,0
4	0,000	-0,066	16,0
5	0,057	-0,033	16,0
6	0,057	0,033	16,0

S tlačnou výztuží není počítáno.

### Smyková výztuž

#### Třmínky

Profil: 6,0 mm; Vzdálenost: 0,20 m; Střihy: 2

#### Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

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

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

## 2.2 Výsledky

### Posouzení min. a max. plochy výztuže

Sloup (celková výztuž):

$$A_{s,\min} = 79,5\text{mm}^2 \leq A_s = 1206,4\text{mm}^2 \leq A_{s,\max} = 1255,6\text{mm}^2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

### Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

### Stupeň vyztužení smykovou výztuží

Minimální průměr třmínků  $d = 6,0\text{ mm} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Maximální vzdálenost třmínků  $s_{cl,\max} = 0,20\text{ m} \Rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$

### Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Rdz}$ [kN]	$M_{0Edy}$ [kNm]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Rdy}$ [kNm]	Posouzení
1	Zat. případ 1	-345,55	-488,65	0,00	0,00	-4,90	-8,37	-13,83	Vyhovuje
2	Zat. případ 1	-269,03	-504,48	0,00	0,00	5,07	7,58	15,99	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti (ohyb, smyk) VYHOVUJE

### Posouzení mezního stavu použitelnosti

č.	Název	$\sigma_c$ [MPa]	$\sigma_r$ [MPa]	Posouzení
1	Zat. případ 1 MSP	14,90	19,37	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 f_{ck} / k_3 f_{yk}$		18,00	400,00	

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE

### Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití průřezu: 70,7 %

### Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1

#### Součinitel dotvarování:

$$h_0 = 2 \times A_c / u = 2 \times 31\,390 / 628,2 = 99,94\text{mm}$$

$$\alpha_1 = (35 / f_{cm})^{0,7} = (35 / 38)^{0,7} = 0,944$$

$$\varphi_{RH} = [1 + (1 - RH / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{h_0}) \times \alpha_1] \times \alpha_1 = [1 + (1 - 50 / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{99,94}) \times 0,944] \times 0,984 = 1,984$$

$$\begin{aligned} \beta(f_{cm}) &= 1,68 \cdot 10^7 / \sqrt{f_{cm}} = 1,68 \cdot 10^7 / \sqrt{38} = 2,725 \\ \beta(t_0) &= 1 / (0,1 + 5\sqrt{t_0}) = 1 / (0,1 + 5\sqrt{28}) = 0,488 \\ \varphi_0 &= \varphi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) = 1,984 \times 2,725 \times 0,488 = 2,641 \\ \beta_H &= \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times RH)^{18}] \times h_0 + 250 \times \alpha_1; 1\,500 \times \alpha_1) = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times 50)^{18}] \times 99,94 + 250 \times 0,96; 1\,500 \times 0,96) = 389,9 \\ \beta(t/t_0) &= [(t - t_0) / (\beta_H + t - t_0)]^{0,3} = [(25\,550 - 28) / (389,9 + 25\,550 - 28)]^{0,3} = 0,995 \\ \varphi &= \varphi_0 \times \beta(t/t_0) = 2,641 \times 0,995 = \mathbf{2,629} \end{aligned}$$

**Vzpěr**

Pro výpočet vlivu vzpěru použita metoda založená na jmenovité tuhosti.

**Štíhlost kolmo k ose y:**

$$\begin{aligned} i_y &= \sqrt{I_y / A} = \sqrt{(9,17 \cdot 10^{-5} / 0,0375)} = 0,0495\text{m} \\ \lambda_y &= L_{0y} / i_y = 1,5 / 0,0495 = 30,33 \end{aligned}$$

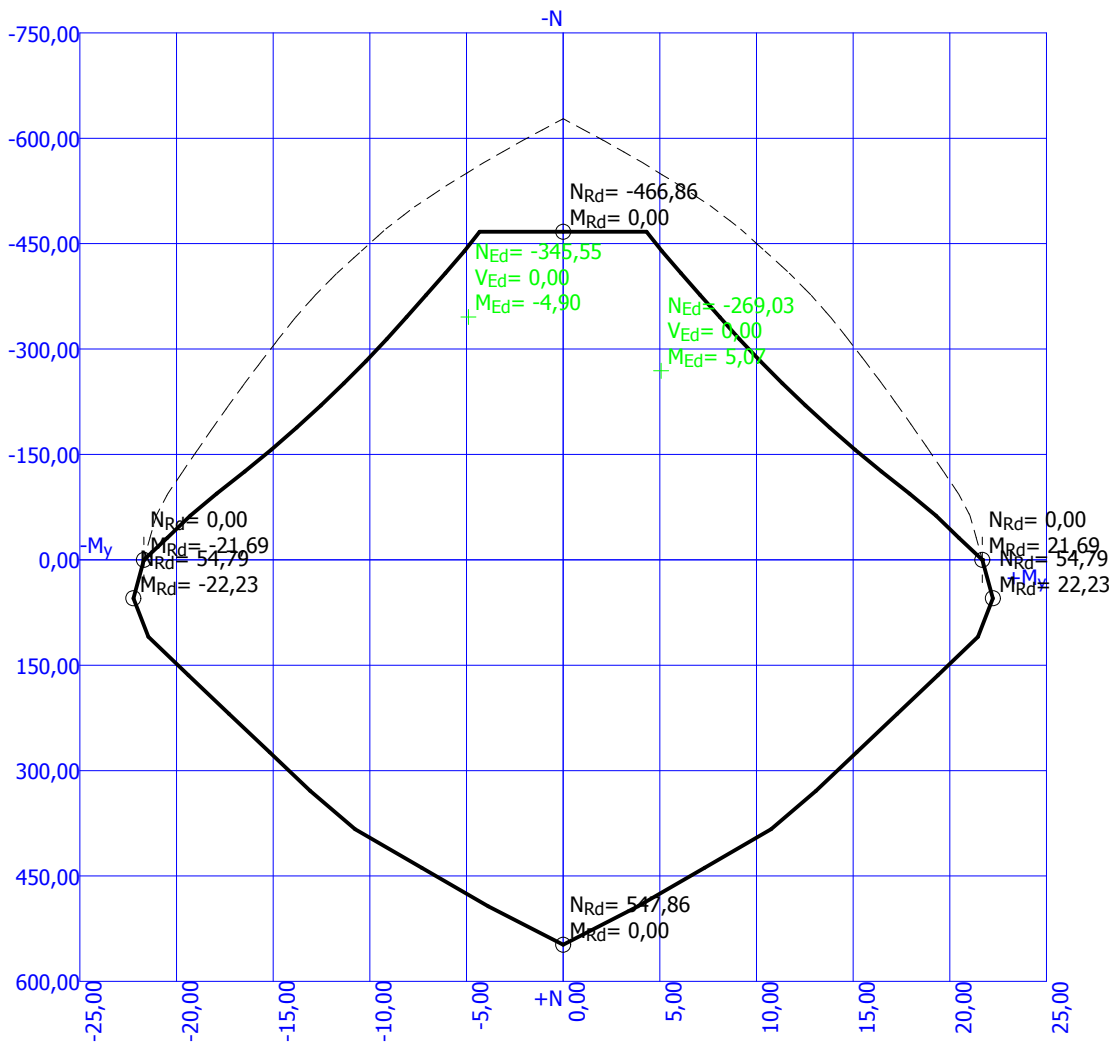
$$\begin{aligned} k_1 &= \sqrt{f_{ck} / 20} = \sqrt{(30 / 20)} = 1,225 \\ n &= -N_{Ed} / (A_c \times f_{cd}) = -(-345,5) / (0,0314 \times 20) = 0,55 \\ k_2 &= \min(n \times \lambda_y / 170; 0,2) = \min(0,55 \times 30,33 / 170; 0,2) = 0,0982 \\ \varphi_{eff.} &= \varphi \times 1 = 2,629 \times 1 = 2,629 \\ K_c &= k_1 \times k_2 / (1 + \varphi_{eff.}) = 1,225 \times 0,0982 / (1 + 2,629) = 0,0331 \\ EI &= K_c \times E_{cd} \times I_{cy} + K_s \times E_s \times I_{sy} = 0,0331 \times 27\,500 \times 7,84 \cdot 10^{-5} + 1 \times 2,0 \cdot 10^5 \times 2,63 \cdot 10^{-6} = 5,97 \cdot 10^5 \text{Nm}^4 \\ N_B &= \pi \times EI / L_{0y}^2 = 3,142 \times 5,97 \cdot 10^5 / 1,5^2 = 833,5\text{kN} \\ M_{Edy} &= M_{0Edy} / (1 - N_{Ed} / N_B) = (-4,899) / (1 - (-345,5) / 833,5) = \mathbf{-8,368\text{kNm}} \end{aligned}$$

Nejmenší deformace v betonu:	-3,50 ‰
Největší deformace v betonu:	1,45 ‰
Nejmenší deformace ve výztuži:	-2,66 ‰
Největší deformace ve výztuži:	0,61 ‰
Směr neutrálné osy:	180,00 °

**Posouzení průřezu na ohyb VYHOVUJE****Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1**

Průřez není namáhán smykem.

**Interakční diagram**



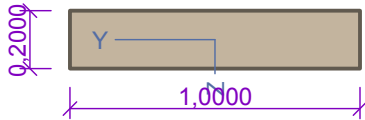
## 3 Deska 0.2m

### 3.1 Vstupní data

Typ prvku: deska  
 Prostředí: X0 - bez nebezpečí koroze  
 Požadovaná třída betonu: C12/15

**Průřez**

**Materiály**

**Beton : C 25/30**Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 25,0$  MPaPevnost v tahu  $f_{ct} = 2,6$  MPaModul pružnosti  $E_{cm} = 30500,0$  MPa**Ocel podélná : B500**Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0$  MPaPevnost v tlaku  $f_{tk} = 500,0$  MPaModul pružnosti  $E = 200000,0$  MPa**Ocel příčná : B500**Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0$  MPaPevnost v tlaku  $f_{tk} = 500,0$  MPaModul pružnosti  $E = 200000,0$  MPa**Vnitřní síly - základní (MSU)**

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{Edz}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	45,00	37,52	1,000

**Vyztužení průřezu**

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	10,0	30,0	dolní výztuž

**Vyztužení průřezu - podrobnosti**

Číslo	Y [m]	Z [m]	Profil [mm]
1	-0,475	-0,065	10,0
2	0,475	-0,065	10,0
3	-0,369	-0,065	10,0
4	0,369	-0,065	10,0
5	-0,264	-0,065	10,0
6	0,264	-0,065	10,0
7	-0,158	-0,065	10,0
8	0,158	-0,065	10,0
9	-0,053	-0,065	10,0
10	0,053	-0,065	10,0

S tlačnou výztuží není počítáno.

**Smyková výztuž**

Průřez bez smykové výztuže.

**Minimální krytí**

Třída konstrukce: S4

 $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(10; 10; 10) = 10\text{mm}$  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 10 + 10 = 20\text{mm}$ **3.2 Výsledky****Posouzení min. a max. plochy výztuže**

Deska (tažená výztuž):

 $A_{s,min} = 223,1\text{mm}^2 \leq A_s = 785,4\text{mm}^2 \leq A_{s,max} = 8000,0\text{mm}^2 \Rightarrow$  **VYHOVUJE****Posouzení vzdáleností vložek**

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

#### Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Rdz}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Rdy}$ [kNm]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	45,00	90,41	37,52	54,50	Vyhovuje

**Mezní stav únosnosti (ohyb, smyk) VYHOVUJE**

#### Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití průřezu: 68,8 %

#### Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰  
 Největší deformace v betonu: 23,17 ‰  
 Nejmenší deformace ve výztuži: 18,50 ‰  
 Největší deformace ve výztuži: 18,50 ‰  
 Směr neutrálné osy: 0,00 °  
 Výška tlačené části průřezu:  $x = 0,03$  m  
 Efektivní výška průřezu:  $d = 0,00$  m

$\xi = 0,16 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow$  **VYHOVUJE**

**Posouzení průřezu na ohyb VYHOVUJE**

#### Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Použit model náhradní příhradoviny

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

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 165)}; 2) = 2$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(785,4 / (1\,000 \times 165); 0,02) = 4,76 \cdot 10^{-3}$$

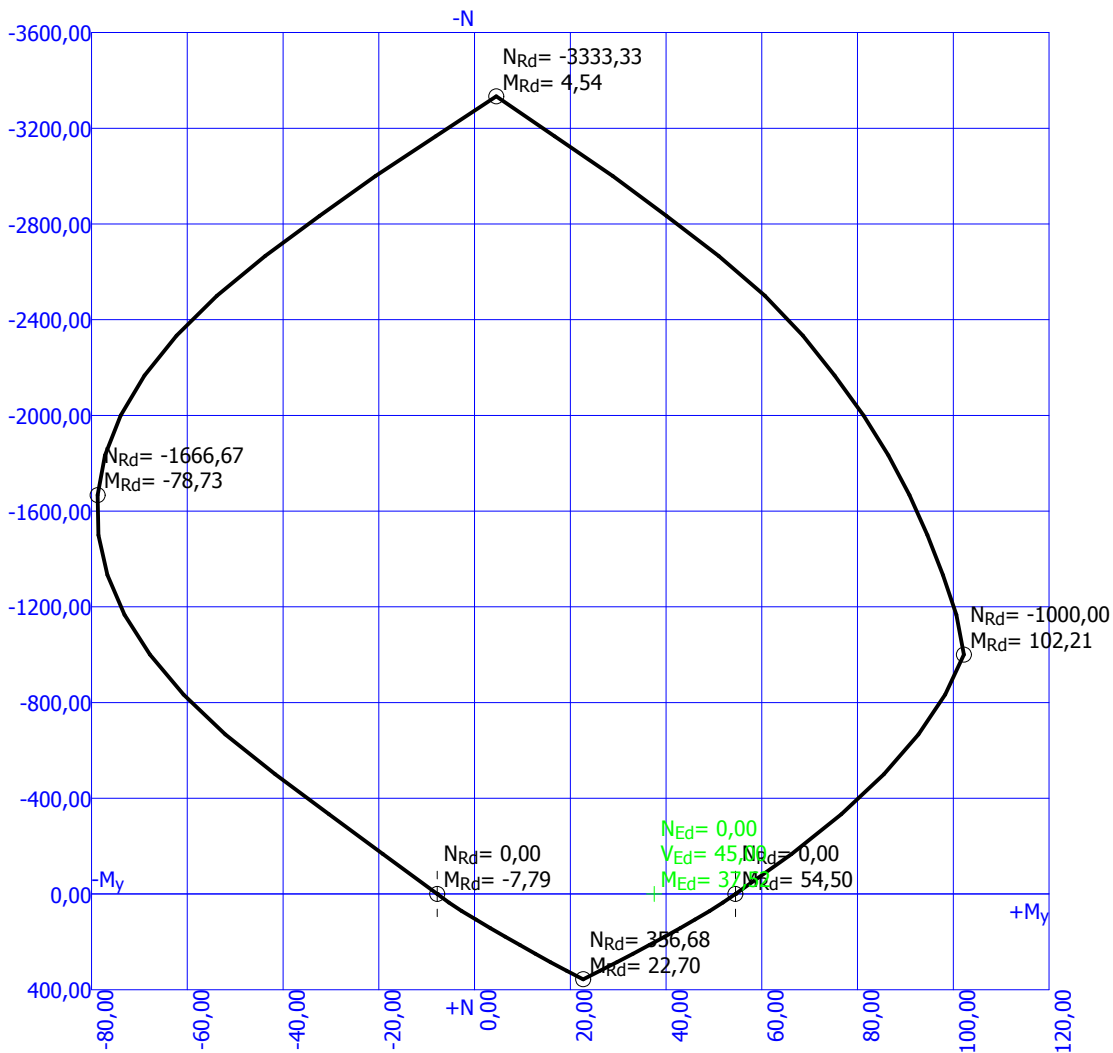
$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 2^{1,5} \times \sqrt{25} = 0,495$$

$$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{min}}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 2 \times \sqrt[3]{(100 \times 4,76 \cdot 10^{-3} \times 25)}; 0,495) \times 1\,000 \times 165 = 90,41 \text{ kN}$$

$V_{Ed} \leq V_{Rdc} \Rightarrow$  **Pouze konstrukční smyková výztuž.**

**Únosnost průřezu ve smyku VYHOVUJE.**

#### Interakční diagram



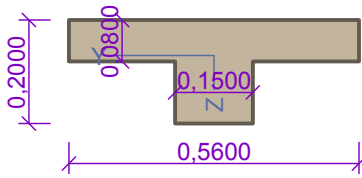
## 4 Trám pod deskou

### 4.1 Vstupní data

Typ prvku: nosník  
 Prostředí: X0 - bez nebezpečí koroze  
 Požadovaná třída betonu: C12/15

Průřez

Materiály

**Beton : C 25/30**Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 25,0$  MPaPevnost v tahu  $f_{ct} = 2,6$  MPaModul pružnosti  $E_{cm} = 30500,0$  MPa**Ocel podélná : B500**Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0$  MPaPevnost v tlaku  $f_{tk} = 500,0$  MPaModul pružnosti  $E = 200000,0$  MPa**Ocel příčná : B500**Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0$  MPaPevnost v tlaku  $f_{tk} = 500,0$  MPaModul pružnosti  $E = 200000,0$  MPa**Vnitřní síly - základní (MSU)**

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{Edz}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	24,06	1,000

**Vyztužení průřezu**

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
8	10,0	30,0	horní výztuž
2	14,0	30,0	dolní výztuž
1	10,0	30,0	dolní výztuž

**Vyztužení průřezu - podrobnosti**

Číslo	Y [m]	Z [m]	Profil [mm]
1	-0,251	0,034	10,0
2	0,251	0,034	10,0
3	-0,179	0,034	10,0
4	0,179	0,034	10,0
5	-0,108	0,034	10,0
6	0,108	0,034	10,0
7	-0,036	0,034	10,0
8	0,036	0,034	10,0
9	-0,044	-0,094	14,0
10	0,044	-0,094	14,0
11	0,000	-0,096	10,0

S tlačnou výztuží není počítáno.

**Smyková výztuž**

Průřez bez smykové výztuže.

**Minimální krytí**

Třída konstrukce: S4

 $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(14; 10; 10) = 14\text{mm}$  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 14 + 10 = 24\text{mm}$ **4.2 Výsledky****Posouzení min. a max. plochy výztuže**

Nosník (tažená výztuž):



$$A_{s,min} = 30,5\text{mm}^2 \leq A_s = 1014,7\text{mm}^2 \leq A_{s,max} = 2512,0\text{mm}^2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

### Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

### Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Rdz}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Rdy}$ [kNm]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	0,00	0,00	24,06	27,34	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti (ohyb, smyk) VYHOVUJE

### Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití průřezu: 88,0 %

#### Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰  
 Největší deformace v betonu: 19,22 ‰  
 Nejmenší deformace ve výztuži: 0,48 ‰  
 Největší deformace ve výztuži: 15,24 ‰  
 Směr neutrálné osy: 0,00 °  
 Výška tlačené části průřezu:  $x = 0,03$  m  
 Efektivní výška průřezu:  $d = 0,00$  m

$$\xi = 0,19 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení průřezu na ohyb VYHOVUJE

#### Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Průřez není namáhán smykem.

### Interakční diagram

