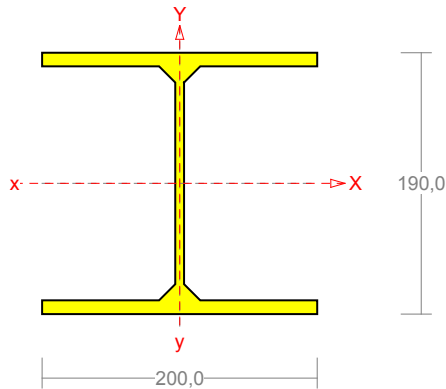


# Nadproże stalowe

Przekrój: I 200 HEA



Wymiary przekroju:

I 200 HEA  $h=190,0$   $g=6,5$   $s=200,0$   $t=10,0$   $r=18,0$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=3692,0$   $J_{yg}=1336,0$   $A=53,80$   $i_x=8,3$   $i_y=5,0$

$J_w=108000,0$   $J_t=18,0$   $i_s=9,7$ .

Materiał: **St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W**. Wytrzymałość  **$f_d=215$  MPa dla  $g=10,0$ .**

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

## Siły przekrojowe:

$x_a = 1,160$ ;  $x_b = 1,160$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

**$M_x = -37,29$  kNm,  $V_y = 0,00$  kN,  $N = 0,00$  kN,**

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 95,95$  MPa  $\sigma_c = -95,95$  MPa.

## Naprężenia:

$x_a = 1,160$ ;  $x_b = 1,160$ .

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 95,95$  MPa  $\sigma_c = -95,95$  MPa.

Naprężenia:

- normalne:  $\sigma = 0,00$   $\Delta\sigma = 95,95$  MPa  $\psi_{oc} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{cc} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,00 / 1,000 + 95,95 = 95,95 < 215 \text{ MPa}$$

## Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 2,320$$
$$l_w = 1,000 \times 2,320 = 2,320 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 2,320$$
$$l_w = 1,000 \times 2,320 = 2,320 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $\mu_\omega = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{\omega\omega} = 2,320$  m. Długość wyboczeniowa  $l_\omega = 2,320$  m.

## Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 3692,0}{2,320^2} 10^{-2} = 13878,40 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1336,0}{2,320^2} 10^{-2} = 5022,09 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{9,7^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 108000,0}{2,320^2} 10^{-2} + 80 \times 18,0 \times 10^2 \right) = 5882,85 \text{ kN}$$

### Zwichrzenie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem  $l_1 = l_{\text{ow}} = 2320 \text{ mm}$ :

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 50}{1,000} \times \sqrt{215 / 215} = 1743 < 2320 = l_1$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia  $a_o = 0,00 \text{ cm}$ . Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły  $a_s = 0,00 \text{ cm}$ . Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia:  $A_1 = 0,000$ ,  $A_2 = 0,000$ ,  $B = 0,000$ .

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 5022,09 + \sqrt{(0,000 \times 5022,09)^2 + 0,000^2 \times 0,097^2 \times 5022,09 \times 5882,85} = 0,00$$

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem:  $\bar{\lambda}_L = 0$ .

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,160$ ;  $x_b = 1,160$ .

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 388,6 \times 215 \times 10^{-3} = 83,56 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla  $\bar{\lambda}_L = 0,000$  wynosi  $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{37,29}{1,000 \times 83,56} = 0,446 < 1$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 1,160$ ;  $x_b = 1,160$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 12,3 \times 215 \times 10^{-1} = 154,00 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 92,40 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0,00 < 154,00 = V_R$$

### Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 1,160$ ;  $x_b = 1,160$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 0,00 < 92,40 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 83,56 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{R_x,V}} = \frac{37,29}{83,56} = 0,446 < 1$$

### Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 1,160$ ;  $x_b = 1,160$ .

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $c = 0,0 \text{ mm}$ .

Naprężenia ściskające w środku wynoszą  $\sigma_c = 67,67 \text{ MPa}$ . Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 140,0 \times 6,5 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 195,65 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,00 < 195,65 = P_{R,W}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 2,8 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 2320 / 350 = 6,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,8 < 6,6 = a_{\text{gr}}$$