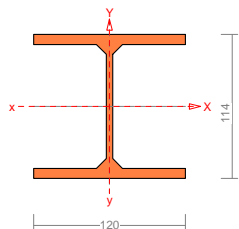


## Pręt nr 1

Zadanie: belka stalowa Bs-1.rm3

Przekrój: 2 - I 120 HEA

Obciążenia: St



Wymiary przekroju:

$h=114,0$   $g=5,0$   $s=120,0$   $t=8,0$   $r=12,0$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=606,0$   $J_{yg}=231,0$   $A=25,30$   $i_x=4,9$   $i_y=3,0$   $J_w=6471,9$   $J_t=5,4$   $i_s=5,8$ .

Materiał: St3S (X,Y,V,W). Wytrzymałość  $f_d=215$  MPa dla  $g=8,0$ .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

### Długości wyboczeniowe pręta:

Przęsło nr: 1

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$\kappa_a = 1,000$   $\kappa_b = 1,000$  węzły nieprzesuwne  $\Rightarrow \mu = 1,000$  dla  $l_0 = 1,390$   
 $l_w = 1,000 \times 1,390 = 1,390$  m

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$\kappa_a = 0,500$   $\kappa_b = 0,500$  węzły nieprzesuwne  $\Rightarrow \mu = 0,684$  dla  $l_0 = 1,390$   
 $l_w = 0,684 \times 1,390 = 0,951$  m

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $\mu_\omega = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{\omega\omega} = 1,390$  m. Długość wyboczeniowa  $l_\omega = 1,390$  m.

### Siły krytyczne:

Przęsło nr: 1

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 606,0}{1,390^2} 10^{-2} = 6345,950 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 231,0}{0,951^2} 10^{-2} = 5170,396 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{5,8^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 6471,9}{1,390^2} \times 10^{-2} + 80 \times 5,4 \times 10^2 \right) = 3365,318 \text{ kN}$$

### Zwichrzenie:

Przęsło nr: 1

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem  $l_1 = l_{\omega\omega} = 1390$  mm:

$$l_1 = 1390 < 2643 = \frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 3,0}{\beta} \sqrt{215 / 215}$$

Pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

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

### Stateczność lokalna.

$x_a = 0,695$ ;  $x_b = 0,695$ ; Przęsło nr: 1.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1. Rozstaw poprzecznych usztywnień ścianki  $a = 1390,0$  mm. Warunek stateczności ścianki dla ścianki najbardziej narażonej na jej utratę (9):

$$\sigma_c / \phi_p f_d = 0,128 < 1$$

Współczynniki redukcji nośności przekroju:

- dla zginania względem osi X:  $\psi_x = \phi_p = 1,000$

### Naprężenia (Osłabienia otworami):

$x_a = 0,695$ ;  $x_b = 0,695$ ; Przęsło nr: 1.

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 29,53$  MPa  $\sigma_c = -29,53$  MPa.

Naprężenia:

- normalne:  $\sigma = 0,00$   $\Delta\sigma = 29,53$  MPa

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_o + \Delta\sigma = 0,00 / 1,000 + 29,53 = 29,53 < 215 \text{ MPa}$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 1,390$ ; Przęsło nr: 1.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 5,7 \times 215 \times 10^{-1} = 71,079 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 42,647 \text{ kN}$$

Warunki nośności:

$$V = 9,035 < 71,079 = V_R$$

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,695$ ;  $x_b = 0,695$ ; Przęsło nr: 1.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 106,3 \times 215 \times 10^{-3} = 22,858 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\phi_x M_{Rx}} = \frac{3,140}{1,000 \times 22,858} = 0,137 < 1$$

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

$x_a = 0,695$ ;  $x_b = 0,695$ ; Przęsło nr: 1.

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 0,000 < 42,647 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 22,858 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx,V}} + \frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{3,140}{22,858} + \frac{0,000}{8,277} = 0,137 < 1$$

**Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:**

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 1,390$ ; Przęsło nr: 1.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $c = 100,0$  mm. Naprężenia ściskające w środku wynoszą  $\sigma_c = 0,000$  MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środnika na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_0 \cdot t_w \cdot \eta_c \cdot f_d = 200,0 \times 5,0 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 215,000 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = \mathbf{9,035} < \mathbf{215,000} = P_{R,W}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Przęsło nr: 1.

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,5 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 1390 / 250 = 5,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = \mathbf{0,5} < \mathbf{5,6} = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 0,5 \text{ mm}; \quad L / a = 1390,0 / 0,5 = 2732,8$$