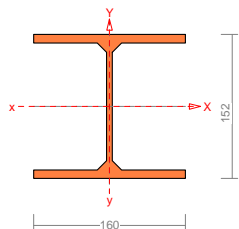


## Pręt nr 1

Zadanie: belka stalowa Bs-2.rm3

Przekrój: 11 - I 160 HEA

Obciążenia: St



Wymiary przekroju:

h=152,0 g=6,0 s=160,0 t=9,0 r=15,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J<sub>xg</sub>=1673,0 J<sub>yg</sub>=616,0 A=38,80 i<sub>x</sub>=6,6 i<sub>y</sub>=4,0 J<sub>w</sub>=31409,7 J<sub>t</sub>=10,6 i<sub>s</sub>=7,7.

Materiał: St3S (X,Y,V,W). Wytrzymałość f<sub>d</sub>=215 MPa dla g=9,0.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

### Długości wyboczeniowe pręta:

Przęsło nr: 1

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

κ<sub>a</sub> = 1,000      κ<sub>b</sub> = 1,000      węzły nieprzesuwne      ⇒      μ = 1,000      dla l<sub>0</sub> = 3,100  
l<sub>w</sub> = 1,000×3,100 = 3,100 m

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

κ<sub>a</sub> = 0,500      κ<sub>b</sub> = 0,500      węzły nieprzesuwne      ⇒      μ = 0,684      dla l<sub>0</sub> = 3,100  
l<sub>w</sub> = 0,684×3,100 = 2,120 m

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej μ<sub>ω</sub> = 1,000. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem l<sub>ω0</sub> = 3,100 m. Długość wyboczeniowa l<sub>ω</sub> = 3,100 m.

### Siły krytyczne:

Przęsło nr: 1

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1673,0}{3,100^2} 10^{-2} = 3522,299 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 616,0}{2,120^2} 10^{-2} = 2772,035 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{7,7^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 31409,7}{3,100^2} \times 10^{-2} + 80 \times 10,6 \times 10^2 \right) = 2553,833 \text{ kN}$$

### Zwichrzenie:

Przęsło nr: 1

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem l<sub>1</sub> = l<sub>ω0</sub> = 3100 mm:

$$l_1 = 3100 < 3482 = \frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d}$$

Pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

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

### Stateczność lokalna.

x<sub>a</sub> = 1,527; x<sub>b</sub> = 1,573; Przęsło nr: 1.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1. Rozstaw poprzecznych usztywnień ścianki a = 3100,0 mm. Warunek stateczności ścianki dla ścianki najbardziej narażonej na jej utratę (9):

$$\sigma_c / \phi_p f_d = 0,362 < 1$$

Współczynniki redukcji nośności przekroju:

- dla zginania względem osi X:      ψ<sub>x</sub> = φ<sub>p</sub> = 1,000

### Naprężenia (Osłabienia otworami):

x<sub>a</sub> = 1,527; x<sub>b</sub> = 1,573; Przęsło nr: 1.

Naprężenia w skrajnych włóknach: σ<sub>t</sub> = 82,71 MPa      σ<sub>c</sub> = -82,71 MPa.

Naprężenia:

- normalne:      σ = 0,00      Δσ = 82,71 MPa

- ścinanie wzdłuż osi Y:      A<sub>v</sub> = 9,12 cm<sup>2</sup>      τ = 0,53 MPa      ψ<sub>ov</sub> = 1,000

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_o + \Delta \sigma = 0,00 / 1,000 + 82,71 = 82,71 < 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 0,53 / 1,000 = 0,53 < 124,70 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{82,71^2 + 3 \times 0,00^2} = 82,71 < 215 \text{ MPa}$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

x<sub>a</sub> = 3,100; x<sub>b</sub> = 0,000; Przęsło nr: 1.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 9,1 \times 215 \times 10^{-1} = 113,726 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 68,236 \text{ kN}$$

Warunki nośności:

- ścinanie wzdłuż osi Y:      V = 29,977 < 113,726 = V<sub>R</sub>

### Nośność przekroju na zginanie:

x<sub>a</sub> = 1,527; x<sub>b</sub> = 1,573; Przęsło nr: 1.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 220,1 \times 215 \times 10^{-3} = 47,328 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla  $\bar{\lambda}_L = 0,000$  wynosi φ<sub>x</sub> = 1,000

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\phi_x M_{Rx}} = \frac{18,207}{1,000 \times 47,328} = 0,385 < 1$$

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

x<sub>a</sub> = 1,527; x<sub>b</sub> = 1,573; Przęsło nr: 1.

- dla zginania względem osi X:      V<sub>y</sub> = 0,487 < 68,236 = V<sub>o</sub>

$$M_{R,V} = M_R = 47,328 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx, V}} + \frac{M_y}{M_{Ry, V}} = \frac{18,207}{47,328} + \frac{0,000}{16,555} = \mathbf{0,385 < 1}$$

#### Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 3,072$ ;  $x_b = 0,028$ ; Przęsło nr: 1.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $c = 100,0$  mm. Naprężenia ściskające w środku wynoszą  $\sigma_c = 2,605$  MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o \cdot t_w \cdot \eta_c \cdot f_d = 220,0 \times 6,0 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 283,800 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = \mathbf{29,977 < 283,800} = P_{R,W}$$

#### Stan graniczny użytkowania:

Przęsło nr: 1.

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 5,4 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 3100 / 250 = 12,4 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = \mathbf{5,4 < 12,4} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 5,4 \text{ mm}; \quad L / a = 3100,0 / 5,4 = 569,4$$