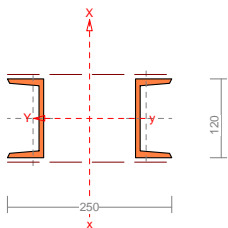


## Pręt nr 1

Zadanie: Nadproże N-1.rm3

Przekrój: 3 - 2 U 120

Obciążenia: CW St



Wymiary przekroju:

h=120,0 s=55,0 g=7,0 t=9,0 r=9,0 ex=16,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J<sub>xg</sub>=2601,0 J<sub>yg</sub>=728,0 A=34,00 i<sub>x</sub>=8,7 i<sub>y</sub>=4,6.

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

### Długości wyboczeniowe pręta:

#### Przęsło nr: 1

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\kappa_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 0,684 \quad \text{dla } l_0 = 1,160$$
$$l_w = 0,684 \times 1,160 = 0,793 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,160$$
$$l_w = 1,000 \times 1,160 = 1,160 \text{ m}$$

### Siły krytyczne:

#### Przęsło nr: 1

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 2601,0}{0,793^2} 10^{-2} = 83593,490 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 728,0}{1,160^2} 10^{-2} = 10946,342 \text{ kN}$$

### Połączenie gałęzi:

#### Współczynniki redukcji nośności:

Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi  $\varphi_b = 1,000$ . Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

$$\bar{\lambda} = \lambda_1 / \lambda_p = \text{INF} / 84,00 = \text{INF} \Rightarrow \varphi_1 = -2,147\text{E}+006$$

W związku z tym współczynniki redukcji nośności wynoszą:

- dla zginana względem osi Y:  $\psi_y = 1,000$

#### Smukłość zastępcza pręta:

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi X

$$\lambda = l_{wx} / i_x = 793,4 / 87,5 = 9,07$$

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} \text{ m} / 2 = \sqrt{9,07^2 + 72,96^2 \times 2/2} = 73,518$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_6} = \frac{73,52}{84,00} \times \sqrt{-2,14748\text{E}+006} = \text{NAN}$$

### Stateczność lokalna.

x<sub>a</sub> = 0,580; x<sub>b</sub> = 0,580; Przęsło nr: 1.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **4**. Rozstaw poprzecznych usztywnień ścianki a = 1160,0 mm. Warunek stateczności ścianki dla ścianki najbardziej narażonej na jej utratę (9):

$$\sigma_c / \varphi_b f_d = \mathbf{0,234 < 1}$$

Przyjęto, że przekrój wymiarowany będzie w stanie **krytycznym**.

Współczynniki redukcji nośności przekroju:

$$\text{- dla zginana względem osi Y: } \psi_y = \varphi_b = 1,000$$

### Naprężenia (Osłabienia otworami):

x<sub>a</sub> = 0,580; x<sub>b</sub> = 0,580; Przęsło nr: 1.

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 54,47 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -54,47 \text{ MPa}$ .

Naprężenia:

$$\text{- normalne: } \sigma = 0,00 \quad \Delta\sigma = 54,47 \text{ MPa}$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_o + \Delta\sigma = 0,00 / 1,000 + 54,47 = \mathbf{54,47 < 215 \text{ MPa}}$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

x<sub>a</sub> = 0,000; x<sub>b</sub> = 1,160; Przęsło nr: 1.

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_V f_d = 0,58 \times 1,000 \times 16,8 \times 215 \times 10^{-1} = 209,496 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 62,849 \text{ kN}$$

Warunki nośności:

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X: } V = \mathbf{22,790 < 209,496} = V_R$$

### Nośność przekroju na zginanie:

x<sub>a</sub> = 0,580; x<sub>b</sub> = 0,580; Przęsło nr: 1.

- względem osi Y

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 121,3 \times 215 \times 10^{-3} = 26,087 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{6,609}{26,087} = \mathbf{0,253 < 1}$$

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

x<sub>a</sub> = 0,580; x<sub>b</sub> = 0,580; Przęsło nr: 1.

- dla zginania względem osi Y:  $V_x = 0,000 < 62,849 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 26,087 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx,V}} + \frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{0,000}{-9,6073883\text{E}+007} + \frac{6,609}{26,087} = \mathbf{0,253 < 1}$$

**Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:**

xa = 0,000; xb = 1,160; Przęsło nr: 1.

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

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środnika na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_0 \cdot t_w \cdot \eta_c \cdot f_{ct} = 189,9 \times 7,0 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 285,778 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = \mathbf{11,395} < \mathbf{285,778} = P_{R,W}$$

**Złożony stan środnika**

xa = 0,580; xb = 0,580; Przęsło nr: 1.

Siły przekrojowe przypadające na środnik i nośności środnika:

$N_w$	= 0,000	$N_{Rw}$	= 126,489	kN
$M_w$	= 0,314	$M_{Rw}$	= 1,772	kNm
$V$	= 0,000	$V_R$	= 209,496	kN
$P$	= 0,000	$P_{Rc}$	= 285,778	kN

Współczynnik niestateczności ścianki wynosi:  $\phi_p = 1,000$ .

Warunek nośności środnika:

$$\left( \frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} + \frac{P}{P_{Rc}} \right)^2 - 3 \phi_p \left( \frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} \right) \frac{P}{P_{Rc}} + \left( \frac{V}{V_R} \right)^2 =$$

$$\left( \frac{0,000}{126,489} + \frac{0,314}{1,772} + \frac{0,000}{285,778} \right)^2 - 3 \times 1,000 \times \left( \frac{0,000}{126,489} + \frac{0,314}{1,772} \right) \times \frac{0,000}{285,778} + \left( \frac{0,000}{209,496} \right)^2 = \mathbf{0,031} < \mathbf{1}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Przęsło nr: 1.

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,6 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 1160 / 250 = 4,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = \mathbf{0,6} < \mathbf{4,6} = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 0,6 \text{ mm}; \quad L / a = 1160,0 / 0,6 = 1870,0$$