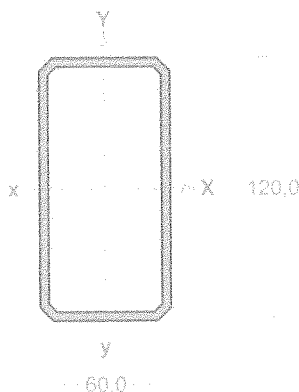


Przekrój: H 120x 60x 4.0



Wymiary przekroju:

H 120x 60x 4.0 h=120,0 s=60,0 g=4,0 t=4,0 r=5,6.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=247,0 J_{yg}=82,7 A=13,50 i_x=4,3 i_y=2,5.Materiał: S235JRH. Wytrzymałość f_d=215 MPa dla g=4,0.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:

x_a = 0,000; x_b = 4,000.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: ABC

M_x = 7,7 kNm, V_y = 3,8 kN, N = -2,9 kN,Naprężenia w skrajnych włóknach: σ_t = 184,5 MPa σ_c = -188,8 MPa.

Naprężenia:

x_a = 0,000; x_b = 4,000.Naprężenia w skrajnych włóknach: σ_t = 184,5 MPa σ_c = -188,8 MPa.

Naprężenia:

- normalne: σ = -2,1 Δσ = 186,6 MPa ψ_{oc} = 1,000- ścinanie wzdłuż osi Y: A_v = 9,6 cm² τ = 4,0 MPa ψ_{ov} = 1,000

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 2,1 / 1,000 + 186,6 = 188,8 < 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 4,0 / 1,000 = 4,0 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{188,8^2 + 3 \times 4,0^2} = 188,9 < 215 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

x_a = 0,000; x_b = 4,000.

Siła osiowa:

N = -2,9 kN.

Pole powierzchni przekroju:

A = 13,50 cm².

Nośność przekroju na rozciąganie:

N_{Rt} = A f_d = 13,50 × 215 × 10⁻¹ = 290,3 kN.

Warunek nośności (31):

$$N = 2,9 < 290,3 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

χ₁ = 0,500 χ₂ = 1,000 węzły przesuwne ⇒ μ = 2,484 dla l_o = 4,000

$$l_w = 2,484 \times 4,000 = 9,936 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

χ₁ = 1,000 χ₂ = 1,000 węzły nieprzesuwne ⇒ μ = 1,000 dla l_o = 4,000

$$l_w = 1,000 \times 4,000 = 4,000 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 247,0}{9,936^2} 10^{-2} = 50,6 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 82,7}{4,000^2} 10^{-2} = 104,6 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,000$:

$$N_{RC} = A f_d = 13,5 \times 215 \times 10^{-1} = 290,3 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wybocheniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{290,3 / 50,6} = 2,765 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,130$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{290,3 / 104,6} = 1,924 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,261$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,130$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{2,9}{0,130 \times 290,3} = 0,076 < 1$$

Zwichrzenie:

Dla przekroju rurowego lub skrzynkowego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_w = 4000 \text{ mm}$:

$$100 b_o \sqrt{215 / f_d} = 100 \times 56,0 \times \sqrt{215 / 215} = 5600 > 4000 = l_1$$

Pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,000$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 41,2 \times 215 \times 10^{-3} = 8,9 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{RC}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{2,9}{290,3} + \frac{7,7}{1,000 \times 8,9} = 0,878 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 7,7 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{RC}} = 1,25 \times 0,130 \times 2,765^2 \times \frac{1,000 \times 7,7}{8,9} \times \frac{2,9}{290,3} = 0,011$$

$$\Delta_x = 0,011 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{RC}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{2,9}{0,130 \times 290,3} + \frac{1,000 \times 7,7}{1,000 \times 8,9} = 0,944 < 0,989 = 1 - 0,011$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{RC}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_L M_{Ry}} = \frac{2,9}{0,261 \times 290,3} + \frac{1,000 \times 7,7}{1,000 \times 8,9} = 0,906 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Starostwo Powiatowe
w Olsztynie
Plac Berna 5
10-516 OLSZTYN
-44-

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,000$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 9,3 \times 215 \times 10^{-1} = 115,7 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 34,7 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 3,8 < 115,7 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,000$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 3,8 < 34,7 = V_O$

$$M_{R,V} = M_R = 8,9 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{R,x,V}} = \frac{2,9}{290,3} + \frac{7,7}{8,9} = 0,878 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 0,000$, $x_b = 4,000$.

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 3,8 < 115,7 = 115,7 \times \sqrt{1 - (2,9 / 290,3)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

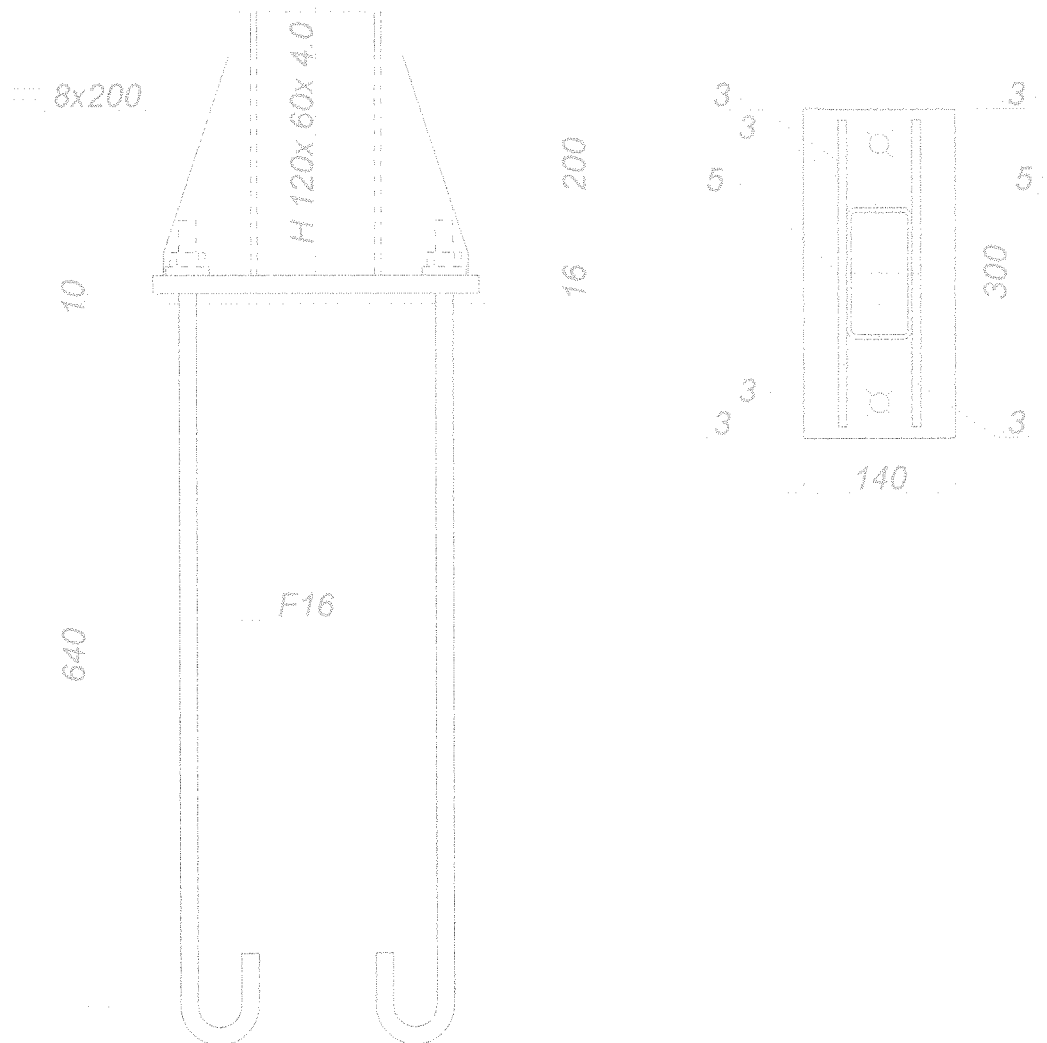
Stan graniczny użytkowania: Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 6,8 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 4000 / 350 = 11,4 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 6,8 < 11,4 = a_{\text{gr}}$$

PODSTAWA SŁUPA wg PN-85/B-03215



Przyjęto zakotwienie słupa na śruby F16 ze stali St3 w fundamencie wykonanym z betonu klasy B25. Moment dokręcenia śrub $M_s = 0,10$ kNm.

Siły przekrojowe sprowadzone do środka blachy podstawy:

$$M = 7,7 \text{ kNm}, \quad N = -2,9 \text{ kN}, \quad e = 2655 \text{ mm}$$

Nośność śrub kotwiących:

W celu wyznaczenia siły działającej w śrubach należy wyliczyć wielkość strefy docisku z warunku:

$$x^3 + 3(e - l/2)x^2 + \frac{6 E n A_s}{E_b b} (l + e_s + e - l/2)(x - l + e_s) = 0$$

Przyjmując $E/E_b = 6$, w rozwiązaniu otrzymamy $x = 56$ mm.

$$nZ = \frac{N(p + x/3)}{l_x - x/3} = \frac{2,9 \times (2655 - 300/2 + 56/3)}{300 - 32 - 56/3} = 29,4 \text{ kN}.$$

Nośność śruby F16 wg Z-1 wynosi $N_o = 32,0$ kN.

$$Z = 29,4 < 32,0 = N_o$$

Sprawdzenie zakotwienia śrub:

$$N_{zp} = 2 \pi d l_z R_{bz} = 2 \times \pi \times 16 \times 640 \times 1,0 \times 10^{-3} = 66,3 > 32,0 = N_o$$

Starostwo Powiatowe
w Olsztynie
Plac Berna 5
10-516 OLSZTYN
-44-

Naprężenia docisku:

Wytrzymałość betonu B25 na docisk dla fundamentu o wysokości $h = 500$ mm oraz dla $l_f = 250$ i $b_f = 250$ mm, wynosi:

$$\omega_d = \sqrt{\frac{l_s b_s}{l b}} = \sqrt{\frac{556 \times 640}{56 \times 140}} = 6,738$$

Przyjęto $\omega_d = 2,000$.

$$R_d = \omega_d R_b = 2,000 \times 14,3 = 28,6 \text{ MPa}$$

Ponieważ $e = 2655 > 50 = l/6$ i $e = 2655 > 61 = l/6 + e_s/3$, to

$$\sigma_d = 2 (N + nZ) / xb = 2 \times (2,9 + 29,4) / (56 \times 140) \times 10^3 = 8,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d = 8,2 < 28,6 = R_d$$

Warunek nośności na docisk dla podlewki:

$$\sigma_d = 8,2 < 11,4 = 0,8 R_b$$

Blacha podstawy:

Przyjęto blachę podstawy o wymiarach 300×140 mm ze stali St3SX.

Grubość blachy dla pola o wymiarach $b = 90$ a $a = 60$ mm ($b_L = 58$, $a_L = 30$), opartego na 3 krawędziach:

$$t_d = 2,2 \sqrt{\frac{Z}{\Omega R}} = 2,2 \times \sqrt{\frac{29,4 \times 10^3}{7,03 \times 215}} = 10 < 16 = t$$

Grubość blachy ze względu na naprężenia docisku. Największą grubość blachy uzyskuje się dla wspornika o wysięgu $b = 40$ mm:

$$t_d = u \sqrt{\sigma_d / R} = 1,730 \times 40 \times \sqrt{8,2 / 215} = 14 < 16 = t$$

Nośność przekroju blach trapezowych i blachy podstawy:

Charakterystyka przekroju

$$y = 72 \text{ mm}, \quad J_x = 2608,3 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 180,5 \text{ cm}^3, \quad A_v = 32,0 \text{ cm}^2$$

Siły działające na przekrój:

$$M_1 = \sigma_d b c^2 / 2 = (8,2 \times 140 \times 90^2 / 2) \times 10^{-6} = 4,7 \text{ kNm},$$

$$M_2 = nZ (c - e_s) = 29,4 \times (90 - 32) \times 10^{-3} = 1,7 \text{ kNm}.$$

$$V_1 = \sigma_d b c = 8,2 \times 140 \times 90 \times 10^{-3} = 103,7 \text{ kN},$$

$$V_2 = nZ = 29,4 \text{ kN}.$$

Naprężenia:

$$\sigma_M = M / W = (4,7 / 180,5) \times 10^3 = 25,8 \text{ MPa},$$

$$\tau = V / A_v = (103,7 / 32,0) \times 10 = 32,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_M^2 + 3 \tau^2} = \sqrt{25,8^2 + 3 \times 32,4^2} = 61,8 < 215 = f_d$$

Nośność spoin poziomych:

Przyjęto spoiny o grubości zależnej od grubości ścianki $a = 0,60 \times t$.

Siła przenoszona przez spoiny wynosi $F = 0,75 N = 2,2 \text{ kN}$.

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 41,20 \text{ cm}^2, \quad A_v = 38,31 \text{ cm}^2, \quad I_x = 2973,0 \text{ cm}^4, \quad I_y = 549,3 \text{ cm}^4.$$

Naprężenia:

$$\tau_{||} = V / A_v = (3,8 / 38,31) \times 10 = 1,0 \text{ MPa},$$

77