
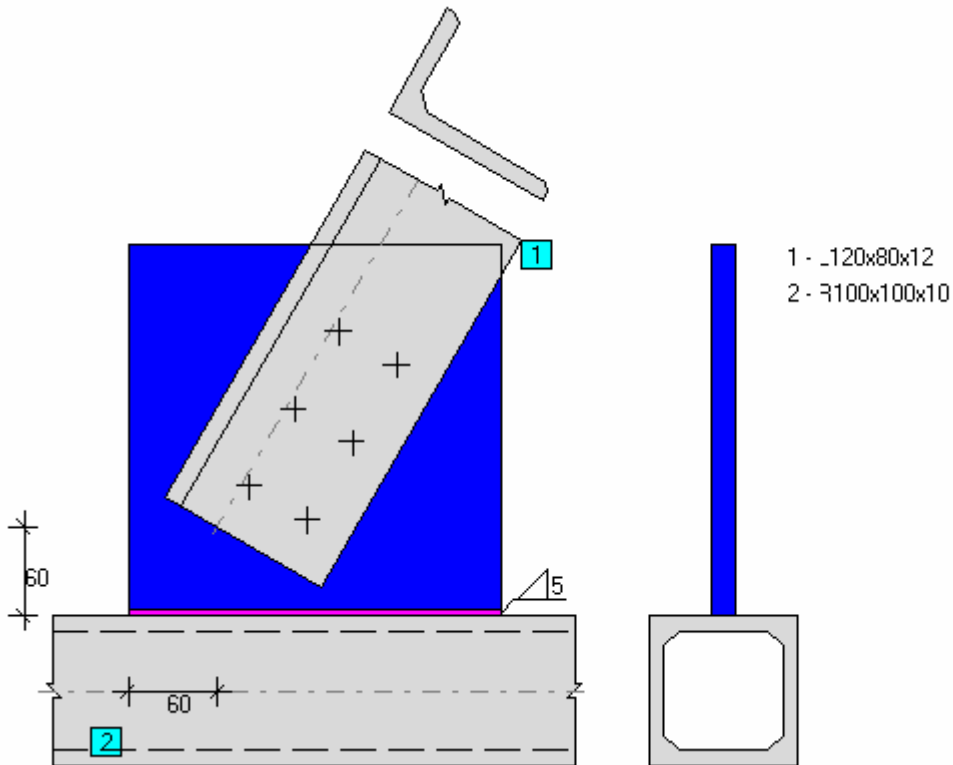
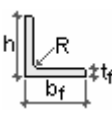


Biuro			
Inwestor			
Nazwa projektu			
Projektował			
Sprawił			
	Pręt - blacha węzłowa		Wytężenie: 2.61
TrussBar v. 0.9.9.22	PN-90/B-03200		✘



Dane

Pręt L120x80x12					
	h	b _{f□}	t _{f□}	t _{w□}	R
	120.00[mm]	80.00[mm]	12.00[mm]	12.00[mm]	11.00[mm]
	A	J _{y0□}	J _{z0□}	y _{0□}	z _{0□}
	22.69[cm ²]	0.00[cm ⁴]	0.00[cm ⁴]	20.26[mm]	40.03[mm]
Materiał	Klasa	f _d	R _e	R _m	
	St3SX	215.00[MPa]	235.00[MPa]	315.00[MPa]	

Kąt nachylenia pręta

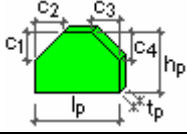
$\alpha = 60.00$ [Deg]

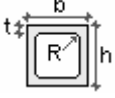
Przesunięcie poziome pręta

$d_x = 60.00$ [mm]

Przesunięcie pionowe pręta

$d_z = 60.00$ [mm]

Blacha							
	h_p	l_p	t_p	c_1	c_2	c_3	c_4
	250.00[mm]	250.00[mm]	15.00[mm]	0.00[mm]	0.00[mm]	0.00[mm]	0.00[mm]
Materiał	Klasa	f_d	R_e	R_m			
	St3SX	215.00[MPa]	235.00[MPa]	315.00[MPa]			

Element główny R100x100x10					
	h_m	b_m	t_m		
	100.00[mm]	100.00[mm]	10.00[mm]		
	A_m	J_{y0m}	J_{z0m}	y_{0m}	z_{0m}
	36.00[cm ²]	492.00[cm ⁴]	492.00[cm ⁴]	50.00[mm]	50.00[mm]
Materiał	Klasa	f_d	R_e	R_m	
	St3SX	215.00[MPa]	235.00[MPa]	315.00[MPa]	

Śruby łączące pręt i blachę węzłową

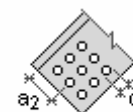
Klasa śruby	Klasa	4.6
Granica plastyczności	$R_e =$	240.00 [MPa]
Wytrzymałość na rozciąganie	$R_m =$	400.00 [MPa]
Średnica śruby	$d =$	18.00 [mm]
Średnica otworu dla śruby	$d_0 =$	20.00 [mm]
Pole powierzchni śruby	$A =$	2.54 [cm ²]
Pole powierzchni czynnej śruby	$A_s =$	2.54 [cm ²]
Liczba wierszy	$w =$	3
Liczba kolumn	$k =$	2

Spoiny

Grubość spoiny pachwinowej łączącej blachę węzłową i element główny	$a_{pe} =$	5.00 [mm]
---	------------	-----------

Uwagi

Odległość śruby od krawędzi poziomej półki zbyt mała



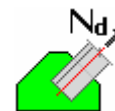
$$a_2 < 2.5d$$

$$a_3 = 33.00[mm] < 2.5 \cdot 18.00[mm] = 38.00[mm]$$

Siły

Obciążenie obliczeniowe

Siła podłużna $N_d = 150.00$ [kN]



Rezultaty

Śruby łączące pręt i blachę węzłową

Nośność śrub

Ścinanie trzpienia śruby

Pole ścinanej części śruby

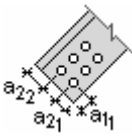
$$A_v = 0.25 \cdot \pi \cdot d^2 = 0.25 \cdot 3.14 \cdot (18.00[\text{mm}])^2 = 2.54[\text{cm}^2]$$

Nośność na ścinanie trzpienia

$$S_{Rv} = 0.45 \cdot m \cdot R_m \cdot A_v = 0.45 \cdot 1 \cdot 400.00[\text{MPa}] \cdot 2.54[\text{cm}^2] = 45.80[\text{kN}]$$

Docisk śruby

Docisk śruby do pręta

	$a_{11} = 35.00[\text{mm}]$
	$a_{21} = 30.00[\text{mm}]$
	$a_{22} = 45.00[\text{mm}]$
$a_{1\min} = \min[a_{11}; a_{21}; a_{22}] = 30.00[\text{mm}]$	

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha^I = \min[a_{1\min}/d; (\min[a, a_3]/d) - 0.75; 2.5] = \min[30.00[\text{mm}]/18.00[\text{mm}]; (\min[60.00[\text{mm}], 45.00[\text{mm}])/18.00[\text{mm}]) - 0.75; 2.5] = 1.67$$

$$\alpha^I > 0$$

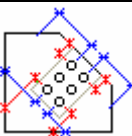
$$1.67 > 0.00$$



Nośność obliczeniowa w stanie granicznym uplastycznienia ścianki otworu

$$S_{Rb}^I = \alpha^I \cdot f_d \cdot d \cdot \Sigma t_i = 1.67 \cdot 215.00[\text{MPa}] \cdot 18.00[\text{mm}] \cdot 12.00[\text{mm}] = 77.40[\text{kN}]$$

Docisk śruby do blachy

	$a_{11} = 67.26[\text{mm}]$
$a_{1\min} = \min[a_{11}] = 67.26[\text{mm}]$	

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha^{II} = \min[a_{1\min}/d; (\min[a, a_3]/d) - 0.75; 2.5] = \min[67.26[\text{mm}]/18.00[\text{mm}]; (\min[60.00[\text{mm}], 45.00[\text{mm}])/18.00[\text{mm}]) - 0.75; 2.5] = 2.50$$

$$\alpha^{II} > 0$$

$$2.50 > 0.00$$



Nośność obliczeniowa w stanie granicznym uplastycznienia ścianki otworu

$$S_{Rb}^{II} = \alpha^{II} \cdot f_d \cdot d \cdot \Sigma t_i = 2.50 \cdot 215.00[\text{MPa}] \cdot 18.00[\text{mm}] \cdot 15.00[\text{mm}] = 145.13[\text{kN}]$$

Stan graniczny nośności

Siły w śrubach

Siła poprzeczna

$$V_0 = N_d = 150.00[kN]$$

Mimośród działania siły względem środka ciężkości układu śrub

$$e_0 = 7.50[mm]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = V_0 * e_0 = 150.00[kN] * 7.50[mm] = 1.12[kNm]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$S_V = V_0 / n_b = 150.00[kN] / 6 = 25.00[kN]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu momentu na kierunku x

$$S_{Mx} = (M_0 * z_{max}) / \sum [x_i^2 + z_i^2] = (1.12[kNm] * 60.00[mm]) / 174.38[cm^2] = 3.87[kN]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu momentu na kierunku z

$$S_{Mz} = (M_0 * x_{max}) / \sum [x_i^2 + z_i^2] = (1.12[kNm] * 22.50[mm]) / 174.38[cm^2] = 1.45[kN]$$

Wypadkowa siła ścinająca w śrubie

$$S = \sqrt{S_{Mx}^2 + (S_V + S_{Mz})^2} = \sqrt{(3.87[kN])^2 + (25.00[kN] + 1.45[kN])^2} = 26.73[kN]$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$S_R = \min[S_{Rv}; S_{RB}^I; S_{RB}^{II}] = \min[45.80[kN]; 77.40[kN]; 145.13[kN]] = 45.80[kN]$$

$$S \leq S_R$$

$$26.73[kN] < 45.80[kN]$$

0.58



Weryfikacja pręta na ścięcie i rozerwanie

Siły w elemencie

Siła poprzeczna

$$V_0 = N_d = 150.00[kN]$$

Pole ścinanej części przekroju netto

$$A_{nv} = [h_v - (n_v - 0.5) * d_0] * t = [155.00[mm] - (3 - 0.5) * 20.00[mm]] * 12.00[mm] = 12.60[cm^2]$$

Pole rozciąganej części przekroju netto

$$A_{nt} = [w_t - (n_t - 0.5) * d_0] * t = [45.00[mm] - (2 - 0.5) * 20.00[mm]] * 12.00[mm] = 7.20[cm^2]$$

Nośność obliczeniowa przekroju osłabionego otworami

$$F_{Rj} = f_d * [0.6 * A_{nv} + (n_v / n_b) * A_{nt}] = 215.00[MPa] * [0.6 * 12.60[cm^2] + (3/6) * 7.20[cm^2]] = 239.94[kN]$$

$$|V_0| \leq F_{Rj}$$

$$|150.00[kN]| < 239.94[kN]$$

0.63



Nośność przekroju pręta

Siły w elemencie

Siła podłużna

$$N_0 = N_d = 150.00[kN]$$

Pole powierzchni przekroju netto części przylgowej pręta

$$A_1 = (h - r * d_0) * t_f = (120.00[mm] - 3 * 20.00[mm]) * 12.00[mm] = 7.20[cm^2]$$

Pole powierzchni przekroju części odstającej pręta

$$A_2 = (b - t_f) * t_f = (80.00[mm] - 12.00[mm]) * 12.00[mm] = 8.16[cm^2]$$

Sprawdzone pole powierzchni przekroju pręta

$$A_w = \min(A; A_1 + [3 \cdot A_1 / (3 \cdot A_1 + A_2)] \cdot A_2) = \min(22.69 [cm^2]; 7.20 [cm^2] + [(3 \cdot 7.20 [cm^2]) / (3 \cdot 7.20 [cm^2] + 8.16 [cm^2])] \cdot 8.16 [cm^2]) = 13.12 [cm^2]$$

Nośność przekroju pręta

$$N_{Rd} = A_w \cdot f_d = 13.12 [cm^2] \cdot 215.00 [MPa] = 282.14 [kN]$$

$ N_0 \leq N_{Rd}$	$ 150.00 [kN] < 282.14 [kN]$	0.53	
---------------------	-------------------------------	-------------	--

Spoina pachwinowa łącząca blachę węzłową i element główny

Siły w spoinach

Siła podłużna

$$N_0 = N_d \cdot \sin(\alpha) = 150.00 [kN] \cdot \sin(60.00 [Deg]) = 75.00 [kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = N_d \cdot \cos(\alpha) = 150.00 [kN] \cdot \cos(60.00 [Deg]) = 129.90 [kN]$$

Mimośród działania siły względem środka ciężkości układu spoin

$$e_0 = 99.64 [mm]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = V_0 \cdot e_0 = 129.90 [kN] \cdot 99.64 [mm] = 14.95 [kNm]$$

Pole powierzchni spoin

$$A_s = l \cdot a = 250.00 [mm] \cdot 5.00 [mm] = 12.50 [cm^2]$$

Wskaźnik wytrzymałości przekroju spoiny ????????

$$W_s = [l^2 \cdot a] / 6 = [(250.00 [mm])^2 \cdot 5.00 [mm]] / 6 = 52.08 [cm^3]$$

Maksymalne naprężenie

$$\sigma = N_0 / A_s + M_0 / W_s = 129.90 [kN] / 12.50 [cm^2] + 14.95 [kNm] / 52.08 [cm^3] = 390.89 [MPa]$$

Naprężenie normalne prostopadłe

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 390.89 [MPa] / \sqrt{2} = 276.40 [MPa]$$

$ \sigma_{\perp} \leq f_d$	$ 276.40 [MPa] > 215.00 [MPa]$	1.29	
-----------------------------	---------------------------------	-------------	--

Naprężenie styczne prostopadłe

$$\tau_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 390.89 [MPa] / \sqrt{2} = 276.40 [MPa]$$

Naprężenie styczne równoległe

$$\tau_{\parallel} = V_0 / A_s = 75.00 [kN] / 12.50 [cm^2] = 60.00 [MPa]$$

Naprężenie zastępcze

$$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} = \sqrt{[(276.40 [MPa])^2 + 3 \cdot ((276.40 [MPa])^2 + (60.00 [MPa])^2)]} = 562.48 [MPa]$$

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.70$$

$\chi \cdot \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_d$	$393.74 [MPa] > 215.00 [MPa]$	1.83	
---	-------------------------------	-------------	--

Ze wzoru na spoiny czołowe połączenie typu T

Pole powierzchni spoin

$$A_s = l \cdot a = 250.00 [mm] \cdot 5.00 [mm] = 12.50 [cm^2]$$

Wskaźnik wytrzymałości przekroju spoiny

$$W_s = [l^2 \cdot a] / 6 = [(250.00 [mm])^2 \cdot 5.00 [mm]] / 6 = 52.08 [cm^3]$$

Naprężenie od siły podłużnej

$$\sigma_N = N_0/A_s = 129.90[kN]/12.50[cm^2] = 103.92[MPa]$$

Naprężenie od zginania

$$\sigma_M = M_0/W_s = 14.95[kNm]/52.08[cm^3] = 286.97[MPa]$$

Maksymalne naprężenie normalne

$$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 103.92[MPa] + 286.97[MPa] = 390.89[MPa]$$

Naprężenie styczne

$$\tau = V_0/A_s = 75.00[kN]/12.50[cm^2] = 60.00[MPa]$$

Współczynniki wytrzymałości spoin

$$\alpha_{\perp} = 0.70$$

$$\alpha_{\parallel} = 1.00$$

Naprężenie zredukowane

$$\sqrt{[(\sigma/\alpha_{\perp})^2 + (\tau/\alpha_{\parallel})^2]} = \sqrt{[(390.89[MPa]/0.70)^2 + (60.00[MPa]/1.00)^2]} = 561.63[MPa]$$

$$\sqrt{[(\sigma/\alpha_{\perp})^2 + (\tau/\alpha_{\parallel})^2]} \leq f_d$$

$$561.63[MPa] > 215.00[MPa]$$

2.61

