

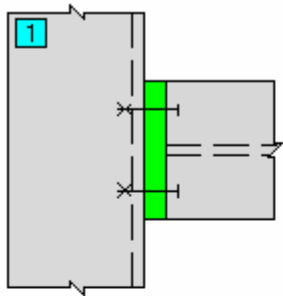
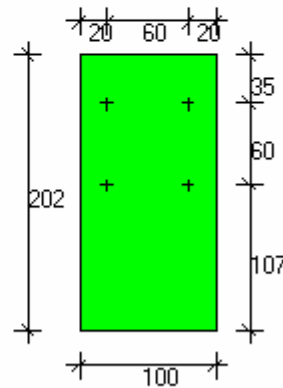
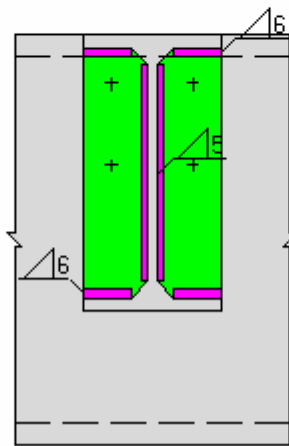
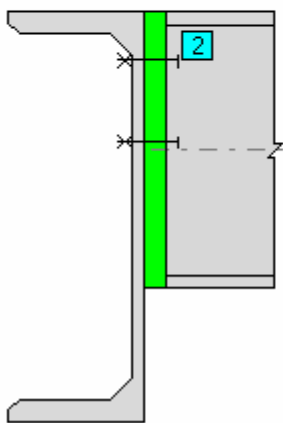



Biuro			
Inwestor			
Nazwa projektu			
Projektował			
Sprawdził			
	Belka-błacha-podciąg		Wytężenie: 0.88
BeamPlateGirder v. 0.9.9.0	PN-90/B-03200		

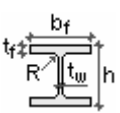


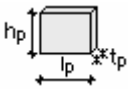
1 - C300
2 - IPEo200



Dane

Podciąg C300					
	h_p	b_{fp}	t_{fp}	t_{wp}	R_p
	300.00[mm]	100.00[mm]	16.00[mm]	10.00[mm]	16.00[mm]
	A_p	J_{y0p}	J_{z0p}	y_{0p}	z_{0p}
	58.80[cm ²]	8030.00[cm ⁴]	0.00[cm ⁴]	0.00[mm]	150.00[mm]
Materiał	Klasa	f_d	R_e	R_m	
	St3SX	215.00[MPa]	235.00[MPa]	375.00[MPa]	

Belka IPEo200					
	h_b	b_{fb}	t_{fb}	t_{wb}	R_b
	202.00[mm]	102.00[mm]	9.50[mm]	6.20[mm]	12.00[mm]
	A_b	J_{y0b}	J_{z0b}	y_{0b}	z_{0b}
	0.00[cm ²]	2211.05[cm ⁴]	168.86[cm ⁴]	51.00[mm]	101.00[mm]
Materiał	Klasa	f_d	R_e	R_m	
	St3SX	215.00[MPa]	235.00[MPa]	375.00[MPa]	

Blacha				
	l_p	h_p	t_p	
	100.00[mm]	202.00[mm]	15.00[mm]	
Materiał	Klasa	f_d	R_e	R_m
	St3SX	215.00[MPa]	235.00[MPa]	375.00[MPa]

Śruby łączące blachę czołową i środnik podciągu

Klasa śruby	Klasa	4.6
Granica plastyczności	$R_e =$	240.00 [MPa]
Wytrzymałość na rozciąganie	$R_m =$	400.00 [MPa]
Średnica śruby	$d =$	10.00 [mm]
Średnica otworu dla śruby	$d_0 =$	11.00 [mm]
Pole powierzchni śruby	$A =$	0.79 [cm ²]
Pole powierzchni czynnej śruby	$A_s =$	0.58 [cm ²]
Liczba wierszy	$w =$	2
Liczba kolumn	$k =$	2

Spoiny

Grubość spoin pachwinowych łączących półki belki i blachę czołową	$a_f =$	6.00 [mm]
Grubość spoin pachwinowych łączących środnik belki i blachę czołową	$a_w =$	5.00 [mm]

Siły

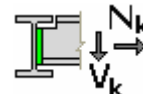
Obciążenie obliczeniowe

Siła podłużna	$N_d =$	5.00	[kN]
Siła poprzeczna	$V_d =$	50.00	[kN]



Obciążenie charakterystyczne

Siła podłużna	$N_k =$	5.00	[kN]
Siła poprzeczna	$V_k =$	30.00	[kN]



Rezultaty

Śruby łączące blachę czołową i środnik podciągu

Nośność śrub

Rozciąganie śruby

Nośność obliczeniowa w stanie granicznym zerwania trzpienia

$$S_{Rt} = \min[0.65 \cdot R_m \cdot A_s; 0.85 \cdot R_e \cdot A_s] = \min[0.65 \cdot 400.00 [MPa] \cdot 0.58 [cm^2]; 0.85 \cdot 240.00 [MPa] \cdot 0.58 [cm^2]] = 11.83 [kN]$$

Scinanie trzpienia śruby

Pole ścinanej części śruby

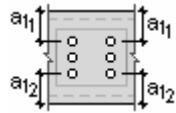
$$A_v = 0.25 \cdot \pi \cdot d^2 = 0.25 \cdot 3.14 \cdot (10.00[\text{mm}])^2 = 0.79[\text{cm}^2]$$

Nośność na ścinanie trzpienia

$$S_{Rv} = 0.45 \cdot m \cdot R_m \cdot A_v = 0.45 \cdot 1 \cdot 400.00[\text{MPa}] \cdot 0.79[\text{cm}^2] = 14.14[\text{kN}]$$

Docisk śruby

Docisk śruby do środka podciągu

	$a_{11} = 35.00[\text{mm}]$
	$a_{12} = 205.00[\text{mm}]$
$a_{1\text{min}} = \min[a_{11}; a_{12}] = 35.00[\text{mm}]$	

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha^I = \min[a_{1\text{min}}/d; (\min[a, a_3]/d) - 0.75; 2.5] = \min[35.00[\text{mm}]/10.00[\text{mm}]; (\min[60.00[\text{mm}], 60.00[\text{mm}])/10.00[\text{mm}]) - 0.75; 2.5] = 2.50$$

$$\alpha^I > 0$$

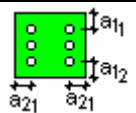
$$2.50 > 0.00$$



Nośność obliczeniowa w stanie granicznym uplastycznienia ścianki otworu

$$S_{Rb}^I = \alpha^I \cdot f_d \cdot d \cdot \Sigma t_i = 2.50 \cdot 215.00[\text{MPa}] \cdot 10.00[\text{mm}] \cdot 10.00[\text{mm}] = 53.75[\text{kN}]$$

Docisk śruby do blachy

	$a_{11} = 35.00[\text{mm}]$
	$a_{12} = 107.00[\text{mm}]$
	$a_{21} = 20.00[\text{mm}]$
$a_{1\text{min}} = \min[a_{11}; a_{12}; a_{21}] = 20.00[\text{mm}]$	

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha^{II} = \min[a_{1\text{min}}/d; (\min[a, a_3]/d) - 0.75; 2.5] = \min[20.00[\text{mm}]/10.00[\text{mm}]; (\min[60.00[\text{mm}], 60.00[\text{mm}])/10.00[\text{mm}]) - 0.75; 2.5] = 2.00$$

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

$$2.00 > 0.00$$



Nośność obliczeniowa w stanie granicznym uplastycznienia ścianki otworu

$$S_{Rb}^{II} = \alpha^{II} \cdot f_d \cdot d \cdot \Sigma t_i = 2.00 \cdot 215.00[\text{MPa}] \cdot 10.00[\text{mm}] \cdot 15.00[\text{mm}] = 64.50[\text{kN}]$$

Stan graniczny nośności

Siły w śrubach

Siła podłużna

$$N_0 = N_d = 5.00[\text{kN}]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_d = 50.00[\text{kN}]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$S_v = V_0/n_b = 50.00[\text{kN}]/4 = 12.50[\text{kN}]$$

Wypadkowa siła ścinająca w śrubie

$$S = S_V = 12.50[kN]$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$S_R = \min[S_{Rv}; S_{Rb}^I; S_{Rb}^{II}] = \min[14.14[kN]; 53.75[kN]; 64.50[kN]] = 14.14[kN]$$

$$S \leq S_R$$

$$12.50[kN] < 14.14[kN]$$

0.88



Rozciąganie śrub

Siła rozciągająca w śrubie

$$S_t = N_0/n_b = 5.00[kN]/4 = 1.25[kN]$$

$$S_t \leq S_{Rt}$$

$$1.25[kN] < 11.83[kN]$$

0.11



Interakcja ścinania i rozciągania

$$(S_t/S_{Rt})^2 + (S/S_{Rv})^2 = (1.25[kN]/11.83[kN])^2 + (12.50[kN]/14.14[kN])^2 = 0.79$$

$$(S_t/S_{Rt})^2 + (S/S_{Rv})^2 \leq 1$$

$$0.79 < 1.00$$

0.79



Stan graniczny użyteczności

Siły w śrubach

Siła podłużna

$$N_0 = N_k = 5.00[kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_k = 30.00[kN]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$S_V = V_0/n_b = 30.00[kN]/4 = 7.50[kN]$$

Wypadkowa siła ścinająca w śrubie

$$S = S_V = 7.50[kN]$$

Nośność obliczeniowa śruby na poślizg

$$S_{Rs} = \alpha_s \cdot \mu \cdot (S_{Rt} - S_t) \cdot m = 1.00 \cdot 1.00 \cdot (11.83[kN] - 1.25[kN]) \cdot 1 = 10.58[kN]$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$S_R = S_{Rs} = 10.58[kN]$$

$$S \leq S_R$$

$$7.50[kN] < 10.58[kN]$$

0.71



Rozciąganie śrub

Siła rozciągająca w śrubie

$$S_t = N_0/n_b = 5.00[kN]/4 = 1.25[kN]$$

$$S_t \leq S_{Rt}$$

$$1.25[kN] < 11.83[kN]$$

0.11



Interakcja ścinania i rozciągania

$$(S_t/S_{Rt})^2 + (S/S_{Rv})^2 = (1.25[kN]/11.83[kN])^2 + (7.50[kN]/14.14[kN])^2 = 0.29$$

$$(S/S_{Rt})^2 + (S/S_{Rv})^2 \leq 1$$

$$0.29 < 1.00$$

0.29

Spoiny pachwinowe łączące belkę i blachę czołową

Siły w spoinach

Siła podłużna

$$N_0 = N_d = 5.00[kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_d = 50.00[kN]$$

Charakterystyki geometryczne układu spoin

Pole spoin poziomych na półce górnej

$$A_{wfu} = (l_p - t_{wb} - 2 \cdot r_b) \cdot a_f = (100.00[mm] - 6.20[mm] - 2 \cdot 12.00[mm]) \cdot 6.00[mm] = 4.19[cm^2]$$

Pole spoin poziomych na półce dolnej

$$A_{wfl} = (l_p - t_{wb} - 2 \cdot r_b) \cdot a_f = (100.00[mm] - 6.20[mm] - 2 \cdot 12.00[mm]) \cdot 6.00[mm] = 4.19[cm^2]$$

Pole spoin pionowych

$$A_{ww} = 15.90[cm^2]$$

Pole wszystkich spoin

$$A_w = A_{wfu} + A_{wfl} + A_{ww} = 4.19[cm^2] + 4.19[cm^2] + 15.90[cm^2] = 24.28[cm^2]$$

Naprężenie od siły podłużnej

$$\sigma = N_0 / A_w = 5.00[kN] / 24.28[cm^2] = 2.06[MPa]$$

Naprężenie normalne prostopadłe

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 2.06[MPa] / \sqrt{2} = 1.46[MPa]$$

Naprężenie styczne prostopadłe

$$\tau_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 2.06[MPa] / \sqrt{2} = 1.46[MPa]$$

Naprężenie styczne równoległe

$$\tau_{||} = V_0 / A_{ww} = 50.00[kN] / 15.90[cm^2] = 31.45[MPa]$$

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.70$$

$$|\sigma_{\perp}| \leq f_d$$

$$|1.46[MPa]| < 215.00[MPa]$$

0.01

$$\chi \cdot \sqrt{[\sigma_{\perp}]^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} \leq f_d$$

$$38.18[MPa] < 215.00[MPa]$$

0.18