

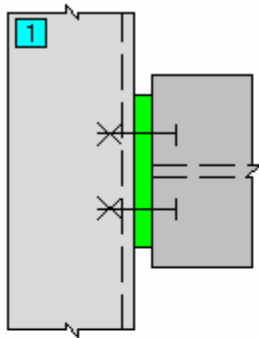
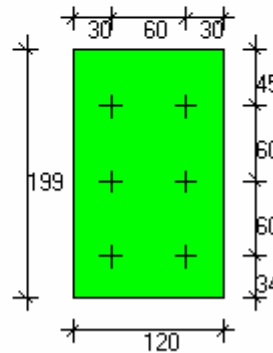
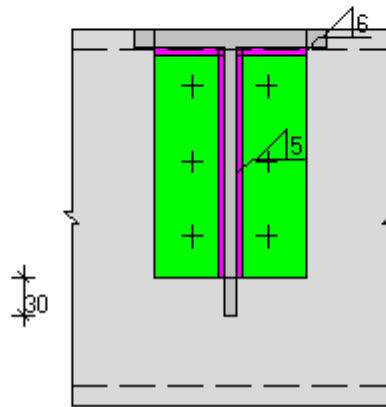
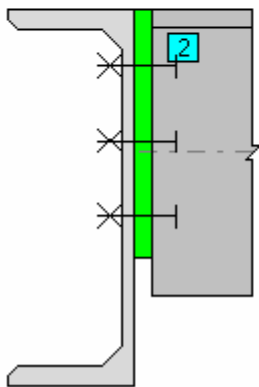



Biuro			
Inwestor			
Nazwa projektu			
Projektował			
Sprawił			
	Belka-błacha-podciąg		Wytężenie: 0.58
BeamPlateGirder v. 0.9.9.0	EN 1991-1-8:2006		

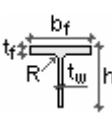


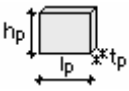
1 - C300
2 - 1/2BS457x67



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_y	f_u		
	S 275 N/NL	275.00[MPa]	390.00[MPa]		

Belka 1/2BS457x67					
	h_b	b_{fb}	t_{fb}	t_{wb}	R_b
	229.00[mm]	153.80[mm]	15.00[mm]	9.00[mm]	0.00[mm]
	A_b	J_{y0b}	J_{z0b}	y_{0b}	z_{0b}
	0.00[cm ²]	0.00[cm ⁴]	0.00[cm ⁴]	0.00[mm]	0.00[mm]
Materiał	Klasa	f_y	f_u		
	S 420 N/NL	420.00[MPa]	520.00[MPa]		

Blacha			
	l_p	h_p	t_p
	120.00[mm]	199.00[mm]	15.00[mm]
Materiał	Klasa	f_y	f_u
	St3SX	235.00[MPa]	315.00[MPa]

Śruby łączące blachę czołową i środnik podciągu

Klasa śruby	Klasa	4.6
Granica plastyczności	$f_{yb} =$	240.00 [MPa]
Wytrzymałość na rozciąganie	$f_{ub} =$	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 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]

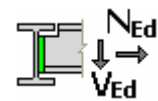
Współczynniki materiałowe

Współczynnik	$\gamma_{M0} =$	1.00
Współczynnik	$\gamma_{M2} =$	1.25
Współczynnik	$\gamma_{M3} =$	1.10
Współczynnik	$\gamma_{M3,ser} =$	1.25

Siły

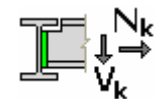
Obciążenie obliczeniowe

Siła podłużna	$N_{Ed} =$	25.00	[kN]
Siła poprzeczna	$V_{Ed} =$	170.00	[kN]



Obciążenie charakterystyczne

Siła podłużna	$N_k =$	15.00	[kN]
Siła poprzeczna	$V_k =$	150.00	[kN]



Rezultaty

Śruby łączące blachę czołową i środnik podciągu

Nośność śruby na rozciąganie

$$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = (0.90 \cdot 400.00 [MPa] \cdot 2.54 [cm^2]) / 1.25 = 73.29 [kN]$$

Pole ścinanej części śruby

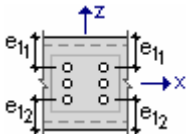
$$A = 0.25 \cdot \pi \cdot d^2 = 0.25 \cdot 3.14 \cdot (18.00[\text{mm}])^2 = 2.54[\text{cm}^2]$$

Nośność śruby na ścinanie w jednej płaszczyźnie

$$F_{v,Rd} = (\alpha_v \cdot m \cdot f_{ub} \cdot A) / \gamma_{M2} = (0.60 \cdot 1 \cdot 400.00[\text{MPa}] \cdot 2.54[\text{cm}^2]) / 1.25 = 48.86[\text{kN}]$$

Docisk śruby

Docisk śruby do środka podciągu

	$e_{11} = 45.00[\text{mm}]$
	$e_{12} = 135.00[\text{mm}]$
$e_{1\min} = \min[e_{11}; e_{12}] = 45.00[\text{mm}]$	

Kierunek X

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_{1\min} / d_0) - 1.7; 1.4 \cdot (p_1 / d_0) - 1.7; 2.5] = \min[2.8 \cdot (45.00[\text{mm}] / 20.00[\text{mm}]) - 1.7; 1.4 \cdot (60.00[\text{mm}] / 20.00[\text{mm}]) - 1.7; 2.5] = 2.50$$

$k_{1x} > 0$	$2.50 > 0.00$	✓
--------------	---------------	---

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bx} = \min[p_2 / (3 \cdot d_0) - 0.25; f_{ub} / f_u; 1] = \min[60.00[\text{mm}] / (3 \cdot 20.00[\text{mm}]) - 0.25; 400.00[\text{MPa}] / 390.00[\text{MPa}]; 1] = 0.75$$

$\alpha_{bx} > 0$	$0.75 > 0.00$	✓
-------------------	---------------	---

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd1x} = (k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d \cdot t_i) / \gamma_{M2} = (2.50 \cdot 0.75 \cdot 390.00[\text{MPa}] \cdot 18.00[\text{mm}] \cdot 10.00[\text{mm}]) / 1.25 = 105.30[\text{kN}]$$

Kierunek Z

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1z} = \min[1.4 \cdot (p_2 / d_0) - 1.7; 2.5] = \min[1.4 \cdot (60.00[\text{mm}] / 20.00[\text{mm}]) - 1.7; 2.5] = 2.50$$

$k_{1z} > 0$	$2.50 > 0.00$	✓
--------------	---------------	---

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bz} = \min[e_{1\min} / (3 \cdot d_0); p_1 / (3 \cdot d_0) - 0.25; f_{ub} / f_u; 1] = \min[45.00[\text{mm}] / (3 \cdot 20.00[\text{mm}]); (60.00[\text{mm}] / (3 \cdot 20.00[\text{mm}])) - 0.25; 400.00[\text{MPa}] / 390.00[\text{MPa}]; 1] = 0.75$$

$\alpha_{bz} > 0$	$0.75 > 0.00$	✓
-------------------	---------------	---

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd1z} = (k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t_i) / \gamma_{M2} = (2.50 \cdot 0.75 \cdot 390.00[\text{MPa}] \cdot 18.00[\text{mm}] \cdot 10.00[\text{mm}]) / 1.25 = 105.30[\text{kN}]$$

Docisk śruby

Docisk śruby do blachy

	$e_{11} = 45.00[\text{mm}]$
	$e_{12} = 34.00[\text{mm}]$
	$e_{21} = 30.00[\text{mm}]$
$e_{1\min} = \min[e_{11}; e_{12}] = 34.00[\text{mm}]$	

$$e_{2min} = \min[e_{21}] = 30.00[mm]$$

Kierunek X

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1x} = \min[2.8*(e_{1min}/d_0)-1.7; 1.4*(p_1/d_0)-1.7; 2.5] = \min[2.8*(34.00[mm]/20.00[mm])-1.7; 1.4*(60.00[mm]/20.00[mm])-1.7; 2.5] = 2.50$$

$$k_{1x} > 0$$

$$2.50 > 0.00$$



Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bx} = \min[e_{2min}/(3*d_0); p_2/(3*d_0)-0.25; f_{ub}/f_u; 1] = \min[30.00[mm]/(3*20.00[mm]); (60.00[mm]/(3*20.00[mm]))-0.25; 400.00[MPa]/390.00[MPa]; 1] = 0.50$$

$$\alpha_{bx} > 0$$

$$0.50 > 0.00$$



Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd2x} = (k_{1x}*\alpha_{bx}*f_u*d*t_i)/\gamma_{M2} = (2.50*0.75*315.00[MPa]*18.00[mm]*15.00[mm])/1.25 = 85.05[kN]$$

Kierunek Z

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1z} = \min[2.8*(e_{2min}/d_0)-1.7; 1.4*(p_2/d_0)-1.7; 2.5] = \min[2.8*(30.00[mm]/20.00[mm])-1.7; 1.4*(60.00[mm]/20.00[mm])-1.7; 2.5] = 2.50$$

$$k_{1z} > 0$$

$$2.50 > 0.00$$



Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bz} = \min[e_{1min}/(3*d_0); p_1/(3*d_0)-0.25; f_{ub}/f_u; 1] = \min[34.00[mm]/(3*20.00[mm]); (60.00[mm]/(3*20.00[mm]))-0.25; 400.00[MPa]/315.00[MPa]; 1] = 0.57$$

$$\alpha_{bz} > 0$$

$$0.57 > 0.00$$



Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd2z} = (k_{1z}*\alpha_{bz}*f_u*d*t_i)/\gamma_{M2} = (2.50*0.57*315.00[MPa]*18.00[mm]*15.00[mm])/1.25 = 96.39[kN]$$

Stan graniczny nośności

Siły w śrubach

Siła podłużna

$$N_0 = N_{Ed} = 25.00[kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_{Ed} = 170.00[kN]$$

Kierunek Z

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$F_{V,Ed} = V_0/n_b = 170.00[kN]/6 = 28.33[kN]$$

Sumaryczna siła na kierunku Z

$$F_{z,Ed} = F_{V,Ed} = 28.33[kN]$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$F_{z,Rd} = \min[F_{V,Rd}; F_{b,Rd1z}; F_{b,Rd2z}] = \min[48.86[kN]; 105.30[kN]; 96.39[kN]] = 48.86[kN]$$

$$|F_{z,Ed}| \leq F_{z,Rd}$$

$$|28.33[kN]| < 48.86[kN]$$

0.58



Nośność śruby na rozciąganie

$$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = (0.90 \cdot 400.00 [MPa] \cdot 2.54 [cm^2]) / 1.25 = 73.29 [kN]$$

Rozciąganie śrub

$$F_{t,Ed} = N_0 / n_b = 25.00 [kN] / 6 = 4.17 [kN]$$

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$4.17 [kN] < 73.29 [kN]$$

0.06



Ścinanie z rozciąganiem

Wypadkowa siła ścinająca w śrubie

$$F_{Ed} = F_{z,Ed} = 28.33 [kN]$$

$$[F_{Ed} / F_{v,Rd}]^2 + [F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})]^2 = [28.33 [kN] / 48.86 [kN]]^2 + [4.17 [kN] / (1.4 \cdot 73.29 [kN])]^2 = 0.34$$

$$[F_{Ed} / F_{v,Rd}]^2 + [F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})]^2 \leq 1$$

$$0.34 < 1.00$$

0.34



Stan graniczny użyteczności

Siły w śrubach

Siła podłużna

$$N_0 = N_k = 15.00 [kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_k = 150.00 [kN]$$

Kierunek Z

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$F_{V,Ed,ser} = V_0 / n_b = 150.00 [kN] / 6 = 25.00 [kN]$$

Sumaryczna siła na kierunku Z

$$F_{z,Ed,ser} = F_{V,Ed,ser} = 25.00 [kN]$$

Obliczeniowa siła sprężenia

$$F_{p,C} = 0.7 \cdot f_{ub} \cdot A_s = 0.7 \cdot 400.00 [MPa] \cdot 2.54 [cm^2] = 71.25 [kN]$$

Nośność obliczeniowa śruby na poślizg

$$F_{s,Rd,ser} = k_s \cdot \mu \cdot (F_{p,C} - F_{t,Ed,ser}) \cdot m / \gamma_{M3,ser} = 1.00 \cdot 1.00 \cdot (71.25 [kN] - 2.50 [kN]) \cdot 1 / 1.25 = 55.40 [kN]$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$F_{z,Rd} = F_{s,Rd,ser} = 55.40 [kN]$$

$$|F_{z,Ed,ser}| \leq F_{z,Rd}$$

$$|25.00 [kN]| < 55.40 [kN]$$

0.45



Rozciąganie śrub

Nośność śruby na rozciąganie

$$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = (0.90 \cdot 400.00 [MPa] \cdot 2.54 [cm^2]) / 1.25 = 73.29 [kN]$$

$$F_{t,k} = N_0 / n_b = 15.00 [kN] / 6 = 2.50 [kN]$$

$$F_{t,k} \leq F_{t,Rd}$$

$$2.50[kN] < 73.29[kN]$$

0.06



Ścinanie z rozciąganiem

Wypadkowa siła ścinająca w śrubie

$$F_k = F_{z,k} = 25.00[kN]$$

$$[F_k/F_{v,Rd}]^2 + [F_{t,k}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})]^2 = [25.00[kN]/48.86[kN]]^2 + [2.50[kN]/(1.4 \cdot 73.29[kN])]^2 = 0.26$$

$$[F_k/F_{v,Rd}]^2 + [F_{t,k}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})]^2 \leq 1$$

$$0.26 < 1.00$$

0.26



Rozerwanie blokowe

Siły w elemencie

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_{Ed} = 170.00[kN]$$

Pole rozciąganej części przekroju netto

$$A_{nt} = (w_1 - d_0) \cdot t = (60.00[mm] - 20.00[mm]) \cdot 15.00[mm] = 6.00[cm^2]$$

Pole ścinanej części przekroju netto

$$A_{nv} = [a_1 + (n_v - 0.5) \cdot d_0] \cdot t = [34.00[mm] + (3 - 0.5) \cdot 20.00[mm]] \cdot 15.00[mm] = 15.60[cm^2]$$

Nośność na rozerwanie blokowe

$$V_{eff,1,Rd} = f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \gamma_{M0} = 315.00[MPa] \cdot 6.00[cm^2] / 1.25 + (1/\sqrt{3}) \cdot 235.00[MPa] \cdot 15.60[cm^2] / 1.00 = 362.86[kN]$$

$$|V_0| \leq V_{eff,1,Rd}$$

$$|170.00[kN]| < 362.86[kN]$$

0.47



Spoiny pachwinowe łączące belkę i blachę czołową

Siły w spoinach

Siła podłużna

$$N_0 = N_{Ed} = 25.00[kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_{Ed} = 170.00[kN]$$

Charakterystyki geometryczne układu spoin

Pole spoin poziomych na półce górnej

$$A_{wfu} = (l_p - t_{wb} - 2 \cdot r_b) \cdot a_f = (120.00[mm] - 9.00[mm] - 2 \cdot 0.00[mm]) \cdot 6.00[mm] = 6.66[cm^2]$$

Pole spoin pionowych

$$A_{ww} = 18.40[cm^2]$$

Pole wszystkich spoin

$$A_w = A_{wfu} + A_{ww} = 6.66[cm^2] + 18.40[cm^2] = 25.06[cm^2]$$

Naprężenie od siły podłużnej

$$\sigma = N_0 / A_w = 25.00[kN] / 25.06[cm^2] = 9.98[MPa]$$

Naprężenie normalne prostopadłe

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 9.98[MPa] / \sqrt{2} = 7.05[MPa]$$

Naprężenie styczne prostopadłe


$$\tau_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 9.98[MPa] / \sqrt{2} = 7.05[MPa]$$

Naprężenie styczne równoległe

$$\tau_{II} = V_0/A_{ww} = 170.00[kN]/18.40[cm^2] = 92.39[MPa]$$

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\beta_w = 0.80$$

$ \sigma_{\perp} \leq 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$	$ 7.05[MPa] < 226.80[MPa]$	0.03	
$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$	$160.65[MPa] < 315.00[MPa]$	0.51	