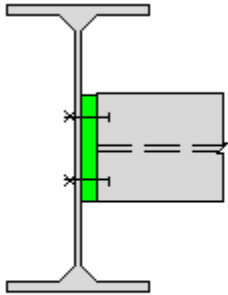
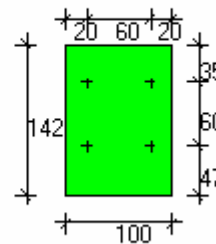
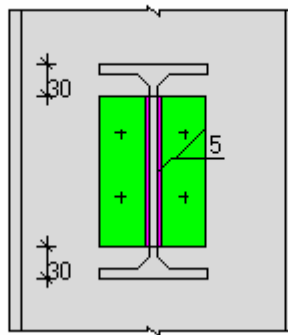
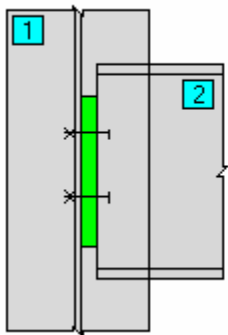



Biuro			
Inwestor			
Nazwa projektu			
Projektował			
Sprawił			
	<b>Belka-błacha-słup</b>		Wytężenie: 0.83
BeamPlateColumn v. 0.9.9.0	EN 1991-1-8:2006		

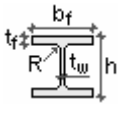


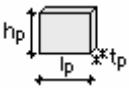
1 - IPE270  
2 - IPEo200



## Dane

Słup IPE270					
	$h_c$	$b_{fc}$	$t_{fc}$	$t_{wc}$	$R_c$
	270.00[mm]	135.00[mm]	10.20[mm]	6.60[mm]	15.00[mm]
	$A_c$	$J_{y0c}$	$J_{z0c}$	$y_{0c}$	$z_{0c}$
	45.95[cm <sup>2</sup> ]	5789.78[cm <sup>4</sup> ]	419.87[cm <sup>4</sup> ]	67.50[mm]	135.00[mm]
Materiał	Klasa	$f_y$	$f_u$		
	St3SX	235.00[MPa]	315.00[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 <sup>2</sup> ]	2211.05[cm <sup>4</sup> ]	168.86[cm <sup>4</sup> ]	51.00[mm]	101.00[mm]
Materiał	Klasa	$f_y$	$f_u$		
	St3SX	235.00[MPa]	315.00[MPa]		

Blacha			
	$l_p$	$h_p$	$t_p$
	100.00[mm]	142.00[mm]	15.00[mm]
Materiał	Klasa	$f_y$	$f_u$
	St3SX	235.00[MPa]	315.00[MPa]

### Śruby łączące blachę czołową i środnik słupa

Klasa śruby	Klasa	4.6
Granica plastyczności	$f_{yb} =$	240.00 [MPa]
Wytrzymałość na rozciąganie	$f_{ub} =$	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 <sup>2</sup> ]
Pole powierzchni czynnej śruby	$A_s =$	0.58 [cm <sup>2</sup> ]
Liczba wierszy	$w =$	2
Liczba kolumn	$k =$	2

### Spoiny

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

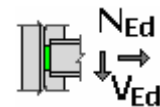
### Współczynniki materiałowe

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

### Siły

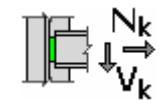
#### Obciążenie obliczeniowe

Siła podłużna	$N_{Ed} =$	5.00	[kN]
Siła poprzeczna	$V_{Ed} =$	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 słupa

Nośność śruby na rozciąganie

$$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = (0.90 \cdot 400.00 [MPa] \cdot 0.58 [cm^2]) / 1.25 = 16.70 [kN]$$

Pole ścinanej części śruby

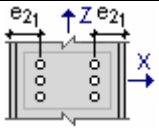
$$A = 0.25 \cdot \pi \cdot d^2 = 0.25 \cdot 3.14 \cdot (10.00[mm])^2 = 0.79[cm^2]$$

Nośność śruby na ścinanie w jednej płaszczyźnie

$$F_{v,Rd} = (\alpha_v \cdot m \cdot f_{ub} \cdot A) / \gamma_{M2} = (0.60 \cdot 1 \cdot 400.00[MPa] \cdot 0.79[cm^2]) / 1.25 = 15.08[kN]$$

Docisk śruby

### Docisk śruby do środka słupa

	$e_{21} = 105.00[mm]$
$e_{2min} = \min[ e_{21} ] = 105.00[mm]$	

### Kierunek X

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1x} = \min[1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7; 2.5] = \min[1.4 \cdot (60.00[mm]/11.00[mm]) - 1.7; 2.5] = 2.50$$

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

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bx} = \min[e_{2min}/(3 \cdot d_0); p_2/(3 \cdot d_0) - 0.25; f_{ub}/f_u; 1] = \min[105.00[mm]/(3 \cdot 11.00[mm]); (60.00[mm]/(3 \cdot 11.00[mm])) - 0.25; 400.00[MPa]/315.00[MPa]; 1] = 1.00$$

$\alpha_{bx} > 0$	$1.00 > 0.00$	✓
-------------------	---------------	---

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd1x} = (k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d \cdot t_i) / \gamma_{M2} = (2.50 \cdot 1.00 \cdot 315.00[MPa] \cdot 10.00[mm] \cdot 6.60[mm]) / 1.25 = 41.58[kN]$$

### Kierunek Z

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_{2min}/d_0) - 1.7; 1.4 \cdot (p_2/d_0) - 1.7; 2.5] = \min[2.8 \cdot (105.00[mm]/11.00[mm]) - 1.7; 1.4 \cdot (60.00[mm]/11.00[mm]) - 1.7; 2.5] = 2.50$$

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

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bz} = \min[p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25; f_{ub}/f_u; 1] = \min[(60.00[mm]/(3 \cdot 11.00[mm])) - 0.25; 400.00[MPa]/315.00[MPa]; 1] = 1.00$$

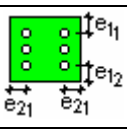
$\alpha_{bz} > 0$	$1.00 > 0.00$	✓
-------------------	---------------	---

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd1z} = (k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t_i) / \gamma_{M2} = (2.50 \cdot 1.00 \cdot 315.00[MPa] \cdot 10.00[mm] \cdot 6.60[mm]) / 1.25 = 41.58[kN]$$

Docisk śruby

### Docisk śruby do blachy

	$e_{11} = 35.00[mm]$
	$e_{12} = 47.00[mm]$
	$e_{21} = 20.00[mm]$
$e_{1min} = \min[ e_{11}; e_{12} ] = 35.00[mm]$	
$e_{2min} = \min[ e_{21} ] = 20.00[mm]$	

## Kierunek X

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_{1\min}/d_0) - 1.7; 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7; 2.5] = \min[2.8 \cdot (35.00[\text{mm}]/11.00[\text{mm}]) - 1.7; 1.4 \cdot (60.00[\text{mm}]/11.00[\text{mm}]) - 1.7; 2.5] = 2.50$$

$$k_{1x} > 0$$

$$2.50 > 0.00$$



Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bx} = \min[e_{2\min}/(3 \cdot d_0); p_2/(3 \cdot d_0) - 0.25; f_{ub}/f_u; 1] = \min[20.00[\text{mm}]/(3 \cdot 11.00[\text{mm}]); (60.00[\text{mm}]/(3 \cdot 11.00[\text{mm}])) - 0.25; 400.00[\text{MPa}]/315.00[\text{MPa}]; 1] = 0.61$$

$$\alpha_{bx} > 0$$

$$0.61 > 0.00$$



Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd2x} = (k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d \cdot t_i) / \gamma_{M2} = (2.50 \cdot 1.00 \cdot 315.00[\text{MPa}] \cdot 10.00[\text{mm}] \cdot 15.00[\text{mm}]) / 1.25 = 57.27[\text{kN}]$$

## Kierunek Z

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_{2\min}/d_0) - 1.7; 1.4 \cdot (p_2/d_0) - 1.7; 2.5] = \min[2.8 \cdot (20.00[\text{mm}]/11.00[\text{mm}]) - 1.7; 1.4 \cdot (60.00[\text{mm}]/11.00[\text{mm}]) - 1.7; 2.5] = 2.50$$

$$k_{1z} > 0$$

$$2.50 > 0.00$$



Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bz} = \min[e_{1\min}/(3 \cdot d_0); p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25; f_{ub}/f_u; 1] = \min[35.00[\text{mm}]/(3 \cdot 11.00[\text{mm}]); (60.00[\text{mm}]/(3 \cdot 11.00[\text{mm}])) - 0.25; 400.00[\text{MPa}]/315.00[\text{MPa}]; 1] = 1.00$$

$$\alpha_{bz} > 0$$

$$1.00 > 0.00$$



Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd2z} = (k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t_i) / \gamma_{M2} = (2.50 \cdot 1.00 \cdot 315.00[\text{MPa}] \cdot 10.00[\text{mm}] \cdot 15.00[\text{mm}]) / 1.25 = 94.50[\text{kN}]$$

## Stan graniczny nośności

### Siły w śrubach

Siła podłużna

$$N_0 = N_{Ed} = 5.00[\text{kN}]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_{Ed} = 50.00[\text{kN}]$$

### Kierunek Z

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$F_{V,Ed} = V_0/n_b = 50.00[\text{kN}]/4 = 12.50[\text{kN}]$$

Sumaryczna siła na kierunku Z

$$F_{z,Ed} = F_{V,Ed} = 12.50[\text{kN}]$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$F_{z,Rd} = \min[F_{v,Rd}; F_{b,Rd1z}; F_{b,Rd2z}] = \min[15.08[\text{kN}]; 41.58[\text{kN}]; 94.50[\text{kN}]] = 15.08[\text{kN}]$$

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

$$|12.50[\text{kN}]| < 15.08[\text{kN}]$$

$$0.83$$



## Rozciąganie śrub

Nośność śruby na rozciąganie

$$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = (0.90 \cdot 400.00 [MPa] \cdot 0.58 [cm^2]) / 1.25 = 16.70 [kN]$$

### Rozciąganie śrub

$$F_{t,Ed} = N_0 / n_b = 5.00 [kN] / 4 = 1.25 [kN]$$

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

$$1.25 [kN] < 16.70 [kN]$$

0.07



## Ścinanie z rozciąganiem

Wypadkowa siła ścinająca w śrubie

$$F_{Ed} = F_{z,Ed} = 12.50 [kN]$$

$$[F_{Ed} / F_{v,Rd}]^2 + [F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})]^2 = [12.50 [kN] / 15.08 [kN]]^2 + [1.25 [kN] / (1.4 \cdot 16.70 [kN])]^2 = 0.69$$

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

$$0.69 < 1.00$$

0.69



## Stan graniczny użyteczności

### Siły w śrubach

Siła podłużna

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

Siła poprzeczna

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

### Kierunek Z

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$F_{V,Ed,ser} = V_0 / n_b = 30.00 [kN] / 4 = 7.50 [kN]$$

Sumaryczna siła na kierunku Z

$$F_{z,Ed,ser} = F_{V,Ed,ser} = 7.50 [kN]$$

Obliczeniowa siła sprężenia

$$F_{p,C} = 0.7 \cdot f_{ub} \cdot A_s = 0.7 \cdot 400.00 [MPa] \cdot 0.58 [cm^2] = 16.24 [kN]$$

Nośność obliczeniowa śruby na poślizg

$$F_{s,Rd,ser} = k_s \cdot \mu \cdot (F_{p,C} - F_{t,Ed,ser}) \cdot m / \gamma_{M3,ser} = 1.00 \cdot 1.00 \cdot (16.24 [kN] - 1.25 [kN]) \cdot 1 / 1.25 = 12.19 [kN]$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$F_{z,Rd} = F_{s,Rd,ser} = 12.19 [kN]$$

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

$$|7.50 [kN]| < 12.19 [kN]$$

0.62



### Rozciąganie śrub

Nośność śruby na rozciąganie

$$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = (0.90 \cdot 400.00 [MPa] \cdot 0.58 [cm^2]) / 1.25 = 16.70 [kN]$$

### Rozciąganie śrub

$$F_{t,k} = N_0 / n_b = 5.00 [kN] / 4 = 1.25 [kN]$$

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

$$1.25 [kN] < 16.70 [kN]$$

0.07



## Ścinanie z rozciąganiem

Wypadkowa siła ścinająca w śrubie

$$F_k = F_{z,k} = 7.50[kN]$$

$$[F_k/F_{v,Rd}]^2 + [F_{t,k}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})]^2 = [7.50[kN]/15.08[kN]]^2 + [1.25[kN]/(1.4 \cdot 16.70[kN])]^2 = 0.25$$

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

$$0.25 < 1.00$$

0.25



### Rozerwanie blokowe

#### Siły w elemencie

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_{Ed} = 50.00[kN]$$

Pole rozciąganej części przekroju netto

$$A_{nt} = (w_1 - d_0) \cdot t = (60.00[mm] - 11.00[mm]) \cdot 15.00[mm] = 7.35[cm^2]$$

Pole ścinanej części przekroju netto

$$A_{nv} = [a_1 + (n_v - 0.5) \cdot d_0] \cdot t = [47.00[mm] + (2 - 0.5) \cdot 11.00[mm]] \cdot 15.00[mm] = 13.58[cm^2]$$

Nośność na rozerwanie blokowe

$$V_{eff,1,Rd} = f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \gamma_{M0} = 315.00[MPa] \cdot 7.35[cm^2] / 1.25 + (1/\sqrt{3}) \cdot 235.00[MPa] \cdot 13.58[cm^2] / 1.00 = 369.40[kN]$$

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

$$|50.00[kN]| < 369.40[kN]$$

0.14



### Spoiny pachwinowe łączące belkę i blachę czołową

#### Siły w spoinach

Siła podłużna

$$N_0 = N_{Ed} = 5.00[kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_{Ed} = 50.00[kN]$$

#### Charakterystyki geometryczne układu spoin

Pole spoin pionowych

$$A_{ww} = 14.20[cm^2]$$

Pole wszystkich spoin

$$A_w = 14.20[cm^2]$$

Naprężenie od siły podłużnej

$$\sigma = N_0/A_w = 5.00[kN]/14.20[cm^2] = 3.52[MPa]$$

Naprężenie normalne prostopadłe

$$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 3.52[MPa]/\sqrt{2} = 2.49[MPa]$$

Naprężenie styczne prostopadłe

$$\tau_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 3.52[MPa]/\sqrt{2} = 2.49[MPa]$$

Naprężenie styczne równoległe

$$\tau_{\parallel} = V_0/A_{ww} = 50.00[kN]/14.20[cm^2] = 35.21[MPa]$$

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\beta_w = 0.80$$

$ \sigma_{\perp}  \leq 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$	$ 2.49[MPa]  < 226.80[MPa]$	<b>0.01</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
---	-----------------------------	-------------	-------------------------------------

$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$	$61.19[MPa] < 315.00[MPa]$	<b>0.19</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
---	----------------------------	-------------	-------------------------------------