

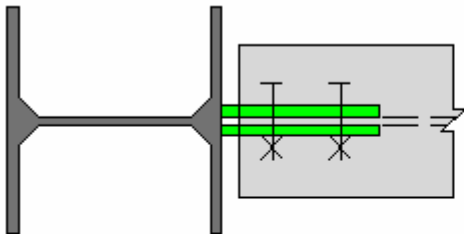
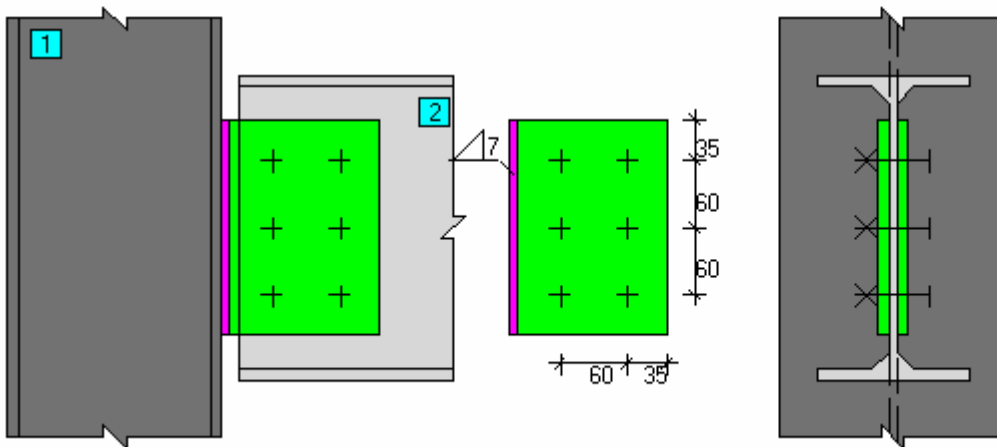


Biuro			
Inwestor			
Nazwa projektu			
Projektował			
Sprawił			
	<b>Słup</b>		Wytężenie: 0.59
BeamColumn v. 0.9.9.22	EN 1991-1-8:2006		

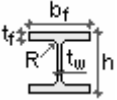


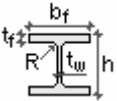
1 - HEA200

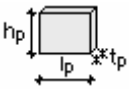
2 - IPE270



## Dane

Słup HEA200					
	$h_c$	$b_{fc}$	$t_{fc}$	$t_{wc}$	$R_c$
	190.00[mm]	200.00[mm]	10.00[mm]	6.50[mm]	18.00[mm]
	$A_c$	$J_{y0c}$	$J_{z0c}$	$y_{0c}$	$z_{0c}$
	53.83[cm <sup>2</sup> ]	3692.16[cm <sup>4</sup> ]	1335.51[cm <sup>4</sup> ]	100.00[mm]	95.00[mm]
Materiał	Klasa	$f_y$	$f_u$		
	S 460 N/NL	460.00[MPa]	540.00[MPa]		

Belka IPE270					
	$h_b$	$b_{fb}$	$t_{fb}$	$t_{wb}$	$R_b$
	270.00[mm]	135.00[mm]	10.20[mm]	6.60[mm]	15.00[mm]
	$A_b$	$J_{y0b}$	$J_{z0b}$	$y_{0b}$	$z_{0b}$
	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	$f_y$	$f_u$		
	S 460 N/NL	460.00[MPa]	540.00[MPa]		

Blacha			
	$l_p$	$h_p$	$t_p$
	140.00[mm]	190.00[mm]	10.00[mm]
Materiał	Klasa	$f_y$	$f_u$
	S 275 N/NL	275.00[MPa]	390.00[MPa]

### Śruby łączące blachę i belkę

Klasa śruby	Klasa	10.9
Granica plastyczności	$f_{yb} =$	940.00 [MPa]
Wytrzymałość na rozciąganie	$f_{ub} =$	1040.00 [MPa]
Średnica śruby	$d =$	20.00 [mm]
Średnica otworu dla śruby	$d_0 =$	22.00 [mm]
Pole powierzchni śruby	$A =$	3.14 [cm <sup>2</sup> ]
Pole powierzchni czynnej śruby	$A_s =$	2.45 [cm <sup>2</sup> ]
Liczba wierszy	$w =$	3
Liczba kolumn	$k =$	2

### Spoiny

Grubość spoiny pachwinowej łączącej słup i blachę	$a_{cp} =$	7.00 [mm]
---	------------	-----------

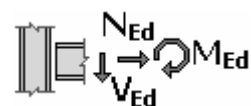
### Współczynniki materiałowe

Współczynnik	$\gamma_{M0} =$	1.00
Współczynnik	$\gamma_{M2} =$	1.25

### Siły

#### Obciążenie obliczeniowe

Siła podłużna	$N_{Ed} =$	50.00	[kN]
Siła poprzeczna	$V_{Ed} =$	100.00	[kN]
Moment zginający	$M_{Ed} =$	0.00	[kNm]



### Rezultaty

#### Spoiny pachwinowe łączące słup i blachę

#### Siły w spoinach

Siła podłużna

$$N_0 = 0.25 \cdot N_{Ed} = 0.25 \cdot 50.00 [\text{kN}] = 12.50 [\text{kN}]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = 0.25 \cdot V_{Ed} = 0.25 \cdot 100.00 [\text{kN}] = 25.00 [\text{kN}]$$

Mimośród działania siły względem środka ciężkości układu śrub

$$e_0 = 80.00 [\text{mm}]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = 0.25 \cdot M_{Ed} + V_0 \cdot e_0 = 0.25 \cdot 0.00 [\text{kNm}] + 25.00 [\text{kN}] \cdot 80.00 [\text{mm}] = 2.00 [\text{kNm}]$$

Pole powierzchni spoin

$$A_s = I \cdot a = 190.00[\text{mm}] \cdot 7.00[\text{mm}] = 13.30[\text{cm}^2]$$

Wskaźnik wytrzymałości przekroju spoiny

$$W_s = [I^2 \cdot a] / 6 = [(190.00[\text{mm}])^2 \cdot 7.00[\text{mm}]] / 6 = 42.12[\text{cm}^3]$$

Maksymalne naprężenie

$$\sigma = N_0 / A_s + M_0 / W_s = 12.50[\text{kN}] / 13.30[\text{cm}^2] + 2.00[\text{kNm}] / 42.12[\text{cm}^3] = 56.89[\text{MPa}]$$

Naprężenie normalne prostopadłe

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 56.89[\text{MPa}] / \sqrt{2} = 40.22[\text{MPa}]$$

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0.9 \cdot f_u$$

$$|40.22[\text{MPa}]| < 351.00[\text{MPa}]$$

0.14



Naprężenie styczne prostopadłe

$$\tau_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 56.89[\text{MPa}] / \sqrt{2} = 40.22[\text{MPa}]$$

Naprężenie styczne równoległe

$$\tau_{\parallel} = V_0 / A_s = 25.00[\text{kN}] / 13.30[\text{cm}^2] = 18.80[\text{MPa}]$$

Naprężenie zastępcze

$$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} = \sqrt{[(40.22[\text{MPa}])^2 + 3 \cdot ((40.22[\text{MPa}])^2 + (18.80[\text{MPa}])^2)]} = 86.79[\text{MPa}]$$

Współczynnik korelacji

$$\beta_w = 0.85$$

$$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$$

$$86.79[\text{MPa}] < 367.06[\text{MPa}]$$

0.24



### Śruby łączące blachę i belkę

Pole ścinanej części śruby

$$A = 0.25 \cdot \pi \cdot d^2 = 0.25 \cdot 3.14 \cdot (20.00[\text{mm}])^2 = 3.14[\text{cm}^2]$$

Nośność śruby na ścinanie w jednej płaszczyźnie

$$F_{v,Rd} = (\alpha_v \cdot m \cdot f_{ub} \cdot A) / \gamma_{M2} = (0.60 \cdot 2 \cdot 1040.00[\text{MPa}] \cdot 3.14[\text{cm}^2]) / 1.25 = 313.66[\text{kN}]$$

Docisk śruby

**Docisk śruby do belki**

	$e_{11} = 75.00[\text{mm}]$
	$e_{12} = 75.00[\text{mm}]$
	$e_{21} = 30.00[\text{mm}]$
$e_{1\min} = \min[e_{11}; e_{12}] = 75.00[\text{mm}]$	
$e_{2\min} = \min[e_{21}] = 30.00[\text{mm}]$	

**Kierunek X**

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_{1\min} / d_0) - 1.7; 1.4 \cdot (p_1 / d_0) - 1.7; 2.5] = \min[2.8 \cdot (75.00[\text{mm}] / 22.00[\text{mm}]) - 1.7; 1.4 \cdot (60.00[\text{mm}] / 22.00[\text{mm}]) - 1.7; 2.5] = 2.12$$

$$k_{1x} > 0$$

$$2.12 > 0.00$$



Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bx} = \min[e_{2min}/(3*d_0); p_2/(3*d_0)-0.25; f_{ub}/f_u; 1] = \min[30.00[mm]/(3*22.00[mm]); (60.00[mm]/(3*22.00[mm]))-0.25; 1040.00[MPa]/540.00[MPa]; 1] = 0.45$$

$\alpha_{bx} > 0$

0.45 > 0.00



Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd1x} = (k_{1x} * \alpha_{bx} * f_u * d * t_i) / \gamma_{M2} = (2.12 * 0.45 * 540.00[MPa] * 20.00[MPa] * 6.60[mm]) / 1.25 = 54.90[kN]$$

### Kierunek Z

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1z} = \min[2.8 * (e_{2min}/d_0) - 1.7; 1.4 * (p_2/d_0) - 1.7; 2.5] = \min[2.8 * (30.00[mm]/22.00[mm]) - 1.7; 1.4 * (60.00[mm]/22.00[mm]) - 1.7; 2.5] = 2.12$$

$k_{1z} > 0$

2.12 > 0.00



Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bz} = \min[e_{1min}/(3*d_0); p_1/(3*d_0)-0.25; f_{ub}/f_u; 1] = \min[75.00[mm]/(3*22.00[mm]); (60.00[mm]/(3*22.00[mm]))-0.25; 1040.00[MPa]/540.00[MPa]; 1] = 0.66$$

$\alpha_{bz} > 0$

0.66 > 0.00



Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd1z} = (k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d * t_i) / \gamma_{M2} = (2.12 * 0.66 * 540.00[MPa] * 20.00[MPa] * 6.60[mm]) / 1.25 = 79.61[kN]$$

Docisk śruby

### Docisk śruby do blachy

	$e_{11} = 35.00[mm]$
	$e_{12} = 35.00[mm]$
	$e_{21} = 35.00[mm]$
	$e_{22} = 45.00[mm]$
$e_{1min} = \min[ e_{11}; e_{12} ] = 35.00[mm]$	
$e_{2min} = \min[ e_{21}; e_{22} ] = 35.00[mm]$	

### Kierunek X

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1x} = \min[2.8 * (e_{1min}/d_0) - 1.7; 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7; 2.5] = \min[2.8 * (35.00[mm]/22.00[mm]) - 1.7; 1.4 * (60.00[mm]/22.00[mm]) - 1.7; 2.5] = 2.12$$

$k_{1x} > 0$

2.12 > 0.00



Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bx} = \min[e_{2min}/(3*d_0); p_2/(3*d_0)-0.25; f_{ub}/f_u; 1] = \min[35.00[mm]/(3*22.00[mm]); (60.00[mm]/(3*22.00[mm]))-0.25; 1040.00[MPa]/540.00[MPa]; 1] = 0.53$$

$\alpha_{bx} > 0$

0.53 > 0.00



Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd2x} = (k_{1x} * \alpha_{bx} * f_u * d * t_i) / \gamma_{M2} = (2.12 * 0.45 * 390.00[MPa] * 20.00[MPa] * 20.00[mm]) / 1.25 = 140.19[kN]$$

### Kierunek Z

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_{2\min}/d_0) - 1.7; 1.4 \cdot (p_2/d_0) - 1.7; 2.5] = \min[2.8 \cdot (35.00[\text{mm}]/22.00[\text{mm}) - 1.7; 1.4 \cdot (60.00[\text{mm}]/22.00[\text{mm}) - 1.7; 2.5] = 2.12$$

$k_{1z} > 0$	$2.12 > 0.00$	<input checked="" type="checkbox"/>
--------------	---------------	-------------------------------------

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bz} = \min[e_{1\min}/(3 \cdot d_0); p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25; f_{ub}/f_u; 1] = \min[35.00[\text{mm}]/(3 \cdot 22.00[\text{mm}]); (60.00[\text{mm}]/(3 \cdot 22.00[\text{mm}])) - 0.25; 1040.00[\text{MPa}]/390.00[\text{MPa}]; 1] = 0.53$$

$\alpha_{bz} > 0$	$0.53 > 0.00$	<input checked="" type="checkbox"/>
-------------------	---------------	-------------------------------------

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd2z} = (k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t_i) / \gamma_{M2} = (2.12 \cdot 0.53 \cdot 390.00[\text{MPa}] \cdot 20.00[\text{MPa}] \cdot 20.00[\text{mm}]) / 1.25 = 140.19[\text{kN}]$$

## Stan graniczny nośności

### Siły w śrubach

Siła podłużna

$$N_0 = N_{Ed} = 50.00[\text{kN}]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_{Ed} = 100.00[\text{kN}]$$

Mimośród działania siły względem środka ciężkości układu śrub

$$e_0 = 80.00[\text{mm}]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_{Ed} + V_0 \cdot e_0 = 0.00[\text{kNm}] + 100.00[\text{kN}] \cdot 80.00[\text{mm}] = 8.00[\text{kNm}]$$

### Kierunek X

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$F_{N,Ed} = N_0/n_b = 50.00[\text{kN}]/6 = 8.33[\text{kN}]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu momentu na kierunku x

$$F_{Mx,Ed} = (M_0 \cdot z_{\max}) / \Sigma[x_i^2 + z_i^2] = (8.00[\text{kNm}] \cdot 60.00[\text{mm}]) / 198.00[\text{cm}^2] = 24.24[\text{kN}]$$

Sumaryczna siła na kierunku X

$$F_{x,Ed} = F_{N,Ed} + F_{Mx,Ed} = 8.33[\text{kN}] + 24.24[\text{kN}] = 32.58[\text{kN}]$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$F_{x,Rd} = \min[F_{v,Rd}, F_{b,Rd1x}, F_{b,Rd2x}] = \min[313.66[\text{kN}], 54.90[\text{kN}], 140.19[\text{kN}]] = 54.90[\text{kN}]$$

$ F_{x,Ed}  \leq F_{x,Rd}$	$ 32.58[\text{kN}]  < 54.90[\text{kN}]$	<b>0.59</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
----------------------------	---	-------------	-------------------------------------

### Kierunek Z

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$F_{V,Ed} = V_0/n_b = 100.00[\text{kN}]/6 = 16.67[\text{kN}]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu momentu na kierunku z

$$F_{Mz,Ed} = (M_0 \cdot x_{\max}) / \Sigma[x_i^2 + z_i^2] = (8.00[\text{kNm}] \cdot 30.00[\text{mm}]) / 198.00[\text{cm}^2] = 12.12[\text{kN}]$$

Sumaryczna siła na kierunku Z

$$F_{z,Ed} = F_{V,Ed} + F_{Mz,Ed} = 16.67[\text{kN}] + 12.12[\text{kN}] = 28.79[\text{kN}]$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$F_{z,Rd} = \min[F_{v,Rd}, F_{b,Rd1z}, F_{b,Rd2z}] = \min[313.66[\text{kN}], 79.61[\text{kN}], 140.19[\text{kN}]] = 79.61[\text{kN}]$$

$ F_{z,Ed}  \leq F_{z,Rd}$	$ 28.79[\text{kN}]  < 79.61[\text{kN}]$	<b>0.36</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
----------------------------	---	-------------	-------------------------------------

## Rozerwanie blokowe

### Blacha

#### Siły w elemencie

Siła poprzeczna

$$V_0 = 0.5 \cdot V_{Ed} = 0.5 \cdot 100.00 [kN] = 50.00 [kN]$$

Pole rozciąganej części przekroju netto

$$A_{nt} = [w_t - (n_t - 0.5) \cdot d_0] \cdot t = [105.00 [mm] - (2 - 0.5) \cdot 22.00 [mm]] \cdot 10.00 [mm] = 13.20 [cm^2]$$

Pole ścinanej części przekroju netto

$$A_{nv} = [h_v - (n_v - 0.5) \cdot d_0] \cdot t = [155.00 [mm] - (3 - 0.5) \cdot 22.00 [mm]] \cdot 10.00 [mm] = 10.00 [cm^2]$$

Nośność na rozerwanie blokowe

$$V_{eff,2,Rd} = 0.5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \gamma_{M0} = 0.5 \cdot 390.00 [MPa] \cdot 13.20 [cm^2] / 1.25 + (1/\sqrt{3}) \cdot 275.00 [MPa] \cdot 10.00 [cm^2] / 1.00 = 364.69 [kN]$$

$$|V_0| \leq V_{eff,2,Rd}$$

$$|50.00 [kN]| < 364.69 [kN]$$

0.14



### Belka

#### Siły w elemencie

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_{Ed} = 100.00 [kN]$$

Pole rozciąganej części przekroju netto

$$A_{nt} = [w_t - (n_t - 0.5) \cdot d_0] \cdot t = [90.00 [mm] - (2 - 0.5) \cdot 22.00 [mm]] \cdot 6.60 [mm] = 7.72 [cm^2]$$

Pole ścinanej części przekroju netto

$$A_{nv} = [h_v - (n_v - 0.5) \cdot d_0] \cdot t = [275.00 [mm] - (3 - 0.5) \cdot 22.00 [mm]] \cdot 6.60 [mm] = 14.52 [cm^2]$$

Nośność na rozerwanie blokowe

$$V_{eff,2,Rd} = 0.5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \gamma_{M0} = 0.5 \cdot 540.00 [MPa] \cdot 7.72 [cm^2] / 1.25 + (1/\sqrt{3}) \cdot 460.00 [MPa] \cdot 14.52 [cm^2] / 1.00 = 552.42 [kN]$$

$$|V_0| \leq V_{eff,2,Rd}$$

$$|100.00 [kN]| < 552.42 [kN]$$

0.18

