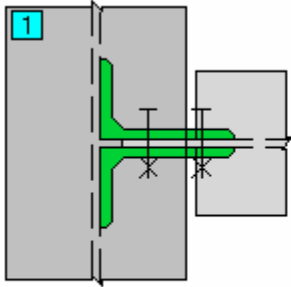
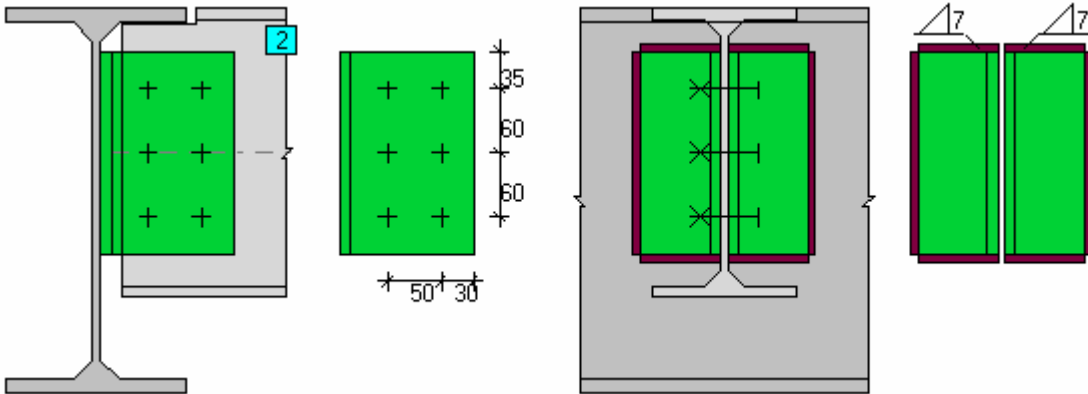



Biuro			
Inwestor			
Nazwa projektu			
Projektował			
Sprawdził			
	Belka - podciąg		Wytężenie: 0.76
BeamGirder v. 0.9.9.22	EN 1991-1-8:2006		

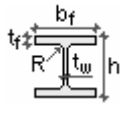


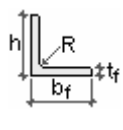
- 1 - IPE360
- 2 - IPE270
- 3 - L125x75x10



Dane

Podciąg IPE360					
	h_p	b_{fp}	t_{fp}	t_{wp}	R_p
	360.00[mm]	170.00[mm]	12.70[mm]	8.00[mm]	18.00[mm]
	A_p	J_{y0p}	J_{z0p}	y_{0p}	z_{0p}
	72.73[cm ²]	16265.63[cm ⁴]	1043.45[cm ⁴]	85.00[mm]	180.00[mm]
Materiał	Klasa	f_y	f_u		
	S 355 W	355.00[MPa]	510.00[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 ²]	5789.78[cm ⁴]	419.87[cm ⁴]	67.50[mm]	135.00[mm]
Materiał	Klasa	f_y	f_u		
	S 355 W	355.00[MPa]	510.00[MPa]		

Kątownik L125x75x10					
	h_a	b_{fa}	t_{fa}	t_{wa}	R_a
	125.00[mm]	75.00[mm]	10.00[mm]	10.00[mm]	11.00[mm]
	A_a	J_{y0a}	J_{z0a}	y_{0a}	z_{0a}
	19.13[cm ²]	0.00[cm ⁴]	0.00[cm ⁴]	17.60[mm]	42.26[mm]
Materiał	Klasa	f_y	f_u		
	S 355 N/NL	355.00[MPa]	490.00[MPa]		

Śruby łączące kątownik i belkę

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 spoiny pachwinowej łączącej podciąg i kątownik	$a_{ga} =$	7.00 [mm]
--	------------	-----------

Współczynniki materiałowe

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

Siły

Obciążenie obliczeniowe

Siła podłużna	$N_{Ed} =$	40.00	[kN]
Siła poprzeczna	$V_{Ed} =$	130.00	[kN]
Moment zginający	$M_{Ed} =$	0.00	[kNm]



Rezultaty

Spoiny pachwinowe łączące podciąg i kątownik

Siły w spoinach

Siła poprzeczna

$$V_0 = 0.5 \cdot V_{Ed} = 0.5 \cdot 130.00 [kN] = 65.00 [kN]$$

Mimośród działania siły względem środka ciężkości układu spoin

$$e_0 = 17.89 [mm]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = V_0 \cdot e_0 = 130.00 [kN] \cdot 17.89 [mm] = 1.16 [kNm]$$

Pole powierzchni spoin

$$A_s = 23.80[cm^2]$$

Moment bezwładności spoin na kierunku x

$$I_{x0} = 1419.27[cm^4]$$

Moment bezwładności spoin na kierunku z

$$I_{z0} = 148.40[cm^4]$$

Biegunowy moment bezwładności spoin

$$I_0 = I_{x0} + I_{z0} = 1419.27[cm^4] + 148.40[cm^4] = 1567.67[cm^4]$$

Naprężenie składowe od wpływu siły poprzecznej

$$\tau_v = V_0/A_s = 65.00[kN]/23.80[cm^2] = 27.31[MPa]$$

Naprężenie składowe od wpływu momentu na kierunku x

$$\tau_{Mx} = (M_0 \cdot z)/I_0 = (1.16[kNm] \cdot 102.00[mm])/1567.67[cm^4] = 4.48[MPa]$$

Naprężenie składowe od wpływu momentu na kierunku z


$$\tau_{Mz} = (M_0 \cdot x)/I_0 = (1.16[kNm] \cdot -60.41[mm])/1567.67[cm^4] = 7.05[MPa]$$

Naprężenie wypadkowe

$$\tau = \sqrt{[\tau_{Mx}^2 + (\tau_v + \tau_{Mz})^2]} = \sqrt{[(4.48[MPa])^2 + (27.31[MPa] + 7.05[MPa])^2]} = 35.07[MPa]$$

Współczynnik korelacji

$$\beta_w = 0.90$$

$\tau \leq f_u/(\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2})$	$35.07[MPa] < 251.47[MPa]$	0.14	
--	----------------------------	-------------	---

Naprężenie od siły podłużnej

$$\sigma_N = N_0/A_s = 20.00[kN]/23.80[cm^2] = 8.40[MPa]$$

Naprężenie od zginania

$$\sigma_M = M_0/W_s = 1.16[kNm]/2380.00[mm] = 27.61[MPa]$$

Maksymalne naprężenie normalne


$$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 8.40[MPa] + 27.61[MPa] = 36.01[MPa]$$

Naprężenie zastępcze

$$\sigma_z = \sqrt{[\tau^2 + \sigma^2]} = \sqrt{[(35.07[MPa])^2 + (36.01[MPa])^2]} = 50.27[MPa]$$

Współczynnik korelacji

$$\beta_w = 0.90$$

$\sigma_z \leq f_u/(\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2})$	$50.27[MPa] < 251.47[MPa]$	0.20	
--	----------------------------	-------------	---

Maksymalne naprężenie normalne


$$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} + (\tau_{Fx} + \tau_{Mx})/\sqrt{2} = 36.01[MPa]/\sqrt{2} + (0.00[MPa] + 4.48[MPa])/\sqrt{2} = 28.63[MPa]$$

Maksymalne naprężenie normalne

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 28.63[MPa]$$

Maksymalne naprężenie normalne

$$\tau_{\parallel} = \tau_{Fz} + \tau_{Mz} = 27.31[MPa] + 7.05[MPa] = 34.36[MPa]$$

$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)]} \leq f_u/(\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2})$	$82.59[MPa] < 251.47[MPa]$	0.16	
---	----------------------------	-------------	---

Śruby łączące kątownik i belkę

Pole ścinanej części śruby

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

Nośność śruby na ścinanie w jednej płaszczyźnie

$$F_{v,Rd} = (\alpha_v \cdot m \cdot f_{ub} \cdot A) / \gamma_{M2} = (0.60 \cdot 2 \cdot 400.00 [MPa] \cdot 2.54 [cm^2]) / 1.25 = 97.72 [kN]$$

Docisk śruby

Docisk śruby do belki

	$e_{11} = 60.00 [mm]$
	$e_{12} = 75.00 [mm]$
	$e_{21} = 25.00 [mm]$
$e_{1min} = \min[e_{11}; e_{12}] = 60.00 [mm]$	
$e_{2min} = \min[e_{21}] = 25.00 [mm]$	

Kierunek X

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

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

$$k_{1x} > 0 \quad 2.50 > 0.00$$



Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bx} = \min[e_{2min}/(3 \cdot d_0); p_2/(3 \cdot d_0) - 0.25; f_{ub}/f_u; 1] = \min[25.00 [mm]/(3 \cdot 20.00 [mm]); (50.00 [mm]/(3 \cdot 20.00 [mm])) - 0.25; 400.00 [MPa]/510.00 [MPa]; 1] = 0.42$$

$$\alpha_{bx} > 0 \quad 0.42 > 0.00$$



Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd1x} = (k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d \cdot t_i) / \gamma_{M2} = (2.50 \cdot 0.42 \cdot 510.00 [MPa] \cdot 18.00 [MPa] \cdot 6.60 [mm]) / 1.25 = 50.49 [kN]$$

Kierunek Z

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_{2min}/d_0) - 1.7; 1.4 \cdot (p_2/d_0) - 1.7; 2.5] = \min[2.8 \cdot (25.00 [mm]/20.00 [mm]) - 1.7; 1.4 \cdot (50.00 [mm]/20.00 [mm]) - 1.7; 2.5] = 1.80$$

$$k_{1z} > 0 \quad 1.80 > 0.00$$



Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bz} = \min[e_{1min}/(3 \cdot d_0); p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25; f_{ub}/f_u; 1] = \min[60.00 [mm]/(3 \cdot 20.00 [mm]); (60.00 [mm]/(3 \cdot 20.00 [mm])) - 0.25; 400.00 [MPa]/510.00 [MPa]; 1] = 0.75$$

$$\alpha_{bz} > 0 \quad 0.75 > 0.00$$



Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd1z} = (k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t_i) / \gamma_{M2} = (1.80 \cdot 0.75 \cdot 510.00 [MPa] \cdot 18.00 [MPa] \cdot 6.60 [mm]) / 1.25 = 65.44 [kN]$$

Docisk śruby

Docisk śruby do kątownika

	$e_{11} = 35.00 [mm]$
	$e_{12} = 35.00 [mm]$
	$e_{21} = 30.00 [mm]$
	$e_{22} = 45.00 [mm]$

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

$$e_{2\min} = \min[e_{21}; e_{22}] = 30.00[\text{mm}]$$

Kierunek X

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1x} = \min[2.8*(e_{1\min}/d_0)-1.7; 1.4*(p_1/d_0)-1.7; 2.5] = \min[2.8*(35.00[\text{mm}]/20.00[\text{mm}])-1.7; 1.4*(60.00[\text{mm}]/20.00[\text{mm}])-1.7; 2.5] = 2.50$$

$$k_{1x} > 0 \quad 2.50 > 0.00$$



Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bx} = \min[e_{2\min}/(3*d_0); p_2/(3*d_0)-0.25; f_{ub}/f_u; 1] = \min[30.00[\text{mm}]/(3*20.00[\text{mm}]); (50.00[\text{mm}]/(3*20.00[\text{mm}]))-0.25; 400.00[\text{MPa}]/510.00[\text{MPa}]; 1] = 0.50$$

$$\alpha_{bx} > 0 \quad 0.50 > 0.00$$



Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd2x} = (k_{1x} * \alpha_{bx} * f_u * d^* t_i) / \gamma_{M2} = (2.50 * 0.42 * 490.00[\text{MPa}] * 18.00[\text{MPa}] * 20.00[\text{mm}]) / 1.25 = 176.40[\text{kN}]$$

Kierunek Z

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1z} = \min[2.8*(e_{2\min}/d_0)-1.7; 1.4*(p_2/d_0)-1.7; 2.5] = \min[2.8*(30.00[\text{mm}]/20.00[\text{mm}])-1.7; 1.4*(50.00[\text{mm}]/20.00[\text{mm}])-1.7; 2.5] = 1.80$$

$$k_{1z} > 0 \quad 1.80 > 0.00$$



Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bz} = \min[e_{1\min}/(3*d_0); p_1/(3*d_0)-0.25; f_{ub}/f_u; 1] = \min[35.00[\text{mm}]/(3*20.00[\text{mm}]); (60.00[\text{mm}]/(3*20.00[\text{mm}]))-0.25; 400.00[\text{MPa}]/490.00[\text{MPa}]; 1] = 0.58$$

$$\alpha_{bz} > 0 \quad 0.58 > 0.00$$



Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd2z} = (k_{1z} * \alpha_{bz} * f_u * d^* t_i) / \gamma_{M2} = (1.80 * 0.58 * 490.00[\text{MPa}] * 18.00[\text{MPa}] * 20.00[\text{mm}]) / 1.25 = 148.18[\text{kN}]$$

Stan graniczny nośności

Siły w śrubach

Siła podłużna

$$N_0 = N_{Ed} = 40.00[\text{kN}]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_{Ed} = 130.00[\text{kN}]$$

Mimośród działania siły względem środka ciężkości układu śrub

$$e_0 = 74.00[\text{mm}]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_{Ed} + V_0 * e_0 = 0.00[\text{kNm}] + 130.00[\text{kN}] * 74.00[\text{mm}] = 9.62[\text{kNm}]$$

Kierunek X

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$F_{N,Ed} = N_0/n_b = 40.00[\text{kN}]/6 = 6.67[\text{kN}]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu momentu na kierunku x

$$F_{Mx,Ed} = (M_0 * z_{\max}) / \Sigma[x_i^2 + z_i^2] = (9.62[\text{kNm}] * 60.00[\text{mm}]) / 181.50[\text{cm}^2] = 31.80[\text{kN}]$$

Sumaryczna siła na kierunku X

$$F_{x,Ed} = F_{N,Ed} + F_{Mx,Ed} = 6.67[kN] + 31.80[kN] = 38.47[kN]$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$F_{x,Rd} = \min[F_{v,Rd}, F_{b,Rd1x}, F_{b,Rd2x}] = \min[97.72[kN], 50.49[kN], 176.40[kN]] = 50.49[kN]$$

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

$$|38.47[kN]| < 50.49[kN]$$

0.76



Kierunek Z

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$F_{V,Ed} = V_0/n_b = 130.00[kN]/6 = 21.67[kN]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu momentu na kierunku z

$$F_{Mz,Ed} = (M_0 * x_{max}) / \Sigma[x_i^2 + z_i^2] = (9.62[kNm] * 25.00[mm]) / 181.50[cm^2] = 13.25[kN]$$

Sumaryczna siła na kierunku Z

$$F_{z,Ed} = F_{V,Ed} + F_{Mz,Ed} = 21.67[kN] + 13.25[kN] = 34.92[kN]$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$F_{z,Rd} = \min[F_{v,Rd}, F_{b,Rd1z}, F_{b,Rd2z}] = \min[97.72[kN], 65.44[kN], 148.18[kN]] = 65.44[kN]$$

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

$$|34.92[kN]| < 65.44[kN]$$

0.53



Rozerwanie blokowe

Kątownik

Siły w elemencie

Siła poprzeczna

$$V_0 = 0.5 * V_{Ed} = 0.5 * 130.00[kN] = 65.00[kN]$$

Pole rozciąganej części przekroju netto

$$A_{nt} = [w_t - (n_t - 0.5) * d_0] * t = [35.00[mm] - (2 - 0.5) * 20.00[mm]] * 10.00[mm] = 5.50[cm^2]$$

Pole ścinanej części przekroju netto

$$A_{nv} = [h_v - (n_v - 0.5) * d_0] * t = [155.00[mm] - (3 - 0.5) * 20.00[mm]] * 10.00[mm] = 10.50[cm^2]$$

Nośność na rozerwanie blokowe

$$V_{eff,2,Rd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A_{nv} / \gamma_{M0} = 0.5 * 490.00[MPa] * 5.50[cm^2] / 1.25 + (1/\sqrt{3}) * 355.00[MPa] * 10.50[cm^2] / 1.00 = 323.01[kN]$$

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

$$|65.00[kN]| < 323.01[kN]$$

0.20



Belka

Siły w elemencie

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_{Ed} = 130.00[kN]$$

Pole rozciąganej części przekroju netto

$$A_{nt} = [w_t - (n_t - 0.5) * d_0] * t = [75.00[mm] - (2 - 0.5) * 20.00[mm]] * 6.60[mm] = 6.27[cm^2]$$

Pole ścinanej części przekroju netto

$$A_{nv} = [h_v - (n_v - 0.5) \cdot d_0] \cdot t = [260.00[\text{mm}] - (3 - 0.5) \cdot 20.00[\text{mm}]] \cdot 6.60[\text{mm}] = 13.86[\text{cm}^2]$$

Nośność na rozerwanie blokowe

$$V_{\text{eff},2,\text{Rd}} = 0.5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \gamma_{M0} = 0.5 \cdot 510.00[\text{MPa}] \cdot 6.27[\text{cm}^2] / 1.25 + (1/\sqrt{3}) \cdot 355.00[\text{MPa}] \cdot 13.86[\text{cm}^2] / 1.00 = 411.98[\text{kN}]$$

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

$$|130.00[\text{kN}]| < 411.98[\text{kN}]$$

0.32

