
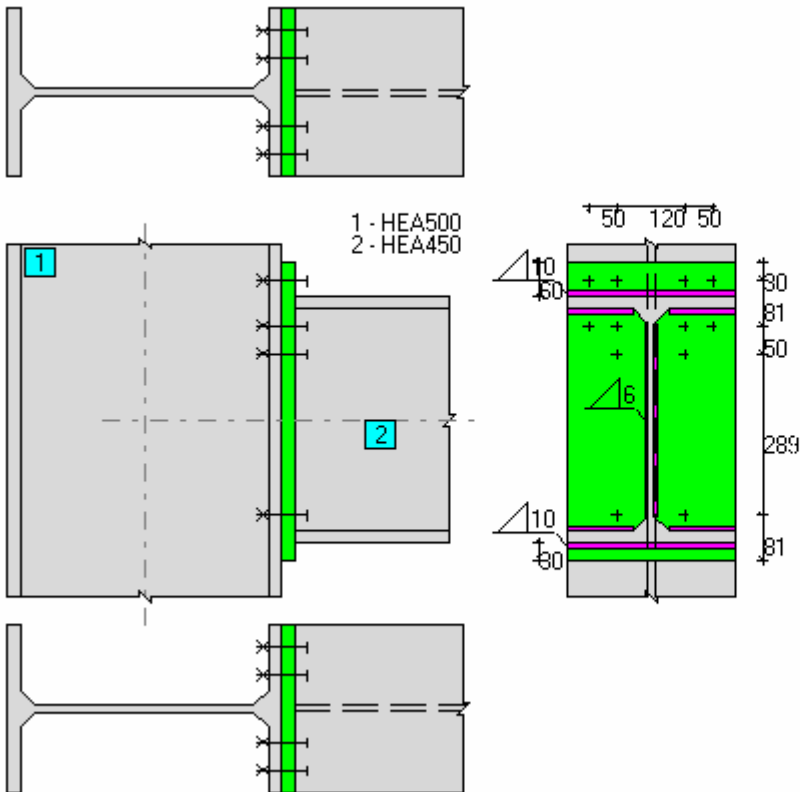

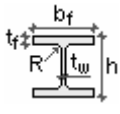
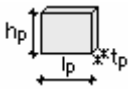
	<b>Belka - słup (blacha czołowa)</b>	Wyteżenie: 0.918	
BeamRigidColumn v. 0.9.9.0	PN-90/B-03200		



## Dane

<b>Słup HEA500</b>					
	$h_c$	$b_{fc}$	$t_{fc}$	$t_{wc}$	$R_c$
	490.00[mm]	300.00[mm]	23.00[mm]	12.00[mm]	27.00[mm]
	$A_c$	$J_{y0c}$	$J_{z0c}$	$y_{0c}$	$z_{0c}$
	197.54[cm <sup>2</sup> ]	86974.78[cm <sup>4</sup> ]	10367.06[cm <sup>4</sup> ]	150.00[mm]	245.00[mm]
Materiał	Klasa	$f_d$	$R_e$	$R_m$	
	18G2A	305.000[MPa]	355.000[MPa]	490.000[MPa]	

<b>Belka HEA450</b>					
	$h_b$	$b_{fb}$	$t_{fb}$	$t_{wb}$	$R_b$
	440.00[mm]	300.00[mm]	21.00[mm]	11.50[mm]	27.00[mm]
	$A_b$	$J_{y0b}$	$J_{z0b}$	$y_{0b}$	$z_{0b}$
	178.03[cm <sup>2</sup> ]	63721.63[cm <sup>4</sup> ]	9465.33[cm <sup>4</sup> ]	150.00[mm]	220.00[mm]
Materiał	Klasa	$f_d$	$R_e$	$R_m$	
	18G2A	305.000[MPa]	355.000[MPa]	490.000[MPa]	

Blacha czołowa				
	$l_p$	$h_p$	$t_p$	
	300.00[mm]	530.00[mm]	25.00[mm]	
Materiał	Klasa	$f_d$	$R_e$	$R_m$
	18G2	295.000[MPa]	345.000[MPa]	490.000[MPa]

### Śruby łączące blachę czołową i półkę słupa

Klasa śruby	Klasa	10.9
Granica plastyczności	$R_e =$	940.000 [MPa]
Wytrzymałość na rozciąganie	$R_m =$	1040.000 [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	$w =$	4
Liczba śrub w wierszach $m_1=4, m_2=4, m_3=2, m_4=2$		
Rozstawy pionowe wierszy $a_1=81.00[mm], a_2=50.00[mm], a_3=288.50[mm]$		

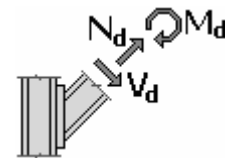
### Spoiny

Grubość spoin pachwinowych łączących półki belki i blachę czołową□	$a_f =$	10.00 [mm]
Grubość spoin pachwinowych łączących środkik belki i blachę czołową□	$a_w =$	6.00 [mm]

### Siły

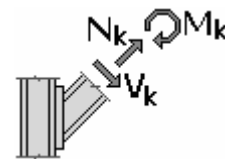
#### Obciążenie obliczeniowe

Siła podłużna	$N_d =$	0.000	[kN]
Siła poprzeczna	$V_d =$	350.000	[kN]
Moment zginający	$M_d =$	362.500	[kNm]



#### Obciążenie charakterystyczne

Siła podłużna	$N_k =$	0.000	[kN]
Siła poprzeczna	$V_k =$	280.000	[kN]
Moment zginający	$M_k =$	290.000	[kNm]



### Rezultaty

#### Śruby łączące blachę czołową i półkę słupa

#### Nośność śrub

##### Rozciąganie śruby

Nośność obliczeniowa w stanie granicznym zerwania trzpienia

$$S_{Rt} = \min[0.65 \cdot R_m \cdot A_s; 0.85 \cdot R_e \cdot A_s] = \min[0.65 \cdot 1040.000 [MPa] \cdot 2.45 [cm^2]; 0.85 \cdot 940.000 [MPa] \cdot 2.45 [cm^2]] = 165.620 [kN]$$

Nośność ze względu na rozwarście styku

$$S_{Rr} = 0.85 \cdot S_{Rt} = 0.85 \cdot 165.620 [kN] = 140.777 [kN]$$

### Scinanie trzpienia śruby

Pole ścinanej części śruby

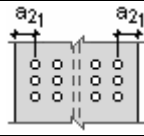
$$A_v = 0.25 \cdot \pi \cdot d^2 = 0.25 \cdot 3.142 \cdot (20.00 [mm])^2 = 3.14 [cm^2]$$

Nośność na ścinanie trzpienia

$$S_{Rv} = 0.45 \cdot m \cdot R_m \cdot A_v = 0.45 \cdot 1 \cdot 1040.000 [MPa] \cdot 3.14 [cm^2] = 147.027 [kN]$$

### Docisk śruby

Docisk śruby do półki słupa

	$a_{21} = 65.00 [mm]$
$a_{1min} = \min[ a_{21} ] = 65.00 [mm]$	

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha^I = \min[a_{1min}/d; (\min[a, a_3]/d) - 0.75; 2.5] = \min[65.00 [mm]/20.00 [mm]; (\min[0.00 [mm], 120.00 [mm]]/20.00 [mm]) - 0.75; 2.5] = 1.750$$

$\alpha^I > 0$

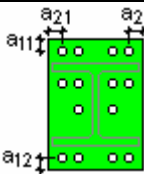
1.750 > 0.000



Nośność obliczeniowa w stanie granicznym uplastycznienia ścianki otworu

$$S_{Rb}^I = \alpha^I \cdot f_d \cdot d \cdot \Sigma t_i = 1.750 \cdot 305.000 [MPa] \cdot 20.00 [mm] \cdot 23.00 [mm] = 245.525 [kN]$$

Docisk śruby do blachy

	$a_{11} = 30.00 [mm]$
	$a_{12} = 80.50 [mm]$
	$a_{21} = 65.00 [mm]$
$a_{1min} = \min[ a_{11}; a_{12}; a_{21} ] = 30.00 [mm]$	

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha^{II} = \min[a_{1min}/d; (\min[a, a_3]/d) - 0.75; 2.5] = \min[30.00 [mm]/20.00 [mm]; (\min[0.00 [mm], 120.00 [mm]]/20.00 [mm]) - 0.75; 2.5] = 1.500$$

$\alpha^{II} > 0$

1.500 > 0.000



Nośność obliczeniowa w stanie granicznym uplastycznienia ścianki otworu

$$S_{Rb}^{II} = \alpha^{II} \cdot f_d \cdot d \cdot \Sigma t_i = 1.500 \cdot 295.000 [MPa] \cdot 20.00 [mm] \cdot 25.00 [mm] = 221.250 [kN]$$

### Nośność na ścinanie

Siła poprzeczna

$$V_0 = -N_d \cdot \sin(\alpha) + V_d \cdot \cos(\alpha) = -(0.000[kN]) \cdot \sin(0.00[Deg]) + 350.000[kN] \cdot \cos(0.00[Deg]) = 350.000[kN]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu siły podłużnej

$$S = V_0/n_b = 350.000[kN]/12 = 29.167[kN]$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$S_R = \min[S_{Rv}; S_{Rb}^{\perp}; S_{Rb}^{\parallel}] = \min[147.027[kN]; 245.525[kN]; 221.250[kN]] = 147.027[kN]$$

$$|S| \leq S_R$$

$$|29.167[kN]| < 147.027[kN]$$

0.198



### Parametry blachy czołowej

Odległość między brzegiem otworu a spoiną lub początkiem zaokrąglenia

$$c = 20.00[mm]$$

Szerokość współdziałania blachy przypadająca na jedną śrubę

$$b_s = 2 \cdot (c+d) = 2 \cdot (20.00[mm] + 20.00[mm]) = 80.00[mm]$$

$$t_{min1} = 1.2 \cdot \sqrt{[(c \cdot S_{Rt}) / (b_s \cdot f_d)]} = 1.2 \cdot \sqrt{[(20.00[mm] \cdot 165.620[kN]) / (80.00[mm] \cdot 295.000[MPa])]} = 14.22[mm]$$

$$t_{min2} = d \cdot \sqrt[3]{[R_m / 1000]} = 20.00[mm] \cdot \sqrt[3]{[1040.000[MPa] / 1000]} = 20.26[mm]$$

Minimalna grubość blachy czołowej

$$t_{min} = \max(t_{min1}, t_{min2}) = \max(14.22[mm]; 20.26[mm]) = 20.26[mm]$$

$$t_p \geq t_{min}$$

$$t_p = 25.00[mm] \geq t_{min} = 20.26[mm]$$



Współczynnik efektu dźwigni

$$\beta = 2.67 - t_p / t_{min} = 2.67 - 25.00[mm] / 20.26[mm] = 1.436$$

### Nośność na zginanie

#### Stan graniczny nośności

##### Siły w śrubach

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_d = 362.500[kNm]$$

Odległość między osiami póltek belki

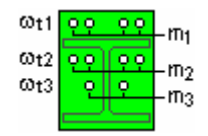
$$h_0 = (h_b - t_{fb}) / \cos(\alpha) = (440.00[mm] - 21.00[mm]) / \cos(0.00[Deg]) = 419.00[mm]$$

Minimalne ramię działania sił w śrubach

$$z_{min} = 0.6 \cdot h_0 = 0.6 \cdot 419.00[mm] = 251.40[mm]$$

Nr	$z_i$	$z_i > z_{min}$	
1	$z_1 = 459.50[mm]$	✓	
2	$z_2 = 378.50[mm]$	✓	
3	$z_3 = 328.50[mm]$	✓	
4	$z_4 = 40.00[mm]$	✗	

Nr	$m_i$	$\omega_i$	Wiersz
1	$m_1 = 4$	$\omega_{t1} = 0.700$	zewnątrzny
2	$m_2 = 4$	$\omega_{t2} = 0.900$	wewnętrzny
3	$m_3 = 2$	$\omega_{t3} = 0.800$	środkowy
4	$m_4 = 2$	-	wewnętrzny



Nośność ze względu na zerwanie śrub

$$M_{Rjd} = S_{Rt} \cdot \sum(m_i \cdot \omega_i \cdot z_i) = S_{Rt} \cdot (m_1 \cdot \omega_{t1} \cdot z_1 + m_2 \cdot \omega_{t2} \cdot z_2 + m_3 \cdot \omega_{t3} \cdot z_3) = 165.620[kN] \cdot (4 \cdot 0.700 \cdot 459.50[mm] + 4 \cdot 0.900 \cdot 378.50[mm] + 2 \cdot 0.800 \cdot 328.50[mm]) = 525.810[kNm]$$

$ M_0  \leq M_{Rjd}$	$ 362.500[kNm]  < 525.810[kNm]$	<b>0.689</b>	
----------------------	---------------------------------	--------------	--

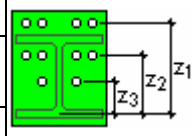
## Stan graniczny użyteczności

### Siły w śrubach

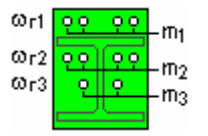
Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_k = 290.000[kNm]$$

Nr	$z_i$	$z_{ired}$	$z_i > z_{min}$
1	$z_1 = 459.50[mm]$	$z_{1red} = z_1 - h_b/6 = 459.50[mm] - 440.00[mm]/6 = 386.17[mm]$	
2	$z_2 = 378.50[mm]$	$z_{2red} = z_2 - h_b/6 = 378.50[mm] - 440.00[mm]/6 = 305.17[mm]$	
3	$z_3 = 328.50[mm]$	$z_{3red} = z_3 - h_b/6 = 328.50[mm] - 440.00[mm]/6 = 255.17[mm]$	
4	$z_4 = 40.00[mm]$	$z_{4red} = z_4 - h_b/6 = 40.00[mm] - 440.00[mm]/6 = -33.33[mm]$	



Nr	$m_i$	$\omega_{ri}$	Wiersz
1	$m_1 = 4$	$\omega_{r1} = 0.600$	zewnątrzny
2	$m_2 = 4$	$\omega_{r2} = 0.800$	wewnętrzny
3	$m_3 = 2$	$\omega_{r3} = 0.800$	środkowy
4	$m_4 = 2$	-	wewnętrzny



Nośność ze względu na rozwarście styku

$$M_{Rjk} = S_{Rr} \cdot [ m_1 \cdot \omega_{r1} \cdot z_{1red} + \sum( m_i \cdot \omega_{ri} \cdot z_{ired}^2 / z_{2red} ) ] = S_{Rr} \cdot [ m_1 \cdot \omega_{r1} \cdot z_{1red} + m_2 \cdot \omega_{r2} \cdot z_{2red}^2 / z_{2red} + m_3 \cdot \omega_{r3} \cdot z_{3red}^2 / z_{2red} ] = 140.777[kN] \cdot [ 4 \cdot 0.600 \cdot 386.17[mm] + 4 \cdot 0.800 \cdot (305.17[mm])^2 / 305.17[mm] + 2 \cdot 0.800 \cdot (255.17[mm])^2 / 305.17[mm] ] = 316.003[kNm]$$

$ M_0  \leq M_{Rjk}$	$ 290.000[kNm]  < 316.003[kNm]$	<b>0.918</b>	
----------------------	---------------------------------	--------------	--

### Nośność śruby na rozciąganie ze ścinaniem

## Stan graniczny nośności

### Siły w śrubach

Siła podłużna

$$N_0 = N_d \cdot \cos(\alpha) + V_d \cdot \sin(\alpha) = 0.000[kN] \cdot \cos(0.00[Deg]) + 350.000[kN] \cdot \sin(0.00[Deg]) = 0.000[kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = -N_d \cdot \sin(\alpha) + V_d \cdot \cos(\alpha) = -(0.000[kN]) \cdot \sin(0.00[Deg]) + 350.000[kN] \cdot \cos(0.00[Deg]) = 350.000[kN]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_d = 362.500 [kNm]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu momentu

$$S_{tM} = |M_0| / \sum (m_i \cdot \omega_i \cdot z_i) = |M_0| / (m_1 \cdot \omega_1 \cdot z_1 + m_2 \cdot \omega_2 \cdot z_2 + m_3 \cdot \omega_3 \cdot z_3) = |362.500 [kNm]| / (4 \cdot 0.700 \cdot 459.50 [mm] + 4 \cdot 0.900 \cdot 378.50 [mm] + 2 \cdot 0.800 \cdot 328.50 [mm]) = 114.180 [kN]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu siły podłużnej

$$S_{tN} = N_0 / n_b = 0.000 [kN] / 12 = 0.000 [kN]$$

Siła rozciągająca w śrubie

$$S_t = S_{tM} + S_{tN} = 114.180 [kN] + 0.000 [kN] = 114.180 [kN]$$

$S_t \leq S_{Rt}$	$114.180 [kN] < 165.620 [kN]$	<b>0.689</b>	
-------------------	-------------------------------	--------------	--

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$S_v = V_0 / n_b = 350.000 [kN] / 12 = 29.167 [kN]$$

$S_v \leq S_{Rv}$	$29.167 [kN] < 147.027 [kN]$	<b>0.198</b>	
-------------------	------------------------------	--------------	--

**Interakcja ścinania i rozciągania**

$$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 = (114.180 [kN] / 165.620 [kN])^2 + (29.167 [kN] / 147.027 [kN])^2 = 0.515$$

$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 \leq 1$	$0.515 < 1.000$	<b>0.515</b>	
--	-----------------	--------------	--

## Stan graniczny użyteczności

**Siły w śrubach**

Siła podłużna

$$N_0 = N_k \cdot \cos(\alpha) + V_k \cdot \sin(\alpha) = 0.000 [kN] \cdot \cos(0.00 [Deg]) + 350.000 [kN] \cdot \sin(0.00 [Deg]) = 0.000 [kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = -N_k \cdot \sin(\alpha) + V_k \cdot \cos(\alpha) = -(0.000 [kN]) \cdot \sin(0.00 [Deg]) + 350.000 [kN] \cdot \cos(0.00 [Deg]) = 350.000 [kN]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_k = 362.500 [kNm]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu momentu

$$S_{tM} = |M_0| / [ m_1 \cdot \omega_1 \cdot z_{1red} + \sum ( m_i \cdot \omega_i \cdot z_{ired}^2 / z_{2red} ) ] = |M_0| / [ m_1 \cdot \omega_1 \cdot z_{1red} + m_2 \cdot \omega_2 \cdot z_{2red}^2 / z_{2red} + m_3 \cdot \omega_3 \cdot z_{3red}^2 / z_{2red} ] = |290.000 [kNm]| / [ 4 \cdot 0.600 \cdot 386.17 [mm] + 4 \cdot 0.800 \cdot (305.17 [mm])^2 / 305.17 [mm] + 2 \cdot 0.800 \cdot (255.17 [mm])^2 / 305.17 [mm] ] = 129.193 [kN]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu siły podłużnej

$$S_{tN} = N_0 / n_b = 0.000 [kN] / 12 = 0.000 [kN]$$

Siła rozciągająca w śrubie

$$S_t = S_{tM} + S_{tN} = 129.193 [kN] + 0.000 [kN] = 129.193 [kN]$$

$S_t \leq S_{Rt}$	$129.193 [kN] < 165.620 [kN]$	<b>0.780</b>	
-------------------	-------------------------------	--------------	--

Wypadkowa siła ścinająca w śrubie

$$S_v = V_0 / n_b = 280.000 [kN] / 12 = 23.333 [kN]$$

$S_v \leq S_{Rv}$	$23.333 [kN] < 147.027 [kN]$	<b>0.159</b>	
-------------------	------------------------------	--------------	--

**Interakcja ścinania i rozciągania**

$$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 = (129.193 [kN] / 165.620 [kN])^2 + (23.333 [kN] / 147.027 [kN])^2 = 0.634$$

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

$$0.634 < 1.000$$

**0.634**

### Spoiny pachwinowe łączące belkę i blachę czołową

#### Siły w spoinach

Siła podłużna

$$N_0 = N_d \cdot \cos(\alpha) + V_d \cdot \sin(\alpha) = 0.000[kN] \cdot \cos(0.00[Deg]) + 350.000[kN] \cdot \sin(0.00[Deg]) = 0.000[kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = -N_d \cdot \sin(\alpha) + V_d \cdot \cos(\alpha) = -(0.000[kN]) \cdot \sin(0.00[Deg]) + 350.000[kN] \cdot \cos(0.00[Deg]) = 350.000[kN]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_d = 362.500[kNm]$$

#### Półka górna

Naprężenie na poziomie półki

$$\sigma = N_0/A_b + (0.5 \cdot M_0 \cdot h_b)/I_{yb} = 0.000[kN]/178.03[cm^2] + (0.5 \cdot 362.500[kNm] \cdot 440.00[mm])/63721.63[cm^4] = 125.154[MPa]$$

Szerokość efektywna półki rozciąganej

$$b_{et} = 7 \cdot \epsilon^2 \cdot t_{fc} + 2 \cdot t_{wc} = 7 \cdot 0.840^2 + 23.00[mm] + 2 \cdot 12.00[mm] = 137.49[mm]$$

$$0.7 \cdot b_{fb} \leq b_{et} \leq b_{fb}$$

$$0.7 \cdot b_{fb} = 0.7 \cdot 300.00[mm] = 210.00[mm] > 137.49[mm] \leq 300.00[mm]$$



Szerokość obliczeniowa półki

$$b_{eu} = b_{et} = 210.00[mm]$$

#### Półka dolna

Naprężenie na poziomie półki

$$\sigma = N_0/A_b - (0.5 \cdot M_0 \cdot h_b)/I_{yb} = 0.000[kN]/178.03[cm^2] - (0.5 \cdot 362.500[kNm] \cdot 440.00[mm])/63721.63[cm^4] = -125.154[MPa]$$

Szerokość efektywna półki ściskanej

$$b_{ec} = 10 \cdot \epsilon^2 \cdot t_{fc} + 2 \cdot t_{wc} = 10 \cdot 0.840^2 + 23.00[mm] + 2 \cdot 12.00[mm] = 186.13[mm]$$

$$0.7 \cdot b_{fb} \leq b_{ec} \leq b_{fb}$$

$$0.7 \cdot b_{fb} = 0.7 \cdot 300.00[mm] = 210.00[mm] > 186.13[mm] \leq 300.00[mm]$$



Szerokość obliczeniowa półki

$$b_{el} = b_{ec} = 210.00[mm]$$

#### Charakterystyki geometryczne układu spoin

Pole spoin poziomych na półce górnej

$$A_{wfu} = 2 \cdot [b_{eu} + (b_{eu} - t_{wb} - 2 \cdot r_b)] \cdot a_f = 2 \cdot [210.00[mm] + (210.00[mm] - 11.50[mm] - 2 \cdot 27.00[mm])] \cdot 10.00[mm] = 35.45[cm^2]$$

Pole spoin poziomych na półce dolnej

$$A_{wfl} = 2 \cdot [b_{el} + (b_{el} - t_{wb} - 2 \cdot r_b)] \cdot a_f = 2 \cdot [210.00[mm] + (210.00[mm] - 11.50[mm] - 2 \cdot 27.00[mm])] \cdot 10.00[mm] = 35.45[cm^2]$$

Pole spoin poziomych

$$A_{wf} = A_{wfu} + A_{wfl} = 35.45[cm^2] + 35.45[cm^2] = 70.90[cm^2]$$

Pole spoin pionowych

$$A_{ww} = 2 \cdot [(h_b - 2 \cdot (t_b - r_b))/\cos(\alpha)] \cdot a_w = 2 \cdot [(440.00[mm] - 2 \cdot (21.00[mm] - 27.00[mm]))/\cos(0.00[Deg])] \cdot 6.00[mm] = 41.28[cm^2]$$

Pole wszystkich spoin

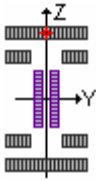
$$A_w = A_{wfu} + A_{wfl} + A_{ww} = 35.45[cm^2] + 35.45[cm^2] + 41.28[cm^2] = 112.18[cm^2]$$

Przesunięcie środka ciężkości układu spoin względem środka ciężkości belki

$$e_{0w} = 0.00[mm]$$

Moment bezwładności układu spoin

$$I_w = 36215.97[cm^4]$$

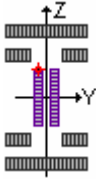
Punkt w którym sprawdzane są naprężenia	$z_i = 225.00[mm]$
Wskaźnik sprężysty układu spoin	
$W_w = 1609.60[cm^3]$	
Naprężenie od siły podłużnej	
$\sigma_N = N_0/A_w = 0.000[kN]/112.18[cm^2] = 0.000[MPa]$	
Naprężenie od zginania	
$\sigma_M = M_0/W_w = 362.500[kNm]/1609.60[cm^3] = 225.211[MPa]$	
Maksymalne naprężenie normalne	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 0.000[MPa] + 225.211[MPa] = 225.211[MPa]$	
Naprężenie normalne prostopadłe	
$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 225.211[MPa]/\sqrt{2} = 159.249[MPa]$	
Naprężenie styczne prostopadłe	
$\tau_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 225.211[MPa]/\sqrt{2} = 159.249[MPa]$	

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.850$$

$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 159.249[MPa]  < 295.000[MPa]$	<b>0.540</b>	✓
-----------------------------	---------------------------------	--------------	---

$\chi^* \sqrt{ \sigma_{\perp} ^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp})^2} \leq f_d$	$270.722[MPa] < 295.000[MPa]$	<b>0.918</b>	✓
--	-------------------------------	--------------	---

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia	$z_i = 172.00[mm]$
Wskaźnik sprężysty układu spoin	
$W_w = 2105.58[cm^3]$	
Naprężenie od siły podłużnej	
$\sigma_N = N_0/A_w = 0.000[kN]/112.18[cm^2] = 0.000[MPa]$	
Naprężenie od zginania	
$\sigma_M = M_0/W_w = 362.500[kNm]/2105.58[cm^3] = 172.162[MPa]$	
Maksymalne naprężenie normalne	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 0.000[MPa] + 172.162[MPa] = 172.162[MPa]$	
Naprężenie normalne prostopadłe	
$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 172.162[MPa]/\sqrt{2} = 121.737[MPa]$	
Naprężenie styczne prostopadłe	
$\tau_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 172.162[MPa]/\sqrt{2} = 121.737[MPa]$	
Naprężenie styczne równoległe	
$\tau_{  } = V_0/A_{ww} = 350.000[kN]/41.28[cm^2] = 84.787[MPa]$	

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.850$$

$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 121.737[MPa]  < 295.000[MPa]$	<b>0.413</b>	✓
-----------------------------	---------------------------------	--------------	---

$\chi^* \sqrt{ \sigma_{\perp} ^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp})^2 + \tau_{  }^2} \leq f_d$	$241.684[MPa] < 295.000[MPa]$	<b>0.819</b>	✓
--	-------------------------------	--------------	---



Punkt w którym sprawdzane są naprężenia	$z_i = -172.00[mm]$
Wskaźnik sprężysty układu spoin	
$W_w = 2105.58[cm^3]$	
Naprężenie od siły podłużnej	
$\sigma_N = N_0/A_w = 0.000[kN]/112.18[cm^2] = 0.000[MPa]$	
Naprężenie od zginania	
$\sigma_M = M_0/W_w = 362.500[kNm]/2105.58[cm^3] = 172.162[MPa]$	
Maksymalne naprężenie normalne	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 0.000[MPa] + 172.162[MPa] = 172.162[MPa]$	
Naprężenie normalne prostopadłe	
$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 172.162[MPa]/\sqrt{2} = 121.737[MPa]$	
Naprężenie styczne prostopadłe	
$\tau_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 172.162[MPa]/\sqrt{2} = 121.737[MPa]$	
Naprężenie styczne równoległe	
$\tau_{\parallel} = V_0/A_{ww} = 350.000[kN]/41.28[cm^2] = 84.787[MPa]$	

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.850$$

$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 121.737[MPa]  < 295.000[MPa]$	<b>0.413</b>	✓
-----------------------------	---------------------------------	--------------	---

$\chi^* \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3^*(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_d$	$241.684[MPa] < 295.000[MPa]$	<b>0.819</b>	✓
--	-------------------------------	--------------	---

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia	$z_i = -225.00[mm]$
Wskaźnik sprężysty układu spoin	
$W_w = 1609.60[cm^3]$	
Naprężenie od siły podłużnej	
$\sigma_N = N_0/A_w = 0.000[kN]/112.18[cm^2] = 0.000[MPa]$	
Naprężenie od zginania	
$\sigma_M = M_0/W_w = 362.500[kNm]/1609.60[cm^3] = 225.211[MPa]$	
Maksymalne naprężenie normalne	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 0.000[MPa] + 225.211[MPa] = 225.211[MPa]$	
Naprężenie normalne prostopadłe	
$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 225.211[MPa]/\sqrt{2} = 159.249[MPa]$	
Naprężenie styczne prostopadłe	
$\tau_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 225.211[MPa]/\sqrt{2} = 159.249[MPa]$	

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.850$$

$ \sigma_{\perp}  \leq f_d$	$ 159.249[MPa]  < 295.000[MPa]$	<b>0.540</b>	✓
-----------------------------	---------------------------------	--------------	---

$\chi^* \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3^*(\tau_{\perp}^2)]} \leq f_d$	$270.722[MPa] < 295.000[MPa]$	<b>0.918</b>	✓
---	-------------------------------	--------------	---