

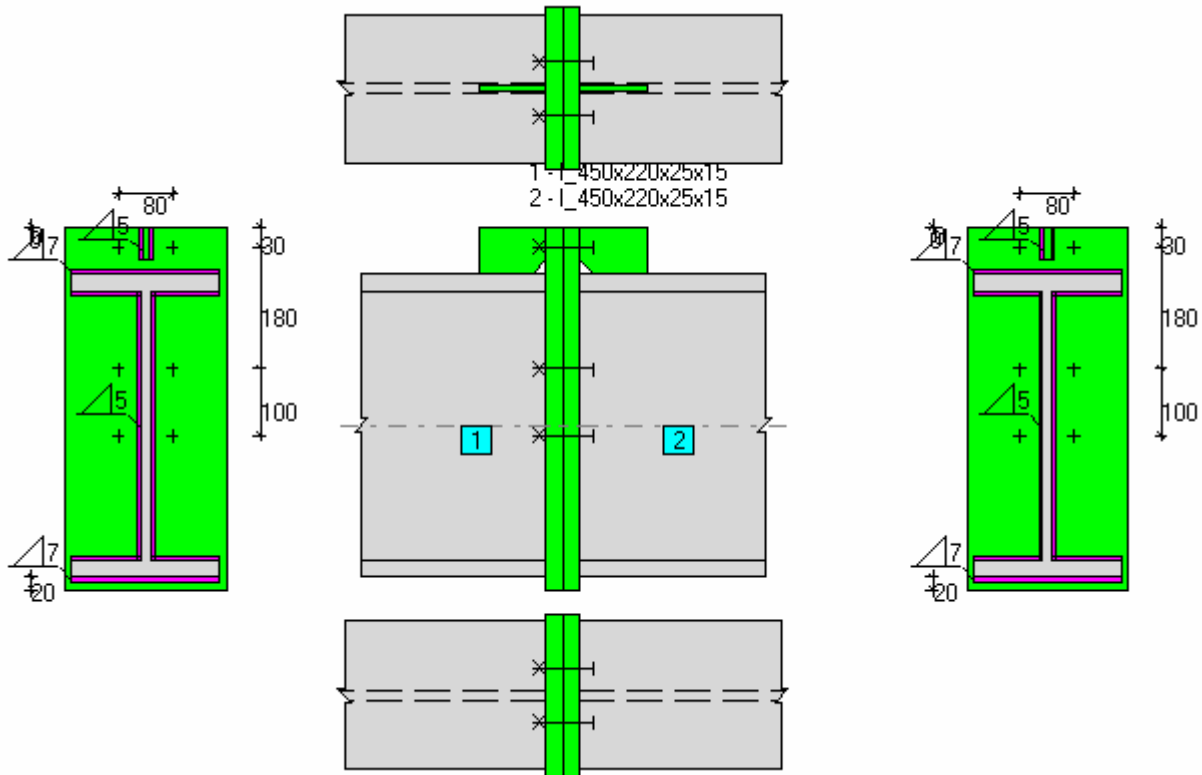
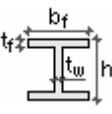
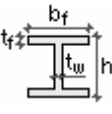


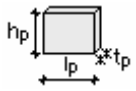
Biuro			
Inwestor			
Nazwa projektu			
Projektował			
Sprawił			
	Belka - belka (blacha czołowa)		Wyężenie: 0.89766 
BeamsRigid v. 0.9.9.0	PN-90/B-03200		



Dane

Lewa belka I_450x220x25x15					
	h_b	b_{fb}	t_{fb}	t_{wb}	R_b
	450.00[mm]	220.00[mm]	25.00[mm]	15.00[mm]	0.00[mm]
	A_b	J_{y0b}	J_{z0b}	y_{0b}	z_{0b}
	170.000[cm ²]	57729.167[cm ⁴]	4447.917[cm ⁴]	110.00[mm]	225.00[mm]
Materiał	Klasa	f_d	R_e	R_m	
	St3S	215.0000[MPa]	235.0000[MPa]	375.0000[MPa]	

Prawa belka I_450x220x25x15					
	h_b	b_{fb}	t_{fb}	t_{wb}	R_b
	450.00[mm]	220.00[mm]	25.00[mm]	15.00[mm]	0.00[mm]
	A_b	J_{y0b}	J_{z0b}	y_{0b}	z_{0b}
	170.000[cm ²]	57729.167[cm ⁴]	4447.917[cm ⁴]	110.00[mm]	225.00[mm]
Materiał	Klasa	f_d	R_e	R_m	
	St3S	215.0000[MPa]	235.0000[MPa]	375.0000[MPa]	

Blacha czołowa				
	l_p	h_p	t_p	
	240.00[mm]	540.00[mm]	25.00[mm]	
Materiał	Klasa	f_d	R_e	R_m
	St3SX	205.0000[MPa]	225.0000[MPa]	375.0000[MPa]

Śruby łączące blachy czołowe

Klasa śruby	Klasa	12.9
Granica plastyczności	$R_e =$	1100.0000 [MPa]
Wytrzymałość na rozciąganie	$R_m =$	1220.0000 [MPa]
Średnica śruby	$d =$	20.00 [mm]
Średnica otworu dla śruby	$d_0 =$	22.00 [mm]
Pole powierzchni śruby	$A =$	3.142 [cm ²]
Pole powierzchni czynnej śruby	$A_s =$	2.450 [cm ²]
Liczba wierszy	$w =$	3
Liczba śrub w wierszach $m_1=2, m_2=2, m_3=2$		
Rozstawy pionowe wierszy $a_1=180.00[mm], a_2=100.00[mm]$		

Spoiny

Strona lewa

Grubość spoin pachwinowych łączących półki belki i blachę czołową□	$a_f =$	7.00 [mm]
Grubość spoin pachwinowych łączących środkik belki i blachę czołową□	$a_w =$	5.00 [mm]
Grubość spoin pachwinowych łączących żebro górne i blachę czołową□	$a_{su} =$	5.00 [mm]

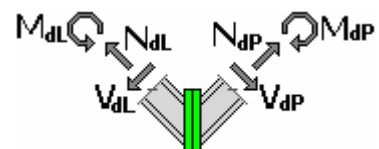
Strona prawa

Grubość spoin pachwinowych łączących półki belki i blachę czołową□	$a_f =$	7.00 [mm]
Grubość spoin pachwinowych łączących środkik belki i blachę czołową□	$a_w =$	5.00 [mm]
Grubość spoin pachwinowych łączących żebro górne i blachę czołową□	$a_{su} =$	5.00 [mm]

Siły

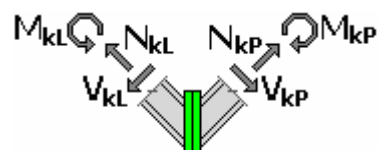
Obciążenie obliczeniowe

Siła podłużna	$N_{dL} =$	0.0000	[kN]
Siła poprzeczna	$V_{dL} =$	155.0000	[kN]
Moment zginający	$M_{dL} =$	120.0000	[kNm]
Siła podłużna	$N_{dP} =$	0.0000	[kN]
Siła poprzeczna	$V_{dP} =$	155.0000	[kN]
Moment zginający	$M_{dP} =$	120.0000	[kNm]



Obciążenie charakterystyczne

Siła podłużna	$N_{kL} =$	0.0000	[kN]
Siła poprzeczna	$V_{kL} =$	155.0000	[kN]
Moment zginający	$M_{kL} =$	120.0000	[kNm]
Siła podłużna	$N_{kP} =$	0.0000	[kN]
Siła poprzeczna	$V_{kP} =$	155.0000	[kN]
Moment zginający	$M_{kP} =$	120.0000	[kNm]



Rezultaty

Strona lewa

Śruby łączące blachy czołowe

Nośność śrub

Rozciąganie śruby

Nośność obliczeniowa w stanie granicznym zerwania trzpienia

$$S_{Rt} = \min[0.65 \cdot R_m \cdot A_s; 0.85 \cdot R_e \cdot A_s] = \min[0.65 \cdot 1220.0000 [MPa] \cdot 2.450 [cm^2]; 0.85 \cdot 1100.0000 [MPa] \cdot 2.450 [cm^2]] = 194.2850 [kN]$$

Nośność ze względu na rozwarście styku

$$S_{Rr} = 0.6 \cdot S_{Rt} = 0.6 \cdot 194.2850 [kN] = 165.1423 [kN]$$

Scinanie trzpienia śruby

Pole ścinanej części śruby

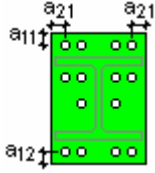
$$A_v = 0.25 \cdot \pi \cdot d^2 = 0.25 \cdot 3.14159 \cdot (20.00 [mm])^2 = 3.142 [cm^2]$$

Nośność na ścinanie trzpienia

$$S_{Rv} = 0.45 \cdot m \cdot R_m \cdot A_v = 0.45 \cdot 1 \cdot 1220.0000 [MPa] \cdot 3.142 [cm^2] = 172.4734 [kN]$$

Docisk śruby

Docisk śruby do blachy

	$a_{11} = 30.00 [mm]$
	$a_{12} = 230.00 [mm]$
	$a_{21} = 80.00 [mm]$
$a_{1min} = \min[a_{11}; a_{12}; a_{21}] = 30.00 [mm]$	

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha = \min[a_{1min}/d; (\min[a, a_3]/d) - 0.75; 2.5] = \min[30.00 [mm]/20.00 [mm]; (\min[0.00 [mm], 80.00 [mm]]/20.00 [mm]) - 0.75; 2.5] = 1.50000$$

$\alpha > 0$

1.50000 > 0.00000



Nośność obliczeniowa w stanie granicznym uplastycznienia ścianki otworu

$$S_{Rb} = \alpha \cdot f_d \cdot d \cdot \Sigma t_i = 1.50000 \cdot 205.0000 [MPa] \cdot 20.00 [mm] \cdot 25.00 [mm] = 153.7500 [kN]$$

Nośność na ścinanie

Siła składowa w śrubie od wpływu siły podłużnej

$$S = V_0/n_b = 155.0000 [kN]/6 = 25.8333 [kN]$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$S_R = \min[S_{RV}; S_{RB}^I; S_{RB}^{II}] = \min[172.4734[kN]; 153.7500[kN]; 153.7500[kN]] = 153.7500[kN]$$

$ S \leq S_R$	$ 25.8333[kN] < 153.7500[kN]$	0.16802	
----------------	--------------------------------	----------------	--

Parametry blachy czołowej

Odległość między brzegiem otworu a spoiną lub początkiem zaokrąglenia

$$c = 20.00[mm]$$

Szerokość współdziałania blachy przypadająca na jedną śrubę

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

$$t_{min1} = 1.2 \cdot \sqrt{(c \cdot S_{Rt}) / (b_s \cdot f_d)} = 1.2 \cdot \sqrt{(20.00[mm] \cdot 194.2850[kN]) / (80.00[mm] \cdot 205.0000[MPa])} = 18.47[mm]$$

$t \geq 1.62 \cdot t_{min1}$	$t = 25.00[mm] < 1.62 \cdot t_{min1} = 1.62 \cdot 18.47[mm] = 29.92[mm]$	
------------------------------	--	--

$$t_{min2} = d \cdot \sqrt[3]{[R_m / 1000]} = 20.00[mm] \cdot \sqrt[3]{[1220.0000[MPa] / 1000]} = 21.37[mm]$$

$t \geq 1.25 \cdot t_{min2}$	$t_p = 25.00[mm] < 1.25 \cdot t_{min2} = 1.25 \cdot 21.37[mm] = 26.71[mm]$	
------------------------------	--	--

Minimalna grubość blachy czołowej

$$t_{min} = \max(1.62 \cdot t_{min1}, 1.25 \cdot t_{min2}) = \max(1.62 \cdot 18.47[mm]; 1.25 \cdot 21.37[mm]) = 29.92[mm]$$

$t_p \geq t_{min}$	$t_p = 25.00[mm] < t_{min} = 29.92[mm]$	
--------------------	---	--

Współczynnik efektu dźwigni

$$\beta = 2.67 - t_p / t_{min} = 2.67 - 25.00[mm] / 29.92[mm] = 1.83453$$

Nośność na zginanie

Stan graniczny nośności

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_{dL} = 120.0000[kNm]$$

Odległość między osiami póltek belki

$$h_0 = (h_b - t_b) / \cos(\alpha) = (450.00[mm] - 25.00[mm]) / \cos(0.000[Deg]) = 425.00[mm]$$

Minimalne ramię działania sił w śrubach

$$Z_{min} = 0.6 \cdot h_0 = 0.6 \cdot 425.00[mm] = 255.00[mm]$$

Nr	Z _i	Z _i > Z _{min}	
1	$z_1 = 477.50[mm]$		
2	$z_2 = 297.50[mm]$		
3	$z_3 = 197.50[mm]$		

Nr	m _i	ω _i	Wiersz	
1	$m_1 = 2$	$\omega_{t1} = 0.90$	zewnątrzny	
2	$m_2 = 2$	$\omega_{t2} = 1.00$	wewnętrzny	
3	$m_3 = 2$	$\omega_{t3} = 0.80$	wewnętrzny	

Nośność ze względu na zerwanie śrub

$$M_{Rjd} = S_{Rt} \cdot \sum(m_i \cdot \omega_i \cdot z_i) = S_{Rt} \cdot (m_1 \cdot \omega_1 \cdot z_1 + m_2 \cdot \omega_2 \cdot z_2) = 194.2850[kN] \cdot (2 \cdot 0.90 \cdot 477.50[mm] + 2 \cdot 1.00 \cdot 297.50[mm]) = 282.5875[kNm]$$

$$|M_0| \leq M_{Rjd} \quad |120.0000[kNm]| < 282.5875[kNm] \quad 0.42465 \quad \checkmark$$

Stan graniczny użyteczności

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_{kL} = 120.0000[kNm]$$

Nr	z_i	z_{ired}	$z_i > z_{min}$	
1	$z_1 = 477.50[mm]$	$z_{1red} = z_1 - h_b/6 = 477.50[mm] - 450.00[mm]/6 = 402.50[mm]$	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	$z_2 = 297.50[mm]$	$z_{2red} = z_2 - h_b/6 = 297.50[mm] - 450.00[mm]/6 = 222.50[mm]$	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	$z_3 = 197.50[mm]$	$z_{3red} = z_3 - h_b/6 = 197.50[mm] - 450.00[mm]/6 = 122.50[mm]$	<input checked="" type="checkbox"/>	

Nr	m_i	ω_{ri}	Wiersz	
1	$m_1 = 2$	$\omega_{r1} = 0.70$	zewnątrzny	
2	$m_2 = 2$	$\omega_{r2} = 1.00$	wewnętrzny	
3	$m_3 = 2$	$\omega_{r3} = 0.80$	wewnętrzny	

Nośność ze względu na rozwarście styku

$$M_{Rjk} = (S_{Rr}/z_{1red}) \cdot \sum(m_i \cdot \omega_{ri} \cdot z_{ired}^2) = (S_{Rr}/z_{1red}) \cdot (m_1 \cdot \omega_{r1} \cdot z_{1red}^2 + m_2 \cdot \omega_{r2} \cdot z_{2red}^2) = (165.1423[kN]/402.50[mm]) \cdot (2 \cdot 0.70 \cdot (402.50[mm])^2 + 2 \cdot 1.00 \cdot (222.50[mm])^2) = 133.6816[kNm]$$

$$|M_0| \leq M_{Rjk} \quad |120.0000[kNm]| < 133.6816[kNm] \quad 0.89766 \quad \checkmark$$

Nośność śruby na rozciąganie ze ścinaniem

Stan graniczny nośności

Siła podłużna

$$N_0 = N_{dL} \cdot \cos(\alpha_1) + V_{dL} \cdot \sin(\alpha_1) = 0.0000[kN] \cdot \cos(0.000[Deg]) + 155.0000[kN] \cdot \sin(0.000[Deg]) = 0.0000[kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = -N_{dL} \cdot \sin(\alpha_1) + V_{dL} \cdot \cos(\alpha_1) = -(0.0000[kN]) \cdot \sin(0.000[Deg]) + 155.0000[kN] \cdot \cos(0.000[Deg]) = 155.0000[kN]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_{dL} = 120.0000[kNm]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu momentu

$$S_{tM} = |M_0| / \sum(m_i \cdot \omega_i \cdot z_i) = |M_0| / (m_1 \cdot \omega_1 \cdot z_1 + m_2 \cdot \omega_2 \cdot z_2) = |120.0000[kNm]| / (2 \cdot 0.90 \cdot 477.50[mm] + 2 \cdot 1.00 \cdot 297.50[mm]) = 82.5026[kN]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu siły podłużnej

$$S_{tN} = N_0 / n_b = 0.0000[kN] / 6 = 0.0000[kN]$$

Siła rozciągająca w śrubie

$$S_t = S_{tM} + S_{tN} = 82.5026[kN] + 0.0000[kN] = 82.5026[kN]$$

$S_t \leq S_{Rt}$	$82.5026[kN] < 194.2850[kN]$	0.42465	<input checked="" type="checkbox"/>
-------------------	------------------------------	----------------	-------------------------------------

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$S_v = V_0/n_b = 155.0000[kN]/6 = 25.8333[kN]$$

$S_v \leq S_{Rv}$	$25.8333[kN] < 172.4734[kN]$	0.14978	<input checked="" type="checkbox"/>
-------------------	------------------------------	----------------	-------------------------------------

Interakcja ścinania i rozciągania

$$(S_v/S_{Rt})^2 + (S_v/S_{Rv})^2 = (82.5026[kN]/194.2850[kN])^2 + (25.8333[kN]/172.4734[kN])^2 = 0.20276$$

$(S_v/S_{Rt})^2 + (S_v/S_{Rv})^2 \leq 1$	$0.20276 < 1.00000$	0.20276	<input checked="" type="checkbox"/>
--	---------------------	----------------	-------------------------------------

Stan graniczny użyteczności

Siła podłużna

$$N_0 = N_{kl} \cdot \cos(\alpha_1) + V_{kl} \cdot \sin(\alpha_1) = 0.0000[kN] \cdot \cos(0.000[Deg]) + 155.0000[kN] \cdot \sin(0.000[Deg]) = 0.0000[kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = -N_{kl} \cdot \sin(\alpha_1) + V_{kl} \cdot \cos(\alpha_1) = -(0.0000[kN]) \cdot \sin(0.000[Deg]) + 155.0000[kN] \cdot \cos(0.000[Deg]) = 155.0000[kN]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_{kl} = 120.0000[kNm]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu momentu

$$S_{tM} = (|M_0|/z_{1red}) / \Sigma(m_i \cdot \omega_i \cdot z_{ired}^2) = (|M_0|/z_{1red}) \cdot (m_1 \cdot \omega_1 \cdot z_{1red}^2 + m_2 \cdot \omega_2 \cdot z_{2red}^2) = (|120.0000[kNm]|/402.50[mm]) \cdot (2 \cdot 0.70 \cdot (402.50[mm])^2 + 2 \cdot 1.00 \cdot (222.50[mm])^2) = 148.2408[kN]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu siły podłużnej

$$S_{tN} = N_0/n_b = 0.0000[kN]/6 = 0.0000[kN]$$

Siła rozciągająca w śrubie

$$S_t = S_{tM} + S_{tN} = 148.2408[kN] + 0.0000[kN] = 148.2408[kN]$$

$S_t \leq S_{Rt}$	$148.2408[kN] < 194.2850[kN]$	0.76301	<input checked="" type="checkbox"/>
-------------------	-------------------------------	----------------	-------------------------------------

Wypadkowa siła ścinająca w śrubie

$$S_v = V_0/n_b = 155.0000[kN]/6 = 25.8333[kN]$$

$S_v \leq S_{Rv}$	$25.8333[kN] < 172.4734[kN]$	0.14978	<input checked="" type="checkbox"/>
-------------------	------------------------------	----------------	-------------------------------------

Interakcja ścinania i rozciągania

$$(S_v/S_{Rt})^2 + (S_v/S_{Rv})^2 = (148.2408[kN]/194.2850[kN])^2 + (25.8333[kN]/172.4734[kN])^2 = 0.60461$$

$(S_v/S_{Rt})^2 + (S_v/S_{Rv})^2 \leq 1$	$0.60461 < 1.00000$	0.60461	<input checked="" type="checkbox"/>
--	---------------------	----------------	-------------------------------------

Spoiny pachwinowe łączące belkę i blachę czołową

Siły w spoinach

Siła podłużna

$$N_0 = N_{dL} \cdot \cos(\alpha_1) + V_{dL} \cdot \sin(\alpha_1) = 0.0000[kN] \cdot \cos(0.000[Deg]) + 155.0000[kN] \cdot \sin(0.000[Deg]) = 0.0000[kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = -N_{dL} \cdot \sin(\alpha_1) + V_{dL} \cdot \cos(\alpha_1) = -(0.0000[kN]) \cdot \sin(0.000[Deg]) + 155.0000[kN] \cdot \cos(0.000[Deg]) = 155.0000[kN]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_{dL} = 120.0000[kNm]$$

Charakterystyki geometryczne układu spoin

Pole spoin poziomych na półce górnej

$$A_{wfu} = 2 \cdot [b_{eu} + (b_{eu} - t_{wb} - 2 \cdot r_b)] \cdot a_f = 2 \cdot [220.00[mm] + (220.00[mm] - 15.00[mm] - 2 \cdot 0.00[mm])] \cdot 7.00[mm] = 29.750[cm^2]$$

Pole spoin poziomych na półce dolnej

$$A_{wfl} = 2 \cdot [b_{el} + (b_{el} - t_{wb} - 2 \cdot r_b)] \cdot a_f = 2 \cdot [220.00[mm] + (220.00[mm] - 15.00[mm] - 2 \cdot 0.00[mm])] \cdot 7.00[mm] = 29.750[cm^2]$$

Pole spoin poziomych

$$A_{wf} = A_{wfu} + A_{wfl} = 29.750[cm^2] + 29.750[cm^2] = 59.500[cm^2]$$

Pole spoin pionowych

$$A_{ww} = 2 \cdot [(h_b - 2 \cdot (t_{fb} - r_b)) / \cos(\alpha)] \cdot a_w + 2 \cdot (h_{su} - c_{su}) \cdot a_{wsu} = 2 \cdot [(450.00[mm] - 2 \cdot (25.00[mm] - 0.00[mm])) / \cos(0.000[Deg])] \cdot 5.00[mm] + 2 \cdot (70.00[mm] - 20.00[mm]) \cdot 5.00[mm] = 45.000[cm^2]$$

Pole wszystkich spoin

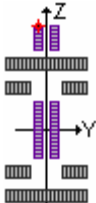
$$A_w = A_{wfu} + A_{wfl} + A_{ww} = 29.750[cm^2] + 29.750[cm^2] + 45.000[cm^2] = 104.500[cm^2]$$

Przesunięcie środka ciężkości układu spoin względem środka ciężkości belki

$$e_{ow} = 12.92[mm]$$

Moment bezwładności układu spoin

$$I_w = 35979.866[cm^4]$$

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia	$z_i = 282.08[mm]$
Wskaźnik sprężysty układu spoin	
$W_w = 1275.514[cm^3]$	
Naprężenie od siły podłużnej	
$\sigma_N = N_0 / A_w = 0.0000[kN] / 104.500[cm^2] = 0.0000[MPa]$	
Naprężenie od zginania	
$\sigma_M = M_0 / W_w = 120.0000[kNm] / 1275.514[cm^3] = 94.0797[MPa]$	
Maksymalne naprężenie normalne	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 0.0000[MPa] + 94.0797[MPa] = 94.0797[MPa]$	
Naprężenie normalne prostopadłe	
$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 94.0797[MPa] / \sqrt{2} = 66.5244[MPa]$	
Naprężenie styczne prostopadłe	
$\tau_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 94.0797[MPa] / \sqrt{2} = 66.5244[MPa]$	
Naprężenie styczne równoległe	
$\tau_{ } = V_0 / A_{ww} = 155.0000[kN] / 45.000[cm^2] = 34.4444[MPa]$	

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.70000$$

$ \sigma_{\perp} \leq f_d$	$ 66.5244[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.32451	✓
-----------------------------	----------------------------------	----------------	---

$\chi \cdot \sqrt{ \sigma_{\perp} ^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{ }^2)} \leq f_d$	$102.0687[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.49790	✓
--	---------------------------------	----------------	---

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia	$z_i = 215.58[mm]$
Wskaźnik sprężysty układu spoin	
$W_w = 1668.969[cm^3]$	
Naprężenie od siły podłużnej	
$\sigma_N = N_0/A_w = 0.0000[kN]/104.500[cm^2] = 0.0000[MPa]$	
Naprężenie od zginania	
$\sigma_M = M_0/W_w = 120.0000[kNm]/1668.969[cm^3] = 71.9007[MPa]$	
Maksymalne naprężenie normalne	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 0.0000[MPa] + 71.9007[MPa] = 71.9007[MPa]$	
Naprężenie normalne prostopadłe	
$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 71.9007[MPa]/\sqrt{2} = 50.8414[MPa]$	
Naprężenie styczne prostopadłe	
$\tau_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 71.9007[MPa]/\sqrt{2} = 50.8414[MPa]$	

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.70000$$

$ \sigma_{\perp} \leq f_d$	$ 50.8414[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.24801	✓
-----------------------------	----------------------------------	----------------	---

$\chi^* \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2)]} \leq f_d$	$71.1780[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.34721	✓
--	--------------------------------	----------------	---

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia	$z_i = 187.08[mm]$
Wskaźnik sprężysty układu spoin	
$W_w = 1923.220[cm^3]$	
Naprężenie od siły podłużnej	
$\sigma_N = N_0/A_w = 0.0000[kN]/104.500[cm^2] = 0.0000[MPa]$	
Naprężenie od zginania	
$\sigma_M = M_0/W_w = 120.0000[kNm]/1923.220[cm^3] = 62.3953[MPa]$	
Maksymalne naprężenie normalne	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 0.0000[MPa] + 62.3953[MPa] = 62.3953[MPa]$	
Naprężenie normalne prostopadłe	
$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 62.3953[MPa]/\sqrt{2} = 44.1202[MPa]$	
Naprężenie styczne prostopadłe	
$\tau_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 62.3953[MPa]/\sqrt{2} = 44.1202[MPa]$	
Naprężenie styczne równoległe	
$\tau_{ } = V_0/A_{ww} = 155.0000[kN]/45.000[cm^2] = 34.4444[MPa]$	

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.70000$$

$ \sigma_{\perp} \leq f_d$	$ 44.1202[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.21522	✓
-----------------------------	----------------------------------	----------------	---

$\chi^* \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2 + \tau_{ }^2)]} \leq f_d$	$74.5611[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.36371	✓
--	--------------------------------	----------------	---

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia	$z_i = -212.92[mm]$
Wskaźnik sprężysty układu spoin	
$W_w = 1689.841[cm^3]$	
Naprężenie od siły podłużnej	
$\sigma_N = N_0/A_w = 0.0000[kN]/104.500[cm^2] = 0.0000[MPa]$	
Naprężenie od zginania	
$\sigma_M = M_0/W_w = 120.0000[kNm]/1689.841[cm^3] = 71.0126[MPa]$	
Maksymalne naprężenie normalne	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 0.0000[MPa] + 71.0126[MPa] = 71.0126[MPa]$	
Naprężenie normalne prostopadłe	
$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 71.0126[MPa]/\sqrt{2} = 50.2135[MPa]$	
Naprężenie styczne prostopadłe	
$\tau_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 71.0126[MPa]/\sqrt{2} = 50.2135[MPa]$	
Naprężenie styczne równoległe	
$\tau_{\parallel} = V_0/A_{vw} = 155.0000[kN]/45.000[cm^2] = 34.4444[MPa]$	

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.70000$$

$ \sigma_{\perp} \leq f_d$	$ 50.2135[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.24494	✓
-----------------------------	----------------------------------	----------------	---

$\chi^* \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_d$	$81.7678[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.39887	✓
---	--------------------------------	----------------	---

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia	$z_i = -241.42[mm]$
Wskaźnik sprężysty układu spoin	
$W_w = 1490.352[cm^3]$	
Naprężenie od siły podłużnej	
$\sigma_N = N_0/A_w = 0.0000[kN]/104.500[cm^2] = 0.0000[MPa]$	
Naprężenie od zginania	
$\sigma_M = M_0/W_w = 120.0000[kNm]/1490.352[cm^3] = 80.5179[MPa]$	
Maksymalne naprężenie normalne	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 0.0000[MPa] + 80.5179[MPa] = 80.5179[MPa]$	
Naprężenie normalne prostopadłe	
$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 80.5179[MPa]/\sqrt{2} = 56.9348[MPa]$	
Naprężenie styczne prostopadłe	
$\tau_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 80.5179[MPa]/\sqrt{2} = 56.9348[MPa]$	

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.70000$$

$ \sigma_{\perp} \leq f_d$	$ 56.9348[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.27773	✓
-----------------------------	----------------------------------	----------------	---

$\chi^* \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2)]} \leq f_d$	$79.7087[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.38882	✓
--	--------------------------------	----------------	---

Strona prawa

Śruby łączące blachy czołowe

Nośność śrub

Rozciąganie śruby

Nośność obliczeniowa w stanie granicznym zerwania trzpienia

$$S_{Rt} = \min[0.65 \cdot R_m \cdot A_s; 0.85 \cdot R_e \cdot A_s] = \min[0.65 \cdot 1220.0000 [\text{MPa}] \cdot 2.450 [\text{cm}^2]; 0.85 \cdot 1100.0000 [\text{MPa}] \cdot 2.450 [\text{cm}^2]] = 194.2850 [\text{kN}]$$

Nośność ze względu na rozwarście styku

$$S_{Rr} = 0.6 \cdot S_{Rt} = 0.6 \cdot 194.2850 [\text{kN}] = 165.1423 [\text{kN}]$$

Scinanie trzpienia śruby

Pole ścinanej części śruby

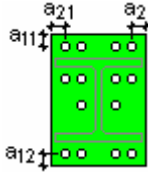
$$A_v = 0.25 \cdot \pi \cdot d^2 = 0.25 \cdot 3.14159 \cdot (20.00 [\text{mm}])^2 = 3.142 [\text{cm}^2]$$

Nośność na ścinanie trzpienia

$$S_{Rv} = 0.45 \cdot m \cdot R_m \cdot A_v = 0.45 \cdot 1 \cdot 1220.0000 [\text{MPa}] \cdot 3.142 [\text{cm}^2] = 172.4734 [\text{kN}]$$

Docisk śruby

Docisk śruby do blachy

	$a_{11} = 30.00 [\text{mm}]$
	$a_{12} = 230.00 [\text{mm}]$
	$a_{21} = 80.00 [\text{mm}]$
$a_{1\min} = \min[a_{11}; a_{12}; a_{21}] = 30.00 [\text{mm}]$	

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha = \min[a_{1\min}/d; (\min[a, a_3]/d) - 0.75; 2.5] = \min[30.00 [\text{mm}]/20.00 [\text{mm}]; (\min[0.00 [\text{mm}], 80.00 [\text{mm}])/20.00 [\text{mm}]) - 0.75; 2.5] = 1.50000$$

$\alpha > 0$

$$1.50000 > 0.00000$$



Nośność obliczeniowa w stanie granicznym uplastycznienia ścianki otworu

$$S_{Rb} = \alpha \cdot f_d \cdot d \cdot \Sigma t_i = 1.50000 \cdot 205.0000 [\text{MPa}] \cdot 20.00 [\text{mm}] \cdot 25.00 [\text{mm}] = 153.7500 [\text{kN}]$$

Nośność na ścinanie

Siła składowa w śrubie od wpływu siły podłużnej

$$S = V_0/n_b = 155.0000 [\text{kN}]/6 = 25.8333 [\text{kN}]$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$S_R = \min[S_{Rv}; S_{Rb}^I; S_{Rb}^II] = \min[172.4734 [\text{kN}]; 153.7500 [\text{kN}]; 153.7500 [\text{kN}]] = 153.7500 [\text{kN}]$$

$|S| \leq S_R$

$$|25.8333 [\text{kN}]| < 153.7500 [\text{kN}]$$

0.16802



Parametry blachy czołowej

Odległość między brzegiem otworu a spoiną lub początkiem zaokrąglenia

$$c = 20.00 [\text{mm}]$$

Szerokość współdziałania blachy przypadająca na jedną śrubę

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

$$t_{\min 1} = 1.2 \cdot \sqrt{[(c \cdot S_{Rt}) / (b_s \cdot f_d)]} = 1.2 \cdot \sqrt{[(20.00[\text{mm}] \cdot 194.2850[\text{kN}]) / (80.00[\text{mm}] \cdot 205.0000[\text{MPa}])]} = 18.47[\text{mm}]$$

$t \geq 1.62 \cdot t_{\min 1}$	$t = 25.00[\text{mm}] < 1.62 \cdot t_{\min 1} = 1.62 \cdot 18.47[\text{mm}] = 29.92[\text{mm}]$	❌
--------------------------------	---	----------

$$t_{\min 2} = d \cdot \sqrt[3]{[R_m / 1000]} = 20.00[\text{mm}] \cdot \sqrt[3]{[1220.0000[\text{MPa}] / 1000]} = 21.37[\text{mm}]$$

$t \geq 1.25 \cdot t_{\min 2}$	$t_p = 25.00[\text{mm}] < 1.25 \cdot t_{\min 2} = 1.25 \cdot 21.37[\text{mm}] = 26.71[\text{mm}]$	❌
--------------------------------	---	----------

Minimalna grubość blachy czołowej

$$t_{\min} = \max(1.62 \cdot t_{\min 1}, 1.25 \cdot t_{\min 2}) = \max(1.62 \cdot 18.47[\text{mm}]; 1.25 \cdot 21.37[\text{mm}]) = 29.92[\text{mm}]$$

$t_p \geq t_{\min}$	$t_p = 25.00[\text{mm}] < t_{\min} = 29.92[\text{mm}]$	❌
---------------------	--	----------

Współczynnik efektu dźwigni

$$\beta = 2.67 \cdot t_p / t_{\min} = 2.67 \cdot 25.00[\text{mm}] / 29.92[\text{mm}] = 1.83453$$

Nośność na zginanie

Stan graniczny nośności

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_{dP} = 120.0000[\text{kNm}]$$

Odległość między osiami półek belki

$$h_0 = (h_b - t_{fb}) / \cos(\alpha) = (450.00[\text{mm}] - 25.00[\text{mm}]) / \cos(0.000[\text{Deg}]) = 425.00[\text{mm}]$$

Minimalne ramię działania sił w śrubach

$$z_{\min} = 0.6 \cdot h_0 = 0.6 \cdot 425.00[\text{mm}] = 255.00[\text{mm}]$$

Nr	z _i	z _i > z _{min}	
1	z ₁ = 477.50[mm]	✔	
2	z ₂ = 297.50[mm]	✔	
3	z ₃ = 197.50[mm]	❌	

Nr	m _i	ω _i	Wiersz	
1	m ₁ = 2	ω _{t1} = 0.90	zewnątrzny	
2	m ₂ = 2	ω _{t2} = 1.00	wewnętrzny	
3	m ₃ = 2	ω _{t3} = 0.80	wewnętrzny	

Nośność ze względu na zerwanie śrub

$$M_{Rjd} = S_{Rt} \cdot \sum(m_i \cdot \omega_i \cdot z_i) = S_{Rt} \cdot (m_1 \cdot \omega_{t1} \cdot z_1 + m_2 \cdot \omega_{t2} \cdot z_2) = 194.2850[\text{kN}] \cdot (2 \cdot 0.90 \cdot 477.50[\text{mm}] + 2 \cdot 1.00 \cdot 297.50[\text{mm}]) = 282.5875[\text{kNm}]$$

$ M_0 \leq M_{Rjd}$	$ 120.0000[\text{kNm}] < 282.5875[\text{kNm}]$	0.42465 ✔
----------------------	---	------------------

Stan graniczny użyteczności

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_{kP} = 120.0000[\text{kNm}]$$

Nr	z_i	z_{ired}	$z_i > z_{min}$	
1	$z_1 = 477.50[mm]$	$z_{1red} = z_1 - h_b/6 = 477.50[mm] - 450.00[mm]/6 = 402.50[mm]$	✓	
2	$z_2 = 297.50[mm]$	$z_{2red} = z_2 - h_b/6 = 297.50[mm] - 450.00[mm]/6 = 222.50[mm]$	✓	
3	$z_3 = 197.50[mm]$	$z_{3red} = z_3 - h_b/6 = 197.50[mm] - 450.00[mm]/6 = 122.50[mm]$	✗	

Nr	m_i	ω_{ri}	Wiersz	
1	$m_1 = 2$	$\omega_{r1} = 0.70$	zewewnętrzny	
2	$m_2 = 2$	$\omega_{r2} = 1.00$	wewnętrzny	
3	$m_3 = 2$	$\omega_{r3} = 0.80$	wewnętrzny	

Nośność ze względu na rozwarście styku

$$M_{Rjk} = S_{Rr} * [m_1 * \omega_{r1} * z_{1red} + \Sigma (m_i * \omega_{ri} * z_{ired}^2 / z_{2red})] = S_{Rr} * [m_1 * \omega_{r1} * z_{1red} + m_2 * \omega_{r2} * z_{2red}^2 / z_{2red}] = 165.1423[kN] * [2 * 0.70 * 402.50[mm] + 2 * 1.00 * (222.50[mm])^2 / 222.50[mm]] = 133.6816[kNm]$$

$ M_0 \leq M_{Rjk}$	$ 120.0000[kNm] < 133.6816[kNm]$	0.89766	✓
----------------------	-----------------------------------	----------------	---

Nośność śruby na rozciąganie ze ścinaniem

Stan graniczny nośności

Siła podłużna

$$N_0 = N_{dP} * \cos(\alpha_2) + V_{dP} * \sin(\alpha_2) = 0.0000[kN] * \cos(0.000[Deg]) + 155.0000[kN] * \sin(0.000[Deg]) = 0.0000[kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = -N_{dP} * \sin(\alpha_2) + V_{dP} * \cos(\alpha_2) = -(0.0000[kN]) * \sin(0.000[Deg]) + 155.0000[kN] * \cos(0.000[Deg]) = 155.0000[kN]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_{dP} = 120.0000[kNm]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu momentu

$$S_{tM} = |M_0| / \Sigma (m_i * \omega_{ri} * z_i) = |M_0| / (m_1 * \omega_{r1} * z_1 + m_2 * \omega_{r2} * z_2) = |120.0000[kNm]| / (2 * 0.90 * 477.50[mm] + 2 * 1.00 * 297.50[mm]) = 82.5026[kN]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu siły podłużnej

$$S_{tN} = N_0 / n_b = 0.0000[kN] / 6 = 0.0000[kN]$$

Siła rozciągająca w śrubie

$$S_t = S_{tM} + S_{tN} = 82.5026[kN] + 0.0000[kN] = 82.5026[kN]$$

$S_t \leq S_{Rt}$	$82.5026[kN] < 194.2850[kN]$	0.42465	✓
-------------------	------------------------------	----------------	---

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$S_v = V_0 / n_b = 155.0000[kN] / 6 = 25.8333[kN]$$

$S_v \leq S_{Rv}$	$25.8333[kN] < 172.4734[kN]$	0.14978	✓
-------------------	------------------------------	----------------	---

Interakcja ścinania i rozciągania

$$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 = (82.5026[kN] / 194.2850[kN])^2 + (25.8333[kN] / 172.4734[kN])^2 = 0.20276$$

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

$$0.20276 < 1.00000$$

0.20276

Stan graniczny użyteczności

Siła podłużna

$$N_0 = N_{kP} \cdot \cos(\alpha_2) + V_{kP} \cdot \sin(\alpha_2) = 0.0000[kN] \cdot \cos(0.000[Deg]) + 155.0000[kN] \cdot \sin(0.000[Deg]) = 0.0000[kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = -N_{kP} \cdot \sin(\alpha_2) + V_{kP} \cdot \cos(\alpha_2) = -(0.0000[kN]) \cdot \sin(0.000[Deg]) + 155.0000[kN] \cdot \cos(0.000[Deg]) = 155.0000[kN]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_{kP} = 120.0000[kNm]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu momentu

$$S_{tM} = |M_0| / [m_1 \cdot \omega_{r1} \cdot z_{1red} + \Sigma(m_i \cdot \omega_{ri} \cdot z_{ired}^2 / z_{2red})] = |M_0| / [m_1 \cdot \omega_{r1} \cdot z_{1red} + m_2 \cdot \omega_{r2} \cdot z_{2red}^2 / z_{2red}] = |120.0000[kNm]| / [2 \cdot 0.70 \cdot 402.50[mm] + 2 \cdot 1.00 \cdot (222.50[mm])^2 / 222.50[mm]] = 148.2408[kN]$$

Siła składowa w śrubie od wpływu siły podłużnej

$$S_{tN} = N_0 / n_b = 0.0000[kN] / 6 = 0.0000[kN]$$

Siła rozciągająca w śrubie

$$S_t = S_{tM} + S_{tN} = 148.2408[kN] + 0.0000[kN] = 148.2408[kN]$$

$$S_t \leq S_{Rt}$$

$$148.2408[kN] < 194.2850[kN]$$

0.76301

Wypadkowa siła ścinająca w śrubie

$$S_v = V_0 / n_b = 155.0000[kN] / 6 = 25.8333[kN]$$

$$S_v \leq S_{Rv}$$

$$25.8333[kN] < 172.4734[kN]$$

0.14978

Interakcja ścinania i rozciągania

$$(S_t/S_{Rt})^2 + (S_v/S_{Rv})^2 = (148.2408[kN] / 194.2850[kN])^2 + (25.8333[kN] / 172.4734[kN])^2 = 0.60461$$

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

$$0.60461 < 1.00000$$

0.60461

Spoiny pachwinowe łączące belkę i blachę czołową

Siły w spoinach

Siła podłużna

$$N_0 = N_{dP} \cdot \cos(\alpha_2) + V_{dP} \cdot \sin(\alpha_2) = 0.0000[kN] \cdot \cos(0.000[Deg]) + 155.0000[kN] \cdot \sin(0.000[Deg]) = 0.0000[kN]$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = -N_{dP} \cdot \sin(\alpha_2) + V_{dP} \cdot \cos(\alpha_2) = -(0.0000[kN]) \cdot \sin(0.000[Deg]) + 155.0000[kN] \cdot \cos(0.000[Deg]) = 155.0000[kN]$$

Rzeczywisty moment zginający

$$M_0 = M_{dP} = 120.0000[kNm]$$

Charakterystyki geometryczne układu spoin

Pole spoin poziomych na półce górnej

$$A_{wfu} = 2 \cdot [b_{eu} + (b_{eu} - t_{wb} - 2 \cdot r_b)] \cdot a_f = 2 \cdot [220.00[mm] + (220.00[mm] - 15.00[mm] - 2 \cdot 0.00[mm])] \cdot 7.00[mm] = 29.750[cm^2]$$

Pole spoin poziomych na półce dolnej

$$A_{wfl} = 2 \cdot [b_{el} + (b_{el} - t_{wb} - 2 \cdot r_b)] \cdot a_f = 2 \cdot [220.00[mm] + (220.00[mm] - 15.00[mm] - 2 \cdot 0.00[mm])] \cdot 7.00[mm] = 29.750[cm^2]$$

Pole spoin poziomych

$$A_{wf} = A_{wfu} + A_{wfl} = 29.750[cm^2] + 29.750[cm^2] = 59.500[cm^2]$$

Pole spoin pionowych

$$A_{ww} = 2 \cdot [(h_b - 2 \cdot (t_{fb} - r_b)) / \cos(\alpha)] \cdot a_w + 2 \cdot (h_{su} - c_{su}) \cdot a_{wsu} = 2 \cdot [(450.00[mm] - 2 \cdot (25.00[mm] -$$

$$0.00[mm])/\cos(0.000[Deg]))*5.00[mm]+ 2*(70.00[mm]-20.00[mm])*5.00[mm] = 45.000[cm^2]$$

Pole wszystkich spoin

$$A_w = A_{wtu} + A_{wfl} + A_{ww} = 29.750[cm^2] + 29.750[cm^2] + 45.000[cm^2] = 104.500[cm^2]$$

Przesunięcie środka ciężkości układu spoin względem środka ciężkości belki

$$e_{ow} = 12.92[mm]$$

Moment bezwładności układu spoin

$$I_w = 35979.866[cm^4]$$

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia	$z_i = 282.08[mm]$
Wskaźnik sprężysty układu spoin	
$W_w = 1275.514[cm^3]$	
Naprężenie od siły podłużnej	
$\sigma_N = N_0/A_w = 0.0000[kN]/104.500[cm^2] = 0.0000[MPa]$	
Naprężenie od zginania	
$\sigma_M = M_0/W_w = 120.0000[kNm]/1275.514[cm^3] = 94.0797[MPa]$	
Maksymalne naprężenie normalne	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 0.0000[MPa] + 94.0797[MPa] = 94.0797[MPa]$	
Naprężenie normalne prostopadłe	
$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 94.0797[MPa]/\sqrt{2} = 66.5244[MPa]$	
Naprężenie styczne prostopadłe	
$\tau_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 94.0797[MPa]/\sqrt{2} = 66.5244[MPa]$	
Naprężenie styczne równoległe	
$\tau_{\parallel} = V_0/A_{ww} = 155.0000[kN]/45.000[cm^2] = 34.4444[MPa]$	

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.70000$$

$ \sigma_{\perp} \leq f_d$	$[66.5244[MPa]] < 205.0000[MPa]$	0.32451	<input checked="" type="checkbox"/>
-----------------------------	----------------------------------	----------------	-------------------------------------

$\chi^* \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_d$	$102.0687[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.49790	<input checked="" type="checkbox"/>
---	---------------------------------	----------------	-------------------------------------

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia	$z_i = 215.58[mm]$
Wskaźnik sprężysty układu spoin	
$W_w = 1668.969[cm^3]$	
Naprężenie od siły podłużnej	
$\sigma_N = N_0/A_w = 0.0000[kN]/104.500[cm^2] = 0.0000[MPa]$	
Naprężenie od zginania	
$\sigma_M = M_0/W_w = 120.0000[kNm]/1668.969[cm^3] = 71.9007[MPa]$	
Maksymalne naprężenie normalne	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 0.0000[MPa] + 71.9007[MPa] = 71.9007[MPa]$	
Naprężenie normalne prostopadłe	
$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 71.9007[MPa]/\sqrt{2} = 50.8414[MPa]$	
Naprężenie styczne prostopadłe	
$\tau_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 71.9007[MPa]/\sqrt{2} = 50.8414[MPa]$	

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.70000$$

$ \sigma_{\perp} \leq f_d$	$[50.8414[MPa]] < 205.0000[MPa]$	0.24801	<input checked="" type="checkbox"/>
-----------------------------	----------------------------------	----------------	-------------------------------------

$\chi^* \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2)]} \leq f_d$	$71.1780[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.34721	<input checked="" type="checkbox"/>
--	--------------------------------	----------------	-------------------------------------

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia	$z_i = 187.08[mm]$
Wskaźnik sprężysty układu spoin	
$W_w = 1923.220[cm^3]$	
Naprężenie od siły podłużnej	
$\sigma_N = N_0/A_w = 0.0000[kN]/104.500[cm^2] = 0.0000[MPa]$	
Naprężenie od zginania	
$\sigma_M = M_0/W_w = 120.0000[kNm]/1923.220[cm^3] = 62.3953[MPa]$	
Maksymalne naprężenie normalne	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 0.0000[MPa] + 62.3953[MPa] = 62.3953[MPa]$	
Naprężenie normalne prostopadłe	
$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 62.3953[MPa]/\sqrt{2} = 44.1202[MPa]$	
Naprężenie styczne prostopadłe	
$\tau_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 62.3953[MPa]/\sqrt{2} = 44.1202[MPa]$	
Naprężenie styczne równoległe	
$\tau_{ } = V_0/A_{ww} = 155.0000[kN]/45.000[cm^2] = 34.4444[MPa]$	

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.70000$$

$ \sigma_{\perp} \leq f_d$	$ 44.1202[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.21522	<input checked="" type="checkbox"/>
-----------------------------	----------------------------------	----------------	-------------------------------------

$\chi^* \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3^*(\tau_{\perp}^2 + \tau_{ }^2)]} \leq f_d$	$74.5611[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.36371	<input checked="" type="checkbox"/>
---	--------------------------------	----------------	-------------------------------------

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia	$z_i = -212.92[mm]$
Wskaźnik sprężysty układu spoin	
$W_w = 1689.841[cm^3]$	
Naprężenie od siły podłużnej	
$\sigma_N = N_0/A_w = 0.0000[kN]/104.500[cm^2] = 0.0000[MPa]$	
Naprężenie od zginania	
$\sigma_M = M_0/W_w = 120.0000[kNm]/1689.841[cm^3] = 71.0126[MPa]$	
Maksymalne naprężenie normalne	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 0.0000[MPa] + 71.0126[MPa] = 71.0126[MPa]$	
Naprężenie normalne prostopadłe	
$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 71.0126[MPa]/\sqrt{2} = 50.2135[MPa]$	
Naprężenie styczne prostopadłe	
$\tau_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 71.0126[MPa]/\sqrt{2} = 50.2135[MPa]$	
Naprężenie styczne równoległe	
$\tau_{ } = V_0/A_{ww} = 155.0000[kN]/45.000[cm^2] = 34.4444[MPa]$	

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.70000$$

$ \sigma_{\perp} \leq f_d$	$ 50.2135[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.24494	<input checked="" type="checkbox"/>
-----------------------------	----------------------------------	----------------	-------------------------------------

$\chi^* \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3^*(\tau_{\perp}^2 + \tau_{ }^2)]} \leq f_d$	$81.7678[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.39887	<input checked="" type="checkbox"/>
---	--------------------------------	----------------	-------------------------------------

Punkt w którym sprawdzane są naprężenia	$z_i = -241.42[mm]$
Wskaźnik sprężysty układu spoin	
$W_w = 1490.352[cm^3]$	
Naprężenie od siły podłużnej	
$\sigma_N = N_0/A_w = 0.0000[kN]/104.500[cm^2] = 0.0000[MPa]$	
Naprężenie od zginania	
$\sigma_M = M_0/W_w = 120.0000[kNm]/1490.352[cm^3] = 80.5179[MPa]$	
Maksymalne naprężenie normalne	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = 0.0000[MPa] + 80.5179[MPa] = 80.5179[MPa]$	
Naprężenie normalne prostopadłe	
$\sigma_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 80.5179[MPa]/\sqrt{2} = 56.9348[MPa]$	
Naprężenie styczne prostopadłe	
$\tau_{\perp} = \sigma/\sqrt{2} = 80.5179[MPa]/\sqrt{2} = 56.9348[MPa]$	

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\chi = 0.70000$$

$ \sigma_{\perp} \leq f_d$	$ 56.9348[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.27773	✓
-----------------------------	----------------------------------	----------------	---

$\chi \cdot \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2)]} \leq f_d$	$79.7087[MPa] < 205.0000[MPa]$	0.38882	✓
--	--------------------------------	----------------	---