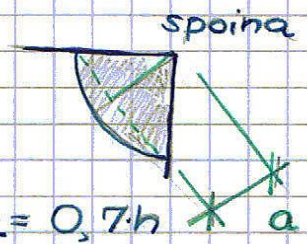
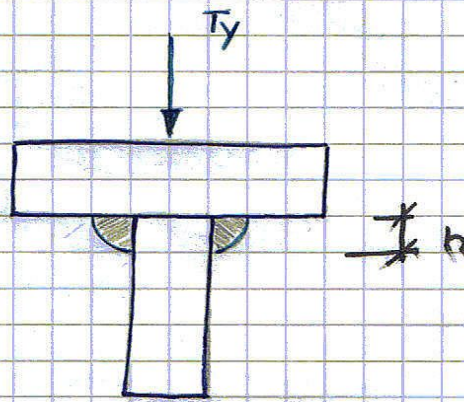
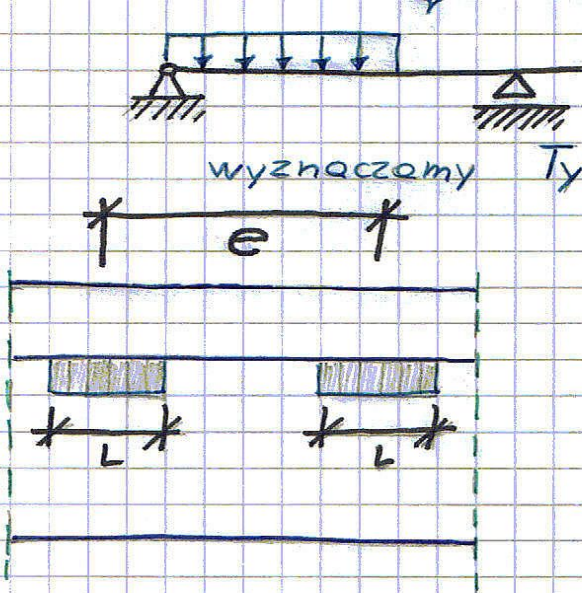


Zad.

Wyznaczyć rozstaw spoin pachwinowych e

σ_{dop} - naprężenia dopuszczalne w spoinie



szerokość obliczeniowa spoiny

N - siła rozwarstwiająca przypadająca na układ dwóch spoin, "zebrana" z rozpiętości e

$$\sigma = \frac{N}{e \cdot b}$$

gdzie:

$\sigma = \frac{T_y \cdot S_x}{I_x \cdot b}$ - naprężenia ścinające pochodzące od siły tnącej T_y na poziomie połączenia dwóch elementów

$$b = 2a$$

S_x - moment statyczny części "odciętej"

$$N = \sigma \cdot e \cdot b = \frac{T_y \cdot S_x}{I_x} \cdot e$$

N_{dop} - siła jaką przeniesie pojedyncza spoina ze względu na σ_{dop}

$$\sigma_{dop} = \frac{N_{dop}}{a \cdot L}$$

$$N = a \cdot L \cdot \sigma_{dop}$$

Warunek nośności:

układ dwóch spoin musi przenieść siłę rozwarstwiającą

$$N \leq 2 \cdot N_{dop}$$

$$\frac{T_y \cdot S_x}{I_x} \cdot e \leq 2 \cdot L \cdot a \cdot \sigma_{dop}$$

$$e \leq \frac{2 \cdot L \cdot a \cdot \sigma_{dop} \cdot I_x}{T_y \cdot S_x}$$

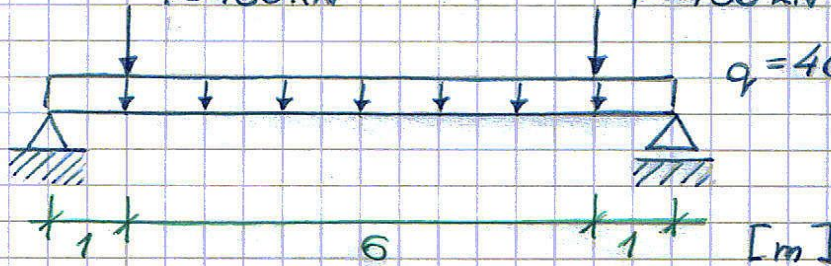
Zad.

Sprawdzić nośność spoiny pachwinowej. Wytrzymałość spoiny na ścinanie - $R_s = 10 \text{ MPa}$

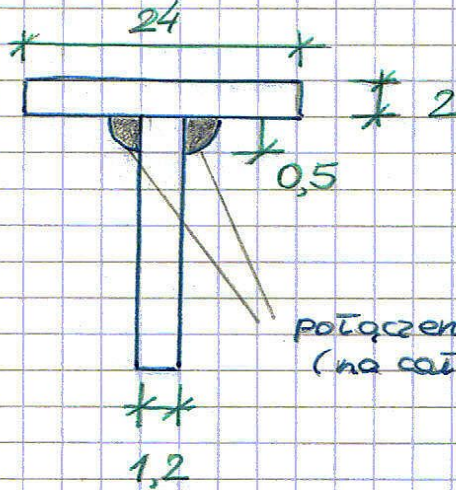
$P = 480 \text{ kN}$

$P = 480 \text{ kN}$

$q = 40 \text{ kN/m}$



przekrój

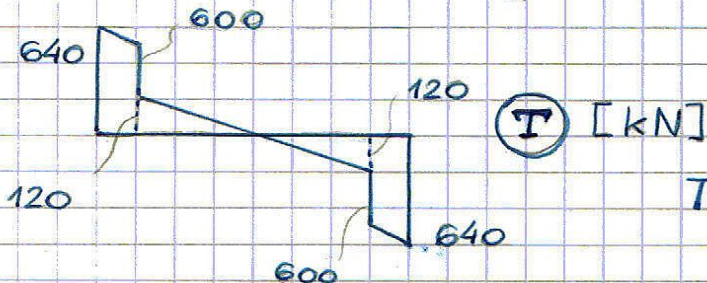
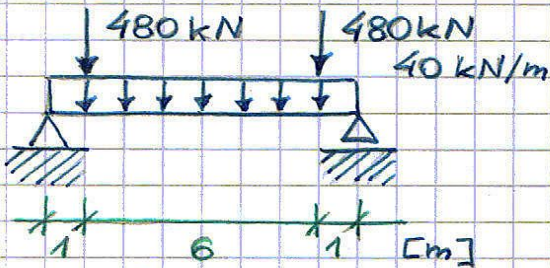


[cm]

połączenie spawane
(na całej długości belki)

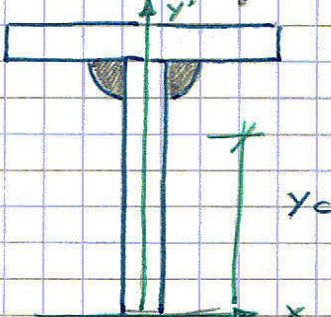
ROZWIĄZANIE:

1° Wyznaczenie maksymalnej siły tnącej - T_y



$T_y = 640 \text{ kN}$

2° Charakterystyka przekroju



pole $A = 2 \cdot 24 + 12 \cdot 40 = 96 \text{ cm}^2$

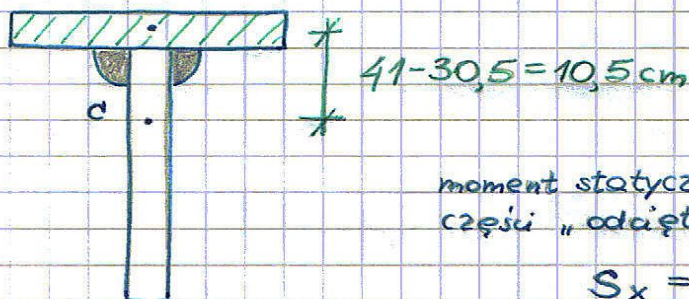
moment
statyczny

$$S_x = (2 \cdot 24) \cdot 41 + (40 \cdot 12) \cdot 20 = 2928 \text{ cm}^3$$

środek
ciężkości

$$y_c = \frac{S_x}{A} = 30,5 \text{ cm}$$

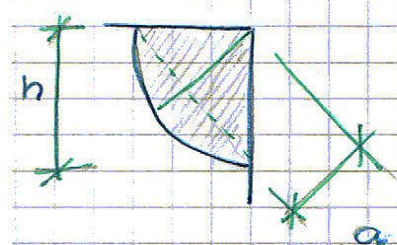
moment bezwładności $I_x = \frac{1,2 \cdot 40^3}{12} + (1,2 \cdot 40) \cdot (30,5 - 20)^2 + \frac{24 \cdot 2^3}{12} + (24 \cdot 2) \cdot (41 - 30,5)^2 = 17000 \text{ cm}^4$



moment statyczny
części "odciętej"

$$S_x = (2 \cdot 24) \cdot 10,5 = 504 \text{ cm}^3$$

3° Charakterystyka spoiny



$$h = 0,5 \text{ cm}$$

szerokość obliczeniowa
spoiny

$$a = 0,7 \cdot h = 0,35 \text{ cm}$$

Warunek
nośności

naprężenia w
włochach dwóch spoin
(τ)

naprężenia
dopuszczalne
(R_{τ})

$$R_{\tau} = 10 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{T_y \cdot S_x}{I_x \cdot b} = \frac{640 \cdot 504}{17000 \cdot 0,7} = 27,105 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 2,71 \text{ MPa}$$

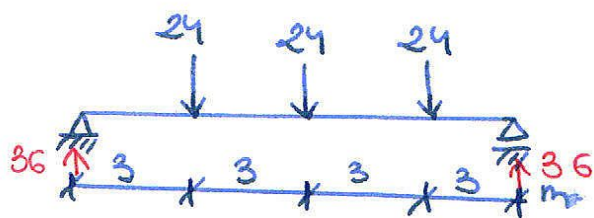
$$b = 2 \cdot a = 0,7 \text{ cm}$$

$$\tau < R_{\tau}$$

$$2,71 < 10 \text{ MPa}$$

OK!

ZADANIE 3 (CITY)
Określić rozstaw nitów e.



$$d = 2,4 \text{ cm}$$

$$k_{tn} = 100 \text{ MPa}$$

$$k_{dn} = 200 \text{ MPa}$$

Charakterystyki I 200

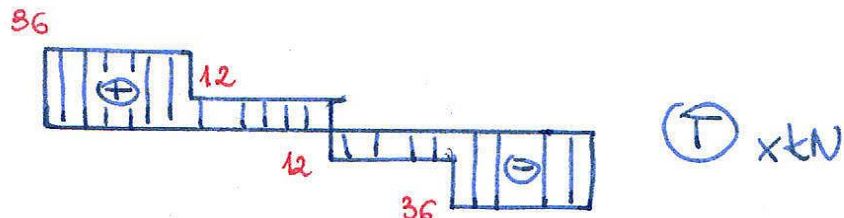
$$A_e = 32,2 \text{ cm}^2$$

$$I_{ye} = 148 \text{ cm}^4$$

$$e_1 = 2 \text{ cm}$$

$$b = 7,5 \text{ cm}$$

1) wykres sił tnących



$$T_y = 36 \text{ kN}$$

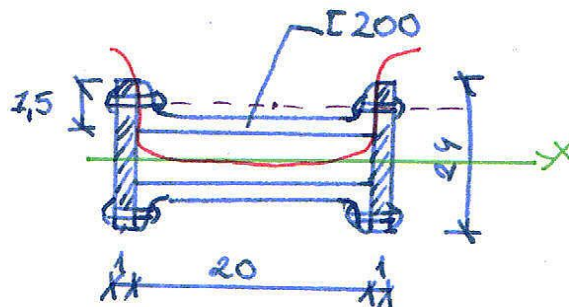
2) Moment bezwładności pnia

$$y_x = 2 \cdot \frac{1 \cdot 2,4^3}{12} + 2 \left[148 + 32,2 \cdot (12 - 7,5 + 2)^2 \right] = 2304 + 3016,9 = 5320,9 \text{ cm}^4$$

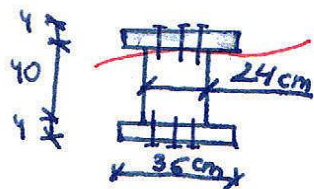
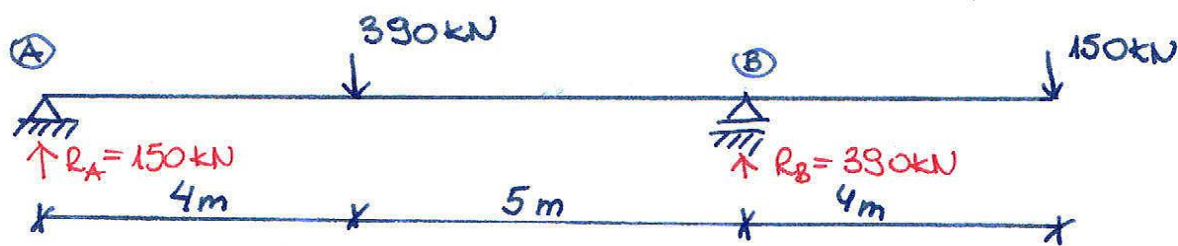
3) Naprężenia styczne w połączeniu nitowym

$$|s_x| = 32,2 \cdot (12 - 7,5 + 2) = 209,3 \text{ cm}^3$$

$$\tau = \frac{T_y |s_x|}{I_x b} \quad b = 2d$$



ZADANIE 1 (GWOZDZIE)

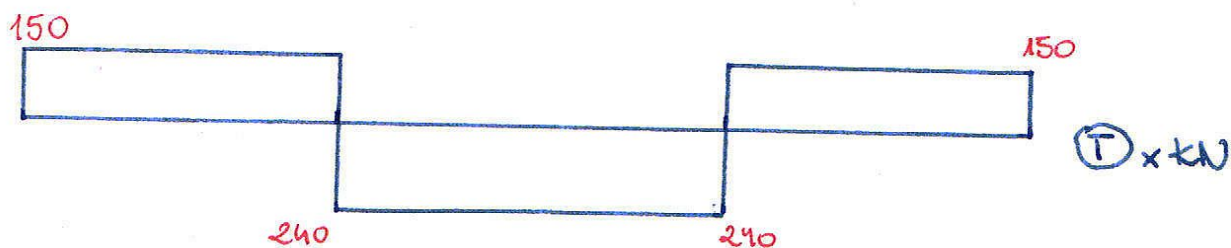


rozstaw gwoździ na długości belki
 $e = 35 \text{ cm}$

Obliczyć potrzebną ilość gwoździ n w pojedynczym szeregu, jeżeli rozmieszczono je w odstępach $e = 35 \text{ cm}$, zaś średnica gwoździ wynosi $d = 3 \text{ mm}$, a dopuszczalne naprężenia styczne dla gwoździ $k_s = 30 \text{ MPa}$.

$$0 = 390 \cdot 4 - R_B \cdot 9 + 150 \cdot 13 \Rightarrow R_B = 390 \text{ kN}$$

$$0 = R_A \cdot 9 - 390 \cdot 5 + 150 \cdot 4 \Rightarrow R_A = 150 \text{ kN}$$



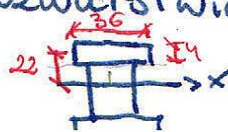
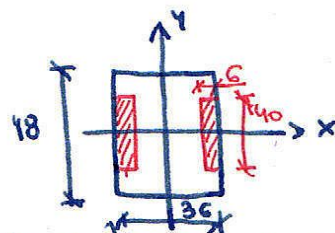
1) $T_y = 240 \text{ kN}$ - max. siła tnąca

2) Moment bezwładności pnetroju

$$J_x = \frac{36 \cdot 48^3}{12} - 2 \cdot \frac{6 \cdot 40^3}{12} = 267776 \text{ cm}^4$$

3) Naprężenia styczne i siła rozwarotwiająca w poziomikach

$$S_x = 4 \cdot 36 \cdot 22 = 3168 \text{ cm}^3$$



pod
 belki

$$b = x \cdot d \quad \tau = \frac{14 \cdot 10^4}{I_x \cdot b} \quad \tau = \frac{P}{b \cdot e} \Rightarrow P = \tau \cdot b \cdot e = t \cdot e$$

pole na jakie przypade doc.

$$t = \tau \cdot b$$

$$t = \frac{T_y |S_x|}{J_x} = \frac{240 \cdot 3168}{267776} = 2,839 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$

4) Siła przypadająca na jeden zestaw x klocków

$$P' = t \cdot e = 2,839 \cdot 35 = 99,365 \text{ kN}$$

5) nośność gwoździ

$$N' = 1 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot k_d = 1 \cdot \frac{\pi \cdot (0,3)^2}{4} \cdot 3 = 0,212 \cdot x$$

6) warunek wytrzymałościowy

$$P' \leq N' \cdot x$$

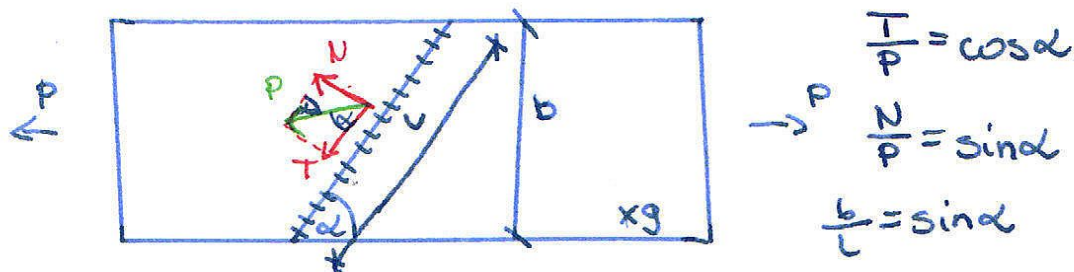
$$0,212 \cdot x \geq 99,365$$

$$x \geq 468,7$$

przyjeto 469 gwoździ

ZADANIE 2 (SPOINA CZOTONA)

Dla blachy o grubości g połączonych spoiną czotową ukosną obliczyć szerokość $b = ?$ i sprawdzić naprężenia w spoinie (normalne σ_c i styczne τ_c)
 Blacha rozciągana jest siłą P .



Dane:

$$g = 1 \text{ cm}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$P = 100 \text{ kN}$$

$$R = 14 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} - \text{wytrzymałość obl. blachy}$$

$$R_t = 8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} - \text{wytrzymałość obl. spoiny na ścinanie}$$

$$R_s = 10 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} - \text{na rozciąganie}$$

1) Nośność elementów łączonych

$$F' = b \cdot g_{\min} = b \cdot 1 = b \text{ cm}^2$$

$$F_b = F' \cdot R = b \cdot 14 = 14b$$

$$\text{bo } \sigma = \frac{F_b}{b \cdot g_{\min}} \leq R$$

2) Obliczenie składowych N i T

$$N = P \sin \alpha = 100 \cdot \sin 45 = 70,71 \text{ kN}$$

$$T = P \cos \alpha = 100 \cdot \cos 45 = 70,71 \text{ kN}$$

3) Wymiary spoiny

$$L = \frac{b}{\sin 45^\circ} = \frac{b \sqrt{2}}{1}$$

$$a = g_{\min} = 1 \text{ cm}$$

$$F_{sp} = a \cdot L = \frac{\sqrt{2}}{2} b = \sqrt{2} b$$

4) Sprawdzenie naprężeń

$$\sigma_c = \frac{N}{F_{sp}} = \frac{70,71}{\sqrt{2} \cdot b} \leq R_s = 10 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$b \geq \frac{70,71}{\sqrt{2} \cdot 10} = 4,999 \text{ cm}$$

$$\tau_c = \frac{T}{F_{sp}} = \frac{70,71}{\sqrt{2} \cdot b} \leq R_t = 8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$b \geq \frac{70,71}{\sqrt{2} \cdot 8} = 6,25 \text{ cm}$$

przyjeto $b = 6,5 \text{ cm}$ z uwagi na nośności spoiny.

Sprawdzenie nośności blachy

$$F_b = 14 \cdot b = 14 \cdot 6,5 \text{ cm} = 91 \text{ kN} \leq P = 100 \text{ kN}$$

nośności zostają przekrozone

$$F_b \geq P$$

$$14 \cdot b \geq 100$$

$$b \geq 7,143 \text{ cm}$$

przyjeto ostatecznie $b = 7,5 \text{ cm}$

* na dołek

$$N_d = F_{min} \cdot R_d = d \cdot g_{min} \cdot R_d = 2 \cdot 1,5 \cdot 10 = 30 \text{ kN}$$

* wartości charakterystyczne

$$N = \min(N_t; N_d) = \min(31,42; 30) = 30 \text{ kN}$$

3) Warunek wytrzymałościowy

$$n \cdot N \geq P$$

$$n \geq \frac{P}{N} = \frac{60}{30} = 2$$

przyjeto $n = 3$

B) POTĄCZENIE SPÓINĄ PACHWINONĄ

ze względu na symetrię rozpatrujemy tylko jedną stronę blady

Siła przypadająca na jedną stronę

$$P' = \frac{P}{2} \quad R_b = 10 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$P = F_{min} \cdot R_b$$

$$F_1 = 2 \cdot 1 \cdot 6 = 12 \text{ cm}^2$$

$$P = 12 \cdot 10 = 120 \text{ kN}$$

$$P' = \frac{120}{2} = 60 \text{ kN}$$

Układ sił musi pozostawać w równowadze

$$\sum M_{\odot} = 0 \Rightarrow P' \cdot 3 - T_2 \cdot 6 = 0 \Rightarrow T_2 = \frac{P'}{2} = 30 \text{ kN}$$

$$\sum M_{\ominus} = 0 \Rightarrow P' \cdot 3 - T_1 \cdot 6 = 0 \Rightarrow T_1 = \frac{P'}{2} = 30 \text{ kN}$$

Naprężenia w spoinach

$$\text{odcinek } l_1: \tau_{\odot} = \frac{T_1}{l_1 \cdot a_1} = \frac{30}{l_1 \cdot 0,6} = \frac{50}{l_1} \leq R_t = 8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \Rightarrow l_1 \geq 6,25 \text{ cm}$$

$$\text{odcinek } l_2: \tau_{\ominus} = \frac{T_2}{l_2 \cdot a_2} = \frac{30}{l_2 \cdot 0,3} = \frac{100}{l_2} \leq R_t = 8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \Rightarrow l_2 \geq 12,5 \text{ cm}$$

przyjeto $l_1 = 7 \text{ cm}$ i $l_2 = 13 \text{ cm}$

Siła rozwarstwiająca

$$t = \tau \cdot b = \frac{T_y |S_x|}{I_x} = \frac{36 \cdot 209,3}{5320,9} = 1,416 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$

Siła przypadająca na 2 nit

$$P' = t \cdot e = 1,416e$$

4) Nośność nitów

* na ścinanie

$$N_t = F_t \cdot k_{tn} = \frac{\pi \cdot (2,4)^2}{4} \cdot 10 = 45,24 \text{ kN}$$

* na docisk

$$\left. \begin{array}{l} g_1 = 1 \text{ cm} \\ g_2 = 1,15 \text{ cm} \end{array} \right\} g_{\min} = 1 \text{ cm}$$

$$F_{d\min} = 2,4 \cdot 1 = 2,4 \text{ cm}^2$$

$$N_d = F_{d\min} \cdot k_{dn} = 2,4 \cdot 20 = 48 \text{ kN}$$

Nośność miarodajna

$$N = \min(N_t; N_d) = \min(45,24; 48) = 45,24 \text{ kN}$$

5) Warunek wytrzymałościowy - siła przypadająca na dwa nit nie może przekraczać ich nośności

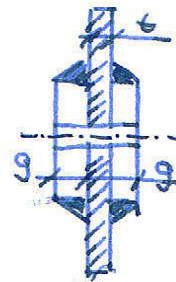
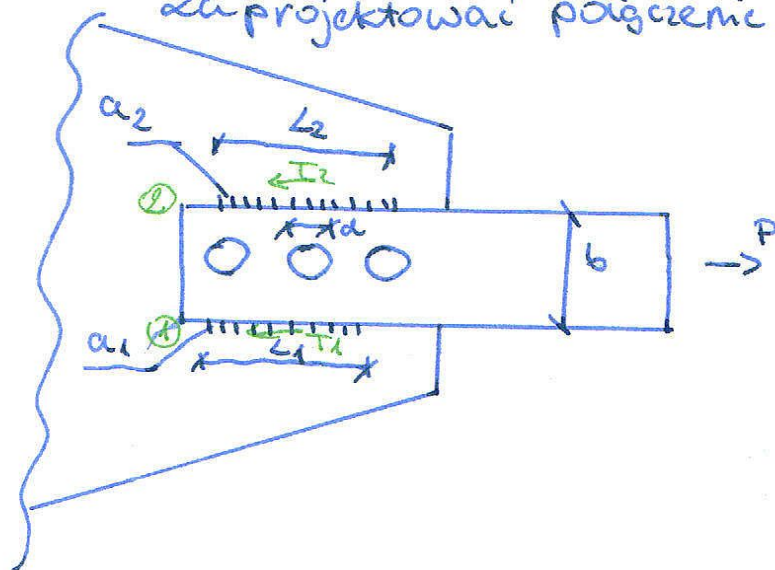
$$P' = 1,416e \leq 2 \cdot N$$

$$e \leq \frac{2 \cdot 45,24}{1,416} = 63,9 \text{ cm}$$

$$\text{przyjeto } e = 60 \text{ cm}$$

ZADANIE 4 (NITY, SPOINY PACHWINOWE)

zaprojektować połączenie



A) POŁĄCZENIE NA NITY

Dane:

$$g = 1 \text{ cm}$$

$$t = 1,5 \text{ cm}$$

$$b = 6 \text{ cm}$$

$$R = 10 \text{ kN/cm}^2$$

} blachy

$$a_1 = 6 \text{ mm}$$

$$a_2 = 3 \text{ mm}$$

$$R_t = 8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

} spoiny

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$R_d = 10 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$R_t = 5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

} nity

1) Nośność przekroju obrotowego

$$b' = 6 - 1 \cdot 2 = 4 \text{ cm}$$

$$g_1 = 2 \cdot 1 \text{ cm} = 2 \text{ cm}$$

$$g_2 = 1,5 \text{ cm}$$

$$g_{\min} = 1,5 \text{ cm}$$

$$F1 = 4 \cdot 1,5 = 6 \text{ cm}^2$$

$$P = F1 \cdot R = 6 \cdot 10 = 60 \text{ kN}$$

2) Nośność pojedynczego nita
* na ścinanie

$$N_t = F_t \cdot R_t = 2 \frac{\pi d^2}{4} \cdot R_t = 2 \frac{\pi \cdot 2^2}{4} \cdot 5 = 31,42 \text{ kN}$$