



Dane

Pas RP150x100x4

Wysokość przekroju

$$h_0 := 150 \cdot \text{mm}$$

Szerokość przekroju

$$b_0 := 100 \cdot \text{mm}$$

Grubość ścianki

$$t_0 := 4 \cdot \text{mm}$$

Wytrzymałość na rozciąganie

$$f_{y0} := 235 \cdot \text{MPa}$$

Pole przekroju

$$A_0 := h_0 \cdot b_0 - (h_0 - 2 \cdot t_0) \cdot (b_0 - 2 \cdot t_0)$$

$$A_0 = 19.36 \text{ cm}^2$$

Wskaźnik sprężysty przekroju

$$W_0 := \frac{h_0^2 \cdot b_0}{6} - \frac{(h_0 - 2 \cdot t_0)^2 \cdot (b_0 - 2 \cdot t_0)}{6}$$

$$W_0 = 65.819 \text{ cm}^3$$

Krzyżulec 2 RP 90x50x5

Wysokość przekroju

$$h_2 := 90 \cdot \text{mm}$$

Szerokość przekroju

$$b_2 := 50 \cdot \text{mm}$$

Grubość ścianki

$$t_2 := 5 \cdot \text{mm}$$

Wytrzymałość na rozciąganie

$$f_{y2} := 235 \cdot \text{MPa}$$

Kąt nachylenia pręta do pasa

$$\theta_2 := 45 \cdot \text{deg}$$

Krzyżulec 1 RP 50x30x4

Wysokość przekroju

$$h_1 := 50 \cdot \text{mm}$$

Szerokość przekroju

$$b_1 := 30 \cdot \text{mm}$$

Grubość ścianki

$$t_1 := 4 \cdot \text{mm}$$

Wytrzymałość na rozciąganie

$$f_{y1} := 235 \cdot \text{MPa}$$

Kąt nachylenia pręta do pasa

$$\theta_1 := 50 \cdot \text{deg}$$

Parametry geometryczne

Mimośród

$$e_0 := 5 \cdot \text{mm}$$

Współczynnik materiałowy

$$\gamma_{M5} := 1.0$$

Siły

Pas

Siła podłużna

$$N_{01Ed} := 100 \cdot \text{kN}$$

Siła podłużna

$$V_{01Ed} := 0 \cdot \text{kN}$$

Moment zginający

$$M_{01Ed} := 0 \cdot \text{kNm}$$

Siła podłużna

$$N_{02Ed} := 100 \cdot \text{kN}$$

Siła poprzeczna

$$V_{02Ed} := 0 \cdot \text{kN}$$

Moment zginający

$$M_{02Ed} := 0 \cdot \text{kNm}$$

Krzyżulec 1

Siła podłużna

$$N_{1Ed} := 100 \cdot \text{kN}$$

Moment zginający

$$M_{1Ed} := 0 \cdot \text{kNm}$$

Krzyżulec 2

Siła podłużna

$$N_{2Ed} := -100 \cdot \text{kN}$$

Moment zginający

$$M_{2Ed} := 0 \cdot \text{kNm}$$

Rozwiązanie

Długość odcinka stykającego się z pasem dla krzyżulca nachodzącego

$$g := \left(\frac{h_0}{2} + e_0 \right) \cdot \frac{1}{\tan(\theta_1)} - \frac{h_1}{2 \cdot \sin(\theta_1)} + \left(\frac{h_0}{2} + e_0 \right) \cdot \frac{1}{\tan(\theta_2)} - \frac{h_2}{2 \cdot \sin(\theta_2)}$$

$$g = 50.853 \text{ mm}$$

Zniszczenie przystykowe pasa (CHORD FACE FAILURE)

Krzyżulec 2

$$\beta := \frac{h_2 + b_2 + h_1 + b_1}{4 \cdot b_0}$$

$$\beta = 0.55$$

$$\gamma := \frac{b_0}{2 \cdot t_0}$$

$$\gamma = 12.5$$

$$\sigma_{0Ed} := \frac{N_{01Ed}}{A_0} + \frac{M_{01Ed}}{W_0}$$

$$\sigma_{0Ed} = 51.653 \text{ MPa}$$

Współczynnik n

$$n := \frac{\sigma_{0Ed}}{f_{y0} \cdot \gamma_{M5}}$$

$$n = 0.22$$

Współczynnik kn

Pręt ściskany

$$N_{2Ed} = -100 \text{ kN}$$

$$k_n := 1.3 - 0.4 \cdot \frac{n}{\beta}$$

$$k_n = 1.14$$

$$k_n := \min(1.0, k_n)$$

$$k_n = 1$$

Obliczeniowa nośność węzła, wyrażona jako siła podłużna w elemencie

$$N_{2Rd} := \frac{8.9 \cdot \beta \cdot k_n \cdot f_{y0} \cdot t_0^2 \cdot \sqrt{\gamma}}{\sin(\theta_2) \cdot \gamma_{M5}}$$

$$N_{2Rd} = 92.026 \text{ kN}$$

Wyężenie

$$\text{rat}N_{2Rd} := \frac{|N_{2Ed}|}{N_{2Rd}}$$

$$\text{rat}N_{2Rd} = 1.087$$

Krzyżulec 1

$$\beta := \frac{h_2 + b_2 + h_1 + b_1}{4 \cdot b_0}$$

$$\beta = 0.55$$

$$\gamma := \frac{b_0}{2 \cdot t_0}$$

$$\gamma = 12.5$$

$$\sigma_{0Ed} := \frac{N_{01Ed}}{A_0} + \frac{M_{01Ed}}{W_0}$$

$$\sigma_{0Ed} = 51.653 \text{ MPa}$$

Współczynnik n

$$n := \frac{\sigma_{0Ed}}{f_{y0} \cdot \gamma_{M5}}$$

$$n = 0.22$$

Współczynnik kn

Pręt rozciągany $N_{1Ed} = 100 \text{ kN}$

$$k_n := 1$$

Obliczeniowa nośność węzła, wyrażona jako siła podłużna w elemencie

$$N_{1Rd} := \frac{8.9 \cdot \beta \cdot k_n \cdot f_{y0} \cdot t_0^2 \cdot \sqrt{\gamma}}{\sin(\theta_1) \cdot \gamma_{M5}}$$

$$N_{1Rd} = 84.946 \text{ kN}$$

Wyężenie

$$\text{rat}N_{1Rd} := \frac{|N_{1Ed}|}{N_{1Rd}}$$

$$\text{rat}N_{1Rd} = 1.177$$

Przebiecie pasa (PUNCHING SHEAR)

Krzyżulec 2

$$\beta := \frac{h_2 + b_2 + h_1 + b_1}{4 \cdot b_0}$$

$$\beta = 0.55$$

$$\gamma := \frac{b_0}{2 \cdot t_0}$$

$$\gamma = 12.5$$

Szerokość efektywna przy przebieciu

$$b_{ep} := \frac{10 \cdot b_2}{\frac{b_0}{t_0}}$$

$$b_{ep} = 20 \text{ mm}$$

Obliczeniowa nośność węzła, wyrażona jako siła podłużna w elemencie

$$N_{2Rd} := \frac{f_{y0} \cdot t_0 \cdot \left(\frac{2 \cdot h_2}{\sin(\theta_2)} + b_2 + b_{ep} \right)}{\gamma_{M5}}$$

$$N_{2Rd} = 249.101 \text{ kN}$$

Wyężenie

$$\text{rat}N_{2Rd} := \frac{|N_{2Ed}|}{N_{2Rd}}$$

$$\text{rat}N_{2Rd} = 0.401$$

Krzyżulec 1

$$\beta := \frac{h_2 + b_2 + h_1 + b_1}{4 \cdot b_0}$$

$$\beta = 0.55$$

$$\gamma := \frac{b_0}{2 \cdot t_0}$$

$$\gamma = 12.5$$

Szerokość efektywna przy przebiciu

$$b_{ep} := \frac{10 \cdot b_1}{\frac{b_0}{t_0}}$$

$$b_{ep} = 12 \text{ mm}$$

Obliczeniowa nośność węzła, wyrażona jako siła podłużna w elemencie

$$N_{1Rd} := \frac{f_{y0} \cdot t_0 \cdot \left(\frac{2 \cdot h_1}{\sin(\theta_1)} + b_1 + b_{ep} \right)}{\gamma_{M5}}$$

$$N_{1Rd} = 122.238 \text{ kN}$$

Wyężenie

$$\text{rat}N_{1Rd} := \frac{|N_{1Ed}|}{N_{1Rd}}$$

$$\text{rat}N_{1Rd} = 0.818$$

Zniszczenie pręta skratowania (BRACE FAILURE)

Krzyżulec 2

Szerokość efektywna w połączeniu krzyżulca do pasa

$$b_{eff} := \frac{10}{\frac{b_0}{t_0}} \cdot \frac{f_{y0} \cdot t_0}{f_{y2} \cdot t_2} \cdot b_2$$

$$b_{eff} = 16 \text{ mm}$$

Obliczeniowa nośność węzła, wyrażona jako siła podłużna w elemencie

$$N_{2Rd} := \frac{f_{y2} \cdot t_2 \cdot (2 \cdot h_2 - 4 \cdot t_2 + 2 \cdot b_{eff})}{\gamma_{M5}}$$

$$N_{2Rd} = 225.6 \text{ kN}$$

Wyężenie

$$\text{rat}N_{2Rd} := \frac{|N_{2Ed}|}{N_{2Rd}}$$

$$\text{rat}N_{2Rd} = 0.443$$

Krzyżulec 1

Szerokość efektywna w połączeniu krzyżulca do pasa

$$b_{eff} := \frac{10}{\frac{b_0}{t_0}} \cdot \frac{f_{y0} \cdot t_0}{f_{y1} \cdot t_1} \cdot b_1$$

$$b_{eff} = 12 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff}} := \min(b_{\text{eff}}, b_1)$$

$$b_{\text{eff}} = 12 \text{ mm}$$

Obliczeniowa nośność węzła, wyrażona jako siła podłużna w elemencie

$$N_{1Rd} := \frac{f_{y1} \cdot t_1 \cdot (2 \cdot h_1 - 4 \cdot t_1 + 2 \cdot b_{\text{eff}})}{\gamma_{M5}}$$

$$N_{1Rd} = 101.52 \text{ kN}$$

Wytężenie

$$\text{rat}N_{1Rd} := \frac{|N_{1Ed}|}{N_{1Rd}}$$

$$\text{rat}N_{1Rd} = 0.985$$

Ścięcie pasa (CHORD SHEAR)

Krzyżulec 2

Współczynnik α

$$\alpha := \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4 \cdot g^2}{3 \cdot t_0^2}}}$$

$$\alpha = 0.068$$

$$A_v := (2 \cdot h_0 + \alpha \cdot b_0) \cdot t_0$$

$$A_v = 12.272 \text{ cm}^2$$

Obliczeniowa nośność węzła, wyrażona jako siła podłużna w elemencie

$$N_{2Rd} := \frac{f_{y0} \cdot A_v}{\sqrt{3} \cdot \sin(\theta_2) \cdot \gamma_{M5}}$$

$$N_{2Rd} = 235.468 \text{ kN}$$

Wytężenie

$$\text{rat}N_{2Rd} := \frac{|N_{2Ed}|}{N_{2Rd}}$$

$$\text{rat}N_{2Rd} = 0.425$$

Pas

Obliczeniowa nośność plastyczna przy ścinaniu

$$V_{pIRd} := \frac{A_v \cdot \frac{f_{y0}}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M5}}$$

$$V_{pIRd} = 166.501 \text{ kN}$$

Siła ścinająca w pasie

$$V_{Ed} := \max(|N_{1Ed} \cdot \sin(\theta_1)|, |N_{2Ed} \cdot \sin(\theta_2)|)$$

$$V_{Ed} = 76.604 \text{ kN}$$

$$\text{rat}V_{pIRd} := \frac{V_{Ed}}{V_{pIRd}}$$

$$\text{rat}V_{pIRd} = 0.46$$

Obliczeniowa nośność węzła, wyrażona jako siła podłużna w elemencie

$$N_{02Rd} := \frac{(A_0 - A_v) \cdot f_{y0} + A_v \cdot f_{y0} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{V_{Ed}}{V_{pIRd}}\right)^2}}{\gamma_{M5}}$$

$$N_{02Rd} = 422.625 \text{ kN}$$

Wytężenie

$$\text{rat}N_{02Rd} := \frac{|N_{02Ed}|}{N_{02Rd}}$$

$$\text{rat}N_{02Rd} = 0.237$$

Krzyżulec 1

Współczynnik α

$$\alpha := \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4 \cdot g^2}{3 \cdot t_0^2}}}$$

$$\alpha = 0.068$$

$$A_v := (2 \cdot h_0 + \alpha \cdot b_0) \cdot t_0$$

$$A_v = 12.272 \text{ cm}^2$$

Obliczeniowa nośność węzła, wyrażona jako siła podłużna w elemencie

$$N_{1Rd} := \frac{f_{y0} \cdot A_v}{\sqrt{3} \cdot \sin(\theta_1) \cdot \gamma_{M5}}$$

$$N_{1Rd} = 217.352 \text{ kN}$$

$$\text{rat}N_{1Rd} := \left| \frac{N_{1Ed}}{N_{1Rd}} \right|$$

$$\text{rat}N_{1Rd} = 0.46$$

Pas

Obliczeniowa nośność plastyczna przy ścinaniu

$$V_{plRd} := \frac{A_v \cdot \frac{f_{y0}}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M5}}$$

$$V_{plRd} = 166.501 \text{ kN}$$

Siła ścinająca w pasie

$$V_{Ed} := \max(|N_{1Ed} \cdot \sin(\theta_1)|, |N_{2Ed} \cdot \sin(\theta_2)|)$$

$$V_{Ed} = 76.604 \text{ kN}$$

$$\text{rat}V_{plRd} := \frac{V_{Ed}}{V_{plRd}}$$

$$\text{rat}V_{plRd} = 0.46$$

Obliczeniowa nośność węzła, wyrażona jako siła podłużna w elemencie

$$N_{01Rd} := \frac{(A_0 - A_v) \cdot f_{y0} + A_v \cdot f_{y0} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{V_{Ed}}{V_{plRd}}\right)^2}}{\gamma_{M5}}$$

$$N_{01Rd} = 422.625 \text{ kN}$$

$$\text{rat}N_{01Rd} := \frac{|N_{01Ed}|}{N_{01Rd}}$$

$$\text{rat}N_{01Rd} = 0.237$$