

---

**Węzeł nr 12 - Połączenia rurowe w ramie**

---

**Informacje o węźle**

Polożenie: (x=1.500m, y=3.000m)

**Dane projektowe elementów**

Mimośród konstrukcyjny połączenia e: 0mm

**Skratowanie: O 82x4.0**d: 82.5 mm    t: 4.0 mm    A: 9.9 cm<sup>2</sup>    I<sub>x</sub>: 76.2 cm<sup>4</sup>    I<sub>y</sub>: 76.2 cm<sup>4</sup>Stal: S 355    f<sub>y</sub>: 355 MPa    f<sub>u</sub>: 510 MPa**Pas: O 133x5.0**d: 133.0 mm    t: 5.0 mm    A: 20.1 cm<sup>2</sup>    I<sub>x</sub>: 412.0 cm<sup>4</sup>    I<sub>y</sub>: 412.0 cm<sup>4</sup>Stal: S 355    f<sub>y</sub>: 355 MPa    f<sub>u</sub>: 510 MPa**Pas: O 133x5.0**d: 133.0 mm    t: 5.0 mm    A: 20.1 cm<sup>2</sup>    I<sub>x</sub>: 412.0 cm<sup>4</sup>    I<sub>y</sub>: 412.0 cm<sup>4</sup>Stal: S 355    f<sub>y</sub>: 355 MPa    f<sub>u</sub>: 510 MPa**Obliczenia połączenia****Najbardziej niekorzystna kombinacja obciążeń**

Grupy obciążeń: +0, +1, +K2, +3

**Siły w prętach**

Skratowanie: O 82x4.0

N: -3.40 kN    V: -5.11 kN    M: -4.60 kNm

Pas: O 133x5.0

N: -30.91 kN    V: -0.20 kN    M: -0.68 kNm

Pas: O 133x5.0

N: -30.91 kN    V: 5.94 kN    M: 5.28 kNm

Przedstawione powyżej siły odczytano w węźle.

**Warunki konstrukcyjne**

Warunek mimośrodu węzła

$$-0.55 \leq e/d_0 \leq 0.25 \quad , \quad e/d_0 = 0/133.0 = 0$$

$$-0.55 \leq 0 \leq 0.25$$

Pręt skratowania 1, O 82x4.0

$$0.2 \leq d_i/d_0 \leq 1.0 \quad , \quad d_i/d_0 = 82.5/133.0 = 0.62$$

$$0.2 \leq 0.62 \leq 1.0$$

Pas, O 133x5.0

$$10 \leq d_0/t_0 \leq 50 \quad , \quad d_0/t_0 = 133.0/5.0 = 26.60$$

$$10 \leq 26.60 \leq 50$$

Pręt skratowania 1, O 82x4.0

$$10 \leq d_i/t_i \leq 50 \quad , \quad d_i/t_i = 82.5/4.0 = 20.62$$

$$10 \leq 20.62 \leq 50$$

**Mimośród połączenia**

$$-0.55d_0 \leq e \leq 0.25d_0, \quad e/d_0 = 0/133.0 = 0$$

$$-0.55 \leq 0 \leq 0.25$$

Oddziaływanie momentów zginających może zostać pominięte.

### Naprężenia w pasie

Naprężenia w pasie na zewnątrz węzła

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} \pm \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}} = (-30.91)/20.10 - 67.90/61.95 = -2.63 \text{ kN/cm}^2 = -26.3 \text{ MPa}$$

Naprężenia w pasie na zewnątrz węzła

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} \pm \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}} = (-30.91)/20.10 - 528.17/61.95 = -10.06 \text{ kN/cm}^2 = -100.6 \text{ MPa}$$

Maksymalne naprężenia ściskające (minimalne rozciągające)

$$\sigma_{0,Ed} = \min(-26.34; -100.63; \dots) = -100.6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{p,Ed} = \min(-26.34; -100.63; \dots) = -100.6 \text{ MPa}$$

### Parametry do obliczeń nośności

#### Parametry pośrednie

$$\beta = d_1/d_0 = 82.5/133.0 = 0.620$$

$$\gamma = \frac{d_0}{2t_0} = \frac{133.0}{2 \cdot 5.0} = 13.300$$

#### Stosunek naprężeń (28.3 %)

$$n_p = -(\sigma_{p,Ed}/f_{y0})/\gamma_{M5} = -(-100.6/355.0)/1.00 = 0.283 > 0$$

$$k_p = \min(1 - 0,3 n_p (1 + n_p); 1,0) = \min(1 - 0,3 \cdot 0.283 (1 + 0.283); 1,0) = 0.891$$

#### Uplastycznienie pasa - siła osiowa (1.7 %)

Pręt skratowania nr 1

$$N_{1,Rd} = \frac{\gamma^{0,2} k_p f_{y0} t_0^2 (2,8 + 14,2 \beta^2)}{\sin \theta_1} / \gamma_{M5}$$

$$N_{1,Rd} = \frac{13.300^{0,2} \cdot 0.891 \cdot 0.355 \cdot 5.0^2 (2,8 + 14,2 \cdot 0.620^2)}{\sin(33.7)} / 1.00 = 197.64 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{1,Ed}}{N_{1,Rd}} = \frac{3.40}{197.64} = 0.02 \leq 1.0$$

#### Uplastycznienie pasa - moment zginający w płaszczyźnie (35.7 %)

$$M_{ip,1,Rd} = 4,85 \frac{f_{y0} t_0^2 d_1}{\sin \theta_1} \sqrt{\gamma \beta} k_p / \gamma_{M5}$$

$$M_{ip,1,Rd} = 4,85 \frac{0.355 \cdot 5.0^2 \cdot 82.5}{\sin(33.7)} \sqrt{13.300 \cdot 0.620} \cdot 0.891 / 1.00 = 12.90 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{ip,1,Ed}}{M_{ip,1,Rd}} = \frac{4.60}{12.90} = 0.36 \leq 1.0$$

#### Uplastycznienie pasa - moment zginający z płaszczyzny (0.0 %)

$$M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0^2 d_1}{\sin \theta_1} \frac{2,7}{1 - 0,81 \beta} k_p / \gamma_{M5}$$

$$M_{op,1,Rd} = \frac{0.355 \cdot 5.0^2 \cdot 82.5}{\sin(33.7)} \frac{2,7}{1 - 0,81 \cdot 0.620} 0.891 / 1.00 = 6.38 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{op,1,Ed}}{M_{op,1,Rd}} = \frac{0}{6.38} = 0 \leq 1.0$$

**Przebiecie pasa (perforacja) - siła osiowa (0.5 %)**

Pręt skratowania nr 1

$$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0}}{\sqrt{3}} t_0 \pi d_i \frac{1 + \sin \theta_1}{2 \sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$$

$$N_{1,Rd} = 0.355 / \sqrt{3} \cdot 5.0 \cdot \pi \cdot 82.5 \frac{1 + \sin(33.7)}{2 \sin^2(33.7)} / 1.00 = 671.03 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{1,Ed}}{N_{1,Rd}} = \frac{3.40}{671.03} = 0 \leq 1.0$$

**Przebiecie pasa (perforacja) - moment zginający w płaszczyźnie (30.5 %)**

$$M_{ip,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 d_i^2}{\sqrt{3}} \frac{1 + 3 \sin \theta_1}{4 \sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$$

$$M_{ip,1,Rd} = \frac{0.355 \cdot 5.0 \cdot 82.5^2}{\sqrt{3}} \frac{1 + 3 \sin(33.7)}{4 \sin^2(33.7)} / 1.00 = 15.10 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{ip,1,Ed}}{M_{ip,1,Rd}} = \frac{4.60}{15.10} = 0.30 \leq 1.0$$

**Przebiecie pasa (perforacja) - moment zginający z płaszczyzny (0.0 %)**

$$M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 d_i^2}{\sqrt{3}} \frac{3 + \sin \theta_1}{4 \sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$$

$$M_{op,1,Rd} = \frac{0.355 \cdot 5.0 \cdot 82.5^2}{\sqrt{3}} \frac{3 + \sin(33.7)}{4 \sin^2(33.7)} / 1.00 = 20.15 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{op,1,Ed}}{M_{op,1,Rd}} = \frac{0}{20.15} = 0 \leq 1.0$$

**Przebiecie pasa (perforacja) - interakcja (14.4 %)**

$$\frac{|N_{1,Ed}|}{N_{1,Rd}} + \left[ \frac{|M_{ip,1,Ed}|}{M_{ip,1,Rd}} \right]^2 + \frac{|M_{op,1,Ed}|}{M_{op,1,Rd}} \leq 1.0$$

$$\frac{|3.40|}{197.64} + \left[ \frac{|4.60|}{12.90} \right]^2 + \frac{|0|}{6.38} = 0.14 \leq 1.0$$