

## Węzeł nr 9 - Połączenia rurowe w ramie

### Informacje o węźle

Położenie: (x=4.500m, 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

#### 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: -0.08 kN    V: -6.00 kN    M: -3.00 kNm

Skratowanie: O 82x4.0

N: 7.16 kN    V: 8.63 kN    M: 4.56 kNm

Pas: O 133x5.0

N: -16.77 kN    V: -7.79 kN    M: -3.78 kNm

Pas: O 133x5.0

N: -31.40 kN    V: -0.55 kN    M: 2.22 kNm

Przedstawione powyżej siły odczytano w węźle.

#### Warunki konstrukcyjne

Warunek mimośrodowość 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

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

$$0.2 \leq 0.62 \leq 1.0$$

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

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

$$10 \leq 20.62 \leq 50$$

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

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

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

Oddziaływanie momentów zginających może zostać pominięte.

### Naprężenia w pasie

Naprężenia w pasie na zewnątrz węzła

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} \pm \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}} = (-16.77)/20.10 - 378.41/61.95 = -6.94 \text{ kN/cm}^2 = -69.4 \text{ MPa}$$

Naprężenia w pasie na zewnątrz węzła

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} \pm \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}} = (-31.40)/20.10 - 222.05/61.95 = -5.15 \text{ kN/cm}^2 = -51.5 \text{ MPa}$$

Maksymalne naprężenia ściskające (minimalne rozciągające)

$$\sigma_{0,Ed} = \min(-69.42; -51.46) = -69.4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{p,Ed} = \min(-69.42; -51.46) = -69.4 \text{ MPa}$$

### 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 (19.6 %)

$$n_p = -(\sigma_{p,Ed} / f_{y0}) / \gamma_{M5} = -(-69.4/355.0) / 1.00 = 0.196 > 0$$

$$k_p = \min(1 - 0.3 n_p (1 + n_p); 1.0) = \min(1 - 0.3 \cdot 0.196 (1 + 0.196); 1.0) = 0.930$$

### Uplastycznienie pasa - siła osiowa (8.3 %)

Pręt skratowania nr 1

$$N_{1,Rd} = \frac{k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1 (1 - 0.81 \beta)} \cdot \frac{5.2}{\gamma_{M5}}$$

$$N_{1,Rd} = \frac{0.930 \cdot 0.355 \cdot 5.0^2}{\sin(90.0)} \cdot \frac{5.2}{(1 - 0.81 \cdot 0.620)} / 1.00 = 86.25 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{1,Ed}}{N_{1,Rd}} = \frac{7.16}{86.25} = 0.08 \leq 1.0$$

### Uplastycznienie pasa - moment zginający w płaszczyźnie (61.1 %)

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

$$M_{ip,1,Rd} = 4,85 \frac{0,355 \cdot 5,0^2 \cdot 82,5}{\sin(90,0)} \sqrt{13,300} \cdot 0,620 \cdot 0,930 / 1,00 = 7,47 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{ip,1,Ed}}{M_{ip,1,Rd}} = \frac{4,56}{7,47} = 0,61 \leq 1,0$$

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

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

$$M_{op,1,Rd} = \frac{0,355 \cdot 5,0^2 \cdot 82,5}{\sin(90,0)} \frac{2,7}{1 - 0,81 \cdot 0,620} 0,930 / 1,00 = 3,69 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{op,1,Ed}}{M_{op,1,Rd}} = \frac{0}{3,69} = 0 \leq 1,0$$

#### Przebiecie pasa (perforacja) - siła osiowa (2.7 %)

Pręt skratowania nr 1

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

$$N_{1,Rd} = 0,355 / \sqrt{3} \cdot 5,0 \cdot \pi \cdot 82,5 \frac{1 + \sin(90,0)}{2 \sin^2(90,0)} / 1,00 = 265,61 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{1,Ed}}{N_{1,Rd}} = \frac{7,16}{265,61} = 0,03 \leq 1,0$$

#### Przebiecie pasa (perforacja) - moment zginający w płaszczyźnie (65.4 %)

$$M_{ip,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 d_1^2}{\sqrt{3}} \frac{1 + 3 \sin \theta_1}{4 \sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$$

$$M_{ip,1,Rd} = \frac{0,355 \cdot 5,0 \cdot 82,5^2}{\sqrt{3}} \frac{1 + 3 \sin(90,0)}{4 \sin^2(90,0)} / 1,00 = 6,98 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{ip,1,Ed}}{M_{ip,1,Rd}} = \frac{4,56}{6,98} = 0,65 \leq 1,0$$

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

$$M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 d_1^2}{\sqrt{3}} \frac{3 + \sin \theta_1}{4 \sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$$

$$M_{op,1,Rd} = \frac{0,355 \cdot 5,0 \cdot 82,5^2}{\sqrt{3}} \frac{3 + \sin(90,0)}{4 \sin^2(90,0)} / 1,00 = 6,98 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{op,1,Ed}}{M_{op,1,Rd}} = \frac{0}{6,98} = 0 \leq 1,0$$

#### Przebiecie pasa (perforacja) - interakcja (51.1 %)

$$\frac{|N_{1,Ed}|}{N_{1,Rd}} + \left[ \frac{|M_{ip,1,Ed}|}{M_{ip,1,Rd}} \right]^2 + \frac{|M_{op,1,Ed}|}{M_{op,1,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{|7.16|}{86.25} + \left[ \frac{|4.56|}{6.98} \right]^2 + \frac{|0|}{3.69} = 0.51 \leq 1.0$$