

Zebranie obciążeń:

Zadaszenie łukowe:

Lp	Obciążenie	Wyliczenie	Obciążenie charakterystyczne (kN/m ²)	Współczynnik obciążenia. γ_f	Obciążenie obliczeniowe (kN/m ²)
1	Płyta poliwęglanowa grubości 20mm, wielokomorowa	$\frac{4,0 \frac{kg}{m^2} * 9,81 \frac{m}{s^2}}{1000}$	0,04	1,35	0,05
Razem obciążenia stałe:			0,04	-	0,05

Obciążenia zmienne dla połaci o kącie nachylenia 5°

1	Obciążenie śniegiem III strefa (obliczeniowe)	$S_{k1} =$	1,44
2	Obciążenie wiatrem I strefa	$P_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta =$	-0,81 -0,69
		$P_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta =$	-0,81 -0,69

Płatew:

Pasmo obciążeń 0,98 m

$$\left(0,05 \frac{kN}{m^2} + 1,44 \frac{kN}{m^2}\right) * 0,98m = 1,46 kN/m$$

Przyjęto płatew Rk90x4

Kratownica:

Pasmo obciążeń 3,71m * 0,5= 1,86 m

Rozstaw węzłów kratownicy 0,98 m

Siła skupiona na węzeł kratownicy:

$$\left(0,05 \frac{kN}{m^2} + 1,44 \frac{kN}{m^2}\right) * 1,86m * 0,98m = 2,72 kN$$

Ciężar płatwi

$$\left\{ \frac{\left(10,7 \frac{kg}{m} * 10 \frac{m}{s^2}\right)}{1000} \right\} * 4,91m * 0,5 = 0,26kN$$

Obciążenie węzła kratownicy $P = 2,72 \text{ kN} + 0,26 \text{ kN} = 2,98 \text{ kN}$

Obciążenie węzła okapowego $P = 2,98 \text{ kN} \cdot 0,5 = 1,49 \text{ kN}$

STOPA FUNDAMENTOWA

Reakcje odczytane z programu RAMA2D

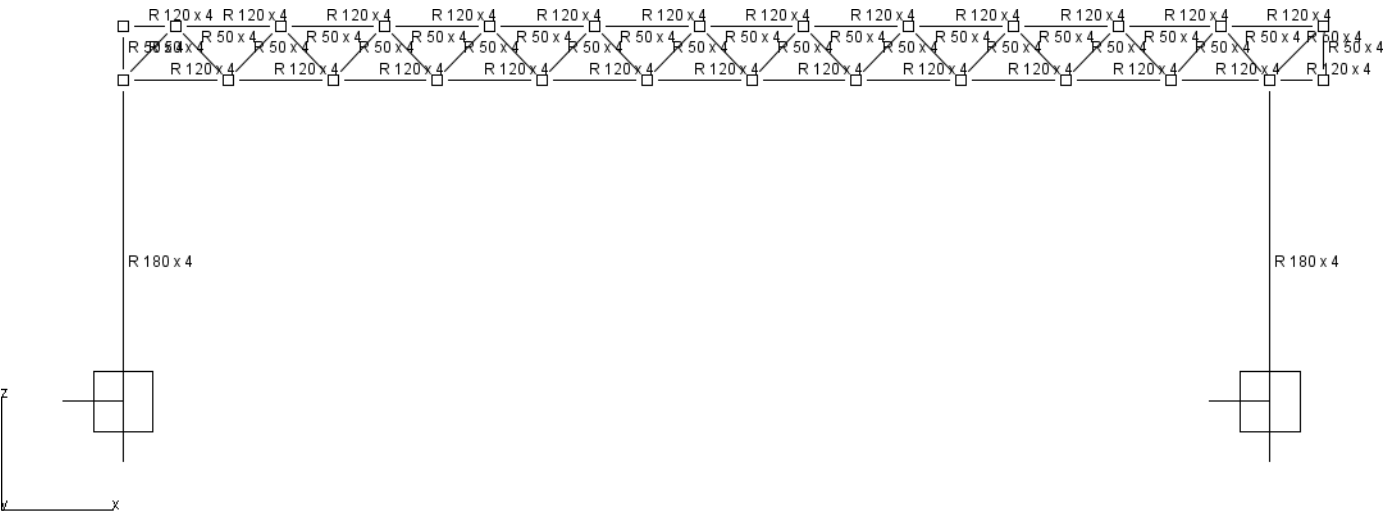
$T_x = -0,31 \text{ kN}$

$N = 20,92 \text{ kN}$

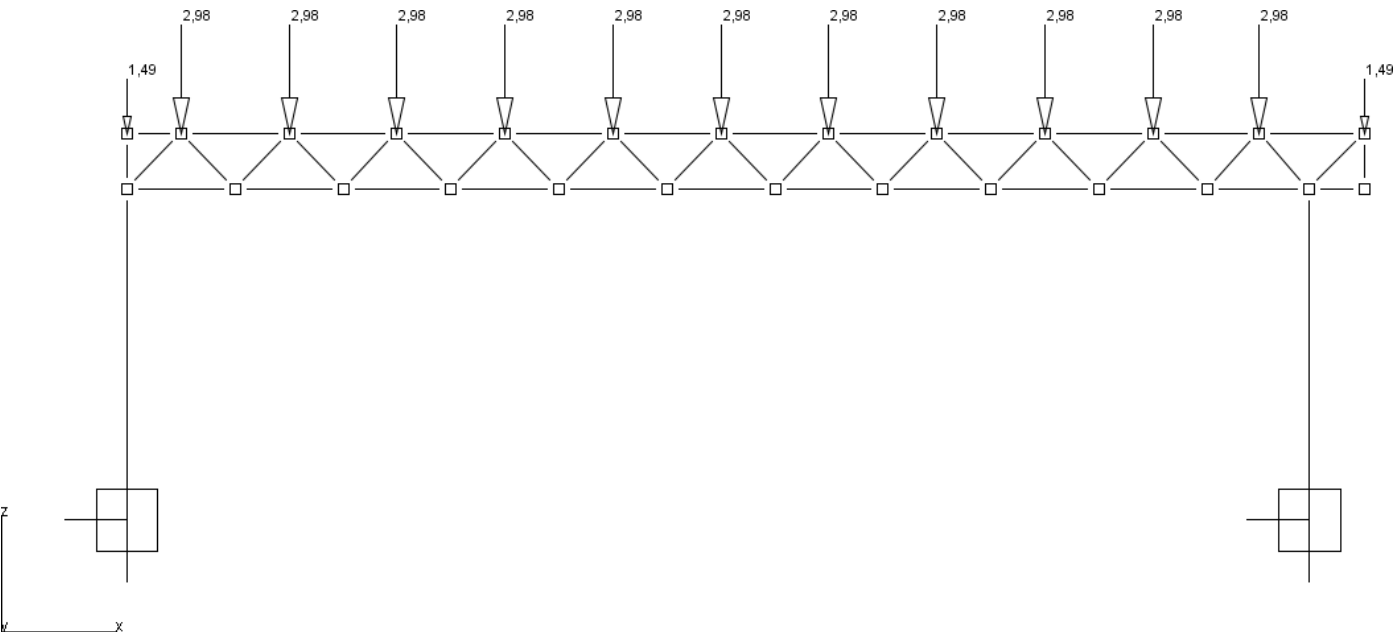
$M_y = -0,93 \text{ kN/m}$

Zadaszenie Trybun

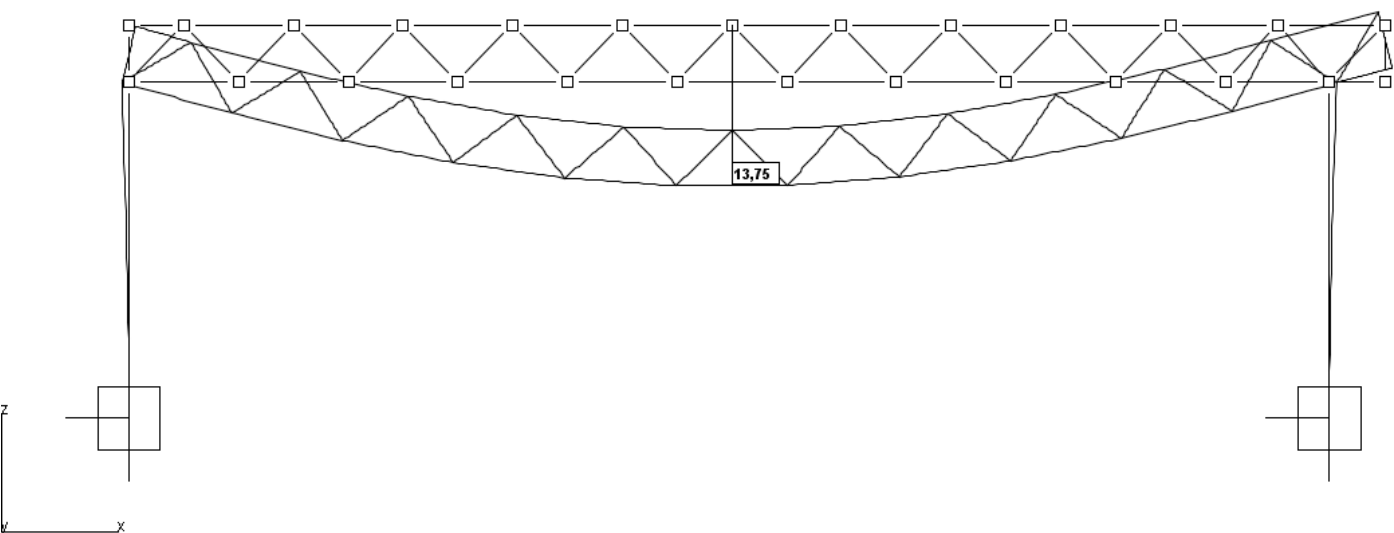
R2D2-Rama2D - Geometria



R2D2-Rama2D - Obciążenia



R2D2-Rama2D - Wyniki

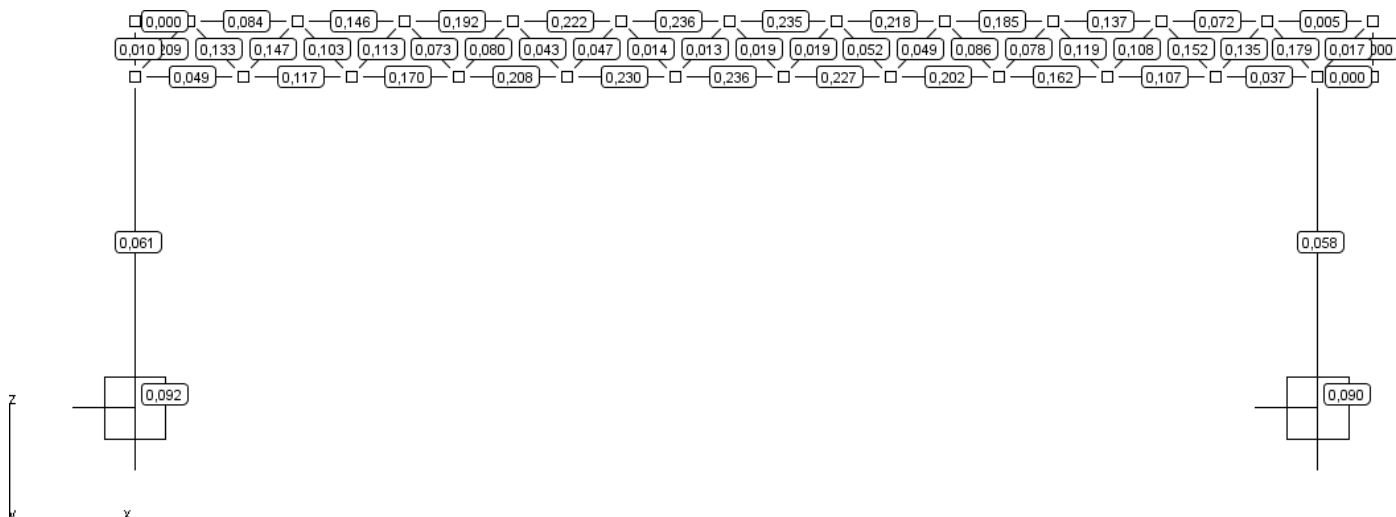


Typ obciążenia:	
Suma grup:	Ciężar własny, Stałe

Rodzaj oddziaływania:		
Deformacje:	d	[mm]

Maksymalne ugięcie dźwigara kratowego $L/350 = 10730/350 = 30,66$ mm
 Warunek ugięcia spełniony.

R2D2-Rama2D - Wymiarowanie



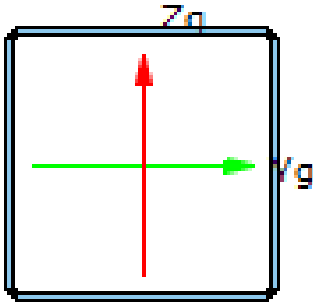
Typ:	
Suma grup:	Stałe, Ciężar własny

Stan graniczny nośności:		
Stopień wykorzystania przekroju:	SGN	

Słup Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Yg, a oś Z oznacza oś główną Zg.

Geometria:

	Nazwa profilu:	R 180 x 4	
	Długość pręta:	L = 3.00 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 27.47 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 1399.05 \text{ cm}^4$	$J_z = 1399.05 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości:	$W_y = 155.45 \text{ cm}^3$	$W_z = 155.45 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 179.70 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 179.70 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 2180.71 \text{ cm}^4$	

Element prosty, nr pręta: 1

Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$\begin{aligned}
 N &= -23.07 \text{ kN} & T_y = V_y &= -0.00 \text{ kN} & T_z = V_z &= -0.31 \text{ kN} \\
 M_y &= -0.93 \text{ kNm} & M_z &= 0.00 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek środnika = 3

Klasa przekroju na ściskanie = 3

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 3

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 3

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 3

Klasa przekroju na zginanie z-z = 3

Nośność na ściskanie

$$N_{e,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{27.47 \cdot 235}{1.0} = 645.57 \text{ [kN]}$$

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ey} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{155.45 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 36.53 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{ex} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{155.45 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 36.53 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1373.56 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 186.36 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 186.36 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 35.23 \text{ [kNm]}$$

$$\Delta M_y = -0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,Rd,z} = 35.23 \text{ [kNm]}$$

$$\Delta M_z = -0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{Vy,Rd} = M_{Cy,Rd} - \frac{\rho \cdot h^3 \cdot t \cdot W_{ey} \cdot f_y}{6.0 \cdot I_y \cdot \gamma_{M0}} = 36.53 - \frac{0.00 \cdot 0.18^2 \cdot 0.00 \cdot 0.00}{4.0 \cdot 235000.00} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{Vz,Rd} = 36.53 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 35.23 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 35.23 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{Cz,Rd}} = \frac{23.07}{645.57} + \frac{0.93}{36.53} + \frac{0.00}{36.53} = 0.06$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Cy,Rd}} = \frac{0.00}{186.36} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Cz,Rd}} = \frac{0.31}{186.36} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{0.93}{36.53} + \frac{0.00}{36.53} = 0.03$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.93}{36.53} + \frac{0.00}{36.53} = 0.03$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Ny,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NRd,z}} = \frac{0.93}{35.23} + \frac{0.00}{35.23} = 0.03$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{0.93}{35.23} + \frac{0.00}{35.23} = 0.03$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 3.00 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 3.00 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 3221.89 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 3221.89 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$\lambda_y = 0.45$$

$$\lambda_z = 0.45$$

Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.87$$

$$\chi_z = 0.87$$

$$\chi_{min} = 0.87$$

Współczynnik zwijczenia przy ściskanym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwijczenia przy ściskanym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.61$$

$$k_{yz} = 0.91$$

$$k_{zy} = 0.49$$

$$k_{zz} = 0.91$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_y} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{M1} M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{23.07}{0.87 \cdot 645.57} \cdot 1.00 + 0.61 \cdot \frac{0.93}{1.00 \cdot 36.53} \cdot 1.00 + 0.91 \cdot \frac{0.00}{36.53} \cdot 1.00 = 0.06$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \gamma_z} \cdot \gamma_{M1} + k_{\alpha} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\gamma_{M1} \cdot \gamma_{Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{\alpha} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{23.07}{0.87 \cdot 645.57} \cdot 1.00 +$$

$$0.49 \cdot \frac{0.93}{1.00 \cdot 36.53} \cdot 1.00 + 0.91 \cdot \frac{0.00}{36.53} \cdot 1.00 = 0.05$$

Element prosty, nr pręta: 1

Punkt nr: 1 na pręcie, położenie: 3.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -22.43 \text{ kN} \quad T_y = V_y = -0.00 \text{ kN} \quad T_z = V_z = -0.31 \text{ kN}$$

$$M_y = 0.00 \text{ kNm} \quad M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

$$\text{Klasa ścianek środknika} = 3 \quad \text{Klasa przekroju na ściskanie} = 3$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

$$\text{Klasa pasów} = 3 \quad \text{Klasa środknika} = 1 \quad \text{Klasa przekroju na zginanie y-y} = 3$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

$$\text{Klasa pasów} = 1 \quad \text{Klasa środknika} = 3 \quad \text{Klasa przekroju na zginanie z-z} = 3$$

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{27.47 \cdot 235}{1.0} = 645.57 \text{ [kN]}$$

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ey} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{155.45 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 36.53 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{ez} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{155.45 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 36.53 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1373.56 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{cz,Rd} = 186.36 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 186.36 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 35.26 \text{ [kNm]}$$

$$\Delta M_y = -0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,Rd,z} = 35.26 \text{ [kNm]}$$

$$\Delta M_z = -0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} \cdot \frac{\rho \cdot h^3 \cdot t \cdot W_{ey} \cdot f_y}{6.0 \cdot I_y \cdot \gamma_{M0}} = 36.53 \cdot \frac{0.00 \cdot 0.18^2 \cdot 0.00 \cdot 0.00}{4.0 \cdot 235000.00} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 36.53 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 35.26 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 35.26 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{o,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{22.43}{645.57} + \frac{0.00}{36.53} + \frac{0.00}{36.53} = 0.03$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{186.36} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0.31}{186.36} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{36.53} + \frac{0.00}{36.53} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.00}{36.53} + \frac{0.00}{36.53} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,Rd,z}} = \frac{0.00}{35.26} + \frac{0.00}{35.26} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{0.00}{35.26} + \frac{0.00}{35.26} = 0.00$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 3.00 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 3.00 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 3221.89 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 3221.89 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$\lambda_y = 0.45$$

$$\lambda_z = 0.45$$

Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.87$$

$$\chi_z = 0.87$$

$$\chi_{min} = 0.87$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_{min}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{22.43}{0.87 \cdot 645.57} \cdot 1.00 = 0.04$$

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: $x = 3.00 \text{ [m]}$

Lista grup obciążeń:

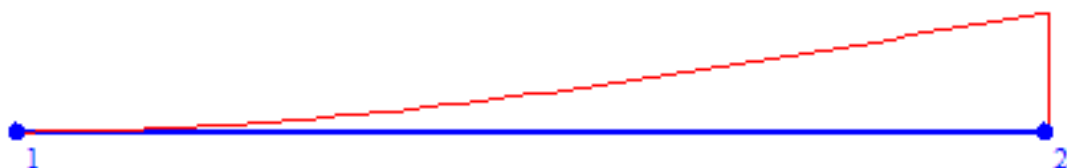
Nazwa grupy obciążeń:

Ciążar własny

Stałe

$$u_z = \sum u(i)_z = 0.010 + 0.085 = 0.095 \text{ [cm]}$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = u_z = 0.095 \leq 1.200 \text{ [cm]}$$

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: $x = 3.00$ [m]

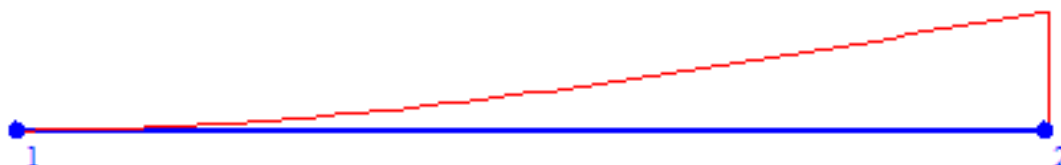
Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

Stałe

Ciężar własny

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = u_{bx} = 0.000 [cm]$$

$$\Delta u_x = u_x - u_{bx} = 0.095 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_x = 0.095 \leq 1.200 [cm]$$

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

$$\Delta d = |d_n - d| = |0.095 - 0.000| = 0.095 [cm]$$

Pas dolny

Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Y_g , a oś Z oznacza oś główną Z_g .

Geometria:

	Nazwa profilu:	R 120 x 4	
	Długość pręta:	$L = 0.98$ m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00$ MPa	
	Pole przekroju:	$A = 17.87$ cm ²	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 392.15$ cm ⁴	$J_z = 392.15$ cm ⁴
	Wskaźniki wytrzymałości:	$W_y = 65.36$ cm ³	$W_z = 65.36$ cm ³
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 76.65$ cm ³	$W_{z,pl} = 76.65$ cm ³
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 624.36$ cm ⁴	

Element prosty, nr pręta: 11

Punkt nr: 0 na pręcie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = 98.79 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 0.07 \text{ kN}$$

$$M_y = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek środknika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środknika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środknika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{e,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{17.87 \cdot 235}{1.0} = 419.97 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na rozciąganie

$$N_{t,Rd} = 419.97 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{78.47 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 18.44 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{78.47 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 18.44 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 893.56 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C_{x,Rd}} = 121.24 [kN]$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{C_{y,Rd}} = 121.24 [kN]$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 18.35 [kNm]$$

$$M_{N,z,Rd} = 18.35 [kNm]$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 18.44 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.12^2}{0.12^2 + 2 \cdot 0.12 \cdot (0.12 - 0.00)} \right) = 18.44 [kNm]$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 18.44 [kNm]$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,y,Rd,y} = 18.35 [kNm]$$

$$M_{N,V,z,Rd,z} = 18.35 [kNm]$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C_{y,Rd}}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C_{z,Rd}}} = \frac{98.79}{419.97} + \frac{0.00}{18.44} + \frac{0.00}{18.44} = 0.24$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C_{y,Rd}}} = \frac{0.00}{121.24} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C_{z,Rd}}} = \frac{0.07}{121.24} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C_{y,Rd}}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C_{z,Rd}}} = \frac{0.00}{18.44} + \frac{0.00}{18.44} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.00}{18.44} + \frac{0.00}{18.44} = 0.00$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{nz}} = \frac{0.00}{18.35} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{0.00}{18.35} + \frac{0.00}{18.35} = 0.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{98.79}{419.97} = 0.24$$

Element prosty, nr pręta: 11

Punkt nr: 1 na pręcie, położenie: 0.49 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = 98.79 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_y = -0.02 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

$$\text{Klasa ścianek środknika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na ściskanie} = 1$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa środknika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie y-y} = 1$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa środknika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie z-z} = 1$$

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{17.87 \cdot 235}{1.0} = 419.97 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na rozciąganie

$$N_{t,Rd} = 419.97 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{78.47 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 18.44 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{78,47 \cdot 10^{-6} \cdot 235,00}{1,00} = 18,44 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 893,56 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 121,24 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 121,24 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 18,35 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 18,35 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{Vy,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 18,44 \cdot \left(1 - \frac{0,00 \cdot 0,12^2}{0,12^2 + 2 \cdot 0,12 \cdot (0,12 - 0,00)} \right) = 18,44 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{Vz,Rd} = 18,44 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 18,35 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 18,35 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{98,79}{419,97} + \frac{0,02}{18,44} + \frac{0,00}{18,44} = 0,24$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Cy,Rd}} = \frac{0,00}{121,24} = 0,00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Cz,Rd}} = \frac{0.00}{121.24} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{0.02}{18.44} + \frac{0.00}{18.44} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.02}{18.44} + \frac{0.00}{18.44} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{ny}} = \frac{0.02}{18.35} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{0.02}{18.35} + \frac{0.00}{18.35} = 0.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

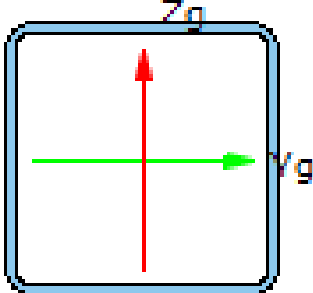
$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{0.02}{18.44} \cdot 1.00 + \frac{0.00}{1.00 \cdot 18.44} \cdot 1.00 = 0.00$$

Pas górny

Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Yg, a oś Z oznacza oś główną Zg.

Geometria:

	Nazwa profilu:	R 120 x 4	
	Długość pręta:	L = 0.98 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 17.87 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 392.15 \text{ cm}^4$	$J_z = 392.15 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości:	$W_y = 65.36 \text{ cm}^3$	$W_z = 65.36 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 76.65 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 76.65 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 624.36 \text{ cm}^4$	

Element prosty, nr pręta: 21

Punkt nr: 0 na pręcie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = -97.83 \text{ kN}$

$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$

$T_z = V_z = 0.07 \text{ kN}$

$M_y = 0.00 \text{ kNm}$

$M_z = 0.00 \text{ kNm}$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{e,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{17.87 \cdot 235}{1.0} = 419.97 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{78,47 \cdot 10^{-6} \cdot 235,00}{1,00} = 18,44 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0,00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{78,47 \cdot 10^{-6} \cdot 235,00}{1,00} = 18,44 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 893,56 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 121,24 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 121,24 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 18,40 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 18,40 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{Vy,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 18,44 \cdot \left(1 - \frac{0,00 \cdot 0,12^2}{0,12^2 + 2 \cdot 0,12 \cdot (0,12 - 0,00)} \right) = 18,44 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{Vz,Rd} = 18,44 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 18,40 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 18,40 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{o,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{97.83}{419.97} + \frac{0.00}{18.44} + \frac{0.00}{18.44} = 0.23$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{121.24} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0.07}{121.24} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{18.44} + \frac{0.00}{18.44} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.00}{18.44} + \frac{0.00}{18.44} = 0.00$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{nz}} = \frac{0.00}{18.40} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{0.00}{18.40} + \frac{0.00}{18.40} = 0.00$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 0.98 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 0.98 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 8462.82 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 8462.82 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$\lambda_y = 0.22$$

$$\lambda_z = 0.22$$

Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.99$$

$$\chi_z = 0.99$$

$$\chi_{min} = 0.99$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_{min}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{97.83}{0.99 \cdot 419.97} \cdot 1.00 = 0.24$$

Element prosty, nr pręta: 21

Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 0.49 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -97.83 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_y = -0.02 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek środknika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środknika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środknika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{17.87 \cdot 235}{1.0} = 419.97 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{78.47 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 18.44 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{78.47 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 18.44 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 893.56 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 121.24 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 121.24 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 18.40 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 18.40 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 18.44 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.12^2}{0.12^2 + 2 \cdot 0.12 \cdot (0.12 - 0.00)} \right) = 18.44 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 18.44 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 18.40 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 18.40 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{o,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{97.83}{419.97} + \frac{0.02}{18.44} + \frac{0.00}{18.44} = 0.23$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{121.24} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{121.24} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.02}{18.44} + \frac{0.00}{18.44} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.02}{18.44} + \frac{0.00}{18.44} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{ny}} = \frac{0.02}{18.40} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{0.02}{18.40} + \frac{0.00}{18.40} = 0.00$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 0.98 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 0.98 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 8462.82 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 8462.82 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$\lambda_y = 0.22$$

$$\lambda_z = 0.22$$

Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.99$$

$$\chi_z = 0.99$$

$$\chi_{\min} = 0.99$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.60$$

$$k_{yz} = 0.54$$

$$k_{zy} = 0.36$$

$$k_{zz} = 0.90$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_y} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{97.83}{0.99 \cdot 419.97} \cdot 1.00 + 0.60 \cdot \frac{0.02}{18.44} \cdot 1.00 + 0.54 \cdot \frac{0.00}{1.00 \cdot 18.44} \cdot 1.00 = 0.24$$

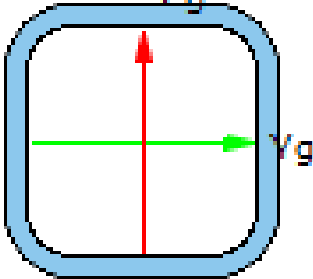
$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_z} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{97.83}{0.99 \cdot 419.97} \cdot 1.00 + 0.36 \cdot \frac{0.02}{18.44} \cdot 1.00 + 0.90 \cdot \frac{0.00}{1.00 \cdot 18.44} \cdot 1.00 = 0.24$$

Słupek

Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Yg, a oś Z oznacza oś główną Zg.

Geometria:

	Nazwa profilu:	R 50 x 4	
	Długość pręta:	L = 0.50 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 6.67 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 21.96 \text{ cm}^4$	$J_z = 21.96 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości:	$W_y = 8.78 \text{ cm}^3$	$W_z = 8.78 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 11.02 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 11.02 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 38.93 \text{ cm}^4$	

Element prosty, nr pręta: 50

Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -1.55 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_y = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{e,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6.67 \cdot 235}{1.0} = 156.77 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{12.83 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{12.83 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 333.56 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 45.26 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 45.26 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{Vy,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 3.02 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.05^2}{0.05^2 + 2 \cdot 0.05 \cdot (0.05 - 0.00)} \right) = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{Vz,Rd} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{e,Rd}} = \frac{1.55}{156.77} = 0.01$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{e,Rd}} + \frac{N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{1.55}{156.77} + \frac{0.00}{3.02} + \frac{0.00}{3.02} = 0.01$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 0.50 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 0.50 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 1820.69 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 1820.69 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$\lambda_y = 0.29$$

$$\lambda_z = 0.29$$

Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.95$$

$$\chi_z = 0.95$$

$$\chi_{min} = 0.95$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

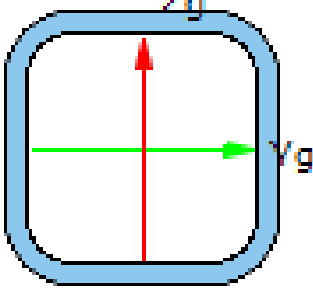
$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_{min}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{1.55}{0.95 \cdot 156.77} \cdot 1.00 = 0.01$$

Krzyżulec

Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Yg, a oś Z oznacza oś główną Zg.

Geometria:

	Nazwa profilu:	R 50 x 4	
	Długość pręta:	L = 0.70 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 6.67 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 21.96 \text{ cm}^4$	$J_z = 21.96 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości:	$W_y = 8.78 \text{ cm}^3$	$W_z = 8.78 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 11.02 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 11.02 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 38.93 \text{ cm}^4$	

Element prosty, nr pręta: 28

Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = -29.12 \text{ kN}$

$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$

$T_z = V_z = 0.01 \text{ kN}$

$M_y = 0.00 \text{ kNm}$

$M_z = 0.00 \text{ kNm}$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{e,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6.67 \cdot 235}{1.0} = 156.77 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{12.83 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{12.83 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 333.56 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 45.26 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 45.26 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{Vy,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 3.02 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.05^2}{0.05^2 + 2 \cdot 0.05 \cdot (0.05 - 0.00)} \right) = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{Vz,Rd} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{o,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{29.12}{156.77} + \frac{0.00}{3.02} + \frac{0.00}{3.02} = 0.19$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{45.26} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0.01}{45.26} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{3.02} + \frac{0.00}{3.02} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Ny}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Nz}} = \frac{0.00}{3.02} + \frac{0.00}{3.02} = 0.00$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{nz}} = \frac{0.00}{3.02} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{0.00}{3.02} + \frac{0.00}{3.02} = 0.00$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 0.70 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 0.70 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 928.92 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 928.92 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$\lambda_y = 0.41$$

$$\lambda_z = 0.41$$

Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.89$$

$$\chi_z = 0.89$$

$$\chi_{min} = 0.89$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \gamma_{min}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{29.12}{0.89 \cdot 156.77} \cdot 1.00 = 0.21$$

Element prosty, nr pręta: 28

Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 0.34 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -29.11 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_y = -0.00 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6.67 \cdot 235}{1.0} = 156.77 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{12.83 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{12.83 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 333.56 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 45.26 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 45.26 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 3.02 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.05^2}{0.05^2 + 2 \cdot 0.05 \cdot (0.05 - 0.00)} \right) = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 3.02 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{o,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{29.11}{156.77} + \frac{0.00}{3.02} + \frac{0.00}{3.02} = 0.19$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{45.26} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{45.26} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{3.02} + \frac{0.00}{3.02} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.00}{3.02} + \frac{0.00}{3.02} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{ny}} = \frac{0.00}{3.02} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{0.00}{3.02} + \frac{0.00}{3.02} = 0.00$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 0.70 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 0.70 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 928.92 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 928.92 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$\lambda_y = 0.41$$

$$\lambda_z = 0.41$$

Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.89$$

$$\chi_z = 0.89$$

$$\chi_{min} = 0.89$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.63$$

$$k_{yz} = 0.56$$

$$k_{zy} = 0.38$$

$$k_{zz} = 0.94$$

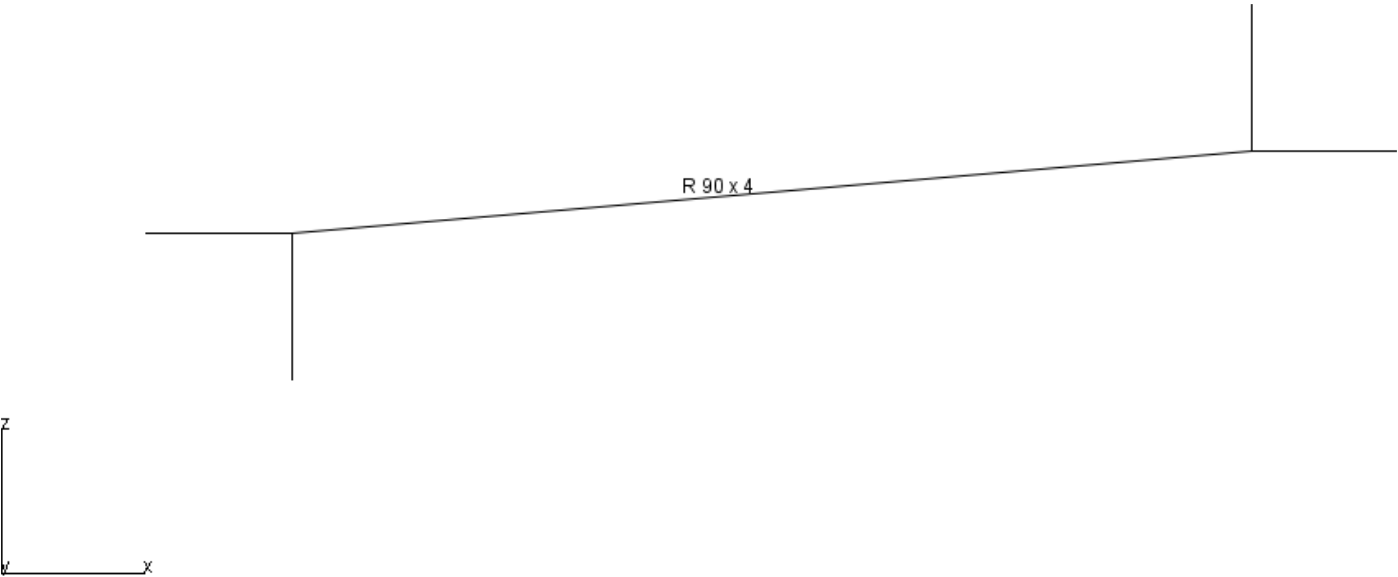
Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_y} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{29.11}{0.89 \cdot 156.77} \cdot 1.00 + 0.63 \cdot \frac{0.00}{1.00 \cdot 3.02} \cdot 1.00 + 0.56 \cdot \frac{0.00}{3.02} \cdot 1.00 = 0.21$$

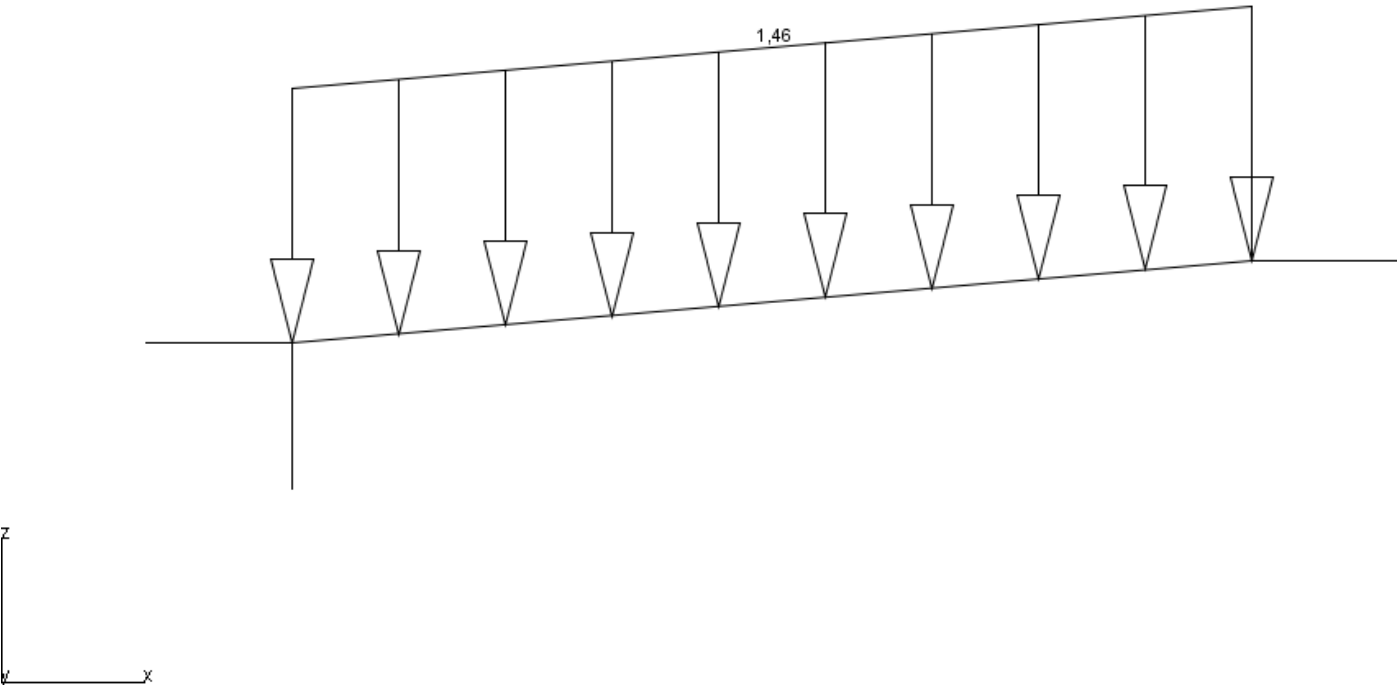
$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_z} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{29.11}{0.89 \cdot 156.77} \cdot 1.00 + 0.38 \cdot \frac{0.00}{1.00 \cdot 3.02} \cdot 1.00 + 0.94 \cdot \frac{0.00}{3.02} \cdot 1.00 = 0.21$$

Płatew

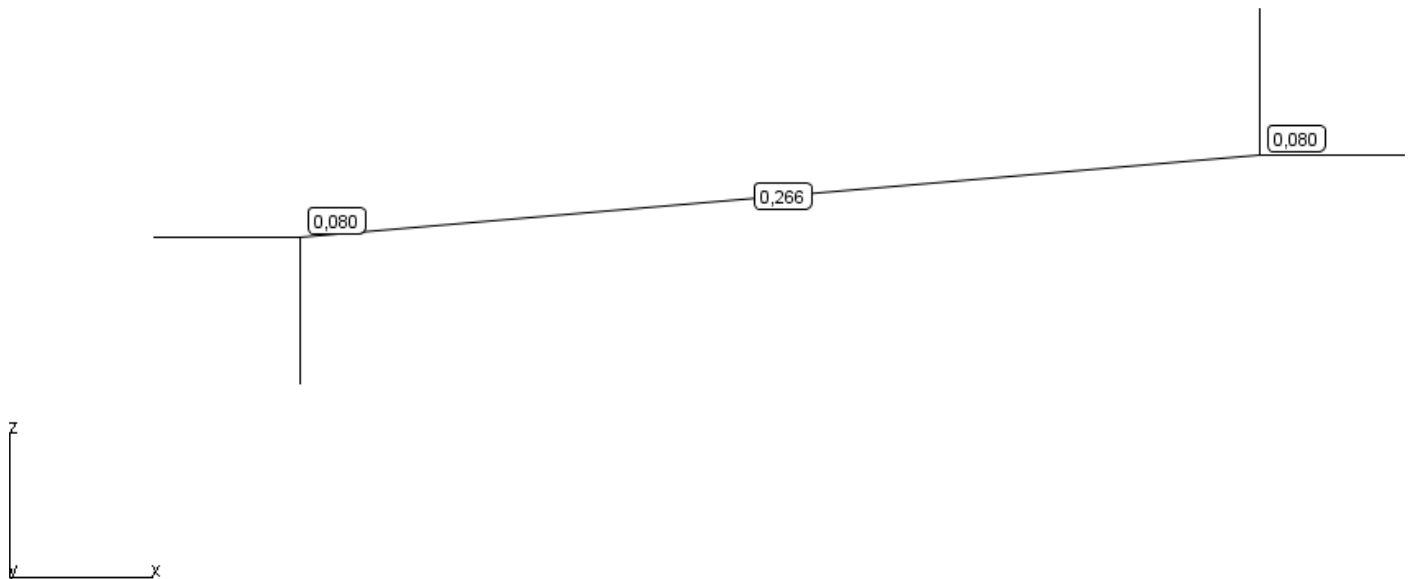
R2D2-Rama2D - Geometria



R2D2-Rama2D - Obciążenia



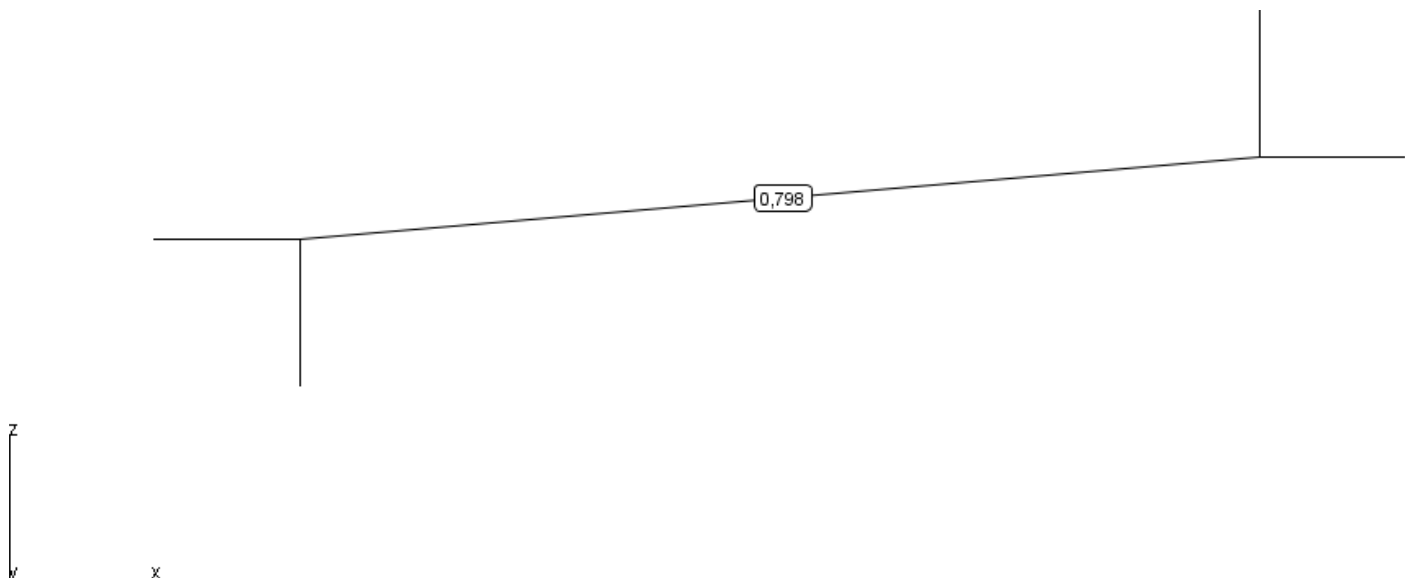
R2D2-Rama2D - Wymiarowanie



Typ:	
Suma grup:	Stałe, Ciężar własny

Stan graniczny nośności:	
Stopień wykorzystania przekroju:	SGN

R2D2-Rama2D - Wymiarowanie



Typ:	
Suma grup:	Stałe, Ciężar własny

Stan graniczny użytkowania (SGU):	
Sprowadzona obwiednia ugięć względnych:	$\Delta u_{\max} / u_{\text{dop}}$

Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Yg, a oś Z oznacza oś główną Zg.

Geometria:

	Nazwa profilu:	R 90 x 4	
	Długość pręta:	L = 3.72 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 13.07 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 156.20 \text{ cm}^4$	$J_z = 156.20 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości:	$W_y = 34.71 \text{ cm}^3$	$W_z = 34.71 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 41.32 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 41.32 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 254.42 \text{ cm}^4$	

Element prosty, nr pręta: 52

Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = -0.25 \text{ kN}$

$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$

$T_z = V_z = 2.90 \text{ kN}$

$M_y = 0.00 \text{ kNm}$

$M_z = 0.00 \text{ kNm}$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{e,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{13.07 \cdot 235}{1.0} = 307.17 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{43.14 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 10.14 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{43.14 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 10.14 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 653.56 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 88.67 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 88.67 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 10.14 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 10.14 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{Vy,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 10.14 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.09^2}{0.09^2 + 2 \cdot 0.09 \cdot (0.09 - 0.00)} \right) = 10.14 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{Vz,Rd} = 10.14 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 10.14 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 10.14 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{o,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{Cz,Rd}} = \frac{0.25}{307.17} + \frac{0.00}{10.14} + \frac{0.00}{10.14} = 0.00$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{88.67} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{2.90}{88.67} = 0.03$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{10.14} + \frac{0.00}{10.14} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.00}{10.14} + \frac{0.00}{10.14} = 0.00$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{nz}} = \frac{0.00}{10.14} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{0.00}{10.14} + \frac{0.00}{10.14} = 0.00$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 3.72 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 3.72 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 233.45 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 233.45 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$\lambda_y = 1.15$$

$$\lambda_z = 1.15$$

Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.46$$

$$\chi_z = 0.46$$

$$\chi_{min} = 0.46$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_{min}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{0.25}{0.46 \cdot 307.17} \cdot 1.00 = 0.00$$

Element prosty, nr pręta: 52

Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 1.86 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_y = -2.70 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek środknika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środknika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środknika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{13,07 \cdot 235}{1,0} = 307,17 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na rozciąganie

$$N_{t,Rd} = 307,17 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{43,14 \cdot 10^{-6} \cdot 235,00}{1,00} = 10,14 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0,00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{43,14 \cdot 10^{-6} \cdot 235,00}{1,00} = 10,14 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 653,56 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 88,67 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 88,67 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 10.14 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 10.14 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{Vy,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 10.14 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.09^2}{0.09^2 + 2 \cdot 0.09 \cdot (0.09 - 0.00)} \right) = 10.14 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{Vz,Rd} = 10.14 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 10.14 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 10.14 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Cy,Rd}} = \frac{0.00}{88.67} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Cz,Rd}} = \frac{0.00}{88.67} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{2.70}{10.14} + \frac{0.00}{10.14} = 0.27$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Vy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{Vz,Rd}} = \frac{2.70}{10.14} + \frac{0.00}{10.14} = 0.27$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{2.70}{10.14} \cdot 1.00 + \frac{0.00}{1.00 \cdot 10.14} \cdot 1.00 = 0.27$$

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: $x = 1.86$ [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

Ciężar własny Stałe

$$u_z = \sum u(i)_z = -1.188 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = u_z = 1.188 \leq 1.490 [cm]$$

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: $x = 1.86$ [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

Stałe Ciężar własny

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = u_{bz} = 0.000 [cm]$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 1.188 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_z = 1.188 \leq 1.490 [cm]$$

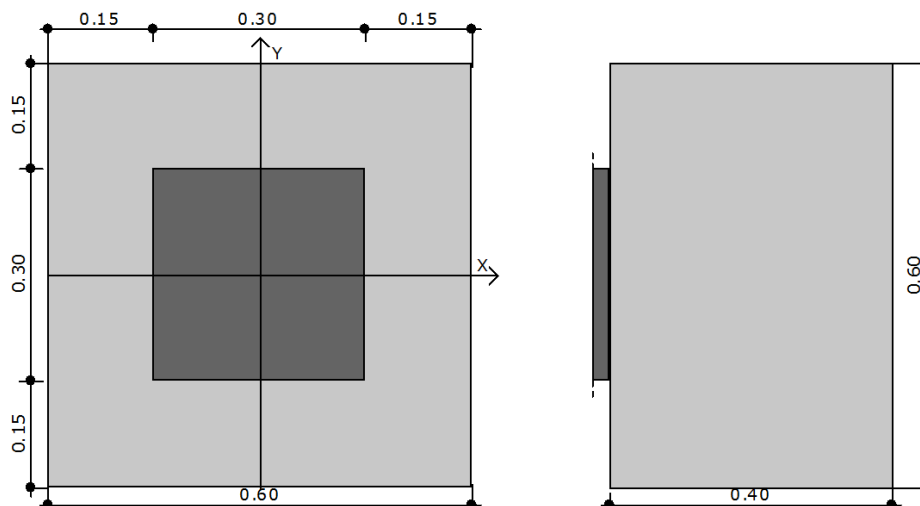
Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

$$\Delta d = |d_n - d| = |0.000 - 0.000| = 0.000 [cm]$$

Stopa

Geometria

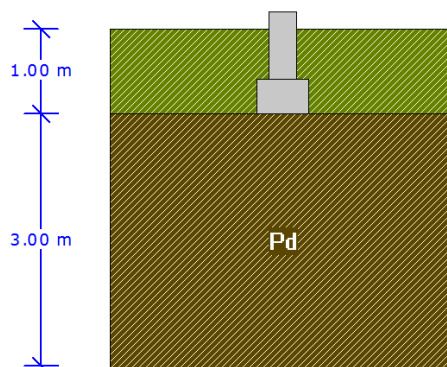
Szerokość stopy B	[m]	0.60
Długość stopy L	[m]	0.60
Wysokość stopy H _f	[m]	0.40
Szerokość przekroju słupa b	[m]	0.30
Wysokość przekroju słupa h	[m]	0.30
Mimośród e _x	[m]	0.00
Mimośród e _y	[m]	-0.00



Materiały

Klasa betonu		B20
Klasa stali		34GS
Otulina	[cm]	5.00
Średnica prętów	[mm]	12.00

Warunki gruntowe



Warstwa	Nazwa gruntu	Miaższość [m]	$\rho^{(n)}$ [t/m ³]	$C_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}$ [°]	M [kPa]	M_o [kPa]
1	Piaski drobne	3.00	1.85	0.00	29.92	64071.96	51257.40

Metoda określenia parametrów geotechnicznych		B
Głębokość posadowienia	[m]	1.00
Ciężar zasypki	[kN/m ³]	20.00

Obciążenia

Numer zestawu	N [kN]	M_y [kNm]	T_y [kN]	M_x [kNm]	T_x [kN]
1	20.92	-0.93	0.00	0.00	-0.31

Stan graniczny nośności

DLA SCHEMATU NR 1

DLA WARSTWY NR 1

$$N=28.77 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNB}=0.81 \cdot 186.04 = 150.69 \text{ kN}$$

$$N=28.77 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNL}=0.81 \cdot 182.96 = 148.20 \text{ kN}$$

Naprężenia pod fundamentem

DLA SCHEMATU NR 1

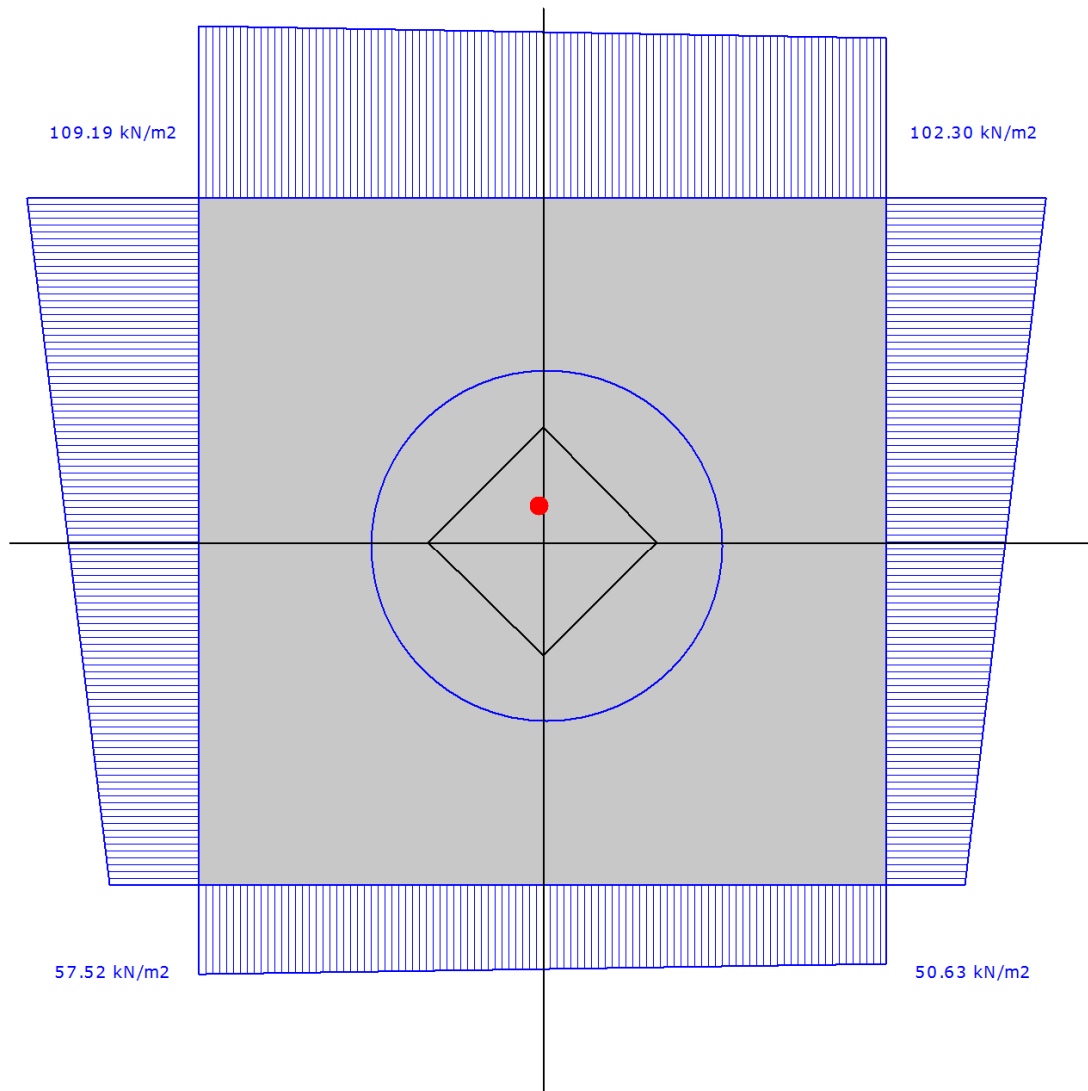
Naprężenia w narożach:

$$q_1=102.30 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2=50.63 \text{ kN/m}^2$$

$$q_3=57.52 \text{ kN/m}^2$$

$$q_4=109.19 \text{ kN/m}^2$$



Odrywanie nie występuje.

Wymiarowanie zbrojenia

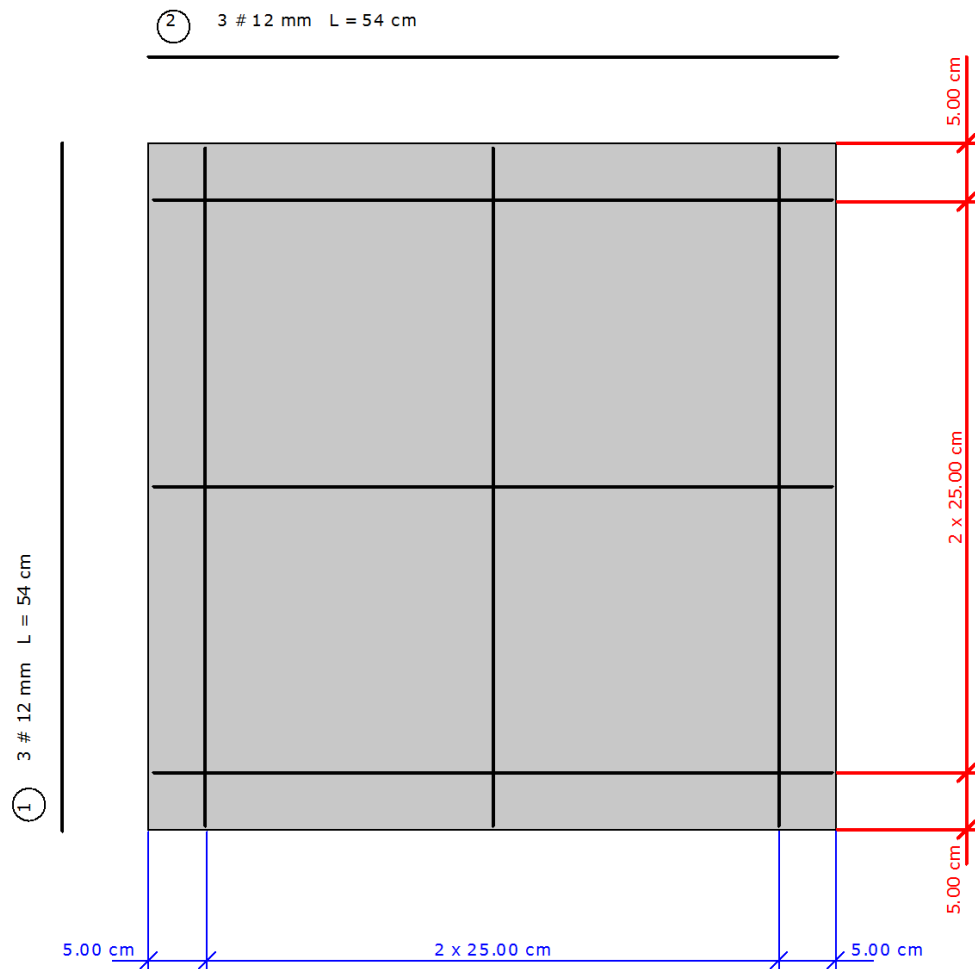
POTRZEBNE ZBROJENIE DLA SCHEMATU NR 1

$$A_y = 0.07 \text{ cm}^2/\text{mb} \quad A_x = 0.05 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Minimalne zbrojenie konstrukcyjne dla fundamentu wynosi: $A_k = 5.43 \text{ cm}^2/\text{mb}$

W kierunku y (B) przyjęto $f_i = 12.0 \text{ mm}$ w rozstawie $s_1 = 25.0 \text{ cm}$ $A_{s1} = 5.95 \text{ cm}^2/\text{mb}$

W kierunku x (L) przyjęto $f_i = 12.0 \text{ mm}$ w rozstawie $s_2 = 25.0 \text{ cm}$ $A_{s2} = 5.95 \text{ cm}^2/\text{mb}$



Nr pręta	Ilość	Długość pręta [cm]	Długość całkowita [m]
1	3	54	1.62
2	3	54	1.62

Średnica	[mm]	12.0
Klasa stali		34GS
Masa jednostkowa	[kg/m]	0.888
Długość ogółem	[m]	2.16
Masa ogółem	[kg]	1.9

Wyniki obliczeń przebicia

DLA SCHEMATU NR 1

Przebiecie nie występuje w kierunku B

Przebiecie nie występuje w kierunku L

Stateczność fundamentu

STATECZNOŚĆ NA OBRÓT:

DLA SCHEMATU NR 1

Stateczność OK. $M_{wyp} = 0.9 \text{ kNm} \leq m \cdot M_{otrzym} = 0.72 \cdot 8.3 = 6.0 \text{ kNm}$

Stateczność OK. $M_{wyp} = 0.1 \text{ kNm} \leq m \cdot M_{otrzym} = 0.72 \cdot 8.3 = 6.0 \text{ kNm}$

STATECZNOŚĆ NA PRZESUW:

DLA SCHEMATU NR 1

Przesuw po warstwie 1

Stateczność OK. $T_x=0.3 \text{ kN} \leq m \cdot T_{ux} = 0.72 \cdot 13.4 = 9.6 \text{ kN}$

Stateczność OK. $T_y=0.0 \text{ kN} \leq m \cdot T_{uy} = 0.72 \cdot 13.4 = 9.6 \text{ kN}$