

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe do projektu konstrukcji altany rekreacyjnej zlokalizowanej w parku w Miłakowie na dz. nr 353, obr. 281506_4.0001.

Poz.1. Dach:

Poz.1.1. Krokwie:

rozstaw krokwi: $a_k := 0.9 \cdot \text{m}$

A) ciężar poszycia:

$$q_{kA} := 0.35 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_k = 0.32 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

B) obc. śniegiem - Miłakowo - strefa 4:

$$Q_k := 1.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad C_1 := 0.8 \quad C_2 := 0.95$$

$$q_{kB1} := Q_k \cdot C_1 \cdot a_k = 1.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{kB2} := Q_k \cdot C_2 \cdot a_k = 1.37 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

C) obc. wiatrem - Miłakowo - strefa I:

$$q_k := 0.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \beta := 2.2 \quad C_e := 1$$

wsp. parcia na dach wiaty: $C_{pa} := 2$

$$q_{kC} := q_k \cdot \beta \cdot C_e \cdot C_{pa} \cdot a_k = 1.19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Poz.1.2. Rama stalowa - kierunek podłużny:

obciążenia zebrano z szerokości: $a_w := 2 \cdot \text{m}$

A) ciężar poszycia:

$$q_{kA} := 0.35 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_w = 0.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

B) obc. śniegiem:

$$Q_k := 1.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad C_1 := 0.8 \quad C_2 := 0.95$$

$$q_{kB1} := Q_k \cdot C_1 \cdot a_w = 2.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{kB2} := Q_k \cdot C_2 \cdot a_w = 3.04 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

C) obc. wiatrem:

wsp. parcia na ścianę i attykę: $C_p := 1.6$

wsp. parcia na dach wiaty: $C_{pa} := 2 \quad C_{pb} := \tan(5 \cdot \text{deg}) = 0.09$

obc. od ściany zebrano z wysokości: $h_s := \frac{3.4 \cdot \text{m}}{2} = 1.7 \text{ m}$

$$Q_{kC1} := q_k \cdot \beta \cdot C_e \cdot C_p \cdot a_w \cdot h_s = 3.59 \cdot \text{kN}$$

obciążenia z attyki zebrano z wysokości: $h_a := 0.9 \cdot \text{m}$

$$Q_{kC2} := q_k \cdot \beta \cdot C_e \cdot C_p \cdot a_w \cdot h_a = 1.9 \cdot \text{kN}$$

obciążenia od poszycia:

$$q_{kC3} := q_k \cdot \beta \cdot C_e \cdot C_{pa} \cdot a_w = 2.64 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Poz.1.3. Rama stalowa - kierunek poprzeczny:

obciążenia zebrano z pasma: $a_d := \frac{5.5 \cdot \text{m}}{2} = 2.75 \text{ m}$

A) obc. wiatrem:

obciążenia od poszycia:

$$q_{kA1} := q_k \cdot \beta \cdot C_e \cdot C_{pa} \cdot a_d = 3.63 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

obciążenia z attyki zebrano z wysokości: $h_a := 0.9 \cdot \text{m}$

$$Q_{kA2} := q_k \cdot \beta \cdot C_e \cdot C_p \cdot h_a \cdot a_d = 2.61 \cdot \text{kN}$$

B) ciężar poszycia i konstrukcji:

$$q_{kB} := 0.35 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_d = 0.96 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

C) obc. śniegiem:

$$Q_k := 1.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$C_2 := 0.95$$

$$q_{kC} := Q_k \cdot C_2 \cdot a_d = 4.18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Poz.2. Posadowienie:

Poz.2.1. Stopa fundamentowa - kierunek podłużny:

A) składowe reakcji ze słupów dla kombinacji obciążeń bez obciążenia śniegiem:

rozstaw podpór: $a_x := 1.5 \cdot \text{m}$

$$H_{x1} := 5.41 \cdot \text{kN}$$

$$H_{x2} := 4.78 \cdot \text{kN}$$

$$H_x := H_{x1} + H_{x2} = 10.19 \cdot \text{kN}$$

$$V_{x1} := 2.41 \cdot \text{kN}$$

$$V_{x2} := 11.55 \cdot \text{kN}$$

$$V_x := V_{x1} + V_{x2} = 13.96 \cdot \text{kN}$$

$$M_{y1} := 15.64 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{y2} := 14.41 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y := M_{y1} + M_{y2} - V_{x1} \cdot \frac{a_x}{2} + V_{x2} \cdot \frac{a_x}{2} = 36.91 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

B) składowe reakcji ze słupów dla obciążeń całkowitych:

rozstaw podpór: $a_x := 1.5 \cdot \text{m}$

$$H_{x1} := 5.41 \cdot \text{kN}$$

$$H_{x2} := 4.78 \cdot \text{kN}$$

$$H_x := H_{x1} + H_{x2} = 10.19 \cdot \text{kN}$$

$$V_{x1} := 4.1 \cdot \text{kN}$$

$$V_{x2} := 25.15 \cdot \text{kN}$$

$$V_x := V_{x1} + V_{x2} = 29.25 \cdot \text{kN}$$

$$M_{y1} := 15.64 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{y2} := 14.41 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y := M_{y1} + M_{y2} - V_{x1} \cdot \frac{a_x}{2} + V_{x2} \cdot \frac{a_x}{2} = 45.84 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Poz.2.2. Stopa fundamentowa - kierunek poprzeczny:

A) składowe reakcji ze słupa dla kombinacji obciążeń bez obciążenia śniegiem:

$$H_y := 3.91 \cdot \text{kN}$$

$$V_y := 13.09 \cdot \text{kN}$$

$$M_x := 9.83 \cdot \text{kN}$$

B) składowe reakcji ze słupów dla obciążeń całkowitych:

$$H_y := 3.91 \cdot \text{kN}$$

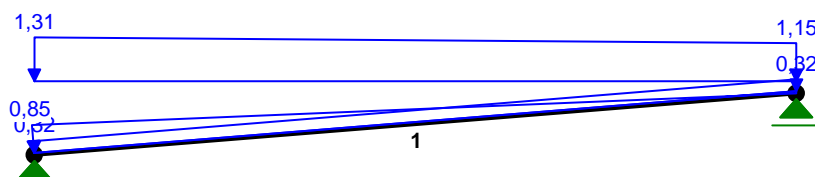
$$V_y := 24.38 \cdot \text{kN}$$

$$M_x := 9.83 \cdot \text{kN}$$

WYDRUKI OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH PRZEPROWADZONYCH W PROGRAMACH KOMPUTEROWYCH:

Poz.1.1.

OBCIĄŻENIA:

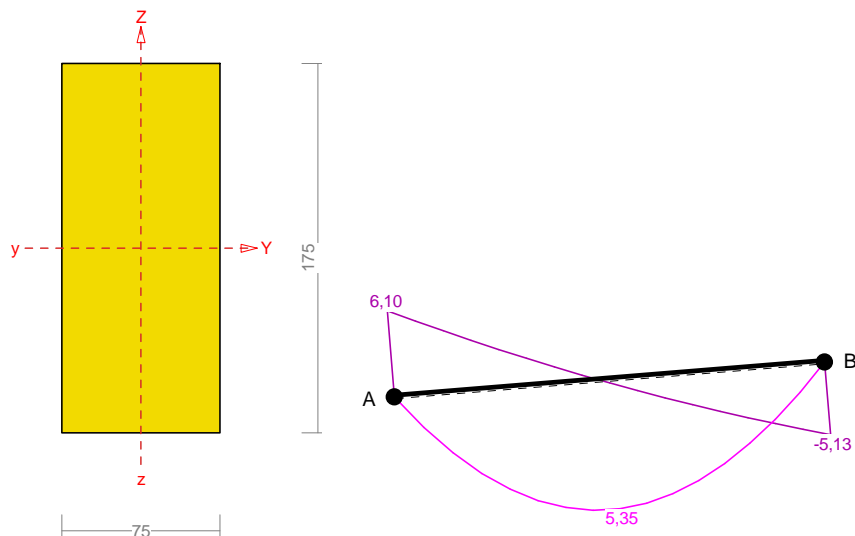


OBCIĄŻENIA:

([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	" "			Stałe	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	0,32	0,32	0,00	3,81
Grupa: B	" "			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	1,31	1,15	0,00	3,81
Grupa: C	" "			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	4,6	0,85	0,00	0,00	3,81

Pręt nr 1



Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=3,81$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „ABC”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 131,25$ cm².

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,42 / 131,25 \times 10 = \mathbf{0,03} < \mathbf{8,62} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,81$ m, przy obciążeniach „ABC”.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,30 / 131,25 \times 10 = \mathbf{0,02} < \mathbf{1,87} = 0,145 \times 12,92 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,43$ m; $x_b=2,38$ m, przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,00}{0,511 \times 12,92} + 0,7 \times \frac{0,00}{14,77} + \frac{13,39}{14,77} = \mathbf{0,907} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,00}{0,145 \times 12,92} + \frac{0,00}{14,77} + 0,7 \times \frac{13,39}{14,77} = \mathbf{0,635} < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,91$ m; $x_b=1,91$ m, przy obciążeniach „ABC”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 5,35 / 382,81 \times 10^3 = \mathbf{13,98} < \mathbf{14,77} = 1,000 \times 14,77 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,91$ m; $x_b=1,91$ m, przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,01}{8,62} + \frac{13,98}{14,77} + 0,7 \times \frac{0,00}{14,77} = \mathbf{0,95} < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,01}{8,62} + 0,7 \times \frac{13,98}{14,77} + \frac{0,00}{14,77} = \mathbf{0,66} < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,43$ m; $x_b=2,38$ m, przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00^2}{12,92^2} + \frac{13,39}{14,77} + 0,7 \times \frac{0,00}{14,77} = \mathbf{0,91} < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00^2}{12,92^2} + 0,7 \times \frac{13,39}{14,77} + \frac{0,00}{14,77} = \mathbf{0,63} < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,81$ m, przy obciążeniach „ABC”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,70^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,70} < \mathbf{1,54} = 1,000 \times 1,54 = k_v f_{v,d}$$

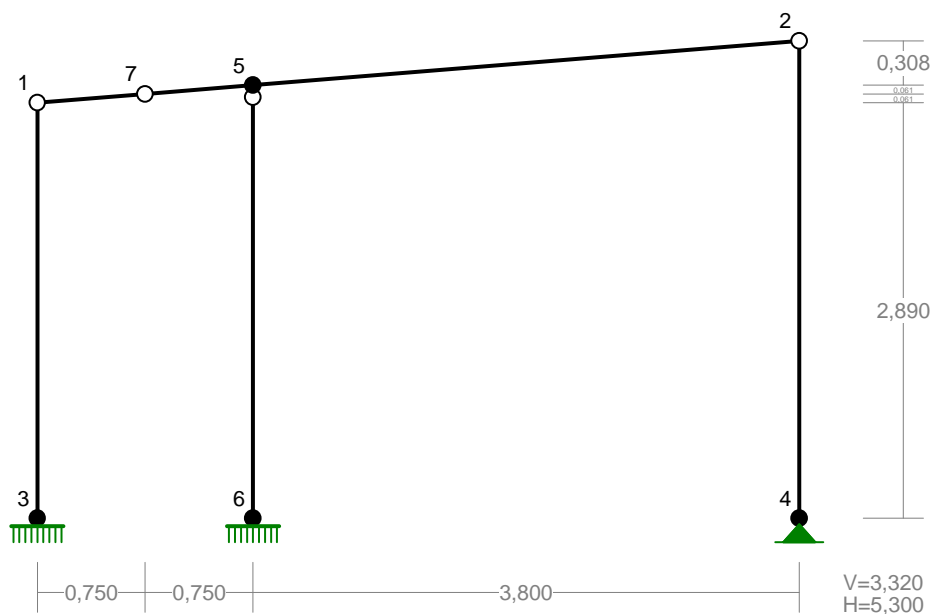
Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,91$ m; $x_b=1,91$ m, przy obciążeniach „ABC”.

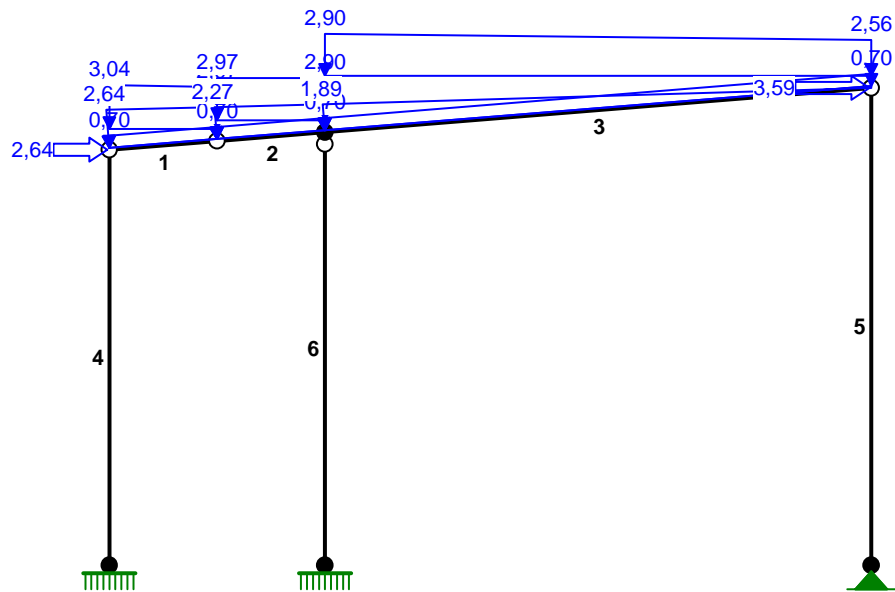
$$u_{z,fin} = -5,0 + -12,3 = \mathbf{17,3} < \mathbf{19,1} = u_{net,fin}$$

Poz.1.2.

WEZŁY:



OBCIĄŻENIA:



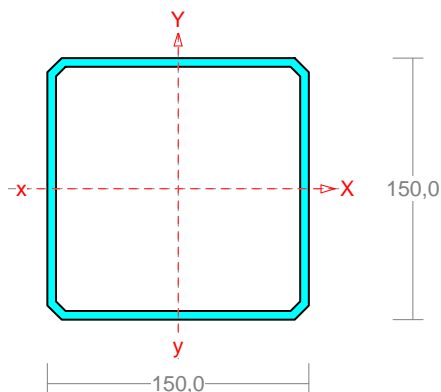
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:

Grupa:	A	" "		Stałe	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	0,70	0,70	0,00	0,75
2	Liniowe	0,0	0,70	0,70	0,00	0,75
3	Liniowe	0,0	0,70	0,70	0,00	3,81
Grupa:	B	" "		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	3,04	2,97	0,00	0,75
2	Liniowe-Y	0,0	2,97	2,90	0,00	0,75
3	Liniowe-Y	0,0	2,90	2,56	0,00	3,81
Grupa:	C	" "		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	4,6	2,64	2,27	0,00	0,75
2	Liniowe	4,6	2,27	1,89	0,00	0,75
3	Liniowe	4,6	1,89	0,00	0,00	3,81
4	Skupione	90,0	2,64		0,00	
5	Skupione	90,0	3,59		0,00	

Pręt nr 4

Przekrój: H 150x150x5



Wymiary przekroju:

$h=150,0$ $s=150,0$ $g=5,0$ $t=5,0$ $r=8,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=967,5$ $J_{yg}=967,5$ $A=28,10$ $i_x=5,9$ $i_y=5,9$.

Materiał: **S235**. Wytrzymałość **$f_d=215$ MPa** dla **$g=5,0$** .

Siły przekrojowe:

$x_a = 2,890$; $x_b = 0,000$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABC**

$$M_x = -15,64 \text{ kNm}, \quad V_y = 5,41 \text{ kN}, \quad N = -4,10 \text{ kN},$$

Napężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 119,79 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -122,71 \text{ MPa}$.

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = -15,64 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,426 \times 1,456^2 \frac{1,000 \times 15,64}{27,74} \times \frac{4,10}{604,15} = 0,004$$

$$\Delta_x = 0,004 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

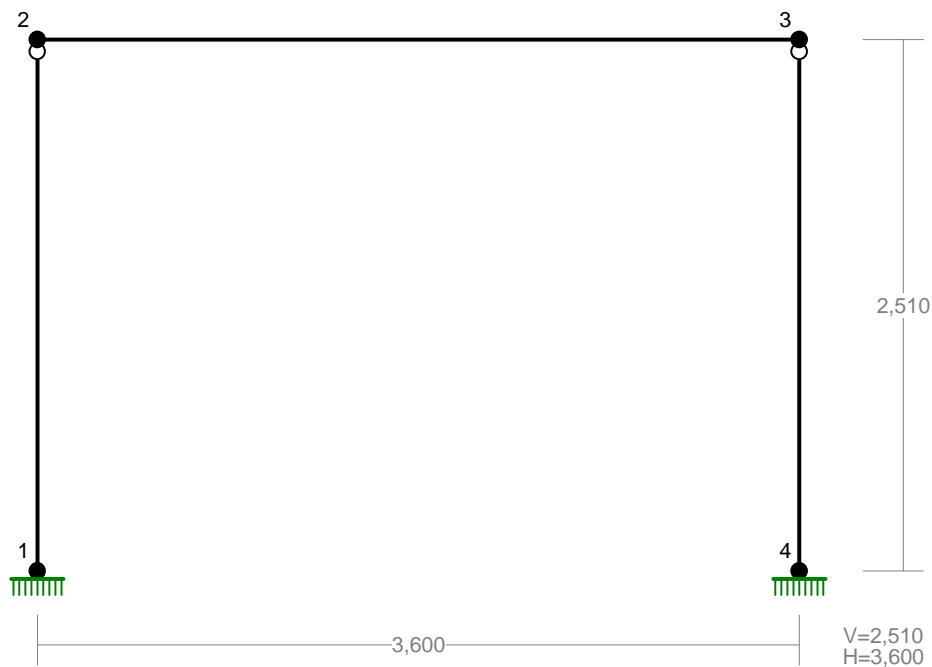
$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_x M_{Rx}} = \frac{4,10}{0,426 \times 604,15} + \frac{1,000 \times 15,64}{1,000 \times 27,74} = 0,580 < 0,996 = 1 - 0,004$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

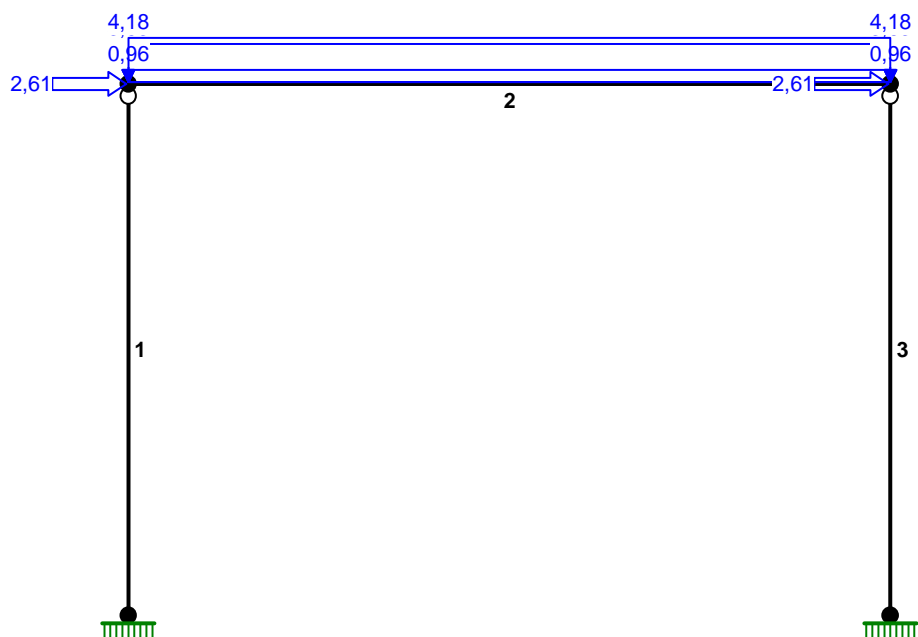
$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_y M_{Ry}} = \frac{4,10}{0,946 \times 604,15} + \frac{1,000 \times 15,64}{1,000 \times 27,74} = 0,571 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Poz.1.3.

WEZŁY:



OBCIĄŻENIA:



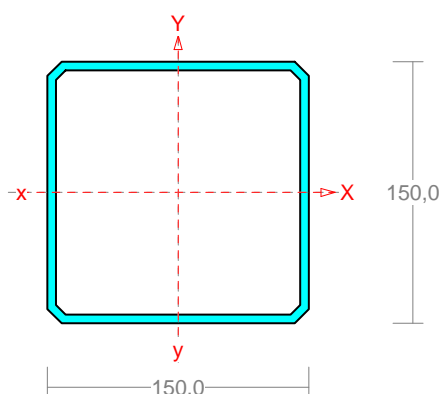
OBCIĄŻENIA:

([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	" "			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Skupione	90,0	2,61		2,51	
2	Liniowe	0,0	3,63	3,63	0,00	3,60
3	Skupione	90,0	2,61		2,51	
Grupa: B	" "			Stałe	$\gamma_f = 1,30$	
2	Liniowe	0,0	0,96	0,96	0,00	3,60
Grupa: C	" "			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
2	Liniowe	0,0	4,18	4,18	0,00	3,60

Pręt nr 2

Przekrój: H 150x150x5



Wymiary przekroju:

$h=150,0$ $s=150,0$ $g=5,0$ $t=5,0$ $r=8,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=967,5$ $J_{yg}=967,5$ $A=28,10$ $i_x=5,9$ $i_y=5,9$.

Materiał: **S235**. Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=5,0**.

Siły przekrojowe:

$x_a = 1,800$; $x_b = 1,800$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABC**

$M_x = -21,39$ kNm, $V_y = 0,00$ kN, $N = 0,00$ kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 165,84$ MPa $\sigma_c = -165,84$ MPa.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,800$; $x_b = 1,800$.

- względem osi X

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 129,0 \times 215 \times 10^{-3} = 27,74 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{21,39}{1,000 \times 27,74} = 0,771 < 1$$

Poz.2.1.

Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,15 \text{ m}$.

Lista obciążeń:

Lp	N	H _x	H _y	M _x	M _y	γ
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	14,0	10,2	0,0	0,00	36,90	1,20
2	29,3	10,2	0,0	0,00	45,80	1,20

Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,00 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 2,60 \text{ m}$, $B_y = 1,20 \text{ m}$,

Wysokość: $H = 0,85 \text{ m}$,

Mimośrodki: $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$.

Stan graniczny I**Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów**

Nr obc.	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	1,00	0,15	0,89
* 2	1,00	0,17	0,89

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_f = 109,67 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNB_y}) = 0,81 \cdot 784,80 = 635,69 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Poz.2.2.

Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,15 \text{ m}$.

Lista obciążeń:

Lp	N	H _x	H _y	M _x	M _y	γ
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	13,1	3,9	0,0	0,00	9,80	1,20
2	24,4	3,9	0,0	0,00	9,80	1,20

Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,00 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,20 \text{ m}$, $B_y = 1,30 \text{ m}$,

Wysokość: $H = 0,85 \text{ m}$,

Mimośrod: $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$.

Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	1,00	0,21	0,97
2	1,00	0,21	0,78

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 53,15 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNB_y}) = 0,81 \cdot 308,31 = 249,73 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.