

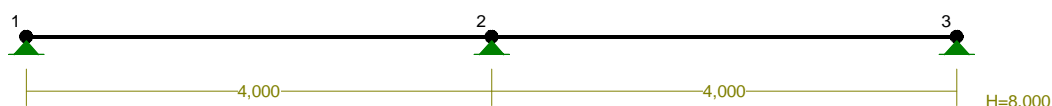
OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE ELEMENTÓW KONSTRUKCJI

POZ. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ ZE ŚCIANY NOŚNEJ ZEWNĘTRZNEJ

Wyszczególnienie	Obc. charakterystyczne [kN/m ²]	Współczynnik obciążenia γ_f	Obc. Obliczeniowe [kN/m ²]
Tynk silikonowy 0,010m · 18,00kN/m ³	0,180	1,3	0,234
Zaprawa systemowa 0,008m · 14,00kN/m ³	0,112	1,3	0,146
Płyta styropianowa EPS 70-040 FA-SADA 0,150m · 0,45kN/m ³	0,068	1,2	0,081
Beton komórkowy/cegła ceramiczna/silikat 0,250m · 18,00kN/m ³	4,500	1,3	5,850
Tynk cem.wap. gr.1,5cm 0,015m · 19,00kN/m ³	0,285	1,3	0,371
Razem:	5,145	1,299	6,681

OBLICZENIA NADPROŻA STALOWEGO

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	4,000	0,000
3	8,000	0,000

PODPORY:

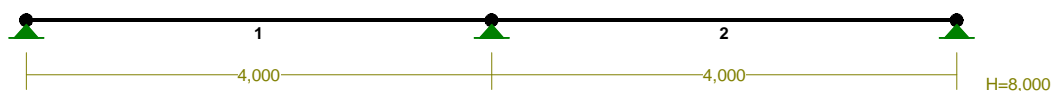
P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
2	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
3	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	

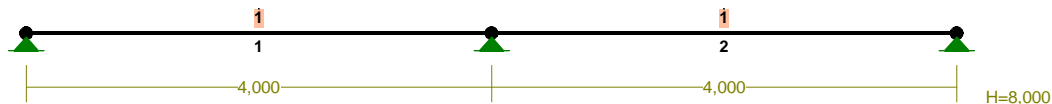
OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx(Wo*) [m]:	Wy[m]:	Fio[grad]:
B r a k O s i a d a ń				

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	4,000	0,000	4,000	1,000	1 2 U 200
2	00	2	3	4,000	0,000	4,000	1,000	1 2 U 200

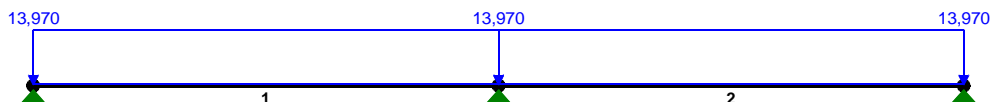
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	64,4	3820	3461	382	382	20,0	2 St3S (X,Y,V,W)

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
2 St3S (X,Y,V,	205	205,000	1,20E-05

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:

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

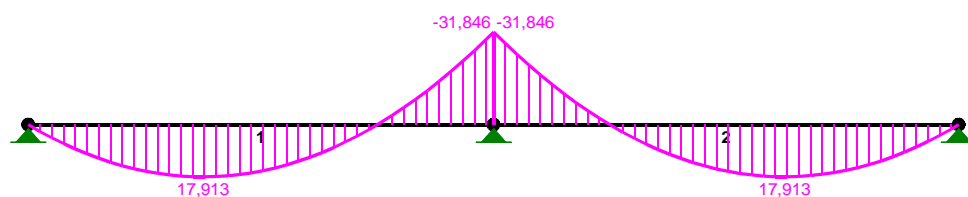
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A "Stałe"					
1	Liniowe	0,0	13,970	13,970	0,00	4,00
2	Liniowe	0,0	13,970	13,970	0,00	4,00

W Y N I K I wg PN 82/B-02000
Teoria I-go rzędu

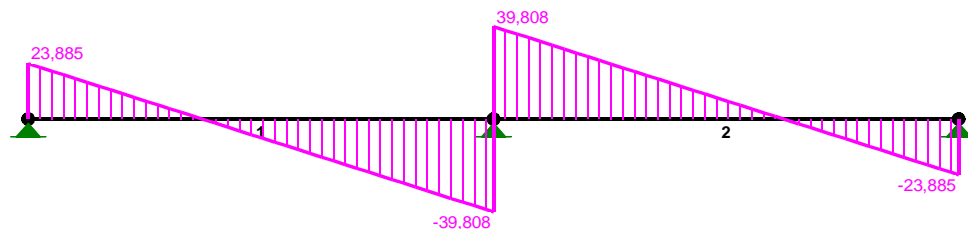
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψd:	γf:
Ciężar wł.			1,10
A - "Stałe"	Stałe		1,10

MOMENTY :



TNĄCE :



NORMALNE :



SIŁY PRZEKROJOWE:

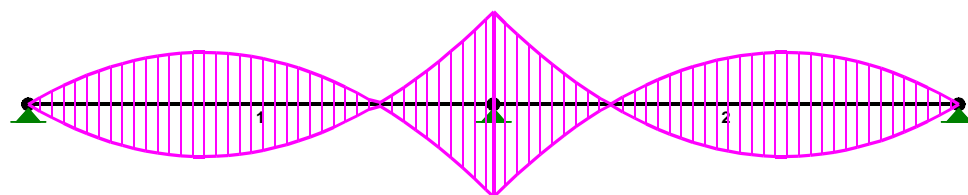
T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,000	23,885	0,000
	0,38	1,500	17,913*	-0,000	0,000
	1,00	4,000	-31,846	-39,808	0,000
2	0,00	0,000	-31,846	39,808	0,000
	0,63	2,500	17,913*	0,000	0,000
	1,00	4,000	0,000	-23,885	0,000

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



NAPRĘŻENIA:

T.I rzędu

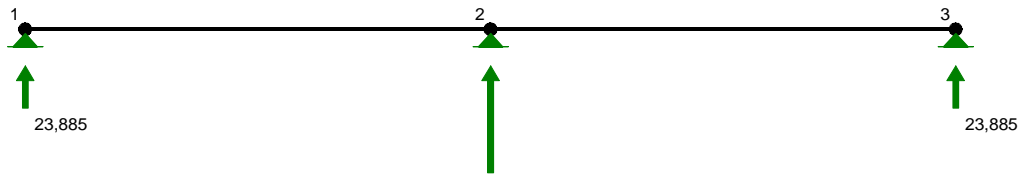
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
[MPa]					
2 St3S (X,Y,V,W)					
1	0,00	0,000	-0,000	0,000	0,000
	1,00	4,000	83,367	-83,367	0,407*

2	0,00	0,000	83,367	-83,367	0,407*
	1,00	4,000	0,000	0,000	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,000	23,885	23,885	
2	0,000	79,615	79,615	
3	0,000	23,885	23,885	

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Fi[rad]([deg]):
1	0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00271 (-0,155)
2	0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00000 (-0,000)
3	0,00000	-0,00000	0,00000	0,00271 (0,155)

PRZEMIESZCZENIA:

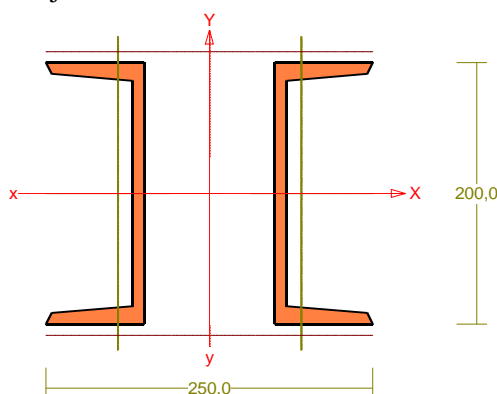


DEFORMACJE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	F Ia[deg]:	F Ib[deg]:	f[m]:	L/f:
1	-0,0000	-0,0000	-0,155	0,000	0,0028	1421,1
2	-0,0000	-0,0000	-0,000	0,155	0,0028	1421,1

Pręt nr 1

Przekrój: 2 U 200



Wymiary przekroju:

U 200 h=200,0 s=75,0 g=8,8 t=11,5 r=11,5 ex=20,1.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=3820,0 J_{yg}=3460,6 A=64,40 i_x=7,7 i_y=7,3 J_w=18201,0 J_t=24,1 i_s=10,6.

Materiał: St3S (X,Y,V,W). Wytrzymałość **f_d=215 MPa** dla **g=11,5**.

Siły przekrojowe:

x_a = 4,000; x_b = 0,000.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

M_x = 31,846 kNm, V_y = -39,808 kN, N = 0,000 kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: **σ_t = 83,4 MPa σ_c = -83,4 MPa.**

Połączenie gałęzi:

Przyjęto, że gałęzie połączone są przewiązkami o szerokości b = 100,0 mm i grubości g = 8,0 mm w odstępach l₁ = 600,0 mm, wykonanymi ze stali St3S (X,Y,V,W).

Smukłość gałęzi:

$$\lambda_v = \lambda_1 = l_1 / i_1 = 600,0 / 21,4 = 28,04$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

Współczynniki redukcji nośności:

Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi $\varphi_p = 1,000$. Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

$$\bar{\lambda} = \lambda_1 / \lambda_p = 28,04 / 84,00 = 0,334 \Rightarrow \varphi_l = 0,944.$$

W związku z tym współczynniki redukcji nośności wynoszą:

- dla zginania względem osi X: $\psi_x = 1,000$

Smukłość zastępcza pręta:

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi Y

$$\lambda = l_{wy} / i_y = 4000,0 / 73,3 = 54,57$$

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} \cdot m / 2 = \sqrt{54,57^2 + 28,04^2} = 61,35$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_6} = \frac{61,35}{84,00} \times \sqrt{0,944} = 0,710$$

Nośność przewiązek:

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,000$.

Przewiązki prostopadłe do osi Y:

$$Q = 1,2 \quad V = 1,2 \times 0,000 = 0,000 \text{ kN}$$

$$Q \geq 0,012 A f_d = 0,012 \times 64,40 \times 215 \times 10^{-1} = 16,615 \text{ kN}$$

Przyjęto $Q = 16,615 \text{ kN}$

$$V_Q = \frac{Q l_1}{n(m-1)a} = \frac{16,615 \times 600,0}{2 \times (2-1) \times 140,2} = 35,553 \text{ kN} \quad M_Q = \frac{Q l_1}{m n} =$$

$$\frac{16,615 \times 0,6}{2 \times 2} = 2,492 \text{ kNm}$$

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 0,9 \times 100,0 \times 8,0 \times 215 \times 10^{-3} = 89,784 \text{ kN}$$

$$M_R = W f_d = 8,0 \times 100,0^2 / 6 \times 215 \times 10^{-6} = 2,867 \text{ kNm}$$

$$V_Q = 35,553 < 89,784 = V_R \quad M_Q = 2,492 < 2,867 = M_R$$

Naprężenia:

$x_a = 4,000$; $x_b = 0,000$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 83,4 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -83,4 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = 0,0 \quad \Delta\sigma = 83,4 \text{ MPa}$ $\psi_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 35,20 \text{ cm}^2$ $\tau = 11,3 \text{ MPa}$ $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 83,4 = 83,4 < 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 11,3 / 1,000 = 11,3 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{83,4^2 + 3 \times 0,0^2} = 83,4 < 215 \text{ MPa}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,400 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,790 \quad \text{dla } l_0 = 4,000$$
$$l_w = 0,790 \times 4,000 = 3,160 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 4,000$$
$$l_w = 1,000 \times 4,000 = 4,000 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 4,000 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 4,000 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 3820,0}{3,160^2} 10^{-2} = 7740,033 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 3460,6}{4,000^2} 10^{-2} = 4376,106 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\varpi}}{l_{\varpi}^2} + GJ_T \right) =$$

$$\frac{1}{10,6^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 18201,0}{4,000^2} 10^{-2} + 80 \times 24,1 \times 10^2 \right) = 1,000000E+20 \text{ kN}$$

Zwichrzenie:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00$ cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00$ cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: $A_1 = 0,000$, $A_2 = 0,000$, $B = 0,000$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 4376,106 + \sqrt{(0,000 \times 4376,106)^2 + 0,000^2 \times 0,106^2 \times 4376,106 \times 1,000000E+20} = 0,000$$

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem: $\bar{\lambda}_L = 0$.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 4,000$; $x_b = 0,000$.

- względem osi X

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 382,0 \times 215 \times 10^{-3} = 82,130 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{31,846}{1,000 \times 82,130} = 0,388 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 4,000$; $x_b = 0,000$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 35,2 \times 215 \times 10^{-1} = 438,944 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 131,683 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 39,808 < 438,944 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 4,000$; $x_b = 0,000$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 39,808 < 131,683 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 82,130 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{31,846}{82,130} = 0,388 < 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,000$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0$ mm.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 0,0$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,w} = c_o t_w \eta_c f_d = 215,0 \times 8,8 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 406,801 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,000 < 406,801 = P_{R,w}$$

Złożony stan środka

$x_a = 4,000$; $x_b = 0,000$.

Siły przekrojowe przypadające na środek i nośności środka:

$$\begin{array}{llll} N_w & = 0,000 & N_{Rw} & = 291,359 \text{ kN} \\ M_w & = 2,233 & M_{Rw} & = 7,478 \text{ kNm} \\ V & = -39,808 & V_R & = 438,944 \text{ kN} \\ P & = 0,000 & P_{Rc} & = 406,801 \text{ kN} \end{array}$$

Przyjęto, że zastosowane zostaną żebra w miejscu występowania siły skupionej ($P = 0$).

Współczynnik niestateczności ścianki wynosi: $\phi_p = 1,000$.

Warunek nośności środka:

$$\left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} + \frac{P}{P_{Rc}} \right)^2 - 3 \phi_p \left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} \right) \frac{P}{P_{Rc}} + \left(\frac{V}{V_R} \right)^2 =$$

$$\left(\frac{0,000}{291,359} + \frac{2,233}{7,478} + \frac{0,000}{406,801} \right)^2 - 3 \times 1,000 \times \left(\frac{0,000}{291,359} + \frac{2,233}{7,478} \right) \frac{0,000}{406,801} + \left(\frac{-39,808}{438,944} \right)^2 = 0,097 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 2,6 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 4000 / 250 = 16,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,6 < 16,0 = a_{\text{gr}}$$

Projektant - konstruktor: mgr inż. Małgorzata Jaworska
PDL/0099/PWOK/13

.....
podpis