

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	0,000	3,000	3,000	1,000	3 H 120x 60x 4.0

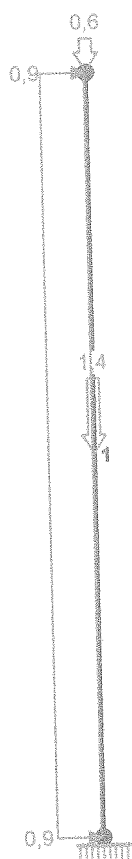
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
3	13,5	247	83	41	41	12,0	2 Stal St3

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
2 Stal St3	205000	215,000	1,20E-05

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: 1	A "Stałe" Skupione	0,0	1,40	Stałe	$\gamma_f = 1,20$ 1,50	
Grupa: 1	B "Śnieg" Skupione	0,0	0,63	Zmienne	$\gamma_f = 1,50$ 3,00	
Grupa: 1	C "Wiatr" Liniowe	90,0	0,87	Zmienne	$\gamma_f = 1,40$ 0,00 3,00	

W Y N I K I
 Teoria I-go rzędu

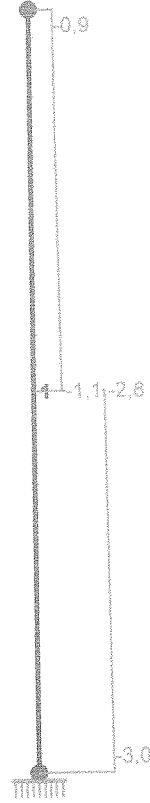
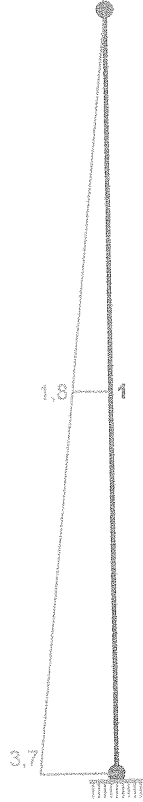
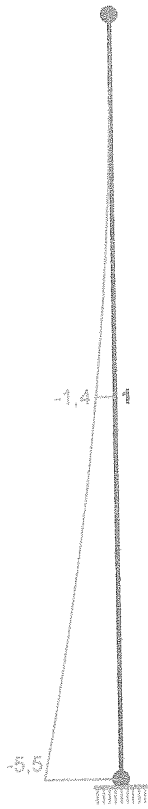
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - "Stałe"	Stałe		1,20
B - "Śnieg"	Zmienne	1 1,00	1,50
C - "Wiatr"	Zmienne	1 1,00	1,40

MOMENTY:

TNACE:

NORMALNE:



SILY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

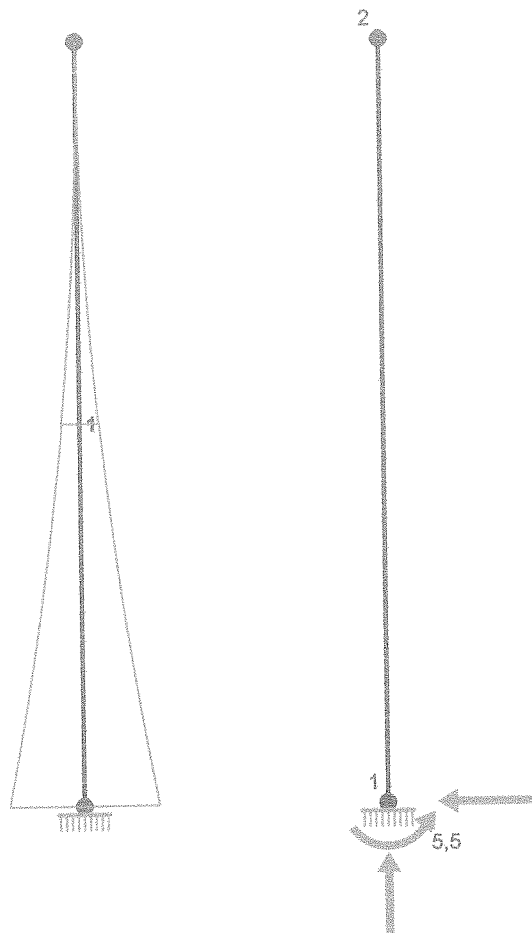
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-5,5	3,7	-3,0
	1,00	3,000	0,0	0,0	-0,9

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:

REAKCJE PODPOROWE:



NAPRĘŻENIA:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		

2 Stal St3

1	0,00	0,000	130,9	-135,3	0,630*
	1,00	3,000	-0,7	-0,7	0,003

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:

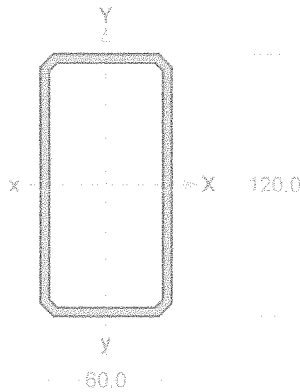
T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
--------	--------	--------	----------------	---------

1	-3,7	3,0	4,7	5,5
---	------	-----	-----	-----

Przekrój: H 120x 60x 4.0



Wymiary przekroju:

H 120x 60x 4.0 $h=120,0$ $s=60,0$ $g=4,0$ $t=4,0$ $r=5,6$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

 $J_{xg}=247,0$ $J_{yg}=82,7$ $A=13,50$ $i_x=4,3$ $i_y=2,5$.Materiał: St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W. Wytrzymałość $f_d=215$ MPa dla $g=4,0$.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:

 $x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: ABC

 $M_x = 5,5$ kNm, $V_y = 3,7$ kN, $N = -3,0$ kN,Napężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 130,9$ MPa $\sigma_c = -135,3$ MPa.

Napężenia:

 $x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.Napężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 130,9$ MPa $\sigma_c = -135,3$ MPa.

Napężenia:

- normalne: $\sigma = -2,2$ $\Delta\sigma = 133,1$ MPa $\psi_{oc} = 1,000$ - ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 9,6$ cm² $\tau = 3,8$ MPa $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 2,2 / 1,000 + 133,1 = 135,3 < 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 3,8 / 1,000 = 3,8 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{135,3^2 + 3 \times 3,8^2} = 135,5 < 215 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

 $x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.Siła osiowa: $N = -3,0$ kN.Pole powierzchni przekroju: $A = 13,50$ cm².Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 13,50 \times 215 \times 10^{-1} = 290,3$ kN.

Warunek nośności (31):

$$N = 3,0 < 290,3 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

 $\chi_1 = 0,500$ $\chi_2 = 1,000$ węzły przesuwne $\Rightarrow$ $\mu = 2,484$ dla $l_0 = 3,000$

$$l_w = 2,484 \times 3,000 = 7,452 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

 $\chi_1 = 1,000$ $\chi_2 = 1,000$ węzły nieprzesuwne $\Rightarrow$ $\mu = 1,000$ dla $l_0 = 3,000$

$$l_w = 1,000 \times 3,000 = 3,000 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 247,0}{7,452^2} 10^{-2} = 90,0 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 82,7}{3,000^2} 10^{-2} = 185,9 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$:

$$N_{RC} = A f_d = 13,5 \times 215 \times 10^{-1} = 290,3 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{290,3 / 90,0} = 2,074 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,226$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{290,3 / 185,9} = 1,443 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,433$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,226$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{3,0}{0,226 \times 290,3} = 0,045 < 1$$

Zwichrzenie:

Dla przekroju rurowego lub skrzynkowego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_o = 3000 \text{ mm}$:

$$100 b_o \sqrt{215 / f_d} = 100 \times 56,0 \times \sqrt{215 / 215} = 5600 > 3000 = l_1$$

Pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 41,2 \times 215 \times 10^{-3} = 8,9 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{RC}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{3,0}{290,3} + \frac{5,5}{1,000 \times 8,9} = 0,630 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 5,5 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{RC}} = 1,25 \times 0,226 \times 2,074^2 \times \frac{1,000 \times 5,5}{8,9} \times \frac{3,0}{290,3} = 0,008$$

$$\Delta_x = 0,008 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{RC}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{3,0}{0,226 \times 290,3} + \frac{1,000 \times 5,5}{1,000 \times 8,9} = 0,665 < 0,992 = 1 - 0,008$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{RC}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{3,0}{0,433 \times 290,3} + \frac{1,000 \times 5,5}{1,000 \times 8,9} = 0,643 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 9,3 \times 215 \times 10^{-1} = 115,7 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 34,7 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 3,7 < 115,7 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 3,7 < 34,7 = V_O$

$$M_{R,V} = M_R = 8,9 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{3,0}{290,3} + \frac{5,5}{8,9} = 0,630 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 0,000$, $x_b = 3,000$.

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 3,7 < 115,7 = 115,7 \times \sqrt{1 - (3,0 / 290,3)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 0,0 \text{ mm}$.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 135,3 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 135,3 / 215 = 0,935$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 20,0 \times 4,0 \times 0,935 \times 215 \times 10^{-3} = 16,1 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,0 < 16,1 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 2,7 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 350 = 3000 / 350 = 8,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,7 < 8,6 = a_{gr}$$

PODSTAWA SŁUPA wg PN-85/B-03215

Zadanie: Włacz słup; węzeł nr: 1