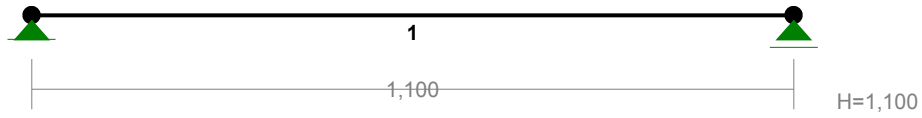
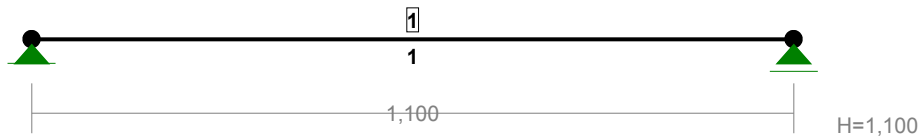


BELKA STALOWA NADPROŻA

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



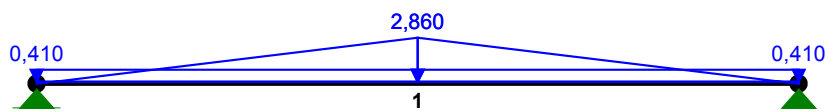
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	13,5	206	29	41	41	10,0	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])

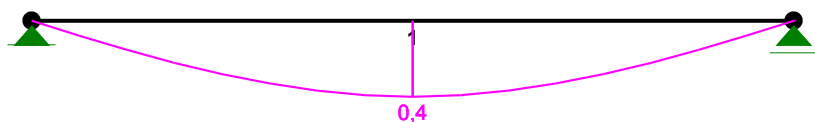
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: A ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,22$	
1	Linowe	0,0	0,410	0,410	0,00	1,10
Grupa: B ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,11$	
1	Linowe	0,0	0,000	2,860	0,00	0,55
1	Linowe	0,0	2,860	0,000	0,55	1,10

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

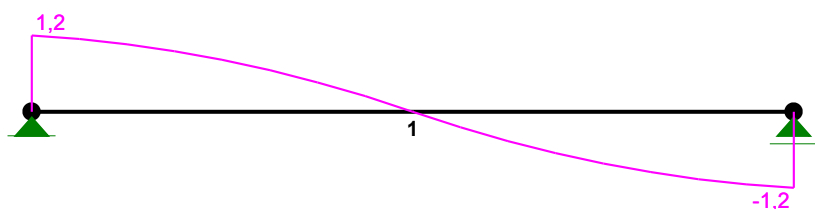
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - ""	Zmienne 1	1,00	1,22
B - ""	Zmienne 1	1,00	1,11

MOMENTY:



TNĄCE:



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,0	1,2	0,0
	0,50	0,550	0,4*	0,0	0,0
	1,00	1,100	-0,0	-1,2	0,0

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:**REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,0	1,2	1,2	
2	0,0	1,2	1,2	

Pręt nr 1

Zadanie: nowe

Przekrój: U 100

Wymiary przekroju:

U 100 h=100,0 s=50,0 g=6,0 t=8,5 r=8,5 ex=15,5.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=206,0 J_{yg}=29,3 A=13,50 i_x=3,9 i_y=1,5 J_w=413,8 J_t=2,7 x_s=-3,1 i_s=5,2 r_y=4,7 b_x=-5,4.Materiał: St3SX,St3SY,St3S,St3V,St3W. Wytrzymałość **f_d=215 MPa** dla **g=8,5**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:x_a = 0,550; x_b = 0,550.Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

$$\mathbf{M}_x = -0,4 \text{ kNm}, \quad \mathbf{V}_y = 0,0 \text{ kN}, \quad \mathbf{N} = 0,0 \text{ kN},$$

Napężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 10,0 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -10,0 \text{ MPa}$.**Napężenia:**

$x_a = 0,550$; $x_b = 0,550$.

Napężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 10,0 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -10,0 \text{ MPa}$.

Napężenia:

- normalne: $\sigma = 0,0$ $\Delta\sigma = 10,0 \text{ MPa}$ $\psi_{oc} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 10,0 = 10,0 < 215 \text{ MPa}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 1,100$$

$$l_w = 1,000 \times 1,100 = 1,100 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 1,100$$

$$l_w = 1,000 \times 1,100 = 1,100 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 1,100 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 1,100 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 206,0}{1,100^2} 10^{-2} = 3444,6 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 29,3}{1,100^2} 10^{-2} = 489,9 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\phi}{l_\phi^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{5,2^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 413,8}{1,100^2} 10^{-2} + 80 \times 2,7 \times 10^2 \right) = 1065,6 \text{ kN}$$

$$N_{xz} = \frac{N_x + N_z - \sqrt{(N_x + N_z)^2 - 4N_x N_z (1 - \mu y_s^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu y_s^2 / i_s^2)} =$$

$$\frac{3444,6 + 1065,6 - \sqrt{(3444,6 + 1065,6)^2 - 4 \times 3444,6 \times 1065,6 \times (1 - 1,000 \times 3,1^2 / 5,2^2)}}{2 \times (1 - 1,000 \times 3,1^2 / 5,2^2)} = 942,1 \text{ kN}$$

Zwichrzenie:

Moment krytyczny przy zwichrzeniu ceownika zginanego w płaszczyźnie środka można wyznaczyć, jak dla dwuteownika o tych samych wymiarach, dla którego

$$N_y = 298,2 \text{ kN}, \quad N_z = 1665,1 \text{ kN}.$$

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00 \text{ cm}$. Różnica współrzędnych środka ścinania

i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00$ cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: $A_1 = 0,000$, $A_2 = 0,000$, $B = 0,000$.

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

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

$$= 0,000 \times 298,2 + \sqrt{(0,000 \times 298,2)^2 + 0,000^2 \times 0,052^2 \times 298,2 \times 1665,1} = 0,0$$

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

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,550$; $x_b = 0,550$.

- względem osi X

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

Nośność przekroju względem osi X należy zredukować do wartości:

$$M_{R,red} = W f_d \left[0,85 - \left(\frac{V}{V_R} \frac{e t_w}{b t_f} \right)^2 \right] = 41,2 \times 215 \times \left[0,85 - \left(\frac{0,0 \times 3,1 \times 0,6}{74,8 \times 5,0 \times 0,8} \right)^2 \right] \times 10^{-3} = 7,5$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{0,4}{1,000 \times 7,5} = 0,055 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 1,100$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 6,0 \times 215 \times 10^{-1} = 74,8 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 22,4 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 1,2 < 74,8 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 0,550$; $x_b = 0,550$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,0 < 22,4 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 7,5 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{0,4}{7,5} = 0,055 < 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 1,100$.

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:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 184,9 \times 6,0 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 238,6 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 1,2 < 238,6 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,1 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 1100 / 350 = 3,1 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,1 < 3,1 = a_{\text{gr}}$$

Sprawdził:

Obliczenia wykonał: