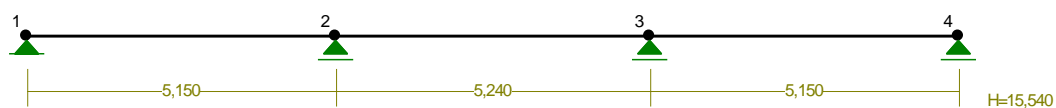


WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	5,150	0,000
3	10,390	0,000
4	15,540	0,000

PODPORY:

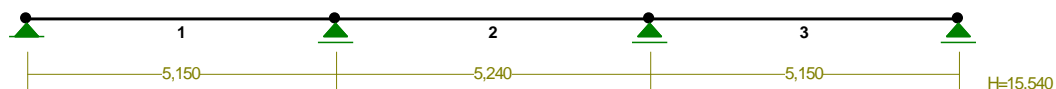
P o d a t n o ś c i

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

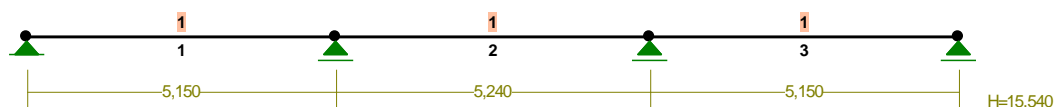
OSIADANIA:

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

PRETY:



# 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	5,150	0,000	5,150	1,000	1 I 200
2	00	2	3	5,240	0,000	5,240	1,000	1 I 200
3	00	3	4	5,150	0,000	5,150	1,000	1 I 200

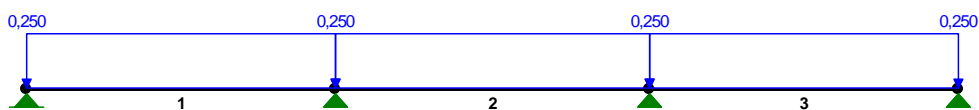
## WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	33,5	2140	117	118	118	20,8	2 St3S (X,Y,V,W)

## STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
2 St3S (X,Y,V,	205	205,000	1,20E-05

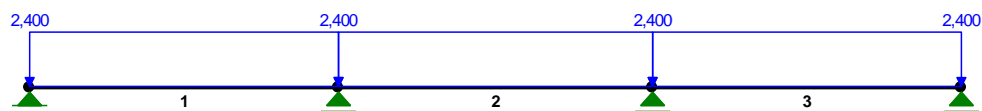
## OBCIĄŻENIA:



## OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A "pokrycie dachowe"			Stałe	γf= 1,35	
1	Liniowe	0,0	0,250	0,250	0,00	5,15
2	Liniowe	0,0	0,250	0,250	0,00	5,24
3	Liniowe	0,0	0,250	0,250	0,00	5,15

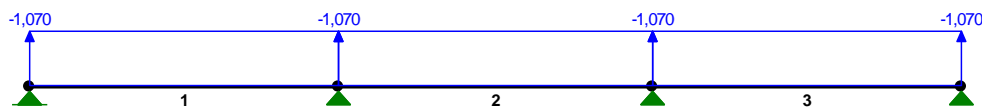
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	S "śnieg"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	2,400	2,400	0,00	5,15
2	Liniowe	0,0	2,400	2,400	0,00	5,24
3	Liniowe	0,0	2,400	2,400	0,00	5,15

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	W "wiatr"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	-1,070	-1,070	0,00	5,15
2	Liniowe	0,0	-1,070	-1,070	0,00	5,24
3	Liniowe	0,0	-1,070	-1,070	0,00	5,15

W Y N I K I  
Teoria I-go rzędu  
Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

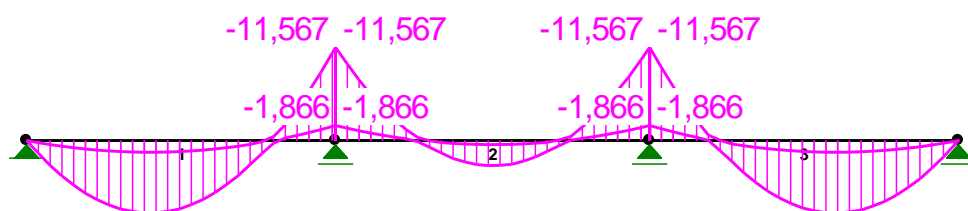
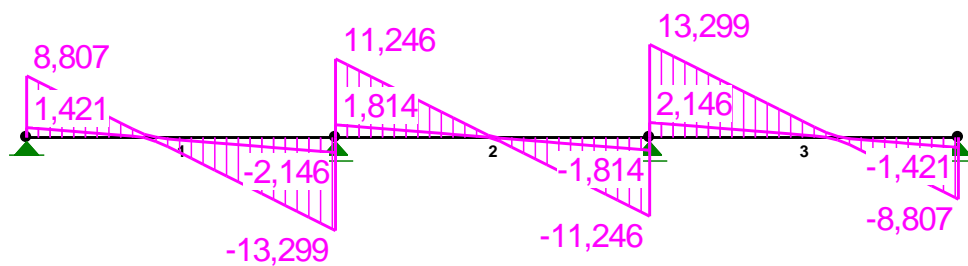
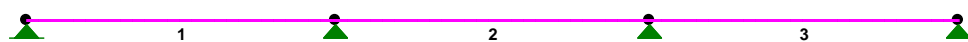
Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			1,35
A -"pokrycie dachowe"	Stałe		1,35
S -"śnieg"	Zmienne	1 0,00	1,50
W -"wiatr"	Zmienne	1 0,00	1,50

**RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:**

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "pokrycie dachowe"	EWENTUALNIE
S - "śnieg"	EWENTUALNIE
W - "wiatr"	EWENTUALNIE

**KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:**

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : A
	EWENTUALNIE: S

**MOMENTY-OBWIEDNIE:****TNĄCE-OBWIEDNIE:****NORMALNE-OBWIEDNIE:**

**SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	1,931	<b>9,004*</b>	0,517	0,000	AS
	5,150	<b>-11,567*</b>	-13,299	0,000	AS
	5,150	-11,567	<b>-13,299*</b>	0,000	AS
	5,150	-11,567	-13,299	<b>0,000*</b>	AS
	1,931	9,004	0,517	<b>0,000*</b>	AS
	5,150	-11,567	-13,299	<b>0,000*</b>	AS
	1,931	9,004	0,517	<b>0,000*</b>	AS
2	2,620	<b>3,166*</b>	-0,000	0,000	AS
	0,000	<b>-11,567*</b>	11,246	0,000	AS
	0,000	-11,567	<b>11,246*</b>	0,000	AS
	0,000	-11,567	11,246	<b>0,000*</b>	AS
	2,620	3,166	-0,000	<b>0,000*</b>	AS
	0,000	-11,567	11,246	<b>0,000*</b>	AS
	2,620	3,166	-0,000	<b>0,000*</b>	AS
3	3,219	<b>9,004*</b>	-0,517	0,000	AS
	0,000	<b>-11,567*</b>	13,299	0,000	AS
	0,000	-11,567	<b>13,299*</b>	0,000	AS
	0,000	-11,567	13,299	<b>0,000*</b>	AS
	3,219	9,004	-0,517	<b>0,000*</b>	AS
	0,000	-11,567	13,299	<b>0,000*</b>	AS
	3,219	9,004	-0,517	<b>0,000*</b>	AS

\* = Wartości ekstremalne

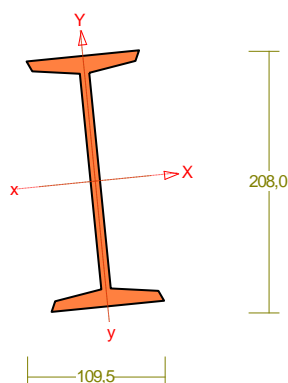
**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>0,000*</b>	8,807	8,807		AS
	<b>0,000*</b>	1,421	1,421		A
	0,000	<b>8,807*</b>	8,807		AS
	0,000	<b>1,421*</b>	1,421		A
	0,000	8,807	<b>8,807*</b>		AS
2	<b>0,000*</b>	24,546	24,546		AS
	<b>0,000*</b>	3,960	3,960		A
	0,000	<b>24,546*</b>	24,546		AS
	0,000	<b>3,960*</b>	3,960		A
	0,000	24,546	<b>24,546*</b>		AS
3	<b>0,000*</b>	24,546	24,546		AS
	<b>0,000*</b>	3,960	3,960		A
	0,000	<b>24,546*</b>	24,546		AS
	0,000	<b>3,960*</b>	3,960		A
	0,000	24,546	<b>24,546*</b>		AS
4	<b>0,000*</b>	8,807	8,807		AS
	<b>0,000*</b>	1,421	1,421		A
	0,000	<b>8,807*</b>	8,807		AS
	0,000	<b>1,421*</b>	1,421		A
	0,000	8,807	<b>8,807*</b>		AS

\* = Wartości ekstremalne

## Pręt nr 1



Wymiary przekroju:

I 200 h=200,0 g=7,5 s=90,0 t=11,3 r=7,5.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=2140,0$   $J_{yg}=117,0$   $A=33,50$   $i_x=8,0$   $i_y=1,9$   $J_w=10437,8$   $J_t=12,9$   $i_s=8,2$ .

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=11,3**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

### Siły przekrojowe:

$x_a = 5,150$ ;  $x_b = -0,000$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AS**

$M_x = 11,510$  kNm,  $V_y = -13,233$  kN,  $N = 0,000$  kN,

$M_y = -1,151$  kNm,  $V_x = -1,323$  kN.

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 98,0$  MPa  $\sigma_c = -98,0$  MPa.

### Naprężenia:

$x_a = 5,150$ ;  $x_b = -0,000$ .

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 98,0$  MPa  $\sigma_c = -98,0$  MPa.

Naprężenia:

- normalne:  $\sigma = 0,0$   $\Delta\sigma = 98,0$  MPa  $\psi_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y:  $A_v = 15,00$  cm<sup>2</sup>  $\tau = 8,8$  MPa  $\psi_{ov} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi X:  $A_v = 20,36$  cm<sup>2</sup>  $\tau = 0,7$  MPa  $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 98,0 = 98,0 < 215 \text{ MPa}$$

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

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

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{98,0^2 + 3 \times 0,7^2} = 98,0 < 215 \text{ MPa}$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,337 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,773 \quad \text{dla } l_o = 5,150$$
$$l_w = 0,773 \times 5,150 = 3,981 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 5,150$$
$$l_w = 1,000 \times 5,150 = 5,150 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $\mu_\omega = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{\omega\omega} = 5,150 \text{ m}$ . Długość wyboczeniowa  $l_\omega = 5,150 \text{ m}$ .

### Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 2140,0}{3,993^2} 10^{-2} = 2716,268 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 117,0}{5,138^2} 10^{-2} = 89,656 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{8,2^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 10437,8}{5,150^2} 10^{-2} + 80 \times 12,9 \times 10^2 \right) = 1650,310 \text{ kN}$$

### Zwichrzenie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem  $l_1 = l_{\omega\omega} = 5150 \text{ mm}$ :

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 19}{0,550} \times \sqrt{215 / 215} = 1190 < 5150 = l_1$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

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

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

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

$$0,000 \times 89,656 + \sqrt{(0,000 \times 89,656)^2 + 0,000^2 \times 0,082^2 \times 89,656 \times 1650,310} = 0,000$$

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

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 5,150$ ;  $x_b = -0,000$ .

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 214,0 \times 215 \times 10^{-3} = 46,010 \text{ kNm}$$

- względem osi Y

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 26,0 \times 215 \times 10^{-3} = 5,590 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{11,510}{1,000 \times 46,010} + \frac{1,151}{5,590} = 0,456 < 1$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 5,150$ ;  $x_b = -0,000$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 15,0 \times 215 \times 10^{-1} = 187,050 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 112,230 \text{ kN}$$

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 20,4 \times 215 \times 10^{-1} = 253,844 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 76,153 \text{ kN}$$

Warunki nośności:

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi Y: } V = 13,233 < 187,050 = V_R$$

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X: } V = 1,323 < 253,844 = V_R$$

### Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 5,150$ ;  $x_b = -0,000$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 13,233 < 112,230 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 46,010 \text{ kNm}$$

- dla zginania względem osi Y:  $V_x = 1,323 < 76,153 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 5,590 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx, V}} + \frac{M_y}{M_{Ry, V}} = \frac{11,510}{46,010} + \frac{1,151}{5,590} = 0,456 < 1$$

### Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 5,150$ .

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $c = 100,0 \text{ mm}$ .

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

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 194,0 \times 7,5 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 312,898 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,000 < 312,898 = P_{R,W}$$



**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 3,2 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 5150 / 250 = 20,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 3,2 < 20,6 = a_{\text{gr}}$$

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 5,8 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 5150 / 250 = 20,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 5,8 < 20,6 = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = \sqrt{5,8^2 + 3,2^2} = 6,6$$