

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

Węzeł:	H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
1	0,0	24,0	24,0	
2	0,0	155,3	155,3	
3	0,0	194,7	194,7	
4	0,0	155,3	155,3	
5	0,0	24,0	24,0	

Projektant:

Sprawdzający:

NORMALNE:

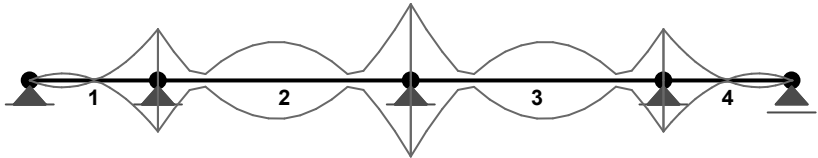


**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,0	24,0	0,0
	0,26	0,812	<b>9,7*</b>	-0,1	0,0
	1,00	3,150	-71,3	-69,2	0,0
2	0,00	0,000	-71,3	86,0	0,0
	0,47	2,906	<b>53,8*</b>	0,1	0,0
	1,00	6,200	-106,5	-97,4	0,0
3	0,00	0,000	-106,5	97,4	0,0
	0,53	3,294	<b>53,8*</b>	-0,1	0,0
	1,00	6,200	-71,3	-86,0	0,0
4	0,00	0,000	-71,3	69,2	0,0
	0,74	2,338	<b>9,7*</b>	0,1	0,0
	1,00	3,150	-0,0	-24,0	0,0

\* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:

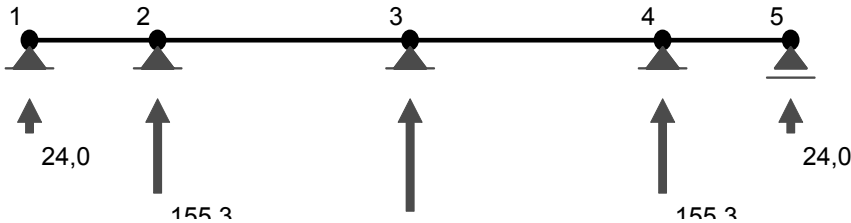


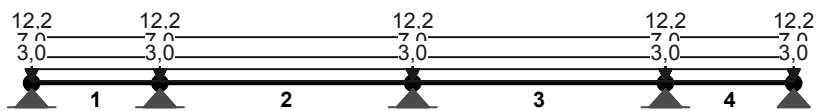
**NAPRĘŻENIA:** T.I rzędu Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
[MPa]					
<b>15 Beton B 20</b>					
1	0,00	0,000	0,0	0,0	0,000
	1,00	3,150	6,8	-6,8	<b>0,595*</b>
2	0,00	0,000	6,8	-6,8	0,595
	1,00	6,200	10,2	-10,2	<b>0,889*</b>
3	0,00	0,000	10,2	-10,2	<b>0,889*</b>
	1,00	6,200	6,8	-6,8	0,595
4	0,00	0,000	6,8	-6,8	<b>0,595*</b>
	1,00	3,150	0,0	-0,0	0,000

\* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:





# **OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

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

Grupa:	A	"ściana nad belką"		Stałe	$\gamma_f = 1,13$	
1	Liniowe	0,0	12,20	12,20	0,00	3,15
2	Liniowe	0,0	12,20	12,20	0,00	6,20
3	Liniowe	0,0	12,20	12,20	0,00	6,20
4	Liniowe	0,0	12,20	12,20	0,00	3,15

Grupa:	B	"od stropu teriva"		Stałe	$\gamma_f = 1,19$	
1	Liniowe	0,0	6,97	6,97	0,00	3,15
2	Liniowe	0,0	6,97	6,97	0,00	6,20
3	Liniowe	0,0	6,97	6,97	0,00	6,20
4	Liniowe	0,0	6,97	6,97	0,00	3,15

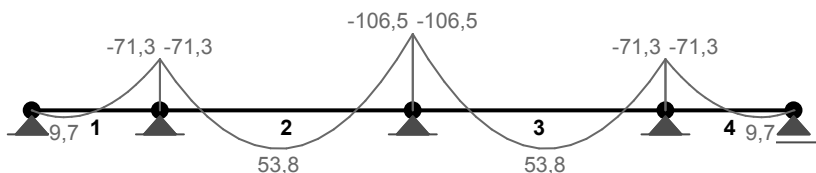
Grupa:	C	"worek śnieżny"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	3,00	3,00	0,00	3,15
2	Liniowe	0,0	3,00	3,00	0,00	6,20
3	Liniowe	0,0	3,00	3,00	0,00	6,20
4	Liniowe	0,0	3,00	3,00	0,00	3,15

## **W Y N I K I** **Teoria I-go rzędu**

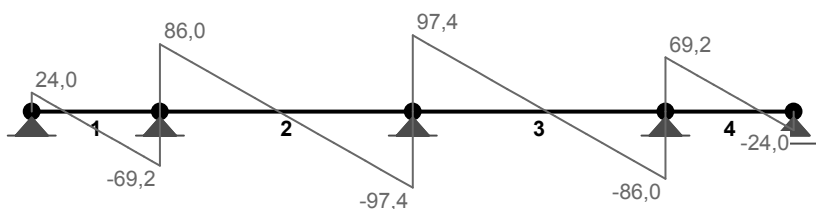
### **OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			1,00
A -"ściana nad belką"	Stałe		1,13
B -"od stropu teriva"	Stałe		1,19
C -"worek śnieżny"	Zmienne	1	1,00
			1,50

### **MOMENTY:**



### **TNĄCE:**



3 9,350 0,000

#### PODPORY:

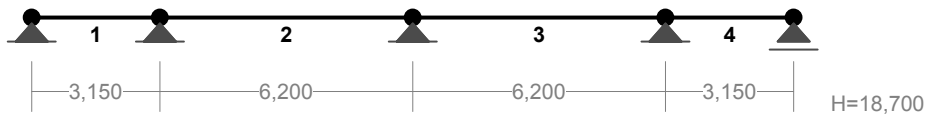
P o d a t n o ś c i

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	
4	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
5	przesuwna	0,0	0,000E+00*		

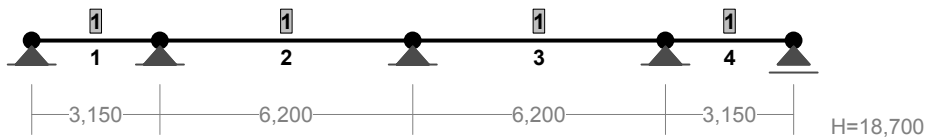
#### OSIADANIA:

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

#### 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	3,150	0,000	3,150	1,000	1 B 50,0x25,0
2	00	2	3	6,200	0,000	6,200	1,000	1 B 50,0x25,0
3	00	3	4	6,200	0,000	6,200	1,000	1 B 50,0x25,0
4	00	4	5	3,150	0,000	3,150	1,000	1 B 50,0x25,0

#### WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	1250,0	260417	65104	10417	10417	50,0	15 Beton B 20

#### STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
15 Beton B 20	27000	11,500	1,00E-05

#### OBCIĄŻENIA:

$\beta =$	1.21		Współczynnik efektu dźwigni	$\beta = 2.67 - t/t_{\min}$
$h_0 =$	337	[mm]	Odległość pomiędzy osiami półek belki	
$y_{\min} =$	202	[mm]	Minimalne ramię działania sił w śrubach	$y_{\min} = 0.6 h_0$

Odległości śrub od osi obrotu i współczynniki rozdziału obciążenia

Nr śruby	$m_i$	$y_i$	$y_{ired}$	$\omega_{tNi}$	$\omega_{tMi}$	$\omega_{rNi}$	$\omega_{rMi}$
1	4	379	—	0.70	0.70	—	—
2	4	279	—	1.00	0.90	—	—
3	4	229	—	0.80	0.80	—	—
4	4	179	—	1.00	—	—	—

#### Kontrola układu śrub ze względu na zerwanie - [6.2.4.3.e,f]

$M_{Rjt} =$	349.51	[kN*m]	Nośność na zginanie	$M_{Rjt} = S_{Rt} \sum (m_i \omega_{tMi} y_i)$ (89)
$M_d / M_{Rjt} \leq 1.0$ (88)			0.84 < 1.00	zweryfikowano (0.84)

#### Kontrola nośności pojedynczej śruby na rozciąganie i ścinanie - [6.2.3.1]

$S_t =$	93.96	[kN]	Siła rozciągająca w najbardziej wyężonej śrubie	
$S_v =$	0.05	[kN]	Siła ścinająca w najbardziej wyężonej śrubie	
$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 \leq 1.0$ (74)			0.57 < 1.00	zweryfikowano (0.57)

### KONTROLA SPOIN - [6.3.3.3]

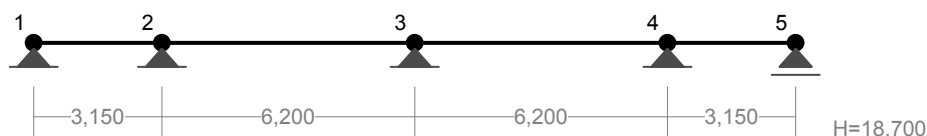
$A_s =$	204.322	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni wszystkich spoin	
$A_{sx} =$	163.946	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni spoin poziomych	
$A_{sy} =$	40.375	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni spoin pionowych	
$I_{sx} =$	50933.378	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności układu spoin wzgl. osi poz.	
$y_s =$	-0	[mm]	Przesunięcie środka ciężkości spoin względem środka ciężkości belki	
$v_{yg} =$	188	[mm]	Odległość krawędzi górnej spoiny od środka ciężkości układu spoin	
$v_{yd} =$	188	[mm]	Odległość krawędzi dolnej spoiny od środka ciężkości układu spoin	
$\chi =$	0.70		Współczynnik zależny od wytrzymałości	
$\sigma_{\perp \max} = \tau_{\perp \max} =$	-77.47	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	-59.71	[MPa]	Naprężenia w spoinie pionowej	
$\tau_{\parallel} =$	-0.20	[MPa]	Naprężenie styczne	[4.5.3.(5)]
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp \max}]^2 + 3[\tau_{\perp \max}]^2} / f_{db} \leq 1.0$ (93)			0.50 < 1.00	zweryfikowano (0.50)
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}]^2 + 3[\tau_{\parallel}]^2} / f_{db} \leq 1.0$ (93)			0.39 < 1.00	zweryfikowano (0.39)
$\sigma_{\perp} / f_{db} \leq 1.0$ (93)			0.36 < 1.00	zweryfikowano (0.36)

## UWAGI

Odległość śruby od krawędzi zbyt duża.	210 > 150
Spoina górnej półki belki większa od 0.7*min(grubości półki , grubości blachy) lub większa od 16 mm.	14.63 > 14
Spoina dolnej półki belki większa od 0.7*min(grubości półki , grubości blachy) lub większa od 16 mm.	14.63 > 14

### 3. PODCIĄG [poz. 2.6]

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	4	15,550	0,000
2	3,150	0,000	5	18,700	0,000

Profil:	HEB 360		
$\alpha =$	-3.0	[Deg]	Kąt nachylenia
$h_b =$	360	[mm]	Wysokość przekroju belki
$b_{fb} =$	300	[mm]	Szerokość przekroju belki
$t_{wb} =$	13	[mm]	Grubość środnika przekroju belki
$t_{fb} =$	23	[mm]	Grubość półki przekroju belki
$r_b =$	27	[mm]	Promień zaokrąglenia przekroju belki
$A_b =$	180.633	[cm <sup>2</sup> ]	Pole przekroju belki
$I_{xb} =$	43193.500	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności przekroju belki
Materiał:	STAL		
$f_{db} =$	215.00	[MPa]	Wytrzymałość

## ŚRUBY

$d =$	18	[mm]	Średnica śruby
Klasa =	10.9		Klasa śruby
$R_m =$	1000.00	[MPa]	Wytrzymałość śruby na rozciąganie
$R_e =$	900.00	[MPa]	Granica plastyczności
$n_h =$	4		Ilość kolumn śrub
$n_v =$	4		Ilość rzędów śrub
$h_1 =$	50	[mm]	Poziom pierwszej śruby
Rozstaw poziomy	80; 60	[mm]	
Rozstaw pionowy	100; 50; 50	[mm]	
Liczba śrub w rzędach	4; 4; 4; 4		

## BLACHA

$h_c =$	460	[mm]	Wysokość blachy
$b_c =$	330	[mm]	Szerokość blachy
$t_c =$	20	[mm]	Grubość blachy
Materiał:	STAL St3S		
$f_{dc} =$	215.00	[MPa]	Wytrzymałość

## SPOINY

$a_w =$	7	[mm]	Spoina środnika
$a_f =$	15	[mm]	Spoina półki
$a_s =$	4	[mm]	Spoina żebra

## OBCIĄŻENIA

### Stan graniczny nośności

Przypadek: Obliczenia ręczne.

$M_d =$	295.00	[kN*m]	Moment zginający
$Q_d =$	-0.80	[kN]	Siła ścinająca
$N_d =$	-13.40	[kN]	Siła osiowa

## REZULTATY

## KONTROLA POŁĄCZENIA ŚRUBOWEGO - KATEGORII - D [6.2.4.3]

### Nośności pojedynczej śruby - [Tablica 16]

$S_{Rt} =$	124.80	[kN]	Nośność śruby na zerwanie trzpienia	$S_{Rt} = \min (0.65 R_m A_s, 0.85 R_e A_s)$
$S_{Rr} =$	106.08	[kN]	Nośność śruby na rozwarcie styku	$S_{Rr} = 0.85 S_{Rt}$
$S_{Rv} =$	114.51	[kN]	Nośność śruby na ścięcie trzpienia	$S_{Rv} = 0.45 R_m A_v$

### Kontrola grubości blachy czołowej - [6.2.4.3.a]

$c =$	15	[mm]	Odległość między spoiną a brzegiem otworu śruby	
$b_s =$	66	[mm]	Szerokość współdziałania blachy przypadająca na jedną śrubę	$b_s = \min (2.0 \cdot (c + d), b_b)$
$t_{min1} =$	14	[mm]	Minimalna grubość blachy dla prostych połączeń rozciąganych	$t_{min1} = 1.2 \sqrt{(c S_{Rr} / (n_s f_d))}$
$t_{min2} =$	18	[mm]	Minimalna grubość blachy dla innych połączeń rozciąganych i zginanych	$t_{min2} = d (R_m / 1000)^{1/3}$
$t_c \geq t_{min2} (83)$			20   > 18	zweryfikowano (0.90)

### Parametry układu śrub - [6.2.4.3.d-f]

### Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 6,533$ .

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

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą  $\sigma_c = 0,8$  MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środnika na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 45,0 \times 12,5 \times 1,000 \times 205 \times 10^{-3} = 115,3 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = 0,0 < 115,3 = P_{R,W}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 9,2 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 350 = 6533 / 350 = 18,7 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 9,2 < 18,7 = a_{gr}$$

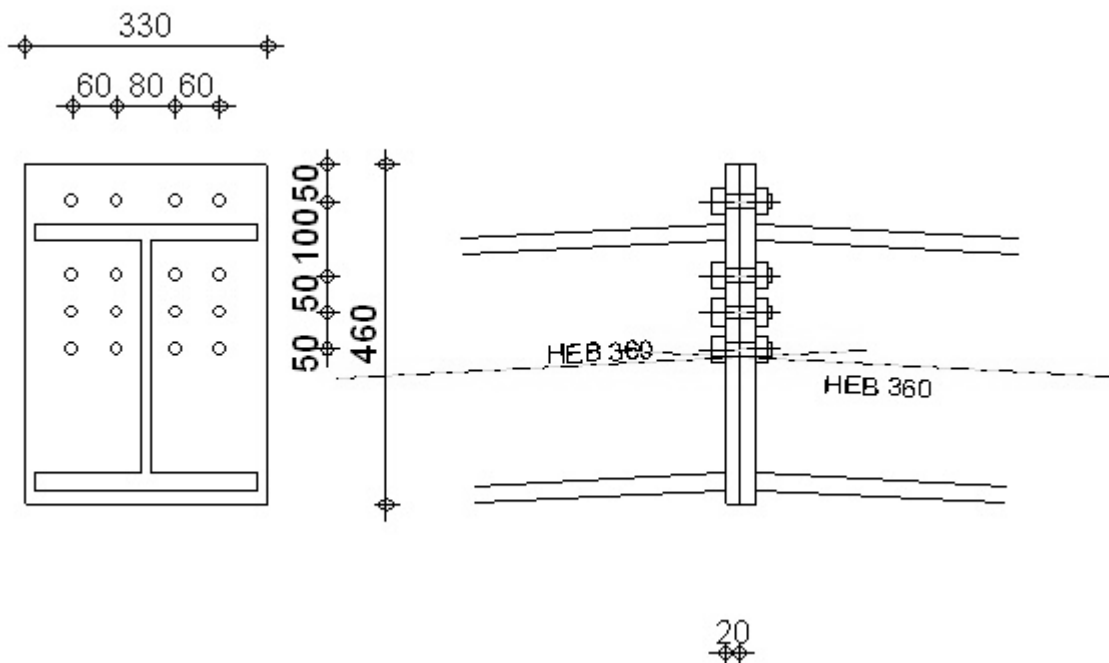
Przesunięcie poziome węzła znajdującego się na wysokości  $h = 8,140$  m wynosi:

$$u = 3,9 \text{ mm}$$

$$u_{gr} = h / 150 = 8140 / 150 = 54,3 \text{ mm}$$

$$u = 3,9 < 54,3 = u_{gr}$$

## 2.2. POŁĄCZENIE DOCZOŁOWE RYGLA



## STRONA LEWA

### BELKA

Profil:

HEB 360

$\alpha =$	-177	[mm]	Kąt nachylenia
$h_b =$	360	[mm]	Wysokość przekroju belki
$b_b =$	300	[mm]	Szerokość przekroju belki
$t_{wb} =$	13	[mm]	Grubość środnika przekroju belki
$t_{fb} =$	23	[mm]	Grubość półki przekroju belki
$r_b =$	27	[mm]	Promień zaokrąglenia przekroju belki
$A_b =$	180.633	[cm <sup>2</sup> ]	Pole przekroju belki
$I_{xb} =$	43193.500	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności przekroju belki

Materiał: STAL

$f_{db} =$  215.00 [MPa] Wytrzymałość

## STRONA PRAWA

### BELKA

mm:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 75}{0,830} \times \sqrt{215 / 205} = 3235 < 6533 = l_l$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

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:  $A_1 = 0,000$ ,  $A_2 = 0,000$ ,  $B = 0,000$ .

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

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

$$0,000 \times 4806,7 + \sqrt{(0,000 \times 4806,7)^2 + 0,000^2 \times 0,172^2 \times 4806,7 \times 12736,4} = 1,00E+30$$

Smukłość względna dla zwichrzenia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{491,9 / 1,00E+30} = 0,000$$

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 6,218$ ;  $x_b = 0,315$ .

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 2399,4 \times 205 \times 10^{-3} = 491,9 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla  $\lambda_L = 0,000$  wynosi  $\phi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{13,4}{3710,5} + \frac{294,8}{1,000 \times 491,9} = 0,603 < 1$$

### Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = -294,8 \text{ kNm} \quad \beta_x = 0,830$$

$$\Delta_x = 1,25 \phi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,410 \times 1,434^2 \frac{0,830 \times 294,8}{491,9} \times \frac{13,9}{3710,5} = 0,002$$

$$\Delta_x = 0,002 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\phi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{13,9}{0,410 \times 3710,5} + \frac{0,830 \times 294,8}{1,000 \times 491,9} = 0,507 < 0,998 = 1 - 0,002$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\phi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\phi_L M_{Ry}} = \frac{13,9}{0,553 \times 3710,5} + \frac{0,830 \times 294,8}{1,000 \times 491,9} = 0,504 < 1,000 = 1 - 0,000$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 6,533$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 45,0 \times 205 \times 10^{-1} = 535,0 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 321,0 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 88,6 < 535,0 = V_R$$

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

$x_a = 6,218$ ;  $x_b = 0,315$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 17,1 < 321,0 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 491,9 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{13,4}{3710,5} + \frac{294,8}{491,9} = 0,603 < 1$$

### Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 6,218$ ;  $x_b = 0,315$ .

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 17,1 < 535,0 = 535,0 \times \sqrt{1 - (13,4 / 3710,5)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$



Napężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 122,1 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -123,6 \text{ MPa}$ .

### Oslabienia otworami:

$x_a = 6,218$ ;  $x_b = 0,315$ .

Napężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 122,1 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -123,6 \text{ MPa}$ .

Oslabienia przekroju:  $A_{ow} = 0,00$ ,  $A_{of} = 0,00 \text{ cm}^2$ . Otwory są **niewiększe**.

Napężenia:

- normalne:  $\sigma = -0,7$   $\Delta\sigma = 122,9 \text{ MPa}$   $\psi_{oc} = 1,000$
- ścinanie wzdłuż osi Y:  $A_v = 45,0 \text{ cm}^2$   $\tau = 3,8 \text{ MPa}$   $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,7 / 1,000 + 122,9 = 123,6 < 205 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 3,8 / 1,000 = 3,8 < 118,9 = 0,58 \times 205 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{123,6^2 + 3 \times 3,8^2} = 123,8 < 205 \text{ MPa}$$

### Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 6,533$ .

Siała osiowa:  $N = -13,9 \text{ kN}$ .

Pole powierzchni przekroju:  $A = 181,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność przekroju na rozciąganie:  $N_{Rt} = A f_d = 181,00 \times 205 \times 10^{-1} = 3710,5 \text{ kN}$ .

Warunek nośności (31):

$$N = 13,9 < 3710,5 = N_{Rt}$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 0,667 \quad \text{węzły przesuwne} \Rightarrow \mu = 2,917 \quad \text{dla } l_0 = 6,533$$

$$l_w = 2,917 \times 6,533 = 19,057 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 6,533$$

$$l_w = 1,000 \times 6,533 = 6,533 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $\mu_\omega = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{\omega\omega} = 6,533 \text{ m}$ . Długość wyboczeniowa  $l_\omega = 6,533 \text{ m}$ .

### Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 43190,0}{19,057^2} 10^{-2} = 2406,2 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 10140,0}{6,533^2} 10^{-2} = 4806,7 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{17,2^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 2,89 \times 10^6}{6,533^2} 10^{-2} + 80 \times 298,0 \times 10^2 \right) = 12736,4 \text{ kN}$$

### Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 6,533$ .

$$N_{RC} = A f_d = 181,0 \times 205 \times 10^{-1} = 3710,5 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 205} = 86,02$$

- dla wyboczenia prostopadłego do osi X:

$$\lambda_x = l_{wx} / i_x = 19056,8 / 154,5 = 123,37$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_x / \lambda_p = 123,37 / 86,02 = 1,434 \Rightarrow \varphi = 0,410$$

- dla wyboczenia prostopadłego do osi Y:

$$\lambda_y = l_{wy} / i_y = 6533,1 / 74,8 = 87,29$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_y / \lambda_p = 87,29 / 86,02 = 1,015 \Rightarrow \varphi = 0,553$$

Przyjęto:  $\varphi = \varphi_{\min} = 0,410$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

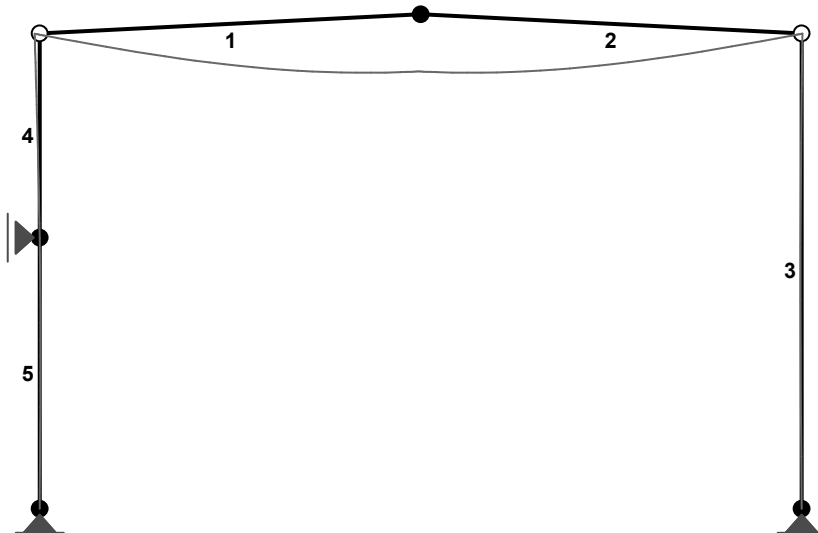
$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{13,9}{0,410 \times 3710,5} = 0,009 < 1$$

### Zwichrzenie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem  $l_1 = l_{\omega\omega} = 6533$

3	0,00064	-0,00036	0,00074	
4	-0,00000	-0,00000	0,00000	0,00054 ( 0,031)
5	-0,00000	-0,00036	0,00036	0,00086 ( 0,050)
6	0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00043 ( -0,025)

PRZEMIESZCZENIA:

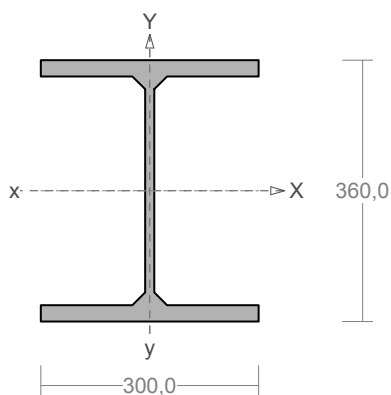


**DEFORMACJE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	F1a[deg]:	F1b[deg]:	f[m]:	L/f:
1	-0,0002	-0,0585	-0,815	0,000	0,0125	523,1
2	-0,0588	-0,0003	0,000	0,816	0,0125	522,9
3	0,0006	-0,0000	-0,040	0,031	0,0015	5254,4
4	-0,0051	0,0000	0,100	0,050	0,0004	9051,9
5	-0,0000	-0,0000	0,050	-0,025	0,0008	6019,7

## 2.1. WYMIAROWANIE RYGLA

Przekrój: I 360 HEB



Wymiary przekroju:

I 360 HEB h=360,0 g=12,5 s=300,0 t=22,5 r=27,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J<sub>xg</sub>=43190,0 J<sub>yg</sub>=10140,0 F=181,0 J<sub>x</sub>=43190,0  
J<sub>y</sub>=10140,0 i<sub>l</sub>=7,49 i<sub>s</sub>=17,2 J<sub>w</sub>=2887523,4 J<sub>t</sub>=298,0.

Materiał: St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W. Wytrzymałość  
f<sub>d</sub>=205 MPa dla g=22,5.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

## Siły przekrojowe:

x<sub>a</sub> = 6,218; x<sub>b</sub> = 0,315.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: ABCD

**M<sub>x</sub> = -294,8 kNm, V<sub>y</sub> = 17,1 kN, N = -13,4 kN,**

**NAPRĘŻENIA:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

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

**1 Stal St0**

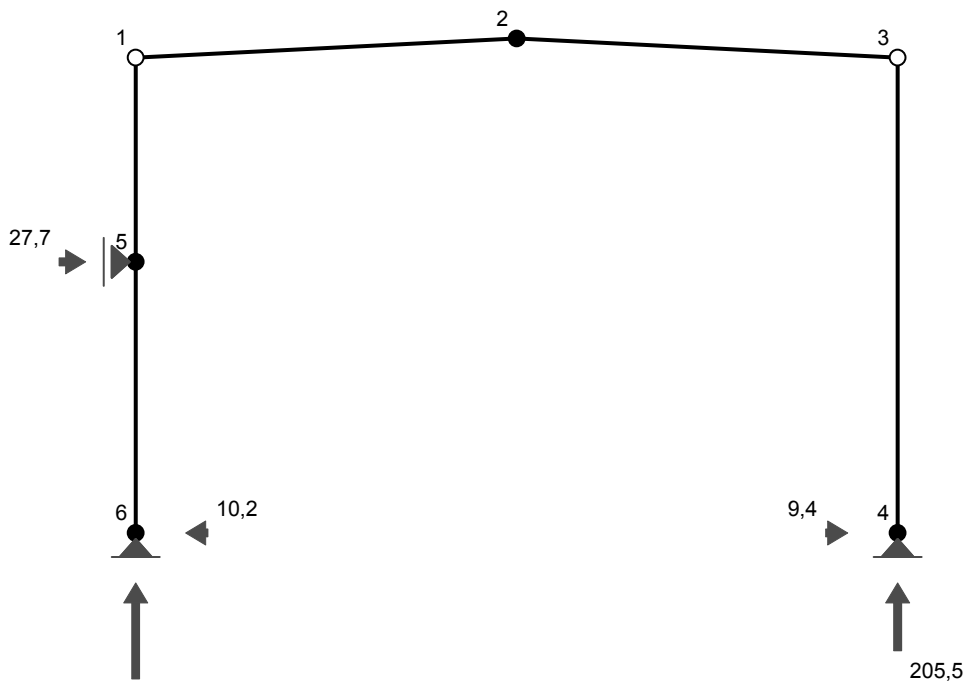
1	0,00	0,000	-0,8	-0,8	0,004
	0,95	6,218	-123,6	122,1	<b>0,706*</b>
	1,00	6,533	-123,5	122,1	0,706
2	0,00	0,000	-123,5	122,1	0,706
	0,05	0,330	-123,6	122,1	<b>0,706*</b>
	1,00	6,533	-0,8	-0,8	0,004

**15 Beton B 20**

3	0,00	0,000	-0,6	-0,6	0,052
	0,52	4,224	-2,8	0,3	<b>0,244*</b>
	1,00	8,140	-1,4	-1,4	0,119
4	0,00	0,000	-0,6	-0,6	0,052
	1,00	3,500	2,7	-4,8	<b>0,418*</b>
5	0,00	0,000	1,7	-5,8	<b>0,508*</b>
	1,00	4,640	-2,2	-2,2	0,189

\* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



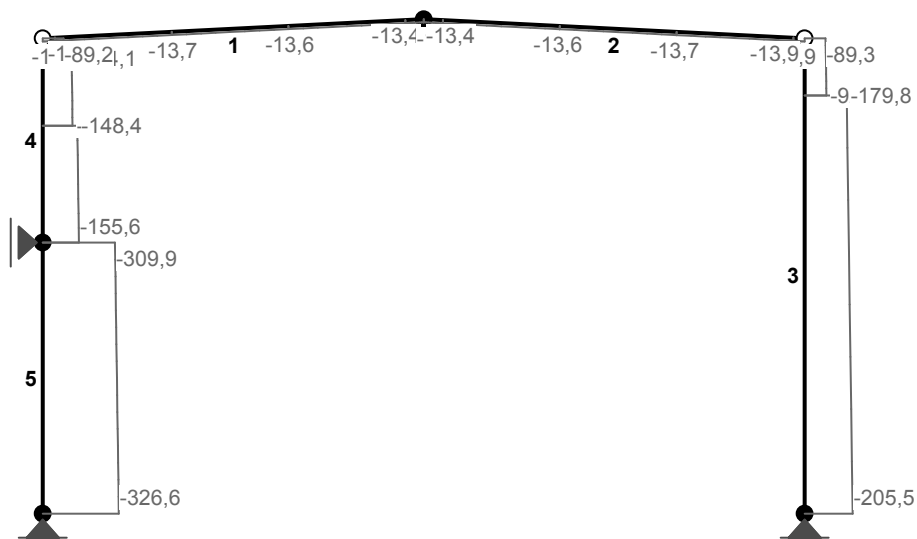
**REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
4	9,4	205,5	205,8	
5	27,7	0,0	27,7	
6	-10,2	326,6	326,7	

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

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Fi[rad] ([deg]):
1	-0,00513	-0,00048	0,00516	
2	-0,00225	-0,05872	0,05876	0,00001 ( 0,000)

TNĄCE:

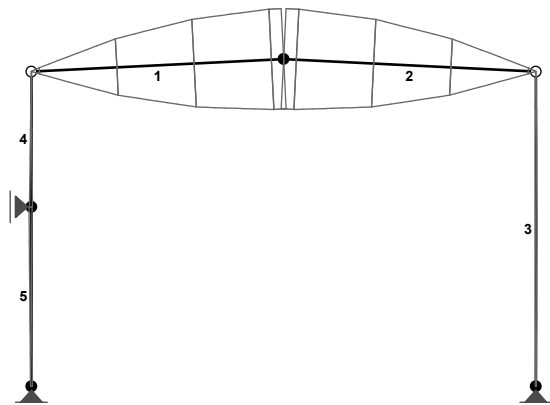


**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,0	88,6	-13,9
	0,95	6,218	<b>294,8*</b>	17,1	-13,4
	0,95	6,218	<b>294,8*</b>	-0,3	-13,4
	1,00	6,533	294,6	-0,8	-13,4
2	0,00	0,000	294,6	0,6	-13,4
	0,05	0,330	<b>294,8*</b>	-17,3	-13,4
	0,05	0,330	<b>294,8*</b>	0,1	-13,4
	1,00	6,533	0,0	-88,8	-13,9
3	0,00	0,000	0,0	9,4	-89,3
	0,51	4,113	<b>19,2*</b>	-0,1	-191,0
	1,00	8,140	0,0	-9,4	-205,5
4	0,00	0,000	0,0	-9,4	-89,2
	1,00	3,500	-47,1	-17,5	-155,6
5	0,00	0,000	-47,1	10,2	-309,9
	1,00	4,640	0,0	10,2	-326,6

\* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



1	Skupione	2,9	10,20	4,22
1	Skupione	2,9	6,90	6,22
2	Skupione	-2,9	6,90	0,33
2	Skupione	-2,9	10,20	2,33
2	Skupione	-2,9	10,20	4,34
2	Skupione	-2,9	5,10	6,34

Grupa: C "wiatr"			Zmienne			$\gamma_f = 1,30$
3	Liniowe	-90,0	1,78	1,78	0,00	8,14
4	Liniowe	-90,0	1,78	1,78	0,00	3,50

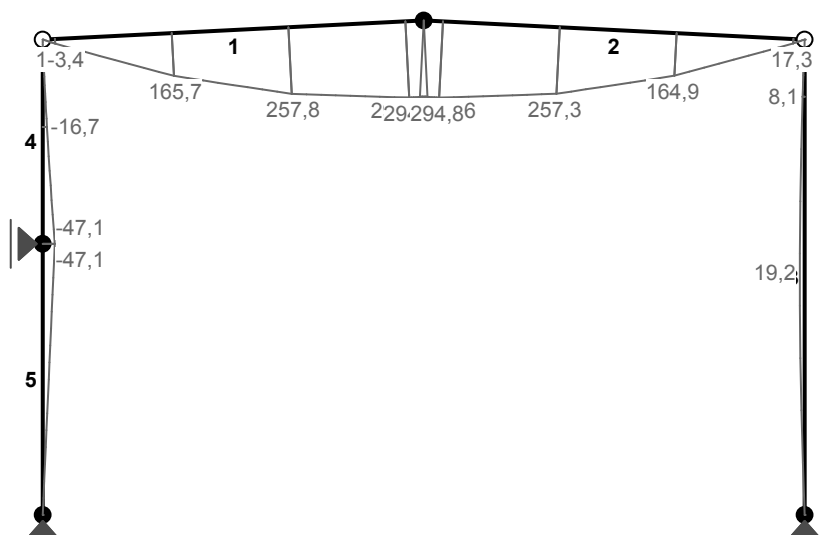
Grupa: D "od belek "			Stałe			$\gamma_f = 1,00$
3	Skupione	0,0	86,90		0,98	
4	Skupione	0,0	154,30		3,50	
4	Skupione	0,0	33,70		0,35	
4	Skupione	0,0	20,10		1,50	

**W Y N I K I**  
**Teoria I-go rzędu**

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			
A -"stałe od płatwi"	Stałe		1,00
B -"zmienne od płatwi"	Zmienne	1	1,30
C -"wiatr"	Zmienne	1	1,30
D -"od belek "	Stałe		1,00

MOMENTY:



Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	10	1	2	6,525	0,326	6,533	1,000	1 I 360 HEB
2	01	2	3	6,525	-0,326	6,533	1,000	1 I 360 HEB
3	10	3	4	0,000	-8,140	8,140	1,000	4 B 50,0x30,0
4	10	1	5	0,000	-3,500	3,500	1,000	4 B 50,0x30,0
5	00	5	6	0,000	-4,640	4,640	1,000	4 B 50,0x30,0

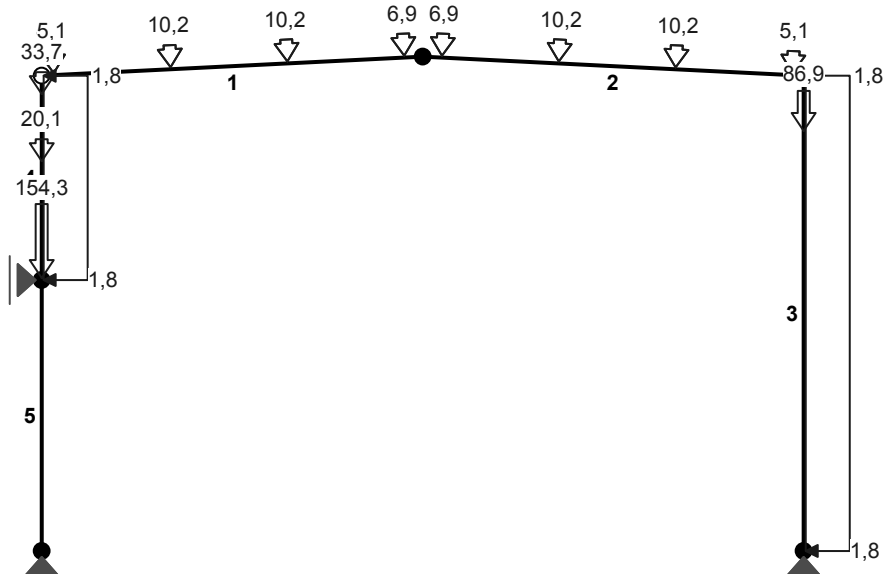
#### WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	181,0	43190	10140	2399	2399	36,0	1 Stal St0
4	1500,0	312500	112500	12500	12500	50,0	15 Beton B 20

#### STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
1 Stal St0	205000	175,000	1,20E-05
15 Beton B 20	27000	11,500	1,00E-05

#### OBCIĄŻENIA:



#### OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A "stałe od płatwi"			Stałe	$\gamma_f = 1,30$	
1	Skupione	2,9	4,40		0,21	
1	Skupione	2,9	7,20		2,21	
1	Skupione	2,9	7,20		4,22	
1	Skupione	2,9	5,40		6,22	
2	Skupione	-2,9	5,40		0,33	
2	Skupione	-2,9	7,20		2,33	
2	Skupione	-2,9	7,20		4,34	
2	Skupione	-2,9	4,40		6,34	
Grupa:	B "zmiennne od płatwi"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Skupione	2,9	5,10		0,21	
1	Skupione	2,9	10,20		2,21	

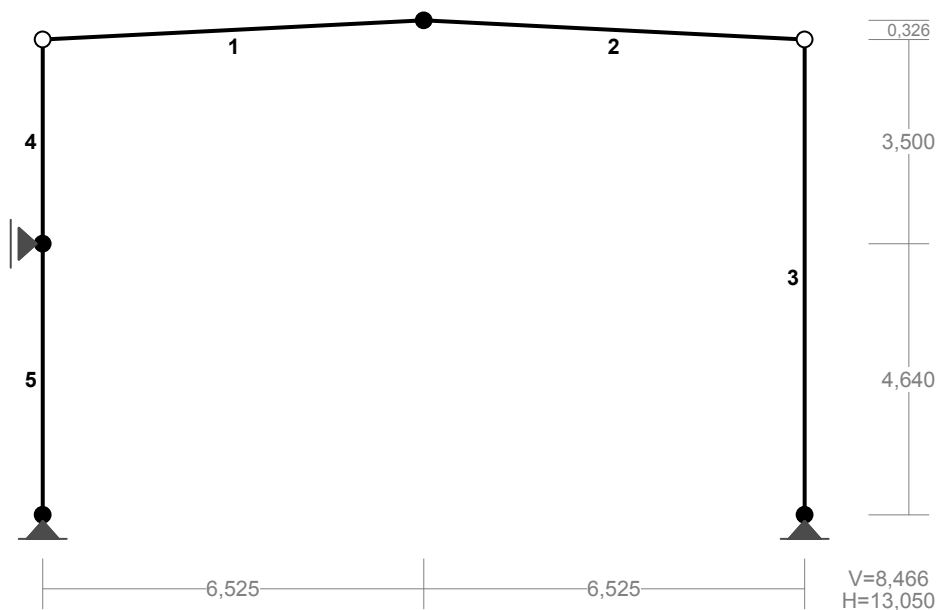
4	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00
5	przesuwna	-90,0	0,000E+00*	
6	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00

#### OSIADANIA:

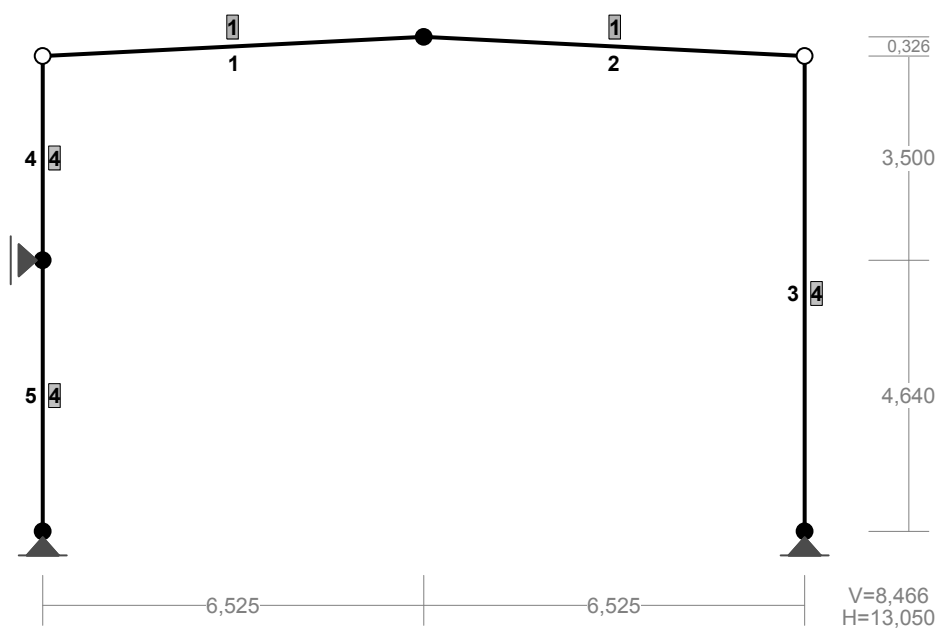
Węzeł:	Kąt:	Wx (Wo*) [m]:	Wy[m]:	Fio[grad]:
--------	------	---------------	--------	------------

B r a k O s i a d a ń

#### PRĘTY:



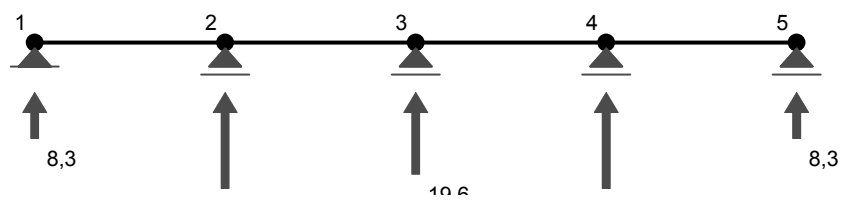
#### PRZEKROJE PRĘTÓW:



#### PRĘTY UKŁADU:

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

REAKCJE PODPOROWE:

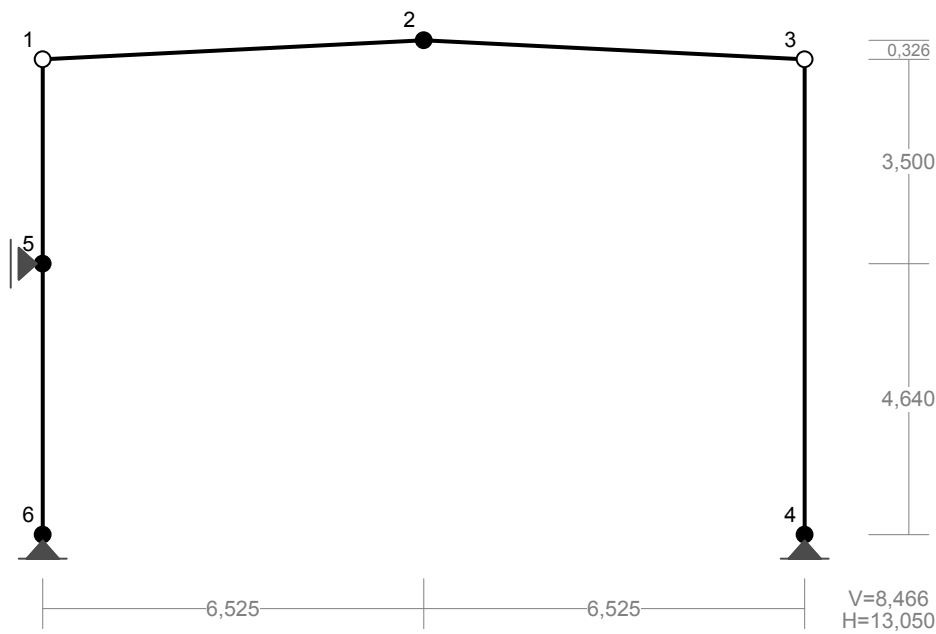


REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Węzeł:	H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
1	0,0	8,3	8,3	
2	0,0	24,1	24,1	
3	0,0	19,6	19,6	
4	0,0	24,1	24,1	
5	0,0	8,3	8,3	

2. RAMA GŁÓWNA

WĘZŁY:



WĘZŁY:

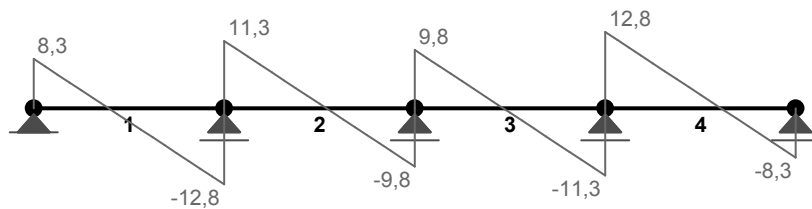
Nr:	X [m] :	Y [m] :	Nr:	X [m] :	Y [m] :
1	0,000	8,140	4	13,050	0,000
2	6,525	8,466	5	0,000	4,640
3	13,050	8,140	6	0,000	0,000

PODPORY: P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx (Do*) :	Dy:	DFi:
			[ m / k N ]		[ rad/kNm]



TNĄCE:



NORMALNE:



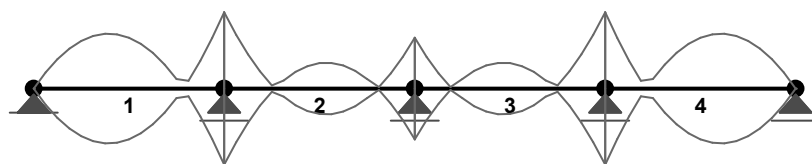
**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,0	8,3	0,0
	0,39	2,446	<b>10,1*</b>	-0,0	0,0
	1,00	6,200	-14,0	-12,8	0,0
2	0,00	0,000	-14,0	11,3	0,0
	0,54	3,318	<b>4,8*</b>	0,0	0,0
	1,00	6,200	-9,4	-9,8	0,0
3	0,00	0,000	-9,4	9,8	0,0
	0,46	2,882	<b>4,8*</b>	-0,0	0,0
	1,00	6,200	-14,0	-11,3	0,0
4	0,00	0,000	-14,0	12,8	0,0
	0,61	3,754	<b>10,1*</b>	0,0	0,0
	1,00	6,200	0,0	-8,3	0,0

\* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



**NAPRĘŻENIA:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
[MPa]					
<b>1 Stal St0</b>					
1	0,00	0,000	-0,0	0,0	0,000
	1,00	6,200	111,0	-111,0	<b>0,634*</b>
2	0,00	0,000	111,0	-111,0	<b>0,634*</b>
	1,00	6,200	74,0	-74,0	0,423
3	0,00	0,000	74,0	-74,0	0,423
	1,00	6,200	111,0	-111,0	<b>0,634*</b>
4	0,00	0,000	111,0	-111,0	<b>0,634*</b>
	1,00	6,200	-0,0	0,0	0,000

\* = Wartości ekstremalne

1	00	1	2	6,200	0,000	6,200	1,000	2 H 140x140x 5.6
2	00	2	3	6,200	0,000	6,200	1,000	2 H 140x140x 5.6
3	00	3	4	6,200	0,000	6,200	1,000	2 H 140x140x 5.6
4	00	4	5	6,200	0,000	6,200	1,000	2 H 140x140x 5.6

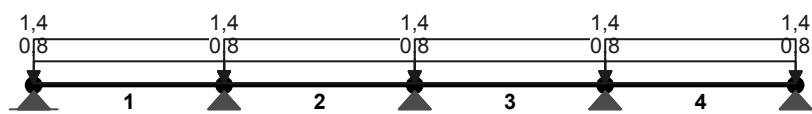
#### WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	I <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>g</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>d</sub> [cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
2	29,6	885	885	126	126	14,0	1 Stal St0

#### STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
1 Stal St0	205000	175,000	1,20E-05

#### OBCIĄŻENIA:



#### OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

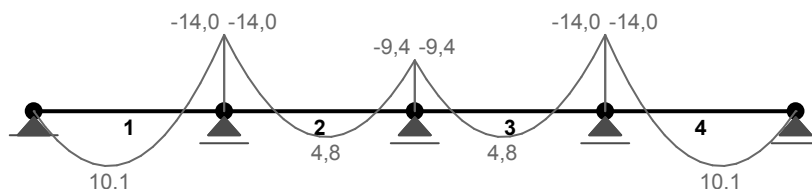
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: A	"warstwy"			Stałe	γ <sub>f</sub> = 1,30	
1	Liniowe	0,0	0,78	0,78	0,00	6,20
2	Liniowe	0,0	0,78	0,78	0,00	6,20
3	Liniowe	0,0	0,78	0,78	0,00	6,20
4	Liniowe	0,0	0,78	0,78	0,00	6,20
Grupa: B	"śnieg"			Zmienne	γ <sub>f</sub> = 1,50	
1	Liniowe	0,0	1,44	1,44	0,00	6,20
2	Liniowe	0,0	1,44	1,44	0,00	6,20
3	Liniowe	0,0	1,44	1,44	0,00	6,20
4	Liniowe	0,0	1,44	1,44	0,00	6,20

#### W Y N I K I Teoria I-go rzędu

#### OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ <sub>d</sub> :	γ <sub>f</sub> :
Ciężar wł.			1,00
A -"warstwy"	Stałe		1,30
B -"śnieg"	Zmienne	1	1,00
			1,50

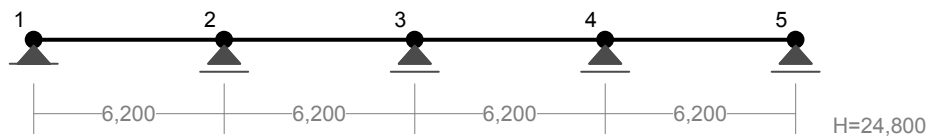
#### MOMENTY:



# PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

## 1. PŁATWIE STAŁOWE DACHU [poz. 3.3, poz. 3.4, poz. 3.5]

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	4	18,600	0,000
2	6,200	0,000	5	24,800	0,000
3	12,400	0,000			

PODPORY:

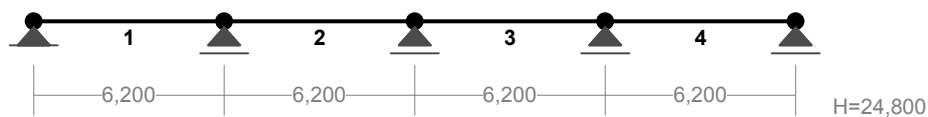
P o d a t n o ś c i

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*		
5	przesuwna	0,0	0,000E+00*		

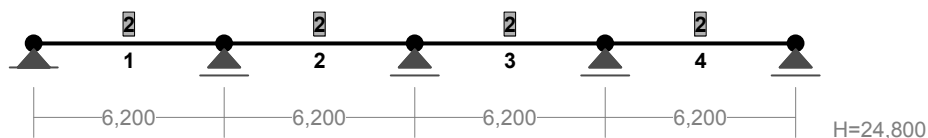
OSIADANIA:

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

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: