

*BIURO USŁUG INWESTYCYJNYCH
JAS-PROJEKT
ŁÓDŹ ul.MARATOŃSKA 87c/16*



PRZEBUDOWA ODDZIAŁU ORTOPEDII I TRAUMATOLOGII SZPITALA MSWiA

(BUDYNEK „E” i „L”)

OBLICZENIA KONSTRUKCJI

Lokalizacja:

02-507 Warszawa

ul. Wołoska 137

Inwestor:

Centralny Szpital Kliniczny MSWiA w
Warszawie

02-507 Warszawa, ul. Wołoska 137

Zawartość

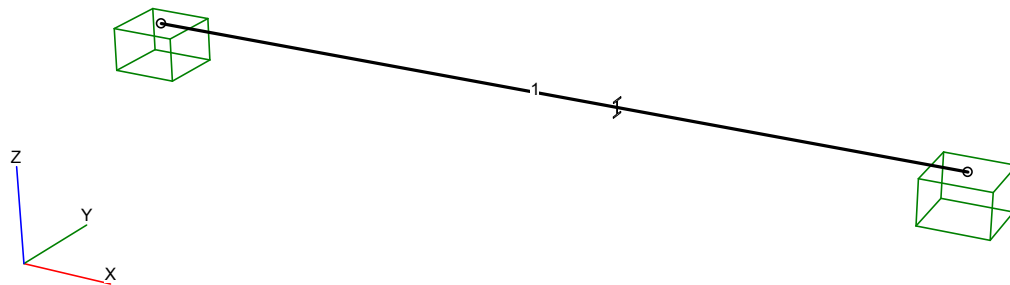
1. Belka wspierająca urządzenia w salach.....	3
1.1. Układ prętowy	3
1.2. Obciążenia	4
1.3. Wyniki obliczeń	5
1.4. Wymiarowanie.....	7
2. Rama pod urządzenia na dachu.....	10
2.1. Układ prętów	10
2.2. Obciążenie	11
2.3. Wyniki statyki	12
2.4. Wymiarowanie.....	16

1. Belka wspierająca urządzenia w salach.

Rozpatrzono najbardziej niekorzystny przypadek, w którym belkę obciążają trzy urządzenia.

1.1. Układ prętowy

W celu zachowania bardziej niekorzystnego oddziaływania rozpatrzono pojedynczą belkę.



Materiały:

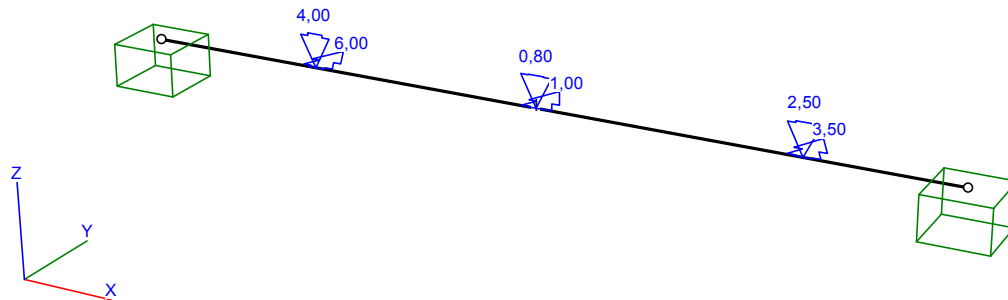
Nr:	Rodzaj:	Nazwa:	E:	G:	v:	α_T :	ρ :	Ro:
			[GPa]	[GPa]	[-]	[1/K]	[kg/m ³]	[MPa]
57	Stal	St3S (X,Y,V,W)	205	80	0,3	0	7850	205

Pręty:

Nr:	Węzły:		Mocowania	Podatności	Mimośrod Imperfekcje	Orient. [deg]	L[m]:	F [m]:	Przekrój:
	A:	B:							
Pozycja nr 1									
1	1	2	P.P.: Sztywne			0,0	6,300		1 I 120 HEB

1.2. Obciążenia

Belki obciążono największą reakcją z otrzymanych dokumentacji dotyczących urządzeń w 3 miejscach.

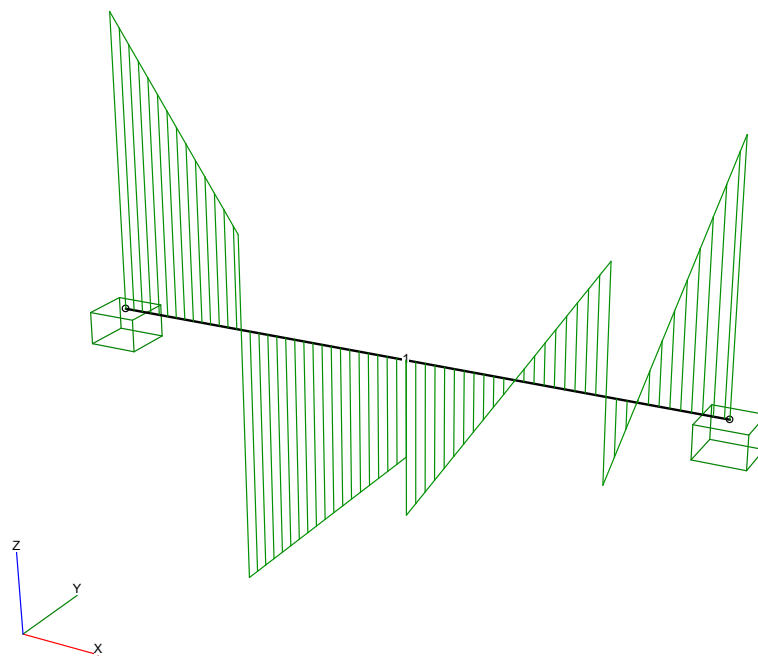


Obciążenia:

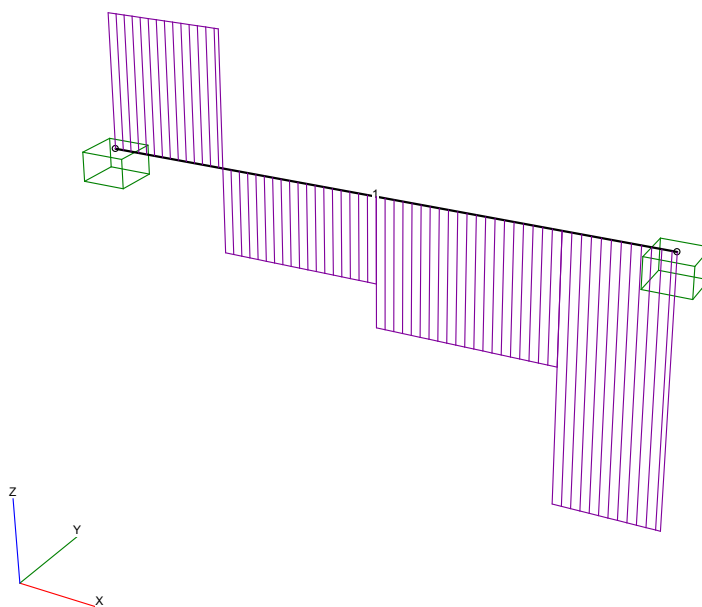
Nr pręta	Rodzaj:	Wartości char.		Współczynniki			Orient. [deg]	Kier.: [deg]	Położenie		Nazwa:	
		Pa:	Pb:	$\gamma f1$:	$\gamma f2$:	ψd :			xa:	xb:		
CW: Ciężar własny - Stałe $\gamma_f=1/1$												
R: Reakcja - Zmienne (Znaczenie: 1)												
1	Skupione	4,00		1,00		1,00	0,0	0,0	1,35		Skupione	
1	Moment	6,00		1,00		1,00	90,0	0,0	1,35		Moment skupiony	
1	Skupione	0,80		1,00		1,00	0,0	0,0	3,15		Skupione	
1	Moment	1,00		1,00		1,00	90,0	0,0	3,15		Moment skupiony	
1	Skupione	2,50		1,00		1,00	0,0	0,0	5,15		Skupione	
1	Moment	3,50		1,00		1,00	90,0	0,0	5,15		Moment skupiony	

1.3. Wyniki obliczeń

My



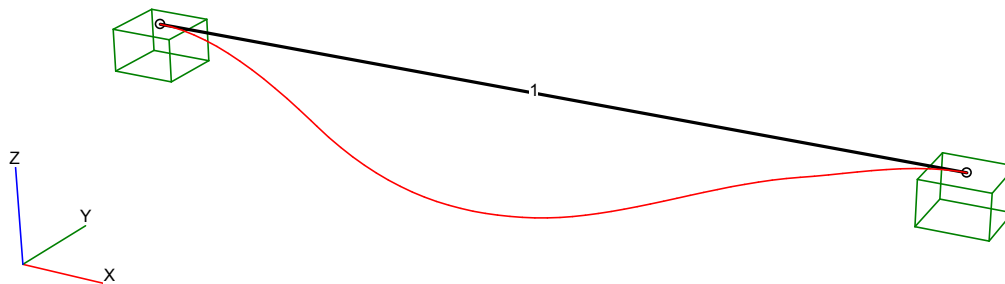
Tz



Siły Przekrojowe: Obciążenia obliczeniowe PN: R

Nr przeta:	x [m]:	x/L:		Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Ty [kN]:	Tz [kN]:	N [kN]:
Pozycja nr 1									
1	0,000	0,000		0	-4,9	0	0	2,45	0
1	1,350	0,214		0	4,41	0	0	-1,55	0
1	5,150	0,817		0	1,42	0	0	-4,85	0
1	6,300	1,000		0	-4,16	0	0	-4,85	0

Przypadek działania momentów w drugą stronę pominięto ze względu na korzystny wpływ ustroju, który postanie z powiązania 2 belek ze sobą, co zabezpieczy całą konstrukcję przed jej wykręcaniem.

**Deformacje:** Obciążenia charakterystyczne PN: R

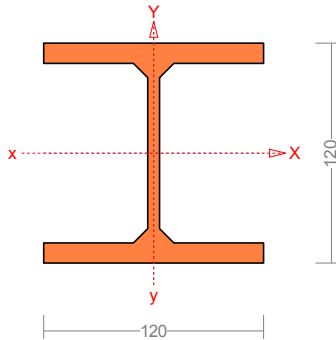
Nr przeta:	x [m]:	x/L:	Ux [m]:	Uy [m]:	Uz [m]:	Uyz [m]:	Uy [m]:	Uz [m]:	Uyz [m]:
							Liczone od cięciwy		
Pozycja nr 1									
1	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	2,644	0,420	0,0000	0,0000	-0,0034	0,0034	0,0000	-0,0034	0,0034
1	6,300	1,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

1.4.Wymiarowanie

Pręt nr 1

Zadanie: belka nr 2 (3 urządzenia).rm3

Przekrój: 1 - I 120 HEB



Wymiary przekroju:

$h=120,0$ $g=6,5$ $s=120,0$ $t=11,0$ $r=12,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=864,0$ $J_{yg}=318,0$ $A=34,00$ $i_x=5,0$ $i_y=3,1$ $J_w=9409,8$ $J_t=14,0$ $i_s=5,9$.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **$f_d=215$ MPa** dla **$g=11,0$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Długości wyboczeniowe pręta:

Przęsło Xc:

Przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\kappa_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 0,684 \quad \text{dla } l_0 = 6,300$$

$$l_w = 0,684 \times 6,300 = 4,309 \text{ m}$$

Przęsło Yc:

Przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\kappa_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 0,684 \quad \text{dla } l_0 = 6,300$$

$$l_w = 0,684 \times 6,300 = 4,309 \text{ m}$$

Przęsło ω :

Dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 6,300 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 6,300 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 864,0}{4,309^2} \times 10^{-2} = 941,4 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 318,0}{4,309^2} \times 10^{-2} = 346,49 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\square}}{l_{\square}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{5,9^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 9409,8 \times 10^{-2}}{6,300^2} + 80 \times 14,0 \times 10^2 \right) = 3353,88 \text{ kN}$$

Zwichrzenie:

Pręt zabezpieczony przed zwichrzeniem

Stateczność lokalna.

$x_a = 3,150$; $x_b = 3,150$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+R

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1. Rozstaw poprzecznych usztywnień ścianki $a = 6300,0 \text{ mm}$. Warunek stateczności ścianki dla ścianki najbardziej narażonej na jej utratę (9):

$$\sigma_c / \varphi_p f_d = \mathbf{0,060} < \mathbf{1}$$

Współczynniki redukcji nośności przekroju:

$$\text{- dla zginana względem osi X: } \psi_x = \varphi_p = 1,000$$

(*NKR) - dla zginana względem osi X: $W_{ec} = 0$ $W_c = 0 \text{ cm}^3$

$$\psi_x = W_{ec} / W_c = 0 / 0 = 1,000$$

(NKRO*)

Naprężenia (Osłabienia otworami):

$x_a = 3,150$; $x_b = 3,150$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+R

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 14,30 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -14,30 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$$\text{- normalne: } \sigma = 0,00 \quad \Delta\sigma = 14,30 \text{ MPa}$$

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi Y: } A_v = 7,80 \text{ cm}^2 \quad \tau = 1,99 \text{ MPa} \quad \psi_{ov} = 1,000$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_o + \Delta\sigma = 0,00 / 1,000 + 14,30 = \mathbf{14,30} < \mathbf{215} \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 1,99 / 1,000 = \mathbf{1,99} < \mathbf{124,70} = 0,58 \times 215 = 0,58 f_d \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{14,30^2 + 3 \times 0,00} = \mathbf{14,30} < \mathbf{215} \text{ MPa}$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 3,150$; $x_b = 3,150$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+R

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 7,80 \times 215 \times 10^{-1} = 97,27 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,6 V_R = 58,36 \text{ kN}$$

Warunki nośności:

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi Y: } V = \mathbf{1,55} < \mathbf{97,27} = V_R$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 3,150$; $x_b = 3,150$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+R

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 144,0 \times 215 \times 10^{-3} = 30,96 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{2,06}{1,000 \times 30,96} = \mathbf{0,067 < 1}$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 3,150$; $x_b = 3,150$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+R

- dla zginania względem osi X: $V_y = 1,55 < 58,36 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 30,96 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx,V}} + \frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{2,06}{30,96} + \frac{0}{11,39} = \mathbf{0,067 < 1}$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 3,150$; $x_b = 3,150$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+R

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

Napężenia ściskające w środniku wynoszą $\sigma_c = 8,8 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 8,8 / 215 = 1,000$$

Nośność środnika na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 215,0 \times 6,5 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 300,46 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = \mathbf{0,8 < 300,46} = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+R

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 4,0 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 6300 / 250 = 25,2 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = \mathbf{4,0 < 25,2} = a_{\text{gr}}$$

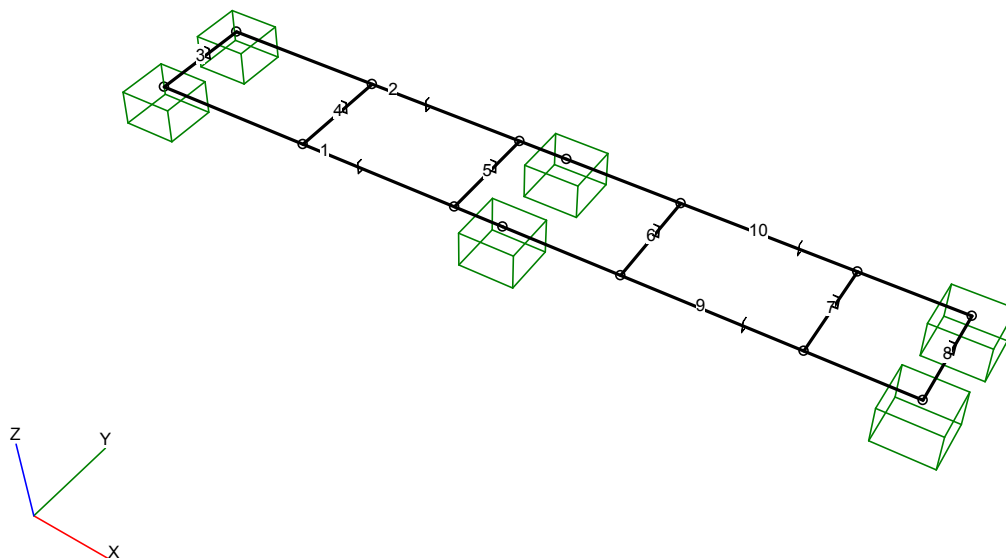
Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 4,0 \text{ mm}; \quad L / a = 6300,0 / 4,0 = 1584,5$$

2. Rama pod urządzenia na dachu.

Obliczenia przeprowadzono dla najbardziej wyężonej ramy.

2.1.Układ prętów



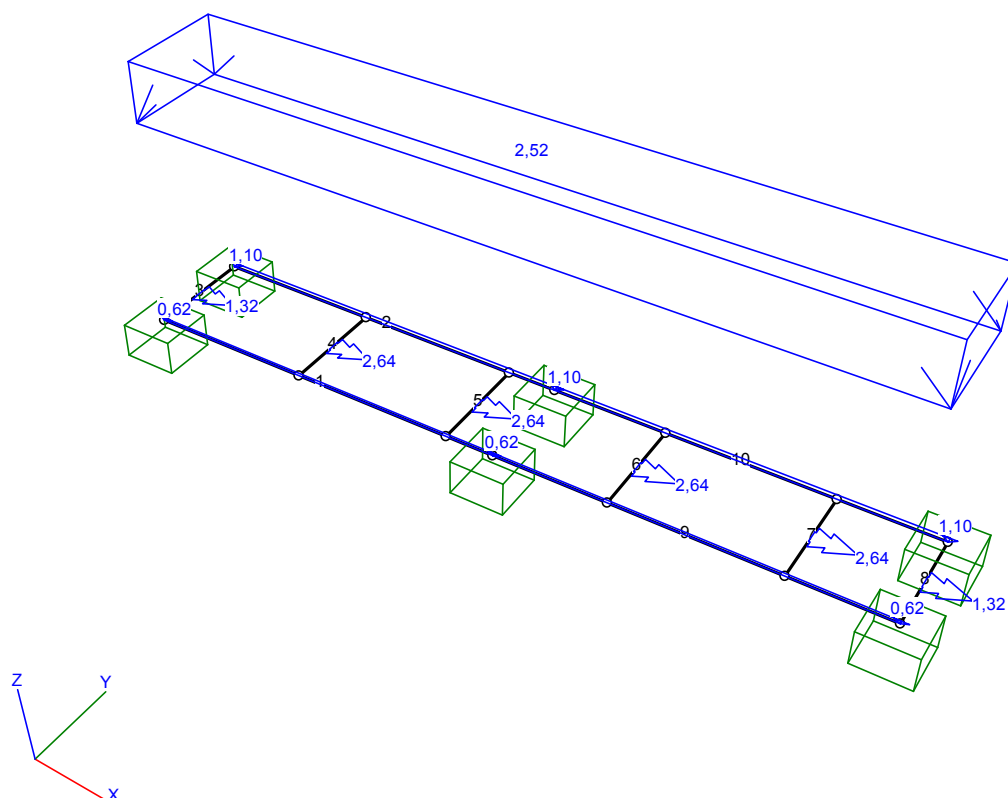
Materialy:

Nr:	Rodzaj:	Nazwa:	E:	G:	v:	α_T :	ρ :	Ro:
			[GPa]	[GPa]	[-]	[1/K]	[kg/m ³]	[MPa]
58	Stal	St3S (X,Y,V,W)	205	80	0,3	0	7850	205

Pręty:

Nr:	Węzły:		Mocowania	Podatności	Mimośrod Imperfekcje	Orient. [deg]	L[m]:	F [m]:	Przekrój:
	A:	B:							
rama									
1	1	13	P.P.: Sztywne			0,0	3,450		1 U 120
2	7	14	P.P.: Sztywne			0,0	3,450		1 U 120
3	1	7	P.P.: Sztywne			0,0	1,000		1 U 120
4	2	8	P.P.: Sztywne			0,0	1,000		1 U 120
5	3	9	P.P.: Sztywne			0,0	1,000		1 U 120
6	4	10	P.P.: Sztywne			0,0	1,000		1 U 120
7	5	11	P.P.: Sztywne			0,0	1,000		1 U 120
8	6	12	P.P.: Sztywne			0,0	1,000		1 U 120
9	13	6	P.P.: Sztywne			0,0	3,450		1 U 120
10	14	12	P.P.: Sztywne			0,0	3,450		1 U 120

2.2.Obciążenie

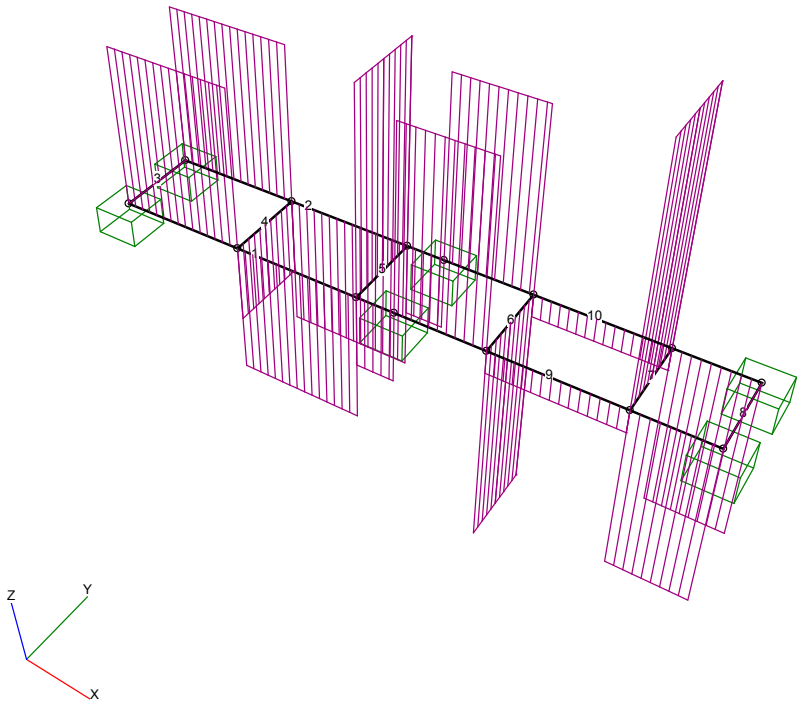


Obciążenia:

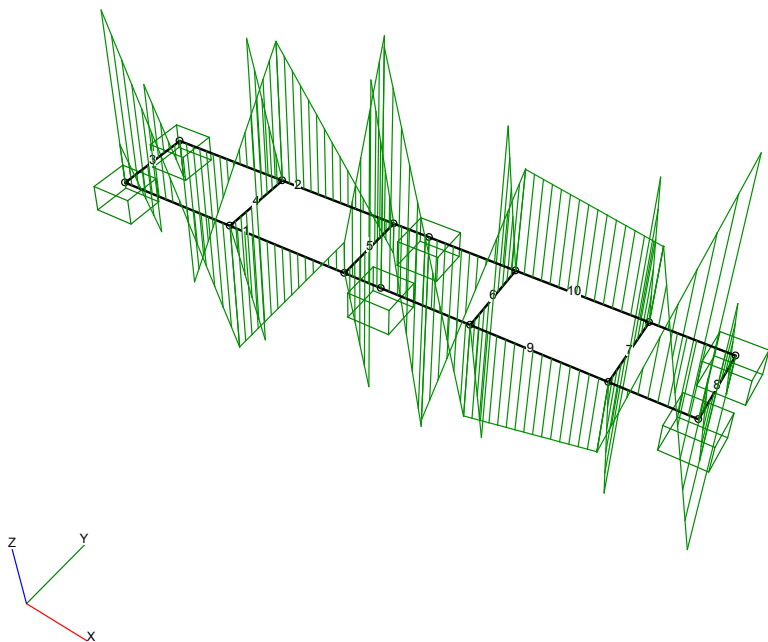
Nr pręta	Rodzaj:	Wartości char.		Współczynniki			Orient.	Kier.:	Położenie		Nazwa:	
		Pa:	Pb:	$\gamma f1$:	$\gamma f2$:	ψd :	[deg]	[deg]	xa:	xb:		
CW: Ciężar własny - Stałe $\gamma_f=1/1$												
St: Stałe - Stałe												
	Powierzch.	2,52	2,52	1,20	1,00	1,00					Powierzchniowe	
W: Wiatr - Zmienne (Znaczenie: 1)												
1	Rozłożone	0,62	0,62	1,50		1,00	90,0	0,0	0,00	3,45	Rozłożone	
2	Rozłożone	1,10	1,10	1,50		1,00	90,0	0,0	0,00	3,45	Rozłożone	
9	Rozłożone	0,62	0,62	1,50		1,00	90,0	0,0	0,00	3,45	Rozłożone	
10	Rozłożone	1,10	1,10	1,50		1,00	90,0	0,0	0,00	3,45	Rozłożone	
W2: Wiatr moment - Zmienne (Znaczenie: 1)												
3	Moment	1,32		1,50		1,00	-90,0	0,0	0,50		Moment skupiony	
4	Moment	2,64		1,50		1,00	-90,0	0,0	0,50		Moment skupiony	
5	Moment	2,64		1,50		1,00	-90,0	0,0	0,50		Moment skupiony	
6	Moment	2,64		1,50		1,00	-90,0	0,0	0,50		Moment skupiony	
7	Moment	2,64		1,50		1,00	-90,0	0,0	0,50		Moment skupiony	
8	Moment	1,32		1,50		1,00	-90,0	0,0	0,50		Moment skupiony	

2.3.Wyniki statyki

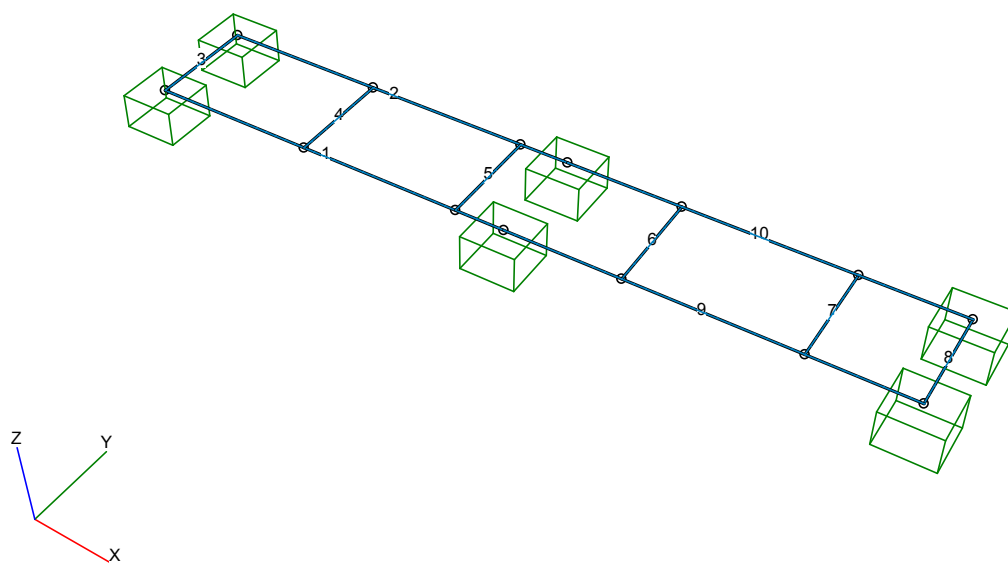
Mx



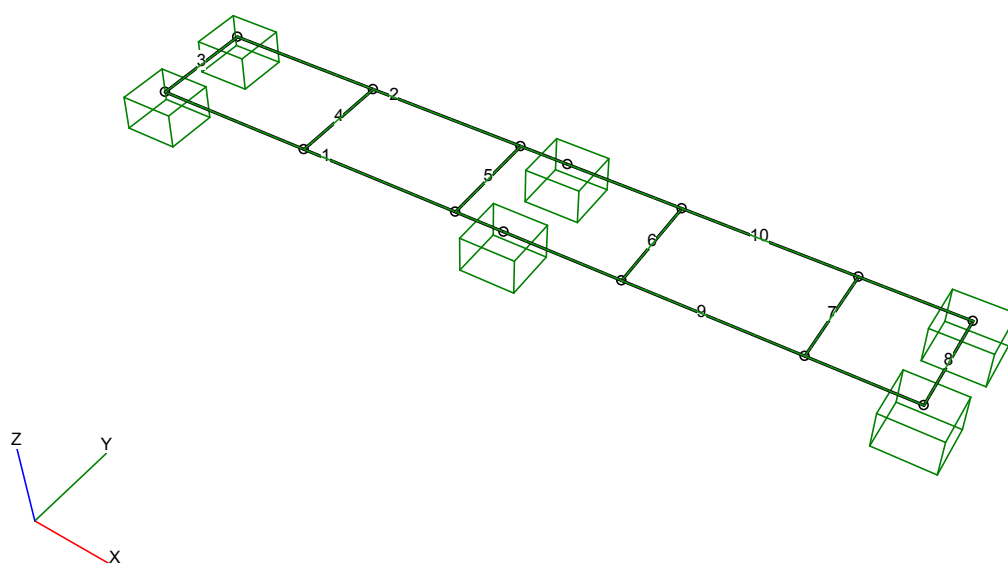
My



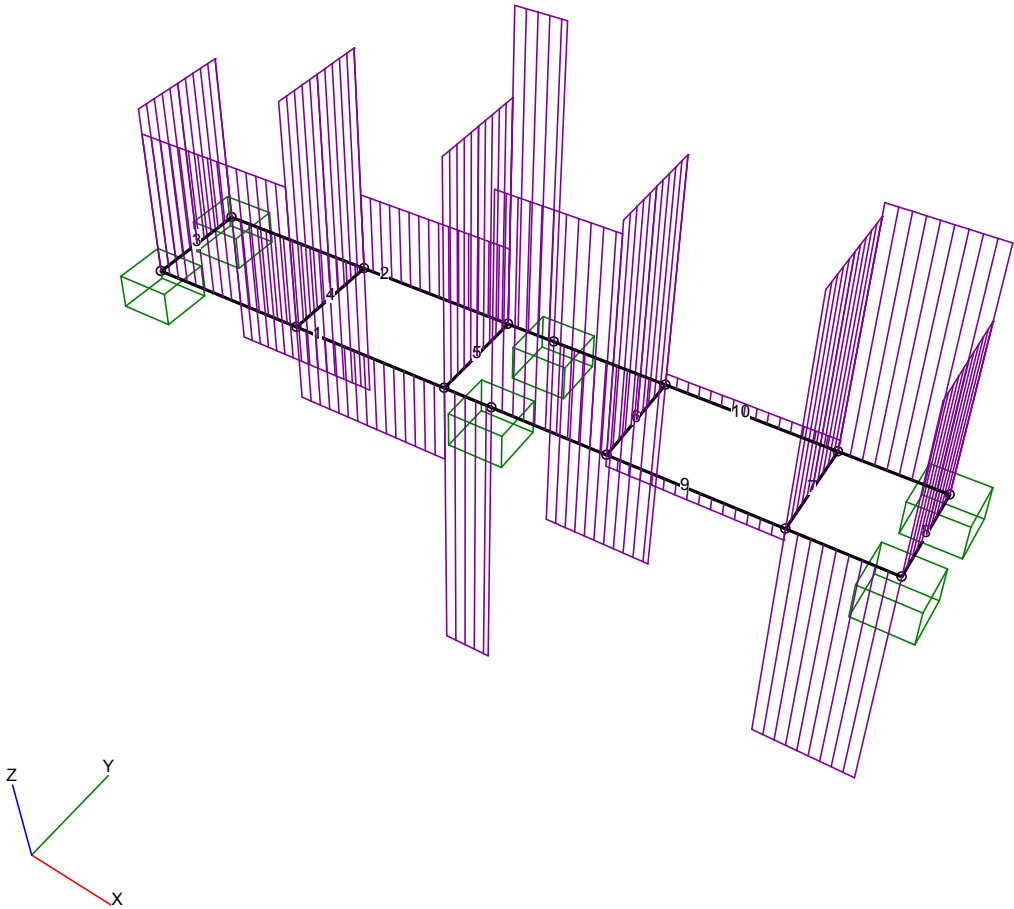
Mz



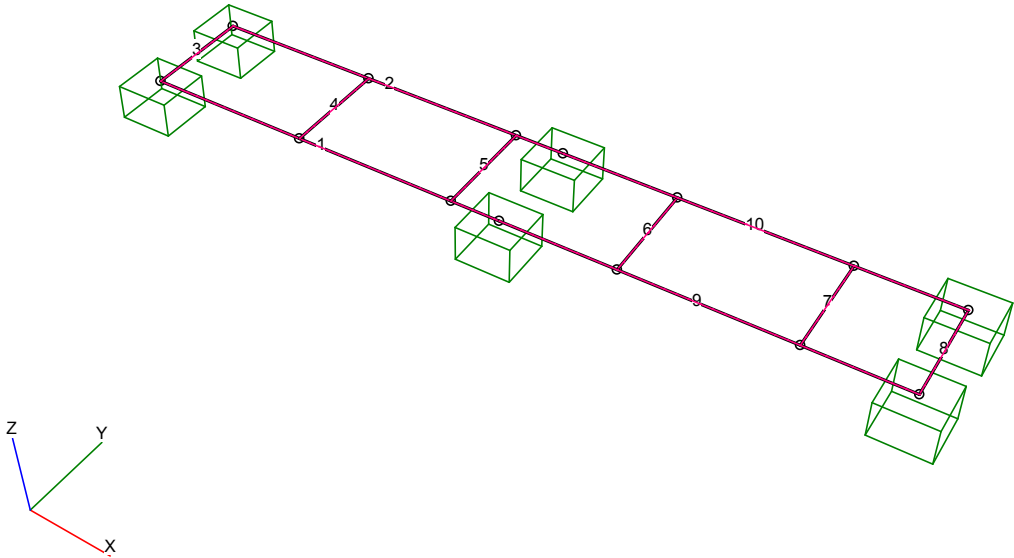
Ty



Tz



N













Siły Przekrojowe: Obciążenia obliczeniowe PN: W2

Nr przeta:	x [m]:	x/L:		Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Ty [kN]:	Tz [kN]:	N [kN]:
rama									
1	0,000	0,000		0,00	-2,09	0	0	2,54	0
1	1,500	0,435		0,00	1,72	0	0	2,54	0
1	1,500	0,435		0,00	1,72	0	0	-1,4	0
1	3,000	0,870		0,00	-0,38	0	0	-5,37	0
1	3,450	1,000		0,00	-2,8	0	0	-5,37	0
2	0,000	0,000		0,00	2,09	0	0	-2,54	0
2	1,500	0,435		0,00	-1,72	0	0	-2,54	0
2	1,500	0,435		0,00	-1,72	0	0	1,4	0
2	3,000	0,870		0,00	0,38	0	0	5,37	0
2	3,450	1,000		0,00	2,8	0	0	5,37	0
3	0,000	0,000		0	-0,49	0	0	2,97	0
3	0,500	0,500		0	-0,99	0	0	2,97	0
3	0,500	0,500		0	0,99	0	0	2,97	0
3	1,000	1,000		0	0,49	0	0	2,97	0
4	0,000	0,000		0,00	0,01	0	0	3,94	0
4	0,500	0,500		0,00	-1,98	0	0	3,94	0
4	0,500	0,500		0,00	1,98	0	0	3,94	0
4	1,000	1,000		0,00	-0,01	0	0	3,94	0
5	0,000	0,000		0,01	0,00	0	0	3,96	0
5	0,500	0,500		0,01	-1,98	0	0	3,96	0
5	0,500	0,500		0,01	1,98	0	0	3,96	0
5	1,000	1,000		0,01	0,00	0	0	3,96	0
6	0,000	0,000		-0,01	0,01	0	0	3,95	0
6	0,500	0,500		-0,01	-1,98	0	0	3,95	0
6	0,500	0,500		-0,01	1,98	0	0	3,95	0
6	1,000	1,000		-0,01	-0,01	0	0	3,95	0
7	0,000	0,000		0,01	0,00	0	0	3,95	0
7	0,500	0,500		0,01	-1,98	0	0	3,95	0
7	0,500	0,500		0,01	1,98	0	0	3,95	0
7	1,000	1,000		0,01	0,00	0	0	3,95	0
8	0,000	0,000		0	-0,49	0	0	2,97	0
8	0,500	0,500		0	-0,99	0	0	2,97	0
8	0,500	0,500		0	0,99	0	0	2,97	0
8	1,000	1,000		0	0,49	0	0	2,97	0
9	0,000	0,000		0,01	-2,69	0	0	3,74	0
9	1,050	0,304		0,01	1,24	0	0	3,74	0
9	2,550	0,739		-0,01	0,93	0	0	-4,16	0
9	3,450	1,000		-0,01	-2,82	0	0	-4,16	0
10	0,000	0,000		0,01	2,69	0	0	-3,74	0
10	1,050	0,304		0,01	-1,24	0	0	-3,74	0
10	2,550	0,739		-0,01	-0,93	0	0	4,16	0
10	3,450	1,000		-0,01	2,82	0	0	4,16	0

2.4.Wymiarowanie

Wyniki wymiarowania wg PN-90/B-03200

Nazwa pliku: Rama.rm3

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:	Kombinacja obc.
9	rama	1 - U 120	Zginanie (54)	0,813 	CW+1,2·St+1,5·(W+W2)
1	rama	1 - U 120	Zginanie (54)	0,782 	CW+1,2·St+1,5·(W+W2)
2	rama	1 - U 120	Zginanie (54)	0,568 	CW+St+1,5·(W+W2)
10	rama	1 - U 120	Zginanie (54)	0,552 	CW+St+1,5·(W+W2)
5	rama	1 - U 120	Naprężenia (Tab. 5)	0,356 	CW+St+1,5·(W+W2)
7	rama	1 - U 120	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,325 	CW+1,2·St+1,5·(W+W2)
6	rama	1 - U 120	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,307 	CW+1,2·St+1,5·(W+W2)
4	rama	1 - U 120	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,233 	CW+1,2·St+1,5·(W+W2)
3	rama	1 - U 120	Zginanie (54)	0,094 	CW+1,2·St+1,5·(W+W2)
8	rama	1 - U 120	Zginanie (54)	0,094 	CW+1,2·St+1,5·(W+W2)