
OBLICZENIA KONSTRUKCYJNE

TEMAT: **TERMOMODERNIZACJA BUDYNKU**

ADMINISTRACYJNO - BIUROWEGO

ADRES: **dz. nr 1424, 1425; obręb: ŚREM**
ul. MICKIEWICZA 10

INWESTOR: **URZĄD MIEJSKI W ŚREMIE**
PL. 20 PAŹDZIERNIKA 1, 63-100 ŚREM

DATA: **05.2014 r.**

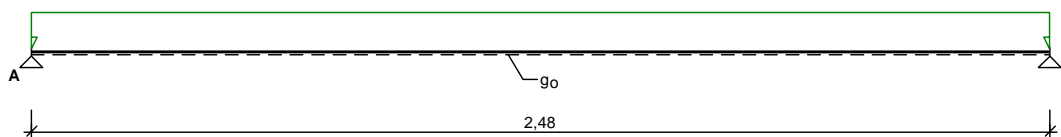
STADIUM: **PROJEKT BUDOWLANY**

OPRACOWAŁ: **mgr inż. JACEK SENFTLEBEN**

Poz. 1.1. – Nadproże stalowe

Rozpiętość obliczeniowa

$$l_0 = 2,36 + 1,05 = 2,48 \text{ m}$$



Zebranie obciążeń ze ściany

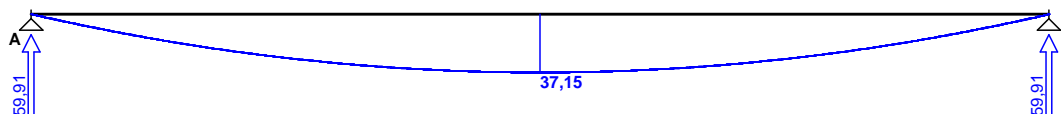
Rodzaj obciążenia					[kN/m]		
					Obc. charakt.	Wsp. obciążenia	Obc. oblicz.
I. STAŁE							
- ściana nośna	Gr. [m]	[kN/m ²]	Wysokość	Zakres			
- tynk cem.-wap. na ścianie	[0,420	· 18,00]	· 1,00	· 1,0	7,560	1,1	8,32
- nadproże - wg progr.	[0,015	· 19,00]	· 1,00	· 2,0	0,570	1,3	0,74
	[0,000	· 25,00]	· 0,00	· 0,0	0,000	1,1	0,00
Razem:					8,130	1,11	9,06

Zebranie obciążeń ze stropu

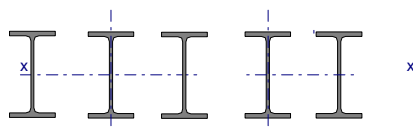
Rodzaj obciążenia					[kN/m]		
					Obc. charakt.	Wsp. obciążenia	Obc. oblicz.
I. STAŁE							
- posadzka - płytki	Gr. [m]	[kN/m ²]	Rozp./Wys.	Zakres			
- warstwa dociskowa	[0,060	· 23,00]	· 6,36	· 0,50	1,399	1,2	1,68
- paroizolacja	[0,050	· 0,45]	· 6,36	· 0,50	4,388	1,3	5,70
- styropian twardy	[0,050	· 0,05]	· 6,36	· 0,50	0,159	1,2	0,19
- warstwa wyrównawcza	[0,030	· 21,00]	· 6,36	· 0,50	0,072	1,2	0,09
- strop Akermana	[3,49	· 6,36]	· 6,36	· 0,50	2,003	1,3	2,60
- tynk	[0,015	· 19,00]	· 6,36	· 0,50	11,098	1,1	12,21
	[0,015	· 19,00]	· 6,36	· 0,50	0,906	1,3	1,18
Razem (p):					20,026	1,18	23,65
II. ZMIENNE							
- obc. zastępowe od ścianek		0,75	· 6,36	· 0,50	2,385	1,2	2,86
- użytkowe (strop)		3,00	· 6,36	· 0,50	9,540	1,3	12,40
Razem (q):					11,925	1,28	15,26
OGÓŁEM (p+q):					31,951	1,22	38,92

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Momenty zginające [kNm]:



WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **5 IPE 120**,

$$A_v = 66,0 \text{ cm}^2, m = 51,81 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 5715,5 \text{ cm}^4, J_y = 1590,0 \text{ cm}^4, W_x = 352,5 \text{ cm}^3$$

Stal: **S235JR (St3)**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju I ($\alpha_p = 1,000$)

- ścinanie: klasa przekroju I

Nośność na zginanie

Przekrój z = 1,24 m (**K1: 1,0-P1**)

Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 37,15 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,65 > 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 2,48 m (**K1: 1,0-P1**)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -59,91 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,183 < 1$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 1,24 m (**K1: 1,0-P1**)

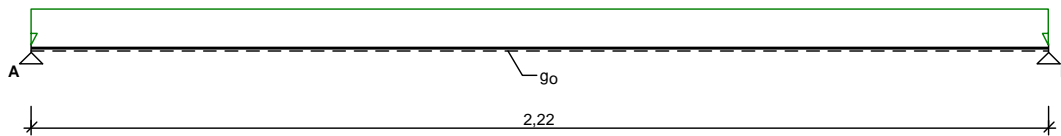
Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_0 / 350 = 7,09 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 6,1 \text{ mm} < f_{gr} = 7,09 \text{ mm}$$

Poz. 1.2. – Nadproże stalowe

Rozpiętość obliczeniowa

$$l_0 = 2,11 \cdot 1,05 = 2,22 \text{ m}$$

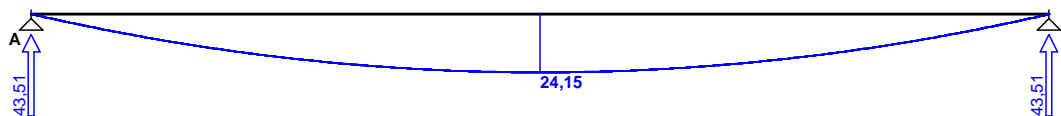


Zebranie obciążeń ze stropu

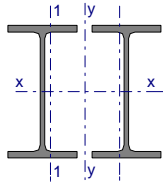
Rodzaj obciążenia					[kN/m]		
	Gr. [m]	[kN/m ²] [kN/m ³]	Rozp./Wys.	Zakres	Obc. charakt.	Wsp. obciążenia	Obc. oblicz.
I. STAŁE							
- posadzka - płytki		0,44	· 6,36	· 0,50	1,399	1,2	1,68
- warstwa dociskowa	[0,060	· 23,00]	· 6,36	· 0,50	4,388	1,3	5,70
- paroizolacja		0,05	· 6,36	· 0,50	0,159	1,2	0,19
- styropian twardy	[0,050	· 0,45]	· 6,36	· 0,50	0,072	1,2	0,09
- warstwa wyrównawcza	[0,030	· 21,00]	· 6,36	· 0,50	2,003	1,3	2,60
- strop Akermana		3,49	· 6,36	· 0,50	11,098	1,1	12,21
- tynk	[0,015	· 19,00]	· 6,36	· 0,50	0,906	1,3	1,18
Razem (p):					20,026	1,18	23,65
II. ZMIENNE							
- obc. zastępowe od ścianek		0,75	· 6,36	· 0,50	2,385	1,2	2,86
- użytkowe (strop)		3,00	· 6,36	· 0,50	9,540	1,3	12,40
Razem (q):					11,925	1,28	15,26
OGÓŁEM (p+q):					31,951	1,22	38,92

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Momenty zginające [kNm]:



WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 IPE 140**,

$$A_v = 13,2 \text{ cm}^2, m = 25,8 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1082 \text{ cm}^4, J_y = 527 \text{ cm}^4, J_{\omega} = 1980 \text{ cm}^6, J_T = 2,45 \text{ cm}^4, W_x = 155 \text{ cm}^3$$

Stal: **S235JR (St3)**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju I ($\alpha_p = 1,000$) $M_R = 33,24 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju I $V_R = 164,11 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,11 \text{ m}$ (**K1: 1,0-P1**)

Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 24,15 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,727 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 2,22 \text{ m}$ (**K1: 1,0-P1**)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -43,51 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,265 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)43,51 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 98,46 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 1,11 \text{ m}$ (**K1: 1,0-P1**)

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 4,58 \text{ mm}$

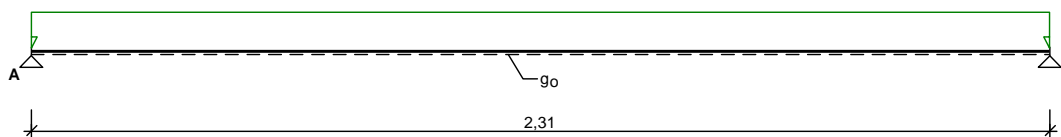
Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_0 / 350 = 6,34 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 4,58 \text{ mm} < f_{gr} = 6,34 \text{ mm}$$

Poz. 1.3. – Nadproże stalowe

Rozpiętość obliczeniowa

$$l_o = 2,20 \cdot 1,05 = 2,31 \text{ m}$$

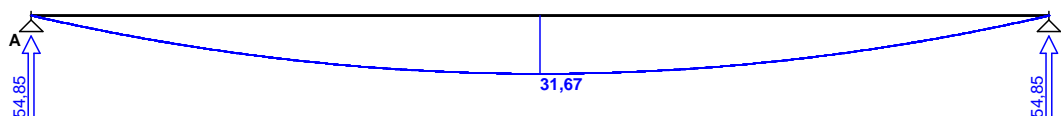


Zebranie obciążeń ze ściany

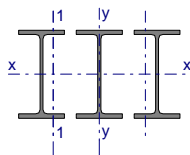
Rodzaj obciążenia					[kN/m]		
	Gr. [m]	[kN/m ²]	Wysokość	Zakres	Obc. charakt.	Wsp. obciążenia	Obc. oblicz.
I. STAŁE							
- obc. ze schodów			31,50		31,500	1,2	37,80
- ściana nośna	[0,420 ·	18,00] ·	1,00 ·	1,0	7,560	1,1	8,32
- ocieplenie z wełny/styropian	[0,150 ·	1,20] ·	1,00 ·	1,0	0,180	1,2	0,22
- tynk na ścianie	[0,015 ·	19,00] ·	1,00 ·	2,0	0,570	1,3	0,74
- nadproże - wg progr.	[0,000 ·	25,00] ·	0,00 ·	0,0	0,000	1,1	0,00
Razem:					39,810	1,18	47,07

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Momenty zginające [kNm]:



WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **3 IPE 140**,

$$A_v = 19,7 \text{ cm}^2, m = 38,7 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1623 \text{ cm}^4, J_y = 1883 \text{ cm}^4, J_{\omega} = 1980 \text{ cm}^6, J_T = 2,45 \text{ cm}^4, W_x = 232 \text{ cm}^3$$

Stal: **S235JR (St3)**

Nośności obliczeniowe przekroju:

$$\text{- zginanie: klasa przekroju I } (\alpha_p = 1,000) \quad M_R = 49,86 \text{ kNm}$$

$$\text{- ścinanie: klasa przekroju I} \quad V_R = 246,16 \text{ kN}$$

Nośność na zginanie

$$\text{Przekrój } z = 1,16 \text{ m (K1: 1,0-P1)}$$

$$\text{Współczynnik zwichrzenia } \phi_L = 1,000$$

$$\text{Moment maksymalny } M_{\max} = 31,67 \text{ kNm}$$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,635 < 1$$

Nośność na ścinanie

$$\text{Przekrój } z = 0,00 \text{ m (K1: 1,0-P1)}$$

$$\text{Maksymalna siła poprzeczna } V_{\max} = 54,85 \text{ kN}$$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,223 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 54,85 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 147,69 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

$$\text{Przekrój } z = 1,16 \text{ m (K1: 1,0-P1)}$$

$$\text{Ugięcie maksymalne } f_{k,\max} = 4,49 \text{ mm}$$

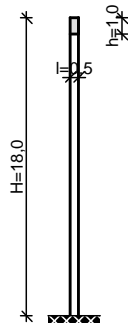
$$\text{Ugięcie graniczne } f_{gr} = l_o / 350 = 6,60 \text{ mm}$$

$$f_{k,\max} = 4,49 \text{ mm} < f_{gr} = 6,60 \text{ mm}$$

Poz. 2.1. – Maszt

Powierzchnia anten na maszcie max do 0,5 m²

Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-26



- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem I; $H = 80$ m n.p.m. $\rightarrow q_k = 300$ Pa
 - $q_k = 0,300$ kN/m²
- Współczynnik ekspozycji:
 - rodzaj terenu: A; $z = H = 18,0$ m $\rightarrow C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 18,0 = 1,16$
- Współczynnik działania porywów wiatru:
 - $\beta = 3,30$

Transparenty między masztami, ścianami, itp.:

Obciążenie charakterystyczne:

$$P_k = 1,6 \cdot q_k \cdot C_e \cdot h \cdot l \cdot \beta = 1,6 \cdot 0,300 \cdot 1,16 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 3,30 = \mathbf{0,919 \text{ kN}}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$P = P_k \cdot \gamma_f = 0,919 \cdot 1,5 = \mathbf{1,378 \text{ kN}}$$

Oblodzenie - wg PN-87/B-02013 – II strefa

$$g_k = \pi \gamma s (d + s)$$

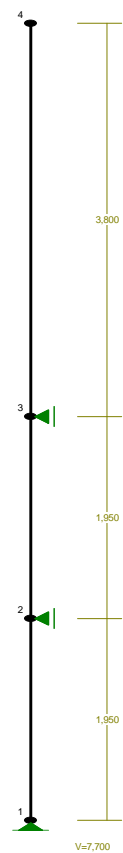
$$s = b \mu \xi$$

$$\gamma = 7,0 \text{ kN/m} \quad b = 0,018 \quad \mu = 0,51 \quad s = 0,018 \cdot 0,51 \cdot 0,8 = 0,0073$$

$$g_k = 3,14 \cdot 7,0 \cdot 0,0073 \cdot (0,143 + 0,0073) = 0,024 \text{ kN} \cdot 1,5 = \mathbf{0,036 \text{ kN}}$$

NAZWA: Poz_2_1_Maszt

WEZŁY:



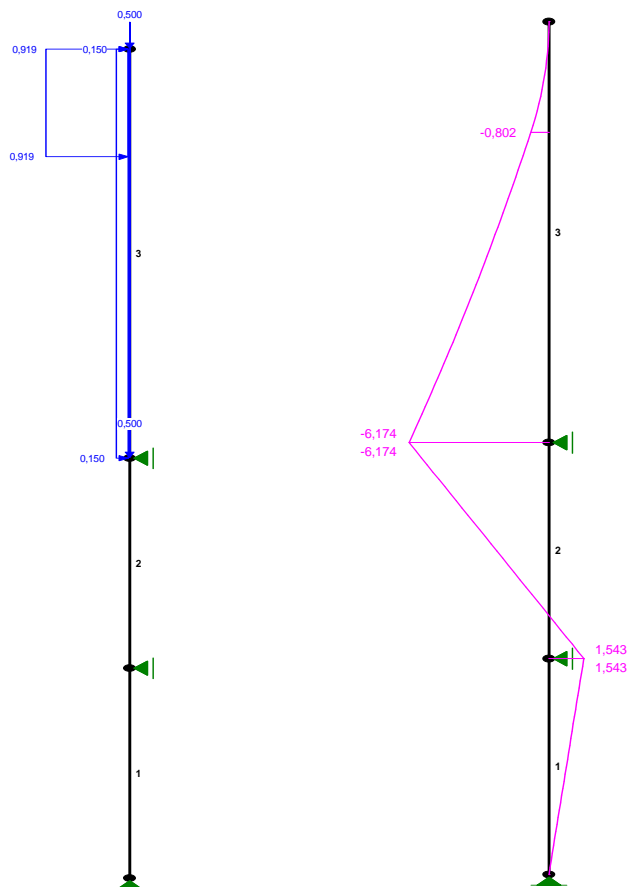
PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,000	1,950	1,950	1,000	1 R 114.3x 5.0
2	00	2	3	0,000	1,950	1,950	1,000	1 R 114.3x 5.0
3	00	3	4	0,000	3,800	3,800	1,000	1 R 114.3x 5.0

OBCIĄŻENIA:

MOMENTY:



W Y N I K I

SILY PRZEKROJOWE:

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+W

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-0,000	0,791	-3,992
	1,00	1,950	1,543	0,791	-3,703
2	0,00	0,000	1,543	-3,957	-3,703
	1,00	1,950	-6,174	-3,957	-3,413
3	0,00	0,000	-6,174	2,233	-3,413
	1,00	3,800	-0,000	0,000	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:

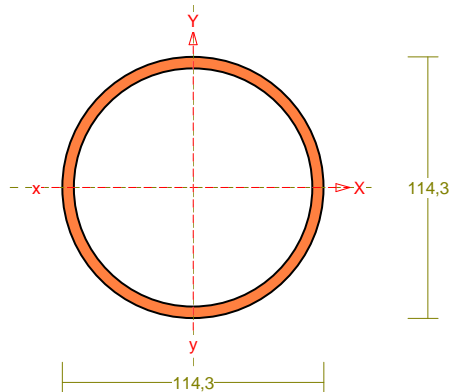
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+W

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	-0,791	3,992	4,069	
2	4,749	0,000	4,749	
3	-6,191	-0,000	6,191	

Pręt nr 3

Zadanie: Poz_2_1_Maszt

Przekrój: R 114.3x 5.0



Wymiary przekroju:

R 114.3x 5.0 D=114,3 d=104,3 g=5,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=256,9 J_{yg}=256,9 A=17,17 i_x=3,9 i_y=3,9 J_w=0,0 J_t=508,2 i_s=5,5.

Materiał: **R35**. Wytrzymałość **f_d=210 MPa** dla **g=5,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe:

x_a = 0,000; x_b = 3,800.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **W**

M_x = 6,174 kNm, V_y = 2,233 kN, N = -3,413 kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: **σ_t = 135,3 MPa σ_c = -139,3 MPa.**

Naprężenia:

x_a = 0,000; x_b = 3,800.

Naprężenia w skrajnych włóknach: **σ_t = 135,3 MPa σ_c = -139,3 MPa.**

Naprężenia:

- normalne: **σ = -2,0 Δσ = 137,3 MPa ψ_{oc} = 1,000**

- ścinanie wzdłuż osi Y: **Av = 11,43 cm² τ = 2,0 MPa ψ_{ov} = 1,000**

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 2,0 / 1,000 + 137,3 = 139,3 < 210 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 2,0 / 1,000 = 2,0 < 121,8 = 0,58 \times 210 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{139,3^2 + 3 \times 2,0^2} = 139,4 < 210 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

x_a = 0,000; x_b = 3,800.

Siałła osiowa:

N = -3,413 kN.

Pole powierzchni przekroju: **A = 17,17 cm².**

Nośność przekroju na rozciąganie: **N_{Rt} = A f_d = 17,17 × 210 × 10⁻¹ = 360,570 kN.**

Warunek nośności (31):

$$N = 3,413 < 360,570 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

κ_a = 0,339 κ_b = 1,000 węzły przesuwne ⇒ μ = 2,254 dla l_o = 3,800

$$l_w = 2,254 \times 3,800 = 8,565 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

κ_a = 1,000 κ_b = 1,000 węzły nieprzesuwne ⇒ μ = 1,000 dla l_o = 3,800

$$l_w = 1,000 \times 3,800 = 3,800 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej μ_ω = 1,000. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem l_ω = 3,800 m. Długość wyboczeniowa l_ω = 3,800 m.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 256,9}{8,565^2} 10^{-2} = 70,856 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 256,9}{3,800^2} 10^{-2} = 359,985 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\square}}{l_{\square}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{5,5^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 0,0}{3,800^2} 10^{-2} + 80 \times 508,2 \times 10^2 \right) = 135859,444 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

xa = 0,000; xb = 3,800:

$$N_{RC} = A f_d = 17,2 \times 210 \times 10^{-1} = 360,570 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wybożenia:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{360,570 / 70,856} = 2,605 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,146$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{360,570 / 359,985} = 1,156 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,599$$

$$\text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{360,570 / 135859,444} = 0,059 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,999$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,146$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{3,413}{0,146 \times 360,570} = 0,065 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

xa = 0,000; xb = 3,800.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 45,0 \times 210 \times 10^{-3} = 9,441 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{RC}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{3,413}{360,570} + \frac{6,174}{1,000 \times 9,441} = 0,663 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 6,174 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{RC}} = 1,25 \times 0,146 \times 2,605^2 \frac{1,000 \times 6,174}{9,441} \times \frac{3,413}{360,570} = 0,008$$

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

Warunki nośności (58):

- dla wybożenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{RC}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{3,413}{0,146 \times 360,570} + \frac{1,000 \times 6,174}{1,000 \times 9,441} = 0,719 < 0,992 = 1 - 0,008$$

- dla wybożenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{RC}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_L M_{Ry}} = \frac{3,413}{0,599 \times 360,570} + \frac{1,000 \times 6,174}{1,000 \times 9,441} = 0,670 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

xa = 0,000; xb = 3,800.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 10,9 \times 210 \times 10^{-1} = 133,127 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 39,938 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 2,233 < 133,127 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,800$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 2,233 < 39,938 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 9,441 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{3,413}{360,570} + \frac{6,174}{9,441} = 0,663 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 0,000$, $x_b = 3,800$.

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 2,233 < 133,121 = 133,127 \times \sqrt{1 - (3,413 / 360,570)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

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

$$a_{\text{gr}} = l / 150 = 3800 / 150 = 25,3 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 5,8 < 25,3 = a_{\text{gr}}$$

Przemieszczenie poziome węzła znajdującego się na wysokości $h = 7,700 \text{ m}$ wynosi:

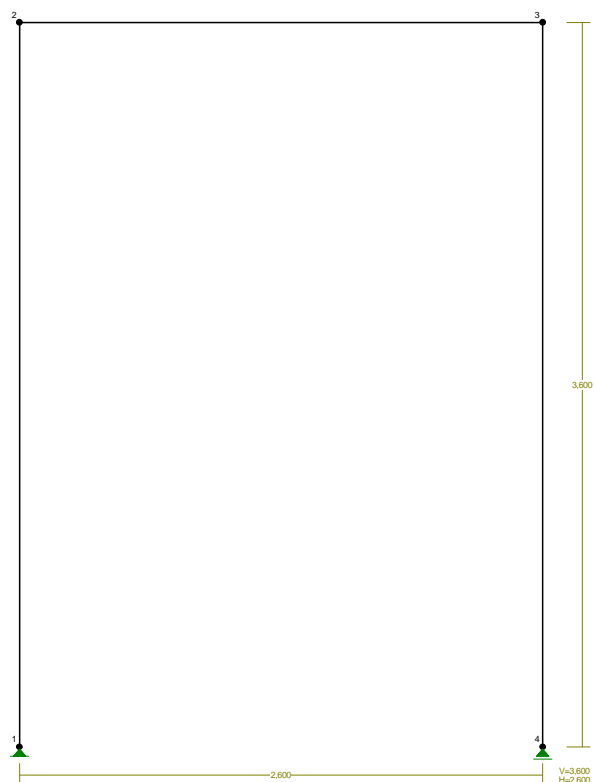
$$u = 50,0 \text{ mm}$$

$$u_{\text{gr}} = h / 150 = 7700 / 150 = 51,3 \text{ mm}$$

$$u = 50,0 < 51,3 = u_{\text{gr}}$$

Poz. 3.1. – Rama

WEZŁY:



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	3,600	3,600	1,000	1 B 38,0x12,0
2	00	2	3	2,600	0,000	2,600	1,000	1 B 38,0x12,0
3	00	3	4	0,000	-3,600	3,600	1,000	1 B 38,0x12,0

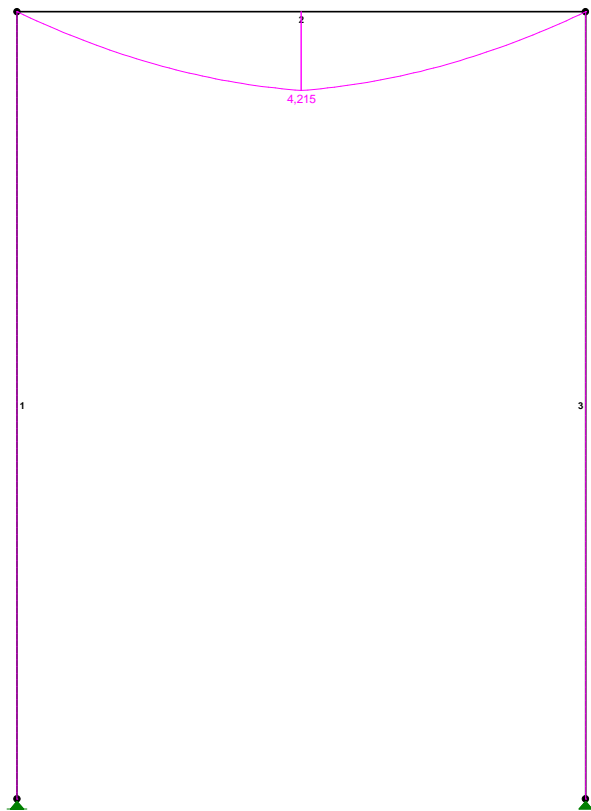
OBCIĄŻENIA:

([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A	"		Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	2,000	2,000	0,00	3,60
2	Skupione	0,0	1,500		1,30	
2	Liniowe	0,0	2,000	2,000	0,00	2,60
3	Liniowe	0,0	2,000	2,000	0,00	3,60

W Y N I K I

MOMENTY:



SIŁY PRZESKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,000	-0,000	-18,559
	1,00	3,600	-0,000	-0,000	-5,585
2	0,00	0,000	-0,000	5,585	0,000
	0,50	1,300	4,215*	0,900	0,000
	1,00	2,600	0,000	-5,585	0,000
3	0,00	0,000	-0,000	0,000	-5,585
	1,00	3,600	0,000	0,000	-18,559

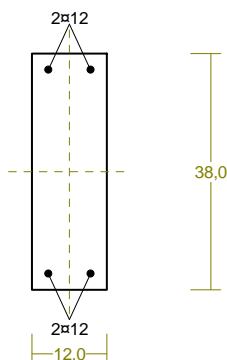
* = Wartości ekstremalne

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,000	18,559	18,559	
4	-0,000	18,559	18,559	

Cechy przekroju:

zadanie , pręt nr 2, przekrój: $x_a=1,30$ m, $x_b=1,30$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$h=38,0$, $b=12,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$f_{ck}=20,0$ MPa, $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 20,0/1,50=13,3$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=456$ cm², $J_{cx}=54872$ cm⁴, $J_{cy}=5472$ cm⁴

STAL: A-IIIIN (RB 500 W)

$f_{yk}=500$ MPa, $\gamma_s=1,15$, $f_{yd}=420$ MPa

$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1}+A_{s2}=4,52$ cm², $\rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 4,52/456=0,99$ %,

$J_{sx}=1217$ cm⁴, $J_{sy}=52$ cm⁴,

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie , pręt nr 2

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi=6$ mm ze stali A-0, dla której $f_{ywd}=190$ MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 500 = 0,00072$$

Rozstaw strzemion:

Ze względu na zbrojenie $s_{max}=15\phi=15 \times 6=90$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (18,0 \times 12,0 \times 1,000) = 0,00262$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00262} > \mathbf{0,00072} = \rho_{w,min}$$

Ugięcia

zadanie , pręt nr 2

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x=1,300$ m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 0,3 \text{ mm}$$

$$a = \mathbf{0,3} < \mathbf{10,4} = a_{lim}$$