

PROJEKTOWANIE ORAZ NADZÓR W BUDOWNICTWIE
mgr inż. Janusz Drożak
43-344 Bielsko Biała ul Wysoka 8 tel.338107018

EGZEMPLARZ NR: 1

PROJEKT BUDOWLANY CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA

INWESTYCJA:

**HALA PRODUKCYJNA Z BUDYNKIEM
BIUROWO-SOCJALNYM**
W JANKOWICACH UL. ZŁOTE ŁANY 52B
Działki 3231/128; 3234/128; 2795/128; 2857/128

INWESTOR:

PATENTUS S. A.
ul. GÓRNOŚLĄSKA 11 43-200 PSZCZYNA

PROJEKTOWAŁ:

Konstrukcja: mgr inż. Janusz Drożak

SPRAWDZIŁ:

Konstrukcja: mgr inż. Piotr Ogrodzki

PROJEKTOWANIE ORAZ NADZÓR W BUDOWNICTWIE
mgr inż. Janusz Drożak
43-344 Bielsko Biała ul Wysoka 8 tel.338107018

PROJEKT BUDOWLANY CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW

INWESTYCJA:

**HALA PRODUKCYJNA Z BUDYNKIEM
BIUROWO-SOCJALNYM**
W JANKOWICACH UL. ŻŁOTE ŁANY 52B
Działki 3231/128; 3234/128; 2795/128; 2857/128

INWESTOR:

PATENTUS S. A.
ul. GÓRNOŚLĄSKA 11 43-200 PSZCZYNA

Projektanci oświadczają, iż niniejszy projekt został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami Prawa Budowlanego i związanymi z nim rozporządzeniami oraz zgodnie z Polskimi Normami.

PROJEKTOWAŁ:

Konstrukcja: mgr inż. Janusz Drożak

SPRAWDZIŁ:

Konstrukcja: mgr inż. Piotr Ogrodzki

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

Opis techniczny

Obliczenia statyczne

Rysunki:

K 1 Fundamenty

OPIS TECHNICZNY

PROJEKT BUDOWLANY HALI PRODUKCYJNEJ Z BUDYNKIEM BIUROWO-SOCJALNYM W JANKOWICACH UL. ŻŁOTE ŁANY 52B

1. Charakterystyka obiektu:

Obiekt objęty projektem składa się z hal dwunawowej i budynku biurowo-socjalnego oddzielonych od siebie dylatacją o prostopadłym do siebie układzie konstrukcyjnym. Hala jest budynkiem produkcyjnym. Natomiast budynek jest obiektem socjalno-biurowym.

Konstrukcja hali jest wykonana w technologii szkieletowej z ram stalowych. Pierwsza nawa hala posiada rozpiętość 14,0m, natomiast rozpiętość drugiej nawy wynosi 10,0m. Ramy składają się z dwuspadowego dźwigara dachowego wykonanego z blachownicy spawanej o średniku falistym oraz z trzech słupów o różnej wysokości wykonanego z blachownicy spawanej o średniku falistym. Pokrycie dachu zaprojektowano z płyty dachowej KS1000X-DEK przymocowanej kołkami wstrzeliwanymi bezpośrednio do płatwi dachowych. Na płycie ułożone zostanie pokrycie membraną dachową. Ściany zaprojektowano z płyt warstwowych z blachy stalowej z rdzeniem ze styropianu lub PU. Płyty ścian zewnętrznych zamocowane są na słupach ramach nośnych konstrukcji hali uzupełnionej ryglówką z profili zimnogiętych stanowiącą jednocześnie zamocowanie stolarki i bram. Do posadowienia projektowanego obiektu zaprojektowano układ stóp fundamentowych żelbetowych z obwodowymi belkami podwalinowymi.

W hali produkcyjnej zaprojektowano na słupach ram nośnych torowisko suwnic portalowych przystosowane do obsługi suwnic o udźwigu do 12t.

Budynek biurowo-socjalnego został zaprojektowany jako murowany z bloczków z betonu komórkowego odmiany „600” na zaprawie klejowej.

W budynku zostały zaprojektowane stropy piętra biurowego i poddasza. Strop wykonany zostanie jako monolityczna płyta żelbetowa krzyżowo zbrojona o grubości 15 cm poddasze i 18 cm piętro. Płyta opierać się będzie na ruszcie podciągów żelbetowych 30 x 50 cm piętro i 30 x 35 cm poddasze podpartych siatką słupów żelbetowych okrągłych o średnicy 30 cm. Do wejścia na piętro służą schody żelbetowe monolityczne.

OBLICZENIA STATYCZNE

PROJEKT BUDOWLANY BUDYNKU PRODUKCYJNO MAGAZYNOWEGO Z CZĘŚCIĄ BIUROWĄ PRZY UL. MARII SKŁODOWSKIEJ-CURIE W PSZCZYNI

1. Podstawa dokonania obliczeń:

Obliczenia statyczne obiektu dokonano w oparciu o obowiązujące Polskie Normy

- PN-82/B-02001 Obciążenia stałe
- PN-82/B-02003 Obciążenia technologiczne i montażowe
- PN-80/B-02010 Obciążenie śniegiem (Az1:2006)
- PN-77/B-02011 Obciążenie wiatrem (Az1:2009)
- PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe
- PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe żelbetowe i sprężone
- DOKUMENTACJA BADAŃ GEOTECHNICZNYCH PODŁOŻA GRUNTOWEGO wykonana przez firmę „BAZET” Pawłowice ul. Zjednoczenia 62a – mgr Piotr Staroszczyk

2. Rama dwunawowa m w rozstawie co 6,00m

2.1 Zestawienie obciążeń:

Zestawienie obciążeń:

Lp	Obciążenie	Obmiar					OBC.CHARAKT	γ_f	OBC.CHARAKT
		CIĘŻAR OBJĘTOŚĆ	GRUBOŚĆ	DŁUGOŚĆ	SZEROK	ILOŚĆ	G_k kN/m ²		G kN/m ²
1	pokrycie	0,04	1	1	1	1	0,04	1,2	0,048
2	wełna mineralna	1,4	0,2	1	1	1	0,28	1,2	0,336
3	blacha trapezowa	0,12	1	1	1	1	0,12	1,2	0,144
4	Obciążenie technolog	0,25	1	1	1	1	0,25	1,2	0,3
Razem:							0,57	1,2	0,684

platew Z_{pst} 1/2,5m =	3,5	1,995	1,2	2,394
rama p_{st} 2/6,0m =	6	3,42	1,2	4,104

Lp	Obciążenie	Obmiar			OBC.CHARAKT	γ_f	OBC.CHARAKT
		A wysokość - n.p.m	Q _k		Q_k kN/m ²		Q kN/m ²
5	Obc.śniegiem strefa: 2	~	0,9		0,9	1,5	1,35
		C1 =	0,8	S_{k1} =	0,72	1,5	1,08

platew Z_{p_{sn}} 1/2,5m =	3,5	2,52	1,5	3,78
rama p_{sn} 2/6,0m =	6	4,32	1,5	6,48

3. Pokrycie dachu

Rozstaw dźwigarów dachowych co 6,0 m

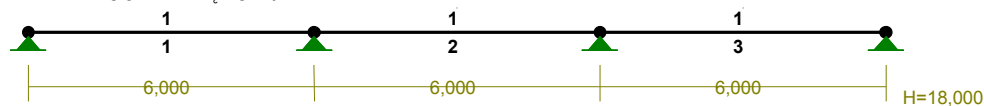
Płytkę dachową dobrano z katalogu producenta dla obciążeń z poz 2.1 :
Płyta dachowa ocieplona KS1000X-DEK na płatwiach co 3,0m

Przyjęto wg katalogu producenta płatwie dachowe dla obciążeń z poz 2.1:
zetowniki zimno gięte Z-250 grub. 2,5mm .

4.0 Belki podsuwnicowe

Przyjęto obciążenia wg danych producenta suwnic.

PRZEKROJE PRĘTÓW:



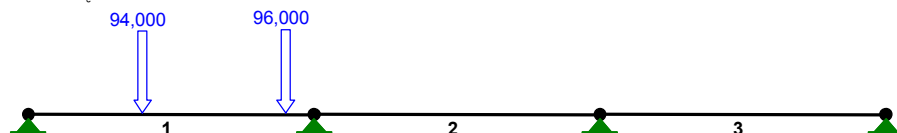
PRĘTY UKŁADU:

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	6,000	0,000	6,000	1,000	1
2	00	2	3	6,000	0,000	6,000	1,000	1
3	00	3	4	6,000	0,000	6,000	1,000	1

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	152,1	30815	7617	1952	1269	40,1	2 St3S (X,Y,V,W)

OBCIĄŻENIA:

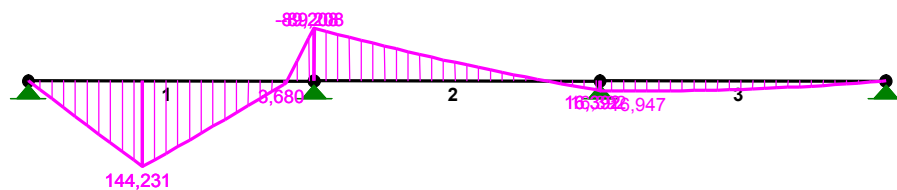


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

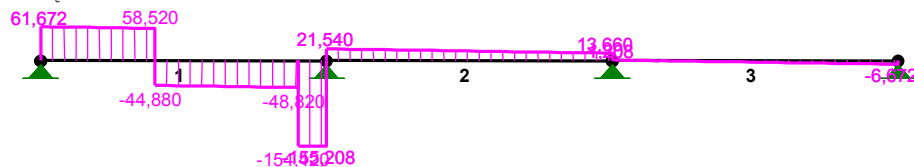
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A	" "		Zmienne	gf= 1,10	
1	Skupione	0,0	94,000		2,40	
1	Skupione	0,0	96,000		5,40	

W Y N I K I Teoria I-go rzędu

MOMENTY:



TNACE:



NORMALNE:



SIŁY PRZEKROJOWE:

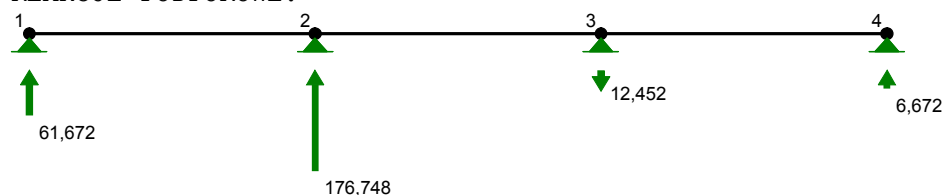
T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,000	61,672	0,000
	0,40	2,400	144,231*	58,520	0,000
	1,00	6,000	-89,208	-155,208	0,000
2	0,00	0,000	-89,208	21,540	0,000
	1,00	6,000	16,392	13,660	0,000
3	0,00	0,000	16,392	1,208	0,000
	0,15	0,914	16,947*	0,008	0,000
	1,00	6,000	0,000	-6,672	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



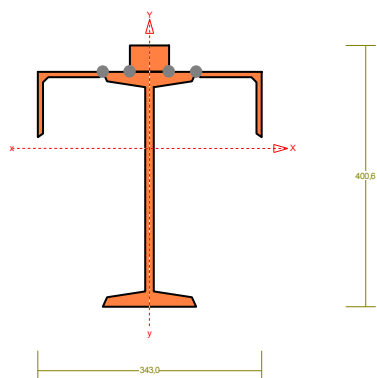
REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	0,000	61,672	61,672	
2	0,000	176,748	176,748	
3	0,000	-12,452	12,452	
4	0,000	6,672	6,672	

Pręt nr 1

Przekrój:



Wymiary przekroju: $h=400,6$ $s=343,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=30815,4$ $J_{yg}=7617,1$ $A=152,10$ $i_x=14,2$
 $i_y=7,1$ $J_w=611204,8$ $J_t=245,4$ $x_s=0,0$ $y_s=11,8$
 $i_s=19,8$ $r_x=-8,0$ $b_y=15,8$.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **$f_d=205$** MPa dla **$g=40,0$** .

Siły przekrojowe: $x_a = 2,400$; $x_b = 3,600$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

$M_x = -144,231$ kNm, $V_y = 58,520$ kN, $N = 0,000$ kN,

$M_y = -0,087$ kNm, $V_x = -0,035$ kN.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 113,678$ MPa $\sigma_c = -73,886$ MPa.

Naprężenia:

$x_a = 2,400$; $x_b = 3,600$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 113,678$ MPa $\sigma_c = -73,886$ MPa.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = 19,896$ $\Delta\sigma = 93,782$ MPa $\psi_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 61,520 \text{ cm}^2$ $\tau = 9,512 \text{ MPa}$ $\psi_{ov} = 1,000$
 - ścinanie wzdłuż osi X: $A_v = 94,347 \text{ cm}^2$ $\tau = 0,004 \text{ MPa}$ $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 19,896 / 1,000 + 93,782 = 113,678 < 205 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 9,512 / 1,000 = 9,512 < 118,900 = 0,58 \times 205 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ex} = \tau / \psi_{ov} = 0,004 / 1,000 = 0,004 < 118,900 = 0,58 \times 205 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{113,678^2 + 3 \times 0,000^2} = 113,678 < 205 \text{ MPa}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,333 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,772 \quad \text{dla } l_0 = 6,000$$

$$l_w = 0,772 \times 6,000 = 4,632 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 6,000$$

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

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega 0} = 6,000 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 6,000 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 0 \times 30815,4}{4,632^2} 10^{-2} = 29059,272 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 0 \times 7617,1}{6,000^2} 10^{-2} = 4280,982 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{19,8^2} \left(\frac{3,14^2 \times 0 \times 611204,8}{6,000^2} 10^{-2} + 80 \times 245,4 \times 10^2 \right) = 5879,621 \text{ kN}$$

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

$$\frac{4280,982 + 5879,621 - \sqrt{(4280,982 + 5879,621)^2 - 4 \times 4280,982 \times 5879,621 \times (1 - 1,000 \times 11,8^2 / 19,8^2)}}{2 \times (1 - 1,000 \times 11,8^2 / 19,8^2)} = 3077,686 \text{ kN}$$

Zwicherungie:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_0 = 0,00 \text{ cm}$. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = (-11,82) \text{ cm}$. Przyjęto następujące wartości parametrów zwicherungia: $A_1 = 0,000$, $A_2 = 0,000$, $B = 0,000$.

$$A_0 = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 15,83 + 0,000 \times (-11,82) = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_0 N_y + \sqrt{(A_0 N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 4280,982 + \sqrt{(0,000 \times 4280,982)^2 + 0,000^2 \times 0,198^2 \times 4280,982 \times 5879,621} = 0,000$$

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

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 2,400$; $x_b = 3,600$.

- względem osi X

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 1952,5 \times 205 \times 10^{-3} = 400,271 \text{ kNm}$$

$$W_c > W_t, M_R = W_t f_d [1 + \psi (\alpha_p - 1)] =$$

$$1269,2 \times 205 \times [1 + 1,000 \times (1,000 - 1)] \times 10^{-3} = 260,190 \text{ kNm}$$

- względem osi Y

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 445,0 \times 205 \times 10^{-3} = 91,225 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{144,231}{1,000 \times 260,190} + \frac{0,087}{91,225} = 0,555 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

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

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 61,5 \times 205 \times 10^{-1} = 731,473 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 219,442 \text{ kN}$$

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 94,3 \times 205 \times 10^{-1} = 1121,786 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 336,536 \text{ kN}$$

Warunki nośności:

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi Y: } V = 155,208 < 731,473 = V_R$$

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X: } V = 0,093 < 1121,786 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 2,400$; $x_b = 3,600$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 58,520 < 219,442 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 260,190 \text{ kNm}$$

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,035 < 336,536 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 91,225 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx,V}} + \frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{144,231}{260,190} + \frac{0,087}{91,225} = 0,555 < 1$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

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

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

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą $\sigma_c = 0,000 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środnika na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 139,2 \times 8,0 \times 1,000 \times 205 \times 10^{-3} = 228,338 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = 0,000 < 228,338 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

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

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 6000 / 350 = 17,1 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 5,8 < 17,1 = a_{\text{gr}}$$

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

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

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 6000 / 250 = 24,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,0 < 24,0 = a_{\text{gr}}$$

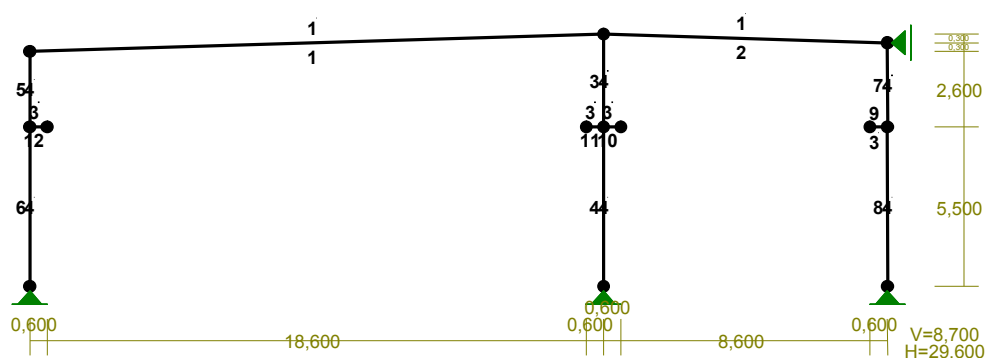
Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = \sqrt{0,0^2 + 5,8^2} = 5,8$$

5. Ramy nośne hali

Przyjęto ramy w rozstawie 6,0m o słupach i ryglach z blachownic o średniku falistym. Obciążenia z poz. 2.1.

PRZEKROJE PRĘTÓW:

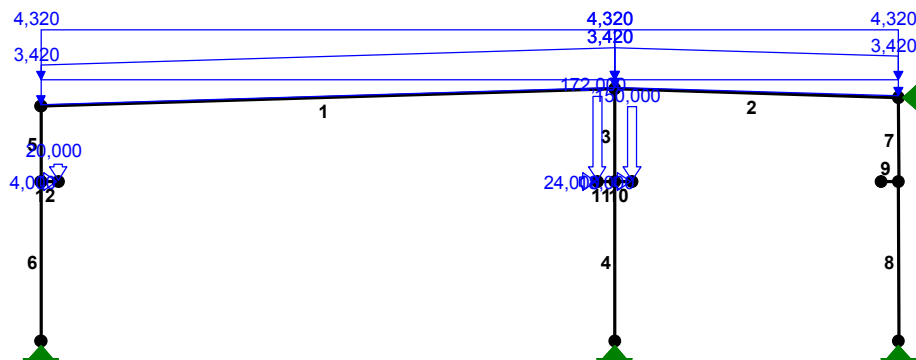
**PRĘTY UKŁADU:**

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	19,800	0,600	19,809	1,000	1 S 774x250x12x2
2	00	2	3	9,800	-0,300	9,805	1,000	1 S 774x250x12x2
3	00	2	8	0,000	-3,200	3,200	1,000	4 S 530x300
4	00	8	4	0,000	-5,500	5,500	1,000	4 S 530x300
5	00	1	7	0,000	-2,600	2,600	1,000	4 S 530x300
6	00	7	5	0,000	-5,500	5,500	1,000	4 S 530x300
7	00	3	9	0,000	-2,900	2,900	1,000	4 S 530x300
8	00	9	6	0,000	-5,500	5,500	1,000	4 S 530x300
9	00	9	10	-0,600	0,000	0,600	1,000	3 2 U 260
10	00	8	11	0,600	0,000	0,600	1,000	3 2 U 260
11	00	12	8	0,600	0,000	0,600	1,000	3 2 U 260
12	00	7	13	0,600	0,000	0,600	1,000	3 2 U 260

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	75,0	94135	3125	2432	2432	77,4	2 St3S (X,Y,V,W)
3	96,6	74433	9640	742	742	26,0	2 St3S (X,Y,V,W)
4	102,5	62297	6750	2351	2351	53,0	2 St3S (X,Y,V,W)

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

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

Grupa: A ""				Zmienne	g _f = 1,20	
1	Liniowe	0,0	3,420	3,420	0,00	19,81
2	Liniowe	0,0	3,420	3,420	0,00	9,80

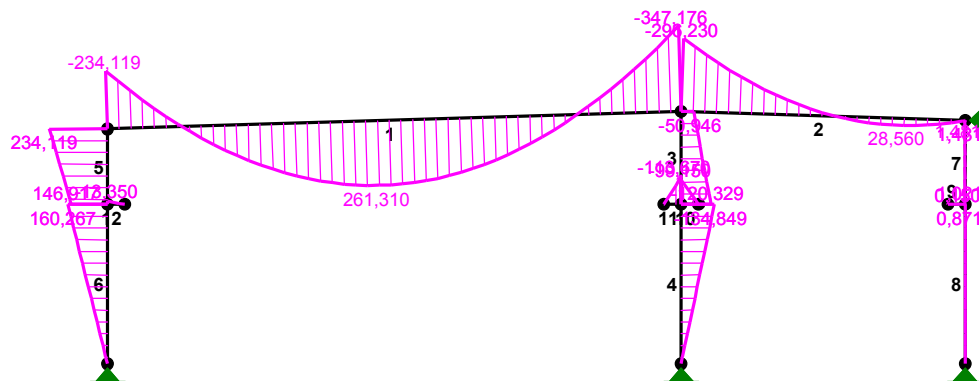
Grupa: B ""				Zmienne	g _f = 1,10	
11	Skupione	-0,0	172,000		0,00	
11	Skupione	90,0	24,000		0,00	
12	Skupione	-0,0	20,000		0,60	
12	Skupione	90,0	4,000		0,60	

Grupa: C ""				Zmienne	g _f = 1,10	
10	Skupione	-0,0	150,000		0,60	
10	Skupione	90,0	18,000		0,60	

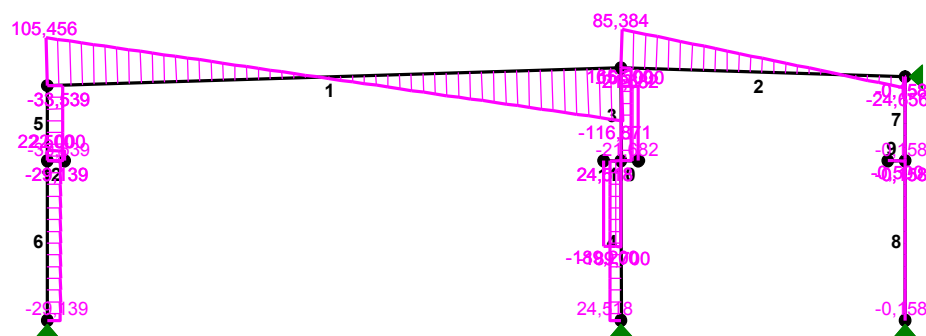
Grupa: S ""				Zmienne	g _f = 1,50	
1	Liniowe-Y	0,0	4,320	4,320	0,00	19,81
2	Liniowe-Y	0,0	4,320	4,320	0,00	9,80

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

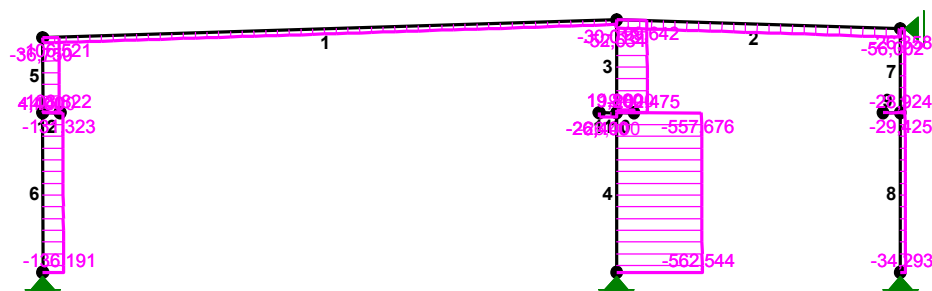
MOMENTY:



TNAŃCE:



NORMALNE:

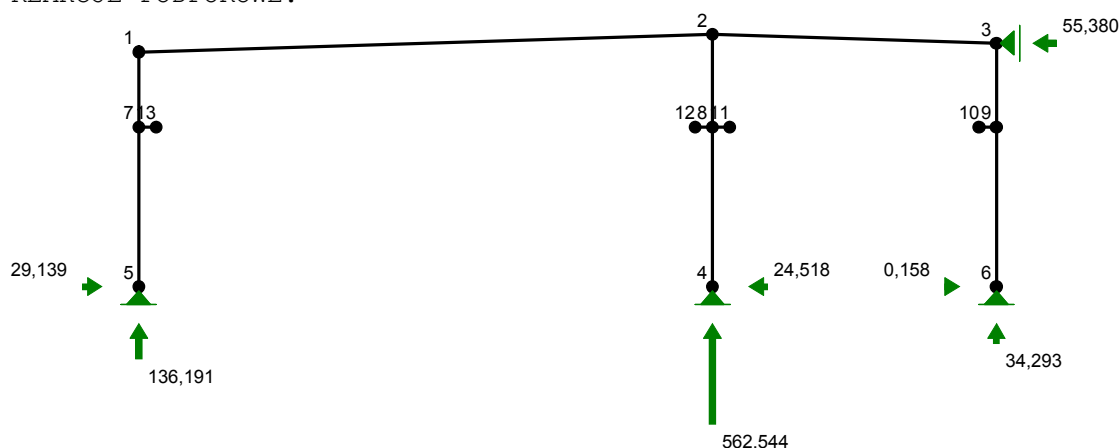


SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCS

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	-234,119	105,456	-36,750
	0,47	9,363	261,310*	0,372	-33,566
	1,00	19,809	-347,176	-116,871	-30,013
2	0,00	0,000	-296,230	85,384	-52,634
	0,78	7,622	28,562*	-0,155	-55,252
	1,00	9,805	1,481	-24,656	-56,002
3	0,00	0,000	-50,946	-21,682	-199,642
	1,00	3,200	-120,329	-21,682	-202,475
	0,00	0,000	-134,849	24,518	-557,676
4	0,00	0,000	0,000	24,518	-562,544
	1,00	5,500	234,119	-33,539	-106,521
	0,00	0,000	146,917	-33,539	-108,822
6	0,00	0,000	160,267	-29,139	-131,323
	1,00	5,500	-0,000	-29,139	-136,191
	0,00	0,000	1,481	-0,158	-26,358
7	1,00	2,900	1,021	-0,158	-28,924
	0,00	0,000	0,871	-0,158	-29,425
	1,00	5,500	-0,000	-0,158	-34,293
8	0,00	0,000	0,150	-0,500	-0,000
	0,99	0,595	0,000*	-0,004	-0,000
	1,00	0,600	0,000	0,000	-0,000
10	0,00	0,000	-99,150	165,500	19,800
	1,00	0,600	-0,000	165,000	19,800
	0,00	0,000	-0,000	-189,200	-26,400
11	1,00	0,600	-113,670	-189,700	-26,400
	0,00	0,000	-13,350	22,500	4,400
	1,00	0,600	0,000	22,000	4,400

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:

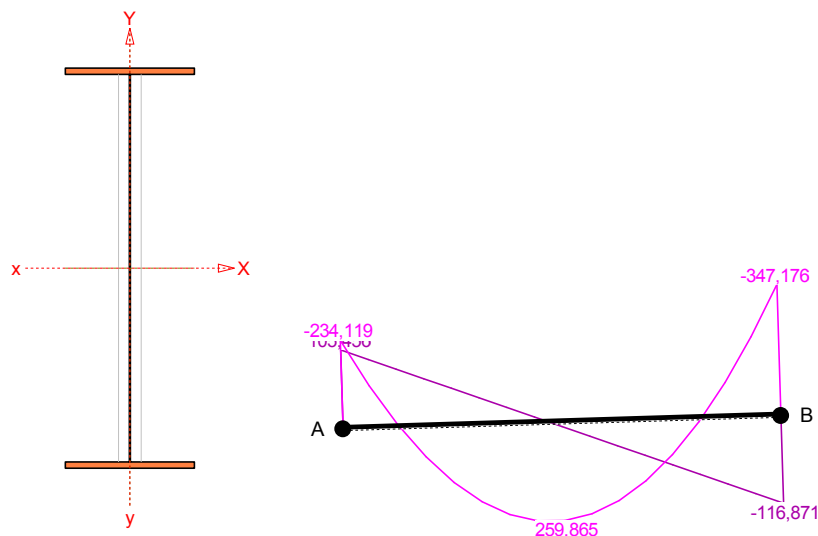


REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCS

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
3	-55,380	-0,000	55,380	
4	-24,518	562,544	563,078	
5	29,139	136,191	139,273	

Wyniki wymiarowania blachownicy ze środkiem falistym:

Pręt nr: 1 Dźwigar dachowy



Przekrój: Oznakowanie: **WTA 750 - 250 x 12**

Wymiary: $h = 774,0 \text{ mm}$; $h_s = 750,0 \text{ mm}$; $ts = 2,0 \text{ mm}$;
 $bg = 250,0 \text{ mm}$; $tg = 12,0 \text{ mm}$.

Charakterystyka: $A = 60,00 \text{ cm}^2$; $I_x = 87096,60 \text{ cm}^4$; $I_y = 3125,05 \text{ cm}^4$;
 $i_y = 6,46 \text{ cm}$; $A_Q = h_s ts 155/178 = 13,06 \text{ cm}^2$.

Sprawdzenie nośności blachownicy przeprowadzono na podstawie dokumentacji technicznej producenta.

Uwzględnienie wpływu stateczności względem osi X:

Siła krytyczna wyznaczona z uwzględnieniem podatności środka na ścinanie:

$$S_{kx} = \mu_x l_x = 0,619 \times 20,009 = 12,386 \text{ m}$$

$$\lambda_{id} = \sqrt{\lambda_x^2 + \lambda_1^2} = \sqrt{(S_{kx} / i_x)^2 + 25,9 A / A_Q} =$$

$$\sqrt{(12,386/0,381)^2 + 25,9 \times 60,00 / 13,06} = 34,29$$

$$N_{Ki,d} = \pi^2 EA / \lambda_{id}^2 = 9,87 \times 205000 \times 60,00 / 34,29^2 \times 10^{-1} = 10325,025 \text{ kN}$$

Dodatkowe siły wewnętrzne uwzględniające efekt II-go rzędu dla $\nu_o = l / 500$:

$$M_{II} = \frac{N \nu_o}{1 - N / N_{Ki,d}} = \frac{36,750 \times 0,0400}{1 - 36,750 / 10325,025} = 1,476 \text{ kNm}$$

$$V_{II} = \pi M_{II} / l = 3,142 \times 1,476 / 20,009 = 0,232 \text{ kN}$$

Nośność pasów:

Pasy wykonano ze stali: **St3S**.

Przyjęto rozstaw stężeń bocznych pasa górnego $c = 0,300 \text{ m}$ i dolnego $c = 4,000 \text{ m}$.

P a s g ó r n y :

Przy grubości $t_g=12,0$ mm, $f_{yk} = 235$ MPa; $\gamma_M = 1,15$.

- nośność pasa: $N_{gRk} = f_{yk} b_g t_g = 235 \times 250,0 \times 12,0 \times 10^{-3} = 705,000$ kN

- nośność ze względu na stateczność lokalna:

$$b = b_g / 2 - 11 = 250,0 / 2 - 11 = 114,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_1 = \frac{40000}{(b/t_g)^2} = \frac{40000}{(114,0/12,0)^2} = 443,213 \text{ MPa} \quad \text{przy czym } \sigma_1 \leq f_{yk}$$

$$N_{gRk,l} = \sigma_1 b_g t_g = 235,000 \times 250,0 \times 12,0 \times 10^{-3} = 705,000 \text{ kN}$$

- nośność ze względu na stateczność ogólna Y (zwichrzenie):

$$\lambda = c / i = \sqrt{12} c / b_g = \sqrt{12} \times 0,300 \times 10^3 / 250,0 = 4,2 < 250$$

$$\text{Przyjęto } k_c = 1,000$$

$$N_{gRk,g} = \frac{0,5 \pi}{\sqrt{12}} \sqrt{E f_{yk}} \frac{b_g^2 t_g}{k_c c} =$$

$$= \frac{0,5 \times 3,1416}{3,4641} \sqrt{205000 \times 235} \frac{250,0^2 \times 12,0}{1,000 \times 300,0} \times 10^{-3} = 7868,286 \text{ kN}$$

Sprawdzenie nośności pasa:

$$A = (250,0 \times 12,0 + 250,0 \times 12,0) / 100 = 60,00 \text{ cm}^2$$

$$z_p = h_s + t_g/2 + t_g'/2 = 750,0 + 12,0/2 + 12,0/2 = 762,0 \text{ mm}$$

- dla $x_a=9,90$ m; $x_b=9,90$ m, przy obciążeniach "ABCS"

$$\text{- nośność: } N_{gRd} = \min(N_{gRk}; N_{gRk,l}; N_{gRk,g}) / \gamma_M = 705,000 / 1,15 = 613,043 \text{ kN}$$

$$N_g = N A_g / A - (M+M_{II}) / z_p = -33,382 \times 30,00 / 60,00 - 261,341 / 0,762 = -359,658 \text{ kN}$$

$$N_g = 359,658 < 613,043 = N_{gRd}$$

P a s d o l n y :

Przy grubości $t_g=12,0$ mm, $f_{yk} = 235$ MPa; $\gamma_M = 1,15$.

- nośność pasa: $N_{gRk} = f_{yk} b_g t_g = 235 \times 250,0 \times 12,0 \times 10^{-3} = 705,000$ kN

- nośność ze względu na stateczność lokalna:

$$b = b_g / 2 - 11 = 250,0 / 2 - 11 = 114,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_1 = \frac{40000}{(b/t_g)^2} = \frac{40000}{(114,0/12,0)^2} = 443,213 \text{ MPa} \quad \text{przy czym } \sigma_1 \leq f_{yk}$$

$$N_{gRk,l} = \sigma_1 b_g t_g = 235,000 \times 250,0 \times 12,0 \times 10^{-3} = 705,000 \text{ kN}$$

- nośność ze względu na stateczność ogólna Y (zwichrzenie):

$$\lambda = c / i = \sqrt{12} c / b_g = \sqrt{12} \times 4,000 \times 10^3 / 250,0 = 55,4 < 250$$

Przyjęto $k_c = 1,000$

$$N_{gRk,g} = \frac{0,5 \pi}{\sqrt{12}} \sqrt{E f_{yk}} \frac{b_g^2 t_g}{k_c c} =$$

$$= \frac{0,5 \times 3,1416}{3,4641} \sqrt{205000 \times 235} \frac{250,0^2 \times 12,0}{1,000 \times 4000,0} \times 10^{-3} = 590,121 \text{ kN}$$

Sprawdzenie nośności pasa:

$$A = (250,0 \times 12,0 + 250,0 \times 12,0) / 100 = 60,00 \text{ cm}^2$$

$$z_p = h_s + t_g / 2 + t_g' / 2 = 750,0 + 12,0 / 2 + 12,0 / 2 = 762,0 \text{ mm}$$

- dla $x_a = 9,90 \text{ m}$; $x_b = 9,90 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABCS"

- nośność: $N_{gRd} = N_{gRk} / \gamma_M = 705,000 / 1,15 = 613,043 \text{ kN}$

$$N_g = N A_g / A + (M + M_{II}) / z_p = -33,382 \times 30,00 / 60,00 + 261,341 / 0,762 = 326,277 \text{ kN}$$

$$N_g = 326,277 < 613,043 = N_{gRd}$$

Nośność środnika:

Środnik wykonany jest ze stali: **St3SX**.

Przy grubości $t_s = 2,0 \text{ mm}$, $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$; $\gamma_M = 1,15$.

Nośność na ścinanie:

Siła poprzeczna dla $x_a = 9,90 \text{ m}$; $x_b = 9,90 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABCS":

$$V = 5,707 \text{ kN.}$$

Nośność na ścinanie:

$$\tau_{pl,g} = \frac{32,4}{t_s h_s^2} \sqrt[4]{D_x D_y^3} = \frac{32,4}{2,0 \times 750,0^2} \times \sqrt[4]{122500 \times 86000000^3} = 481,172 \text{ MPa}$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \tau_{pl,g}}} = \sqrt{\frac{235}{1,732 \times 481,172}} = 0,53$$

$$\kappa_\tau = 1 / \bar{\lambda}_p^{1,5} = 1 / 0,53^{1,5} = 2,584 \quad \text{przy czym } \kappa_\tau \leq 1$$

Przyjęto: $\kappa_\tau = 1,000$

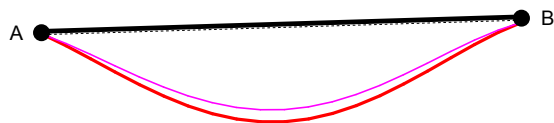
$$V_{Rk} = 0,58 \kappa_\tau f_{yk} h_s t_s = 0,58 \times 1,000 \times 235 \times 750,0 \times 2,0 \times 10^{-3} = 204,450 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = V_{Rk} / \gamma_M = 204,450 / 1,15 = 177,783 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$V = V_I + V_{II} = 5,939 < 177,783 = V_{Rd}$$

Stan graniczny użytkowania:



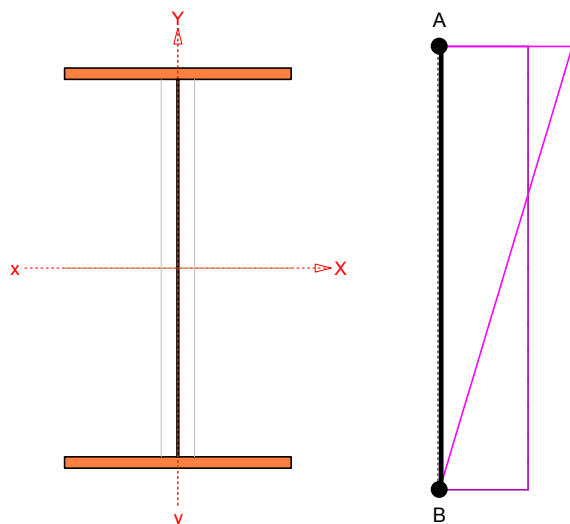
Przemieszczenie prostopadłe do osi pręta wyznaczone z uwzględnieniem wpływu sił poprzecznych dla $x_a=9,90$ m; $x_b=9,90$ m, przy obciążeniach "ABCS", wynoszą:

$$a = -37,7 \text{ mm}$$

$$a = 37,7 < 56,6 = 1 / 350 = a_{gr}.$$

Wyniki wymiarowania blachownicy ze środkiem falistym:

Pręt nr: 4 Słup centralny



Przekrój: Oznakowanie: **WTB 500 - 300 x 15**

Wymiary: $h = 530,0$ mm; $h_s = 500,0$ mm; $ts = 2,5$ mm;
 $bg = 300,0$ mm; $tg = 15,0$ mm.

Charakterystyka: $A = 90,00$ cm²; $I_x = 59675,63$ cm⁴; $I_y = 6750,07$ cm⁴;
 $i_y = 8,12$ cm; $A_Q = h_s ts 155/178 = 10,88$ cm².

Sprawdzenie nośności blachownicy przeprowadzono na podstawie dokumentacji technicznej producenta.

Uwzględnienie wpływu stateczności względem osi X:

Siła krytyczna wyznaczona z uwzględnieniem podatności środka na ścinanie:

$$S_{kx} = \mu_x l_x = 0,825 \times 5,500 = 4,537 \text{ m}$$

$$\lambda_{id} = \sqrt{\lambda_x^2 + \lambda_1^2} = \sqrt{(S_{kx} / i_x)^2 + 25,9 A / A_Q} =$$

$$\sqrt{(4,537/0,258)^2 + 25,9 \times 90,00 / 10,88} = 22,91$$

$$N_{Ki,d} = \pi^2 EA / \lambda_{id}^2 = 9,87 \times 205000 \times 90,00 / 22,91^2 \times 10^{-1} = 34706,853 \text{ kN}$$

Dodatkowe siły wewnętrzne uwzględniające efekt II-go rzędu dla $\nu_o = l / 500$:

$$M_{II} = \frac{N \nu_o}{1 - N/N_{Ki,d}} = \frac{562,544 \times 0,0110}{1 - 562,544/34706,853} = 6,290 \text{ kNm}$$

$$V_{II} = \pi M_{II} / l = 3,142 \times 6,290 / 5,500 = 3,593 \text{ kN}$$

Nośność pasów:

Pasy wykonano ze stali: **St3S**.

Przyjęto rozstaw stężeń bocznych pasa górnego $c = 5,500 \text{ m}$ i dolnego $c = 5,500 \text{ m}$.

P a s g ó r n y :

Przy grubości $t_g = 15,0 \text{ mm}$, $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$; $\gamma_M = 1,15$.

- nośność pasa: $N_{gRk} = f_{yk} b_g t_g = 235 \times 300,0 \times 15,0 \times 10^{-3} = 1057,500 \text{ kN}$

- nośność ze względu na stateczność lokalna:

$$b = b_g / 2 - 11 = 300,0/2 - 11 = 139,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_1 = \frac{40000}{(b/t_g)^2} = \frac{40000}{(139,0/15,0)^2} = 465,814 \text{ MPa} \quad \text{przy czym } \sigma_1 \leq f_{yk}$$

$$N_{gRk,l} = \sigma_1 b_g t_g = 235,000 \times 300,0 \times 15,0 \times 10^{-3} = 1057,500 \text{ kN}$$

- nośność ze względu na stateczność ogólna Y (zwichrzenie):

$$\lambda = c / i = \sqrt{12} c / b_g = \sqrt{12} \times 5,500 \times 10^3 / 300,0 = 63,5 < 250$$

Przyjęto $k_c = 0,763$

$$N_{gRk,g} = \frac{0,5 \pi}{\sqrt{12}} \sqrt{E f_{yk}} \frac{b_g^2 t_g}{k_c c} =$$

$$= \frac{0,5 \times 3,1416}{3,4641} \sqrt{205000 \times 235} \frac{300,0^2 \times 15,0}{0,763 \times 5500,0} \times 10^{-3} = 1012,051 \text{ kN}$$

Sprawdzenie nośności pasa:

$$A = (300,0 \times 15,0 + 300,0 \times 15,0) / 100 = 90,00 \text{ cm}^2$$

$$z_p = h_s + t_g/2 + t_g'/2 = 500,0 + 15,0/2 + 15,0/2 = 515,0 \text{ mm}$$

- dla $x_a = 2,75 \text{ m}$; $x_b = 2,75 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABCS"

- nośność: $N_{gRd} = \min(N_{gRk}; N_{gRk,l}; N_{gRk,g}) / \gamma_M = 1012,051 / 1,15 = 880,044 \text{ kN}$

$$N_g = N A_g / A - (M + M_{II}) / z_p = -560,110 \times 45,00 / 90,00 - (-73,714) / 0,515 = -136,920 \text{ kN}$$

$$N_g = 136,920 < 880,044 = N_{gRd}$$

P a s d o l n y :

Przy grubości $t_g = 15,0 \text{ mm}$, $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$; $\gamma_M = 1,15$.

- nośność pasa: $N_{gRk} = f_{yk} b_g t_g = 235 \times 300,0 \times 15,0 \times 10^{-3} = 1057,500 \text{ kN}$

- nośność ze względu na stateczność lokalna:

$$b = b_g / 2 - 11 = 300,0 / 2 - 11 = 139,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_1 = \frac{40000}{(b/t_g)^2} = \frac{40000}{(139,0/15,0)^2} = 465,814 \text{ MPa} \quad \text{przy czym } \sigma_1 \leq f_{yk}$$

$$N_{gRk,l} = \sigma_1 b_g t_g = 235,000 \times 300,0 \times 15,0 \times 10^{-3} = 1057,500 \text{ kN}$$

- nośność ze względu na stateczność ogólna Y (zwichrzenie):

$$\lambda = c / i = \sqrt{12} c / b_g = \sqrt{12} \times 5,500 \times 10^3 / 300,0 = \mathbf{63,5 < 250}$$

Przyjęto $k_c = 0,863$

$$N_{gRk,g} = \frac{0,5 \pi}{\sqrt{12}} \sqrt{E f_{yk}} \frac{b_g^2 t_g}{k_c c} =$$

$$= \frac{0,5 \times 3,1416}{3,4641} \sqrt{205000 \times 235} \frac{300,0^2 \times 15,0}{0,863 \times 5500,0} \times 10^{-3} = 894,834 \text{ kN}$$

Sprawdzenie nośności pasa:

$$A = (300,0 \times 15,0 + 300,0 \times 15,0) / 100 = 90,00 \text{ cm}^2$$

$$z_p = h_s + t_g / 2 + t_g' / 2 = 500,0 + 15,0 / 2 + 15,0 / 2 = 515,0 \text{ mm}$$

- dla $x_a = 2,75 \text{ m}$; $x_b = 2,75 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABCS"

- nośność: $N_{gRd} = \min(N_{gRk}; N_{gRk,l}; N_{gRk,g}) / \gamma_M = 894,834 / 1,15 = 778,117 \text{ kN}$

$$N_g = N A_g / A + (M + M_{II}) / z_p = -560,110 \times 45,00 / 90,00 + (-73,714) / 0,515 = -423,189 \text{ kN}$$

$$N_g = \mathbf{423,189 < 778,117} = N_{gRd}$$

Nośność środnika:

Środnik wykonany jest ze stali: **St3SX**.

Przy grubości $t_s = 2,5 \text{ mm}$, $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$; $\gamma_M = 1,15$.

Nośność na ścinanie:

Siła poprzeczna dla $x_a = 2,75 \text{ m}$; $x_b = 2,75 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABCS":

$$V = 24,518 \text{ kN.}$$

Nośność na ścinanie:

$$\tau_{pl,g} = \frac{32,4}{t_s h_s^2} \sqrt[4]{D_x D_y^3} = \frac{32,4}{2,5 \times 500,0^2} \times \sqrt[4]{237700 \times 114400000^3} = 1266,169 \text{ MPa}$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \tau_{pl,g}}} = \sqrt{\frac{235}{1,732 \times 1266,169}} = 0,33$$

$$\kappa_\tau = 1 / \bar{\lambda}_p^{1,5} = 1 / 0,33^{1,5} = 5,339 \quad \text{przy czym } \kappa_\tau \leq 1$$

Przyjęto: $\kappa_\tau = 1,000$

$$V_{Rk} = 0,58 \kappa_{\tau} f_{yk} h_s t_s = 0,58 \times 1,000 \times 235 \times 500,0 \times 2,5 \times 10^{-3} = 170,375 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = V_{Rk} / \gamma_M = 170,375 / 1,15 = 148,152 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$V = V_I + V_{II} = 28,111 < 148,152 = V_{Rd}$$

Stan graniczny użytkowania:

Przemieszczenie prostopadłe do osi pręta wyznaczone z uwzględnieniem wpływu sił poprzecznych dla $x_a=2,75 \text{ m}$; $x_b=2,75 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABCS", wynoszą:

$$a = 4,9 \text{ mm}$$

$$a = 4,9 < 15,7 = 1 / 350 = a_{gr.}$$

6.0. Strop piętra

Przyjęto strop monolityczny o grubości 18cm.

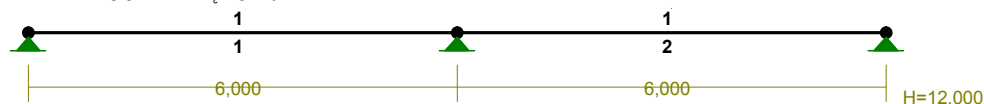
Beton B-25 Stal A-III śr 14mm

Zestawienie obciążeń:

Lp	Obciążenie	Obmiar				OBC.CHARAKT	γ	OBC.CHARAKT	
1	Podłogi	24	0,07	1	1	1	1,68	1,2	2,016
2	Strop	24	0,18	1	1	1	4,32	1,2	5,184
3	Tynk	18	0,015	1	1	1	0,27	1,3	0,351
Razem:							6,27	1,2	7,551
1	Ścianki działowe	1,25		1	1	1	1,25	1,3	1,625
1	Obciążenie użytkowe	3,0		1	1	1	3,00	1,3	3,900
Razem:							10,52	1,24	13,076

6.1. Strop piętra dwu przęsłowy

PRZEKROJE PRĘTÓW:



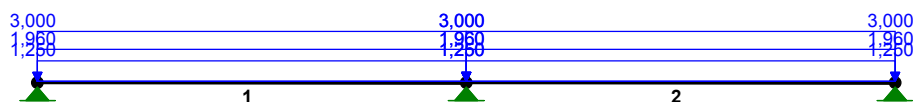
PRĘTY UKŁADU:

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	6,000	0,000	6,000	1,000	1 B 180x1000
2	00	2	3	6,000	0,000	6,000	1,000	1 B 180x1000

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	1800,0	1500000	48600	5400	5400	18,0	19 B25

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

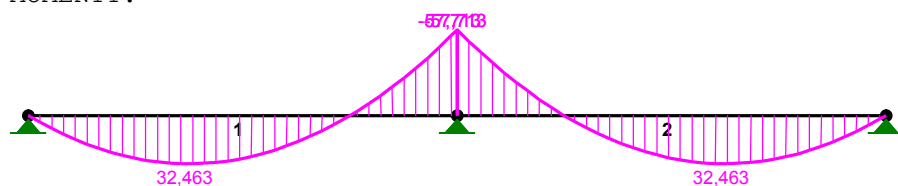
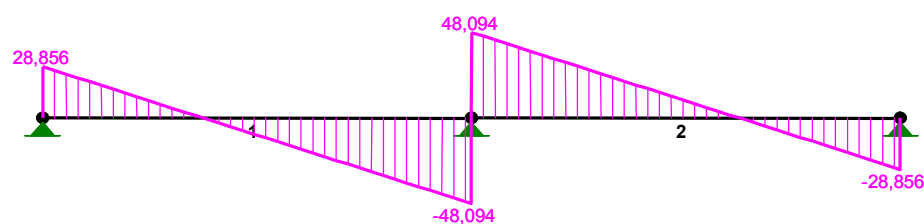
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: A ""			Zmienne		gf= 1,30	
1	Liniowe	0,0	1,960	1,960	0,00	6,00
1	Liniowe	0,0	1,250	1,250	0,00	6,00
2	Liniowe	0,0	1,960	1,960	0,00	6,00
2	Liniowe	0,0	1,250	1,250	0,00	6,00
Grupa: B ""			Zmienne		gf= 1,30	
1	Liniowe	0,0	3,000	3,000	0,00	6,00
2	Liniowe	0,0	3,000	3,000	0,00	6,00

=====

W Y N I K I

Teoria I-go rzędu

=====

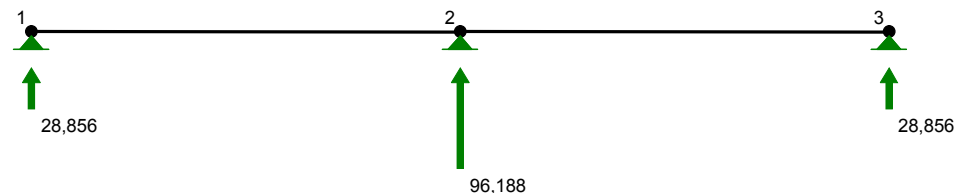
MOMENTY:**TNĄCE:****SIŁY PRZEKROJOWE:**

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,000	28,856	0,000
	0,38	2,250	32,463*	-0,000	0,000
	1,00	6,000	-57,713	-48,094	0,000
2	0,00	0,000	-57,713	48,094	0,000
	0,63	3,750	32,463*	0,000	0,000
	1,00	6,000	0,000	-28,856	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:**REAKCJE PODPOROWE:**

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	0,000	28,856	28,856	
2	0,000	96,188	96,188	
3	0,000	28,856	28,856	

Cechy przekroju: - zbrojenie podporowezadanie , pręt nr 1, przekrój: $x_a=6,00$ m, $x_b=0,00$ mWymiary przekroju [cm]: $h=18,0$, $b=100,0$,
Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej**BETON: B25**

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

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=1800 \text{ cm}^2, J_{cx}=48600 \text{ cm}^4, J_{cy}=1500000 \text{ cm}^4$$

STAL: A-II (St50B)

$$f_{yk}=355 \text{ MPa}, \gamma_s=1,15, f_{yd}=310 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+310/200000)=0,693,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=30,79 \text{ cm}^2, \rho=100(A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 30,79/1800=1,71 \%, J_{sx}=1222 \text{ cm}^4, J_{sy}=28063 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:zadanie: , pręt nr 1, przekrój: $x_a=6,00$ m, $x_b=0,00$ mObciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

Momenty zginające: $M_x = -32,238 \text{ kNm}$, $M_y = 0,000 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne: $V_y = -2,405 \text{ kN}$, $V_x = 0,000 \text{ kN}$,

Siła osiowa: $N = 0,000 \text{ kN} = N_{Sd}$.

Zbrojenie wymagane:Wielkości obliczeniowe: $N_{Sd}=0,000 \text{ kN}$,

$$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+M_{Sdy}^2)}=\sqrt{(57,713^2+0,000^2)}$$

$$=57,713 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, f_{yd}=310 \text{ MPa} = f_{td}$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1}=9,64 \%$):

$$A_{s1}=13,63 \text{ cm}^2 \Rightarrow (9 \times 14 = 13,85 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=13,63 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 13,63/1800=0,76 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=18,0, d=15,3, x=4,0 (\xi=0,259),$$

$$a_1=2,7, a_c=1,6, z_c=13,7, A_{cc}=396 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-3,37 \%, \epsilon_{s1}=9,64 \%,$$

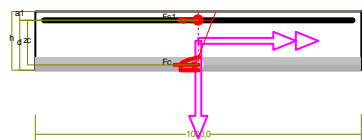
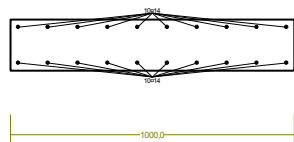
Wielkości statyczne [kN, kNm]:

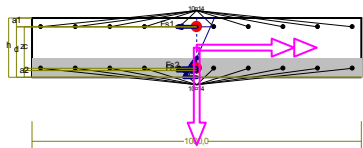
$$F_c = -422,376, F_{s1} = 422,377, M_c = 31,103, M_{s1} = 26,610,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c+F_{s1}=-422,376+(422,377)=0,001 \text{ kN} (N_{Sd}=0,000 \text{ kN})$$

$$M_c+M_{s1}=31,103+(26,610)=57,712 \text{ kNm} (M_{Sd}=57,713 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:zadanie , pręt nr 1, przekrój: $x_a=6,00$ m, $x_b=0,00$ m



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,000 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(57,713^2+0,000^2)} = 57,713 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=310 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=\mathbf{15,39 \text{ cm}^2}$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=\mathbf{15,39 \text{ cm}^2}$,

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=30,79 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c = 100 \times 30,79/1800=1,71 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=18,0, \quad d=15,3, \quad x=5,9 \quad (\xi=0,382),$$

$$a_1=2,7, \quad a_2=2,7, \quad a_c=2,0, \quad z_c=13,3, \quad A_{cc}=585 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c=-0,89 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s2}=-0,48 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s1}=1,44 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -294,918, \quad F_{s1} = 442,477, \quad F_{s2} = -147,560,$$

$$M_c = 20,540, \quad M_{s1} = 27,876, \quad M_{s2} = 9,296,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = \mathbf{64,729 \text{ kNm}} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 20,540 + (27,876) + (9,296) = \mathbf{57,713 \text{ kNm}}$$

Ugięcia

zadanie , pręt nr 1

Ugięcia wyznaczone dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 5400 \times 10^{-3} = 11,880 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -47,385 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -47,385 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 9,0 \text{ cm} \quad I_I = 73039 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 6,0 \text{ cm} \quad I_{II} = 37179 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \frac{10000 \times 37179}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (11,880/47,385)^2 \times (1 - 37179/73039)} \times 10^{-5} = 3776 \text{ kNm}^2$$

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 2,438 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty, d} = 18,4 \text{ mm}$$

$$a = \mathbf{18,4} < \mathbf{24,0} = a_{lim}$$

Cechy przekroju: zbrojenie przęsłowe

zadanie , pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,32 \text{ m}$, $x_b=3,68 \text{ m}$

Wymiary przekroju [cm]:

$$h=18,0, \quad b=100,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

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

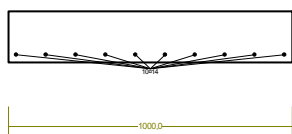
Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=1800 \text{ cm}^2, \quad J_{cx}=48600 \text{ cm}^4, \quad J_{cy}=1500000 \text{ cm}^4$$

STAL: A-II (St50B)

$$f_{yk}=355 \text{ MPa}, \quad \gamma_s=1,15, \quad f_{yd}=310 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+310/200000)=0,693,$$



Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=15,39 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 15,39/1800=0,86 \%,$$

$$J_{sx}=611 \text{ cm}^4, \quad J_{sy}=14031 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: , pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,32 \text{ m}$, $x_b=3,68 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

Momenty zginające: $M_x = -28,856 \text{ kNm}$,

$M_y = 0,000 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne: $V_y = -9,619 \text{ kN}$,

$V_x = 0,000 \text{ kN}$,

Siła osiowa: $N = 0,000 \text{ kN} = N_{sd}$.

Zbrojenie wymagane:

(zadanie , pręt nr 1, przekrój: $x_a=6,00 \text{ m}$, $x_b=0,00 \text{ m}$)

Wielkości obliczeniowe: $N_{sd}=0,000 \text{ kN}$,

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(57,713^2 + 0,000^2)}$$

$$=57,713 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=310 \text{ MPa} = f_{td}$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1}=9,64 \text{ ‰}$):

$$A_{s1}=13,63 \text{ cm}^2 \Rightarrow (9 \times 14 = 13,85 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=13,63 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 13,63/1800=0,76 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=18,0, \quad d=15,3, \quad x=4,0 (\xi=0,259),$$

$$a_1=2,7, \quad a_c=1,6, \quad z_c=13,7, \quad A_{cc}=396 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-3,37 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=9,64 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -422,376, \quad F_{s1} = 422,377, \quad M_c = 31,103, \quad M_{s1} = 26,610,$$

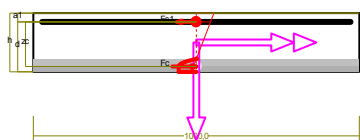
Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c+F_{s1}=-422,376+(422,377)=0,001 \text{ kN} (N_{sd}=0,000 \text{ kN})$$

$$M_c+M_{s1}=31,103+(26,610)=57,712 \text{ kNm} (M_{sd}=57,713 \text{ kNm})$$

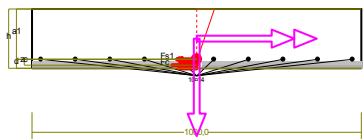
Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie , pręt nr 1, przekrój: $x_a=6,00 \text{ m}$, $x_b=0,00 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe: $N_{sd}=0,000$ kN,
 $M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2+M_{sdy}^2)}=\sqrt{(57,713^2+0,000^2)}$
 $=57,713$ kNm

$f_{cd}=13,3$ MPa, $f_{yd}=310$ MPa $=f_{td}$,
 Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=15,39$ cm²,
 $A_s=A_{s1}+A_{s2}=15,39$ cm², $\rho=100\times A_s/A_c=$
 $100\times 15,39/1800=0,86$ %



Wielkości geometryczne [cm]:

$h=18,0$, $d=2,7$, $x=2,2$ ($\xi=0,819$),
 $a_1=15,3$, $a_c=0,9$, $z_c=1,8$, $A_{cc}=221$ cm²,
 $\epsilon_c=-3,50$ ‰, $\epsilon_{s1}=0,77$ ‰,

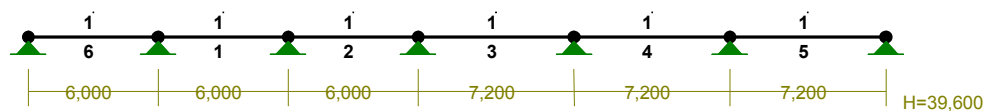
Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c=-238,093$, $F_{s1}=238,092$,
 $M_c=19,238$, $M_{s1}=-15,000$,

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = M_c + M_{s1} = 19,238 + (-15,000) = 4,238 \text{ kNm} < M_{sd} = 57,713 \text{ kNm}$$

PRZEKROJE PRĘTÓW:



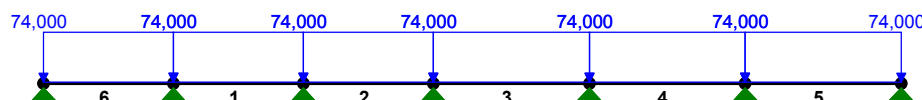
PRĘTY UKŁADU:

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	6,000	0,000	6,000	1,000	1 T 650x1400x180x
2	00	2	3	6,000	0,000	6,000	1,000	1 T 650x1400x180x
3	00	3	4	7,200	0,000	7,200	1,000	1 T 650x1400x180x
4	00	4	5	7,200	0,000	7,200	1,000	1 T 650x1400x180x
5	00	5	6	7,200	0,000	7,200	1,000	1 T 650x1400x180x
6	00	7	1	6,000	-0,000	6,000	1,000	1 T 650x1400x180x

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	3930,0	4221750	1282577	62079	28926	65,0	19 B25

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:

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

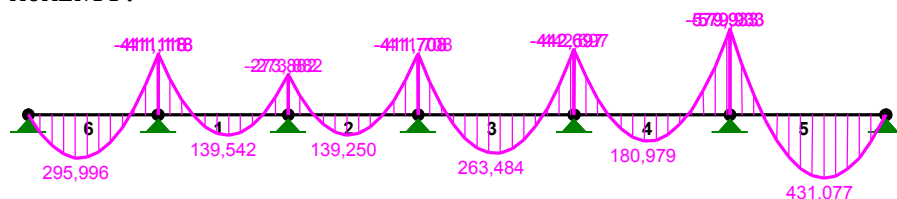
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: B ""						
			Zmienne		gf= 1,30	
1	Liniowe	0,0	74,000	74,000	0,00	6,00
2	Liniowe	0,0	74,000	74,000	0,00	6,00
3	Liniowe	0,0	74,000	74,000	0,00	7,20
4	Liniowe	0,0	74,000	74,000	0,00	7,20
5	Liniowe	0,0	74,000	74,000	0,00	7,20
6	Liniowe	0,0	74,000	74,000	0,00	6,00

=====

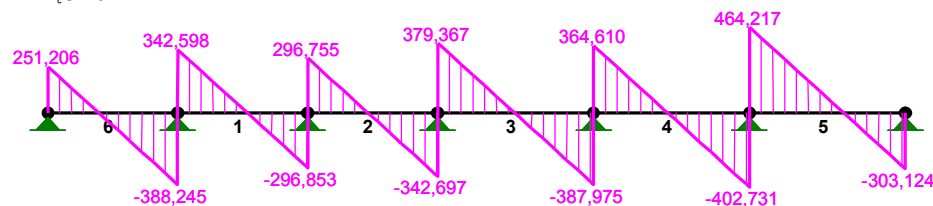
W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

=====

MOMENTY :



TNĄCE :



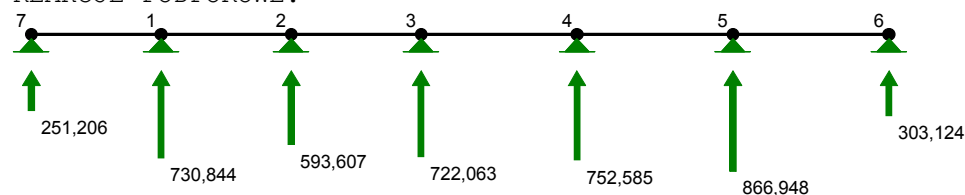
SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+B

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	-411,118	342,598	0,000
	0,54	3,211	139,542*	0,392	0,000
	1,00	6,000	-273,882	-296,853	0,000
2	0,00	0,000	-273,882	296,755	0,000
	0,46	2,789	139,268*	-0,490	0,000
	1,00	6,000	-411,708	-342,697	0,000
3	0,00	0,000	-411,708	379,367	0,000
	0,50	3,572	263,484*	-1,307	0,000
	1,00	7,200	-442,697	-387,975	0,000
4	0,00	0,000	-442,697	364,610	0,000
	0,48	3,431	180,991*	-1,076	0,000
	1,00	7,200	-579,933	-402,731	0,000
5	0,00	0,000	-579,933	464,217	0,000
	0,61	4,359	431,077*	-0,384	0,000
	1,00	7,200	0,000	-303,124	0,000
6	0,00	0,000	0,000	251,206	0,000
	0,39	2,367	296,050*	-1,078	0,000
	1,00	6,000	-411,118	-388,245	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE :



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+B

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	0,000	730,844	730,844	
2	0,000	593,607	593,607	
3	0,000	722,063	722,063	
4	0,000	752,585	752,585	
5	0,000	866,948	866,948	
6	0,000	303,124	303,124	
7	0,000	251,206	251,206	

Cechy przekroju:

zadanie Podciąg, pręt nr 5, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=7,20$ m

Wymiary przekroju [cm]:

$$h=65,0, b_w=30,0, b_{eff}=140,0, h_f=18,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

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

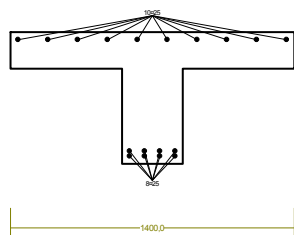
Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=3930 \text{ cm}^2, J_{cx}=1282577 \text{ cm}^4, J_{cy}=4221750 \text{ cm}^4$$

STAL: A-II (St50B)

$$f_{yk}=355 \text{ MPa}, \gamma_s=1,15, f_{yd}=310 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+310/200000)=0,693,$$



Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=88,36 \text{ cm}^2, \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c =100 \times 88,36/3930=2,25 \%,$$

$$J_{sx}=74873 \text{ cm}^4, J_{sy}=90536 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: Podciąg, pręt nr 5, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=7,20$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **B**

$$\text{Momenty zginające: } M_x = -426,096 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne: } V_y = 32,587 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$$

$$\text{Siła osiowa: } N = 0,000 \text{ kN} = N_{sd},$$

Zbrojenie wymagane:

(zadanie Podciąg, pręt nr 5, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=7,20$ m)

Obliczenia wykonano:

- przy założeniu maksymalnego wykorzystania nośności strefy ściskanej betonu ($\xi_{lim}=0,693$).

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,000 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(579,933^2 + 0,000^2)} = 579,933 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, f_{yd}=310 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1}=1,81 \text{ ‰}$):

$$A_{s1}=42,09 \text{ cm}^2 \Rightarrow (9 \times 25 = 44,18 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=42,09 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 42,09/3930=1,07 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=65,0, d=61,3, x=40,4 (\xi=0,660),$$

$$a_1=3,8, a_c=16,8, z_c=44,4, A_{cc}=1212 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-3,50 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=1,81 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

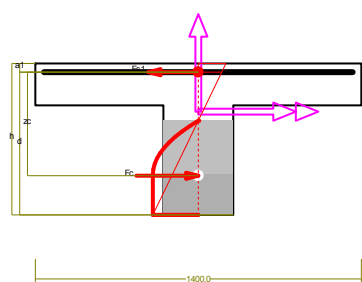
$$F_c=-1304,782, F_{s1}=1304,782,$$

$$M_c=359,290, M_{s1}=220,643,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

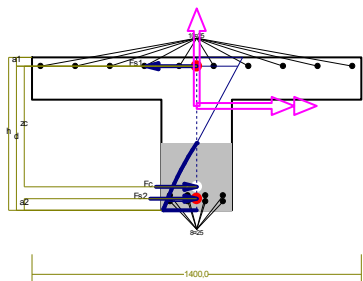
$$F_c+F_{s1}=-1304,782+(1304,782)=0,000 \text{ kN} (N_{sd}=0,000 \text{ kN})$$

$$M_c+M_{s1}=359,290+(220,643)=579,933 \text{ kNm} (M_{sd}=579,933 \text{ kNm})$$



Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie Podciąg, pręt nr 5, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=7,20$ m



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,000 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sd_x}^2+M_{sd_y}^2)}=\sqrt{(579,933^2+0,000^2)}=579,933 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, f_{yd}=310 \text{ MPa}=f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=\mathbf{49,09} \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2}=\mathbf{39,27} \text{ cm}^2,$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=88,36 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 88,36/3930=2,25 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=65,0, d=61,3, x=28,5 (\xi=0,466),$$

$$a_1=3,8, a_2=4,9, a_c=10,0, z_c=51,3, A_{cc}=856 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c=-0,95 \%, \varepsilon_{s2}=-0,83 \%, \varepsilon_{s1}=1,09 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-454,977, F_{s1}=1070,336, F_{s2}=-615,360,$$

$$M_c=156,447, M_{s1}=180,997, M_{s2}=242,489,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd}=\mathbf{856,767} \text{ kNm} > M_{Sd}=M_c+M_{s1}+M_{s2}=156,447+(180,997)+(242,489)=\mathbf{579,933} \text{ kNm}$$

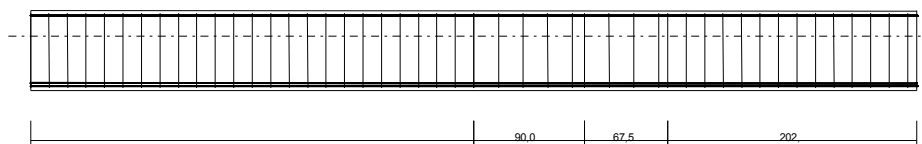
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie Podciąg, pręt nr 5

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi=8$ mm ze stali A-III, dla której $f_{ywd}=350$ MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,\min}=0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk}=0,08 \times \sqrt{20} / 355=0,00101$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a=0,0$ $x_b=360,0$ cm

Maksymalny rozstaw strzemion:

$$s_{\max}=0,75 d=0,75 \times 600=450 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max}=400$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max}=15 \phi=15 \times 25,0=375,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostokątne do osi pręta o rozstawie **15,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w=A_{sw}/(s b_w \sin \alpha)=2,01 / (15,0 \times 30,0 \times 1,000)=0,00447$$

$$\rho_w=\mathbf{0,00447} > \mathbf{0,00101}=\rho_{w,\min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a=360,0$ $x_b=450,0$ cm

Maksymalny rozstaw strzemion:

$$s_{\max}=0,75 d=0,75 \times 600=450 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max}=400$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max}=15 \phi=15 \times 25,0=375,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 2,01 / (20,0 \times 30,0 \times 1,000) = 0,00335$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00335} > \mathbf{0,00101} = \rho_{w \min}$$

Strefa nr 3

Początek i koniec strefy: $x_a = 450,0$ $x_b = 517,5$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 600 = 450 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 400$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 25,0 = 375,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 2,01 / (20,0 \times 30,0 \times 1,000) = 0,00335$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00335} > \mathbf{0,00101} = \rho_{w \min}$$

Strefa nr 4

Początek i koniec strefy: $x_a = 517,5$ $x_b = 720,0$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 600 = 450 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 400$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 25,0 = 375,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **15,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 2,01 / (15,0 \times 30,0 \times 1,000) = 0,00447$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00447} > \mathbf{0,00101} = \rho_{w \min}$$

Ugięcia

zadanie Podciąg, pręt nr 5

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c, \text{eff}} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 62079 \times 10^{-3} = 136,574 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -453,998$ kN powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -453,998$ kNm.

Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 41,8 \text{ cm} \quad I_I = 2744162 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 29,1 \text{ cm} \quad I_{II} = 1718571 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{c, \text{eff}} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$

$$= \frac{10000 \times 1718571}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (136,574 / 453,998)^2 \times (1 - 1718571 / 2744162)} \times 10^{-5} = 174813 \text{ kNm}^2$$

Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 4,050$ m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 7,5 \text{ mm}$$

$$a = 7,5 < 28,8 = a_{\text{lim}}$$

8.0 Schody

Parametry schodów:

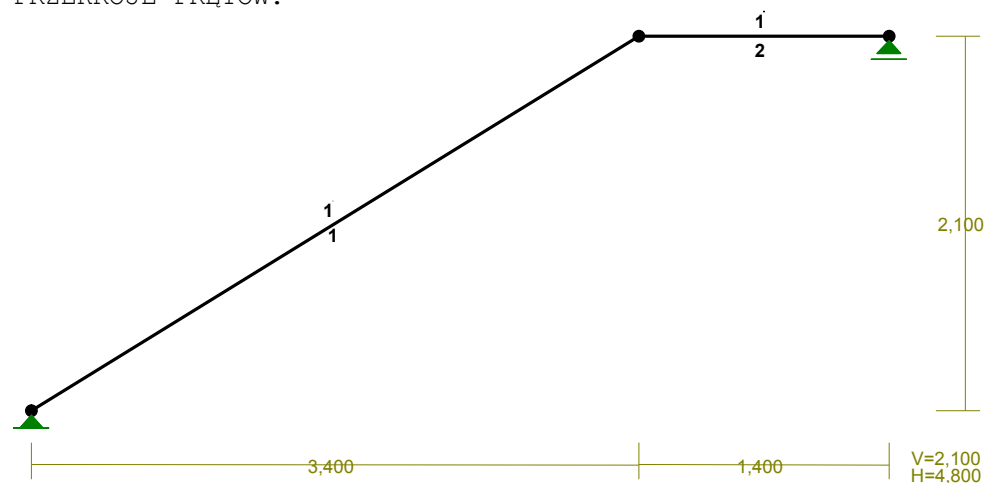
pochylenie biegu: $17,5 : 28 = 0,618$ $\alpha = 31,7^\circ$ $\cos\alpha = 0,850$
 płyta biegów grubości 12cm (beton B-25 stal A-III)

Zestawienie obciążeń:

płyta	$0,12 \times 24,0 \times 1,1 =$	3,17 kN/m ²
stopnie	$0,5 \times 0,167 \times 22,0 \times 1,1 =$	2,08 kN/m ²
okładzina	$[0,02 \times (0,167 + 0,27) : 0,27] \times 22,0 \times 1,3 =$	0,96 kN/m ²
tynk	$0,015 \times 19,0 \times 1,3 =$	0,37 kN/m ²
razem dopełniające:		<u>3,41 kN/m²</u>
obciążenie użytkowe	$3,50 \times 1,3 =$	4,55 kN/m ²

NAZWA: schody

PRZEKROJE PRĘTÓW:



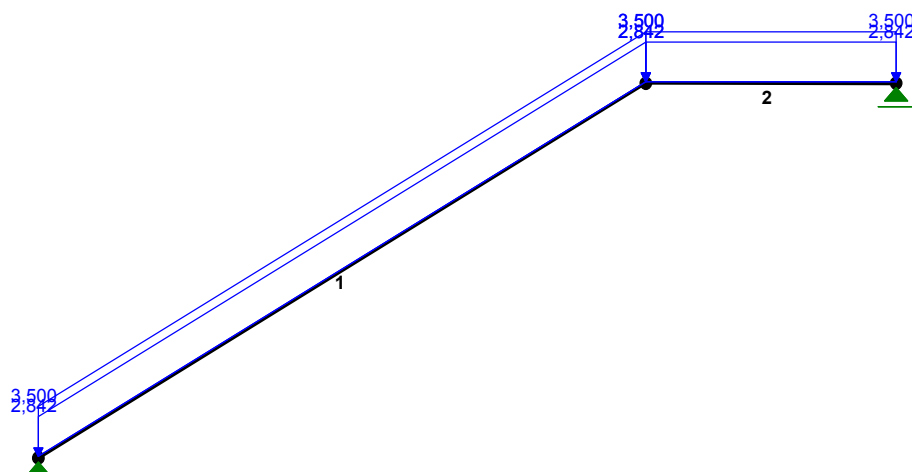
PRĘTY UKŁADU:

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	3,400	2,100	3,996	1,000	1 B 120x1000
2	00	2	3	1,400	0,000	1,400	1,000	1 B 120x1000

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	1200,0	1000000	14400	2400	2400	12,0	19 B25

OBCIĄŻENIA:

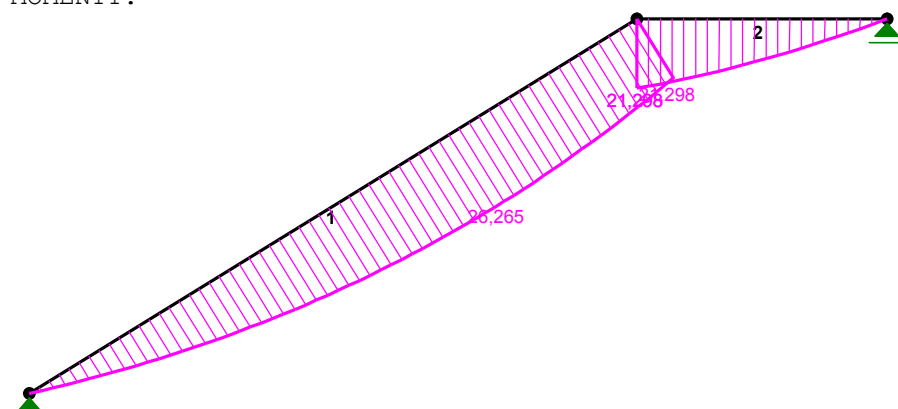


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

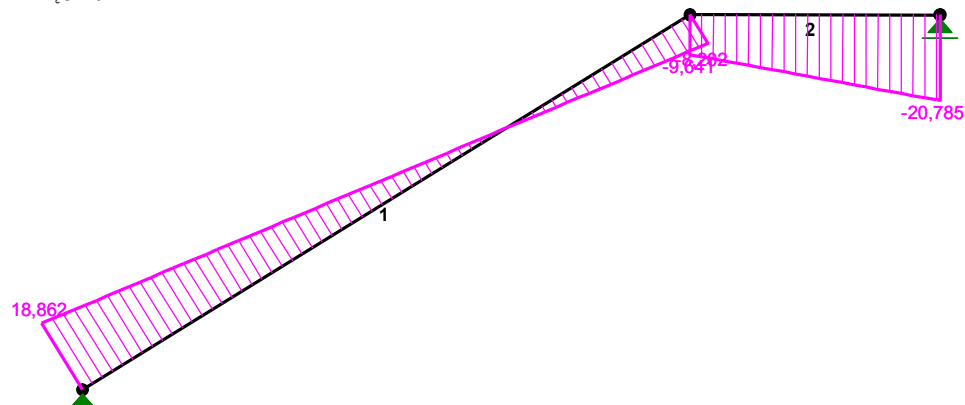
Pręt:	Rodzaj:	Kat:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: A ""				Zmienne	gf= 1,20	
1	Liniowe	0,0	2,842	2,842	0,00	4,00
2	Liniowe	0,0	2,842	2,842	0,00	1,40
Grupa: B ""				Zmienne	gf= 1,30	
1	Liniowe	0,0	3,500	3,500	0,00	4,00
2	Liniowe	0,0	3,500	3,500	0,00	1,40

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

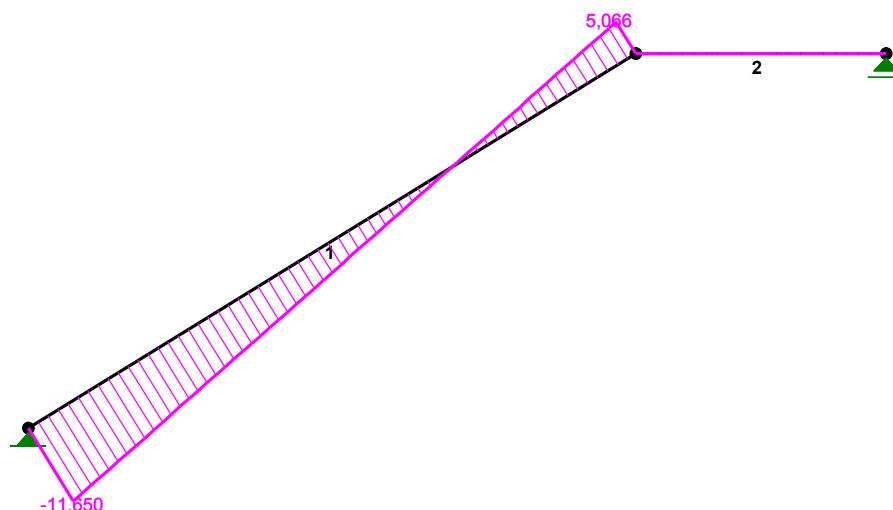
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: AB

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	-0,000	18,862	-11,650
	0,70	2,779	26,265*	0,044	-0,027
	1,00	3,996	21,298	-8,202	5,066
2	0,00	0,000	21,298	-9,641	0,000
	1,00	1,400	-0,000	-20,785	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: AB

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	-0,000	22,169	22,169	
3	0,000	20,785	20,785	

Cechy przekroju:

zadanie schody, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,31$ m, $x_b=1,69$ m

Wymiary przekroju [cm]: $h=12,0$, $b=100,0$,

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:

$A_c=1200$ cm², $J_{cx}=14400$ cm⁴, $J_{cy}=1000000$ cm⁴

STAL: A-III (34GS)

$f_{yk}=410$ MPa, $\gamma_s=1,15$, $f_{yd}=350$ MPa

$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+350/200000)=0,667,$

Zbrojenie główne:

$A_{s1}+A_{s2}=18,10$ cm², $\rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 18,10/1200=1,51$ %,

$J_{sx}=209$ cm⁴, $J_{sy}=17467$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: AB

Momenty zginające: $M_x = -26,261$ kNm,

$M_y = 0,000$ kNm,

Siły poprzeczne: $V_y = 0,255$ kN,

$V_x = 0,000$ kN,

Siła osiowa: $N = -0,158$ kN = N_{Sd} ,

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$$e_{ey} = M_x/N = (-26,261)/(-0,158) = 166,209 \text{ m}$$

$$M_{Sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,025 \times (0,020 + 166,209) \times (-0,158) = -26,921 \text{ kNm},$$

Zbrojenie wymagane:

Obliczenia wykonano:

- przy założeniu maksymalnego wykorzystania nośności strefy ściskanej betonu ($\xi_{lim}=0,667$).

Wielkości obliczeniowe: $N_{Sd} = -0,212 \text{ kN}$,

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-26,919^2 + 0,000^2)} = 26,919 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa} = f_{td}$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1} = 6,36 \text{ ‰}$):

$$A_{s1} = 9,48 \text{ cm}^2 \Rightarrow (9 \times 12 = 10,18 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

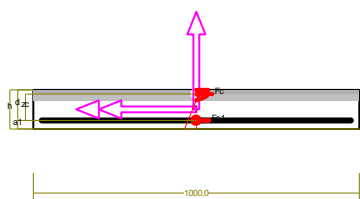
$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 9,48 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 9,48 / 1200 = 0,79 \text{ ‰}$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 12,0, \quad d = 9,4, \quad x = 3,2 \quad (\xi = 0,335),$$

$$a_1 = 2,6, \quad a_c = 1,3, \quad z_c = 8,1, \quad A_{cc} = 315 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -3,21 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1} = 6,36 \text{ ‰},$$



Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -332,112, \quad F_{s1} = 331,855, \quad M_c = 15,638, \quad M_{s1} = 11,283,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -332,112 + (331,855) = -0,257 \text{ kN} \quad (N_{Sd} = -0,212 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 15,638 + (11,283) = 26,921 \text{ kNm} \quad (M_{Sd} = 26,919 \text{ kNm})$$

Długości wyboczeniowe pręta:

zadanie schody, pręt nr 1

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik β obliczono jak dla pręta jednostronnie zamocowanego w układzie przesuwym

$$\text{ze wzoru (C.1)} \quad l_0 = \beta l_{col}, \quad l_{col} = 3,996 \text{ m}$$

$$\text{podatności węzłów: } \kappa_a = 1,000 \Rightarrow k_A = (1/\kappa_a - 1) = 0,000, \quad \epsilon_b = 0,259 \Rightarrow k_B = (1/\kappa_b - 1) = 2,854,$$

$$\Rightarrow \beta = 2 + 1/(3k) = 2 + 1/(3 \times 2,854) \Rightarrow l_0 = 2,117 \times 3,996 = 8,459 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik β obliczono jak dla pręta swobodnego: ze wzoru (C.1) $l_0 = \beta l_{col}, \quad l_{col} = 3,996 \text{ m}$,

$$\text{podatności węzłów: } \kappa_a = 1,000 \Rightarrow k_A = (1/\kappa_a - 1) = 0,000, \quad \epsilon_b = 1,000 \Rightarrow k_B = (1/\kappa_b - 1) = 0,000,$$

$$\beta = 1,000 \Rightarrow l_0 = 1,000 \times 3,996 = 3,996 \text{ m} \quad * \beta = 0,7 + 1/(3k + 3) = 0,7 + 1/(3 \times 1,000 + 3) = 1,000 \Rightarrow l_0 = 1,000 \times 3,996 = 3,996 \text{ m}$$

Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

mimośród niezamierzony: ($l_{col} = 3,996 \text{ m}, \quad h = 0,120 \text{ m}, \quad n = 1$)

$$e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600} \left(1 + \frac{1}{n} \right), \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,013, 0,004, 0,010 \rangle = 0,013 \text{ m}, \text{ przyjęto: } e_a = 0,020 \text{ m},$$

$$\text{mimośród statyczny: } M_{max} = \max M_{Sd} = 26,265 \text{ kNm}, \quad N_{Sd} = -1,620 \text{ kN} \Rightarrow e_c = |M_{max}/N| =$$

$$|26,265/(-1,620)| = 16,213 \text{ m,}$$

mimośród początkowy: $e_o = e_a + e_e = 0,020 + 16,213 = 16,233 \text{ m,}$

obliczenie siły krytycznej:

$$- e_o/h = \max\langle (e_a + e_e)/h, 0,05, 0,5 - 0,01(l_0/h + f_{cd}) \rangle = \max\langle 135,275, 0,05, -0,338 \rangle = 135,275,$$

$$- k_{lt} = 1 + 0,5 (N_{Sd,l}/N_{Sd}) \phi_{(t,t_0)} = 1 + 0,5 \times 1,000 \times 2,00 = 2,000,$$

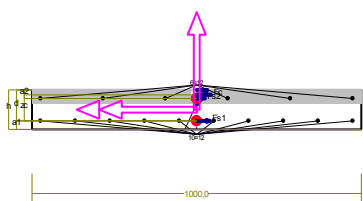
$$N_{crit} = \frac{9}{l_o^2} \left[\frac{E_{cm} I_c}{2k_{lt}} \left(\frac{0,11}{0,1 + \frac{e_o}{h}} + 0,1 \right) + E_s I_s \right] =$$

$$\frac{9}{8,459^2} \left[\frac{3,000 \cdot 10^7 \times 1,440 \cdot 10^{-4}}{2 \times 2,000} \left(\frac{0,11}{0,1 + 135,275} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^8 \times 2,092 \cdot 10^{-6} \right] = 66,314 \text{ kN}$$

współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

$$\eta = \frac{1}{1 - N_{Sd}/N_{crit}} = \frac{1}{1 - (1,620/66,314)} = 1,025$$

Nośność przekroju prostokątnego:



Wielkości obliczeniowe: $N_{Sd} = -0,212 \text{ kN,}$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-26,919^2 + 0,000^2)} = 26,919 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa, } f_{yd} = 350 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 11,31 \text{ cm}^2,$

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 6,79 \text{ cm}^2,$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 18,10 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c =$$

$$100 \times 18,10 / 1200 = 1,51 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 12,0, d = 9,4, x = 4,2 (\xi = 0,452),$$

$$a_1 = 2,6, a_2 = 2,6, a_c = 1,5, z_c = 7,9, A_{cc} = 424 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -1,28 \text{ ‰, } \epsilon_{s2} = -0,49 \text{ ‰, } \epsilon_{s1} = 1,55 \text{ ‰,}$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -283,477, F_{s1} = 350,332, F_{s2} = -67,067, M_c =$$

$$12,727, M_{s1} = 11,911, M_{s2} = 2,280,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 31,297 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 12,727 + (11,911) + (2,280) = 26,919 \text{ kNm}$$

7. Fundamenty:

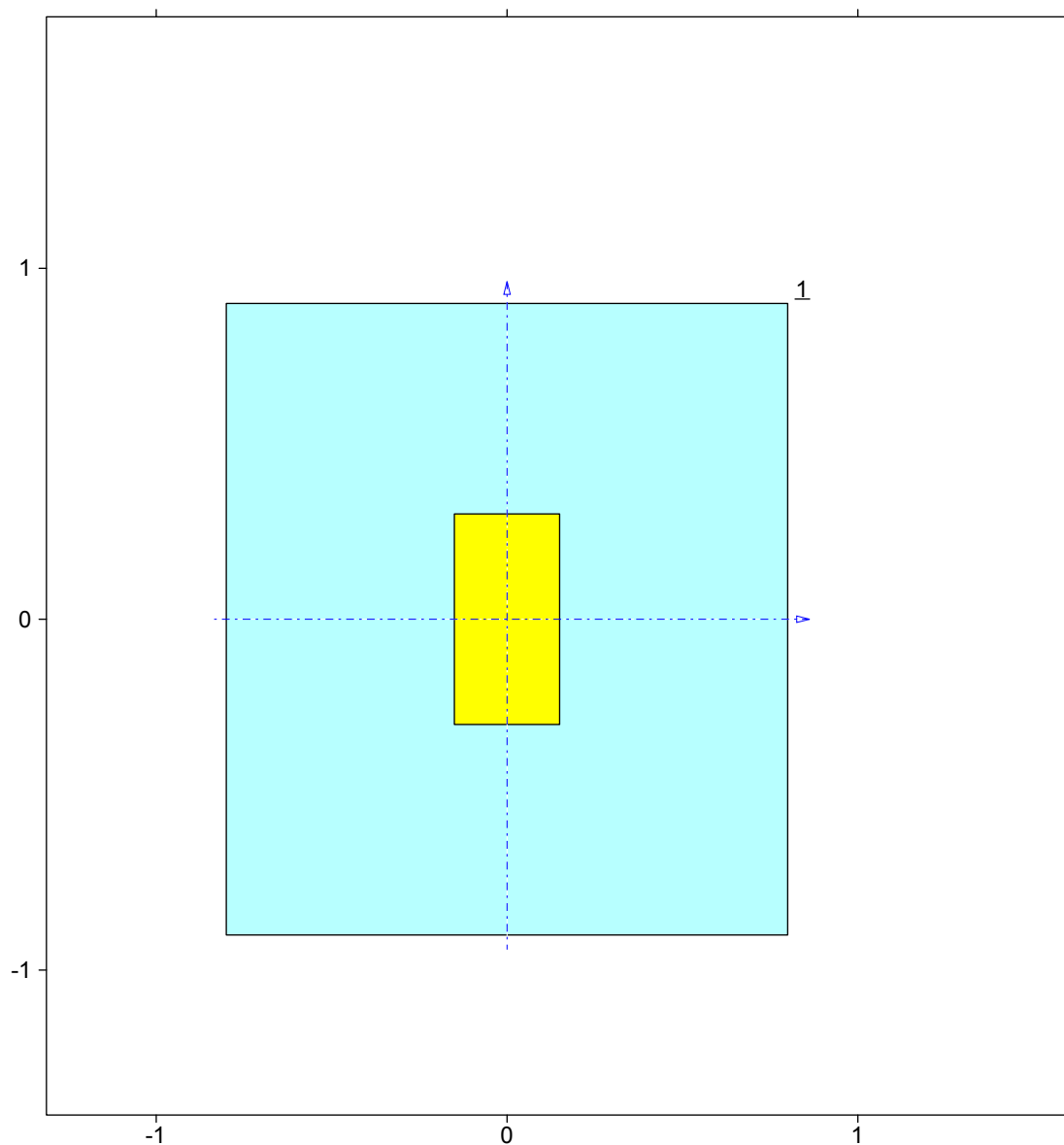
Projektowany obiekt zaliczamy do pierwszej kategorii geotechnicznej, warunki gruntowe proste

Głębokość przemarzania wynosi 1,0m i określa ona minimalne zagłębienie spodu ławy poniżej poziomu gruntu.

7.1. Obliczenie nośności podłoża.

Na podstawie wierceń próbnych wykonanych przez firmę BAZET Piotrowice stwierdzono występowanie w podłożu gruntowym warstwy gleby o miąższości od 0,2 do 0,3 m. Natomiast w poziomie fundamentów występują pyły twardo pylaste od 0,4 do 0,8m, pod którą występują plastyczne gliny pylaste. Na głębokości od ~2,2 do 5,2m w podłożu występują plastyczne gliny pylaste.

7.1. Obliczenie stopa fundamentowa hali.



2. Fundamenty

2.1. Fundament nr 1

Klasa fundamentu: **stopa prostokątna**,

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**,

Położenie fundamentu względem układu globalnego:

Wymiary podstawy fundamentu: $B_x = 1,60$ m, $B_y = 1,80$ m,

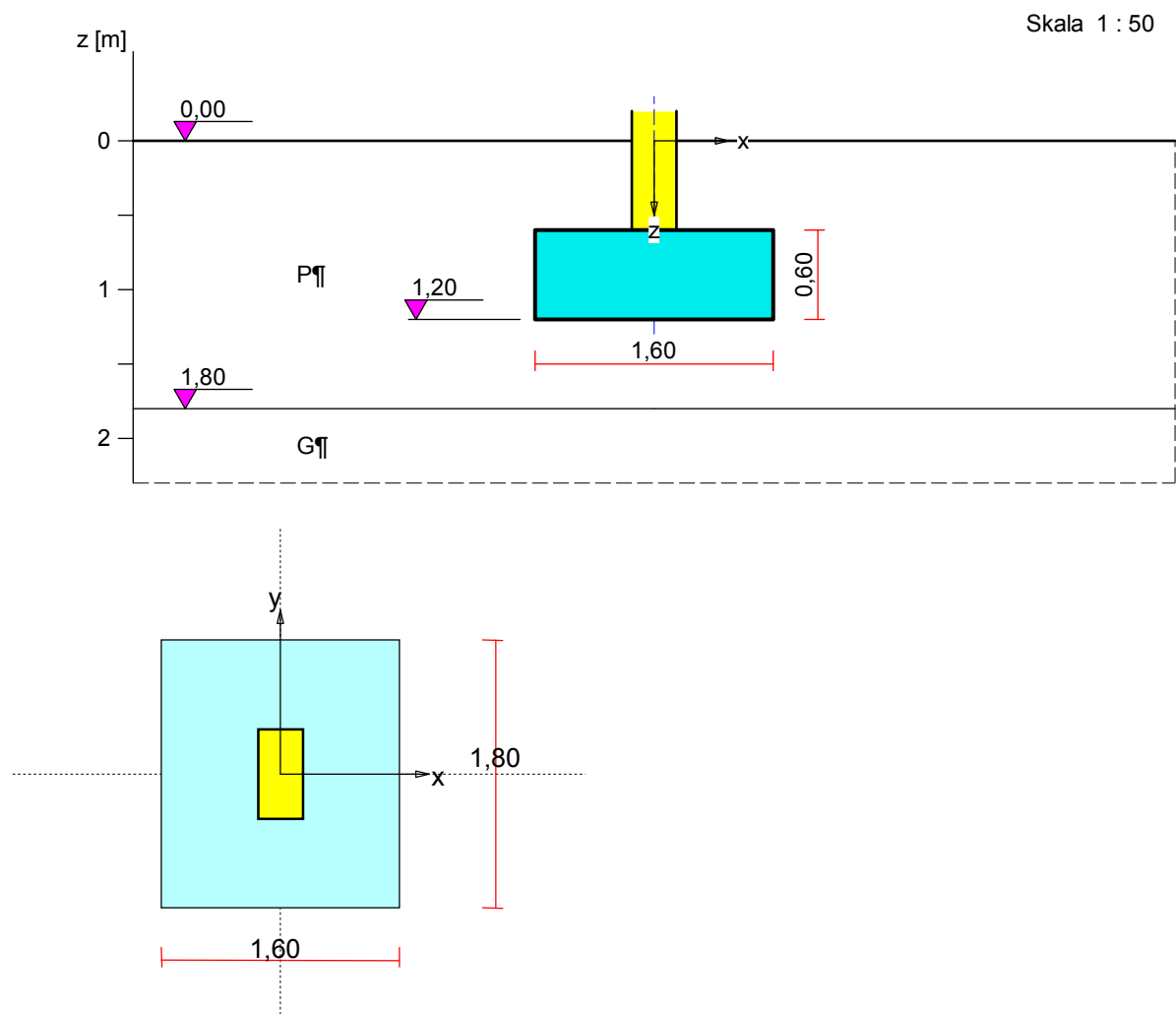
Współrzędne środka fundamentu:

$$x_{of} = 0,00 \text{ m}, \quad y_{of} = 0,00 \text{ m},$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 0,0^0$.

FUNDAMENT 1. STOPA PROSTOKĄTNA SŁUPA HALI

Nazwa fundamentu: stopa prostokątna



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = 0,0$ m, Projektowany względny poziom terenu: $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	0,00	1,80	Piasek pylasty	brak wody
2	1,80	nieokreśl.	Gлина pylasta	brak wody

1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol gruntu	I_D [-]	I_L [-]	ρ [t/m ³]	stopień wilgotn.	c_u [kPa]	Φ_u [^o]	M_0 [kPa]	M [kPa]
PII	0,60		1,65	m.wilg.	0,00	30,9	74369	92961
GII		0,30	2,00		13,30	13,2	23636	39394

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,30$ m, $l = 0,60$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 0,00$ m, $y_0 = 0,00$ m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 0,00^\circ$.

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,60$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H _x	H _y	M _x	M _y	γ
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	600,0	30,0	30,0	0,00	0,00	1,20

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

D+K - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe i krótkotrwałe.

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: St50B,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x: $d_x = 14,0$ mm, na kierunku y: $d_y = 14,0$ mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,20$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,60$ m, $B_y = 1,80$ m,

Wysokość: $H = 0,60$ m,

Mimośrodki: $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m.

6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,20	0,49	0,19
*	D	1,80	0,90	0,33

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,60$ m, $B_y = 1,80$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,20$ m.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	E _x	E _y	γ	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	M _{Gx} [kNm]	M _{Gy} [kNm]
Fundament	42,38	0,00	0,00	1,1 (0,9)	46,62	0,00	0,00
Grunt - pole 1	6,56	0,42	-0,47	1,2 (0,8)	7,87	-3,70	3,32

Grunt - pole 2	6,56	-0,42	-0,47	1,2 (0,8)	7,87	-3,70	-3,32
Grunt - pole 3	6,56	-0,42	0,47	1,2 (0,8)	7,87	3,70	-3,32
Grunt - pole 4	6,56	0,42	0,47	1,2 (0,8)	7,87	3,70	3,32

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 600,00$ kN, mimośrodowo wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 30,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,60$ m,

siła pozioma: $H_y = 30,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,60$ m,

moment: $M_x = 0,00$ kNm, moment: $M_y = 0,00$ kNm.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B_x = 1,80$ m, $B_y = 2,00$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,80$ m.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 31,47$ kN.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 600,00 + 78,08 + 59,12 + 31,47 = 709,55 + 690,59 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 600,00 \cdot 0,00 - 30,00 \cdot 1,20 + 0,00 + 0,00 = -36,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -600,00 \cdot 0,00 + 30,00 \cdot 1,20 + 0,00 + 0,00 = 36,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 36,00/690,59 = 0,05 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 36,00/690,59 = 0,05 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,029 + 0,026 = 0,055 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,60 - 2 \cdot 0,03 = 1,55 \text{ m, } B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,80 - 2 \cdot 0,03 = 1,75 \text{ m.}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 1):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,48 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,20 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 17,48 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 30,90 \cdot 0,90 = 27,81^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 5,31 \quad N_C = 25,44, \quad N_D = 14,42.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 30,00/678,08 = 0,04, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0442/0,5275 = 0,084,$$

$$i_{Bx} = 0,87, \quad i_{Cx} = 0,92, \quad i_{Dx} = 0,93.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 30,00/678,08 = 0,04, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0442/0,5275 = 0,084,$$

$$i_{By} = 0,87, \quad i_{Cy} = 0,92, \quad i_{Dy} = 0,93.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,87 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 16,50 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_x' / B_y' = 0,78, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_x' / B_y' = 1,27, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_x' / B_y' = 2,33$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 1715,86 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 1747,88 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 678,08 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1715,86 = 1389,85 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B_x = 1,80 \text{ m}$, $B_y = 2,00 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,80 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 38,46 \text{ kN}$.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 600,00 + 78,08 + 38,46 = 716,54 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 600,00 \cdot 0,00 - 30,00 \cdot 1,20 + 0,00 = -36,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -600,00 \cdot 0,00 + 30,00 \cdot 1,20 + 0,00 = 36,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry} / N_r| = 36,00 / 716,54 = 0,05 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx} / N_r| = 36,00 / 716,54 = 0,05 \text{ m.}$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,80 - 2 \cdot 0,05 = 1,70 \text{ m,} \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 2,00 - 2 \cdot 0,05 = 1,90 \text{ m.}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 1):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,48 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,80 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 1,80 = 26,22 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 13,20 \cdot 0,90 = 11,88^{\circ},$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 11,97 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 0,31 \quad N_C = 9,22, \quad N_D = 2,94.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x| / N_r = 30,00 / 716,54 = 0,04, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0419 / 0,2104 = 0,199,$$

$$i_{Bx} = 0,87, \quad i_{Cx} = 0,92, \quad i_{Dx} = 0,95.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y| / N_r = 30,00 / 716,54 = 0,04, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0419 / 0,2104 = 0,199,$$

$$i_{By} = 0,87, \quad i_{Cy} = 0,92, \quad i_{Dy} = 0,95.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,00 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 17,66 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_x' / B_y' = 0,78, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_x' / B_y' = 1,27, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_x' / B_y' = 2,34$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 986,89 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 989,26 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 716,54 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 986,89 = 799,38 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

Osiadanie pierwotne: $s' = 0,64$ cm.

Osiadanie wtórne: $s'' = 0,00$ cm.

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $\lambda = 0$.

Osiadanie: $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,64 + 0 \cdot 0,00 = 0,64$ cm,

Sprawdzenie warunku osiadania:

Warunek nie jest określony.

7.2. Szczegółowe wyniki osiadania fundamentu

Nr warstwy	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Napr. pierwotne [kPa]	Napr. wtórne [kPa]	Napr. dodatk. [kPa]	Osiadanie pierwotne [cm]	Osiadanie wtórne [cm]	Osiadanie sumaryczne [cm]
1	0,0	0,30	2	0	0	0,00	0,00	0,00
2	0,3	0,30	7	0	0	0,00	0,00	0,00
3	0,6	0,30	12	0	0	0,00	0,00	0,00
4	0,9	0,30	17	0	0	0,00	0,00	0,00
5	1,2	0,30	22	0	156	0,06	0,00	0,06
6	1,5	0,30	27	0	123	0,05	0,00	0,05
7	1,8	0,32	32	0	97	0,13	0,00	0,13
8	2,1	0,32	39	0	75	0,10	0,00	0,10
9	2,4	0,32	45	0	59	0,08	0,00	0,08
10	2,8	0,32	51	0	47	0,06	0,00	0,06
11	3,1	0,32	57	0	38	0,05	0,00	0,05
12	3,4	0,32	64	0	31	0,04	0,00	0,04
13	3,7	0,32	70	0	25	0,03	0,00	0,03
14	4,0	0,32	76	0	21	0,03	0,00	0,03
					Suma	0,64	0,00	0,64

Uwaga: Wartości naprężeń są średnimi wartościami naprężeń w warstwie

8. Wymiarowanie fundamentu

8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca V [kN]	Nośność betonu V_r [kN]	Nośność strzemion V_s [kN]
* 1	1	44	621	-

8.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

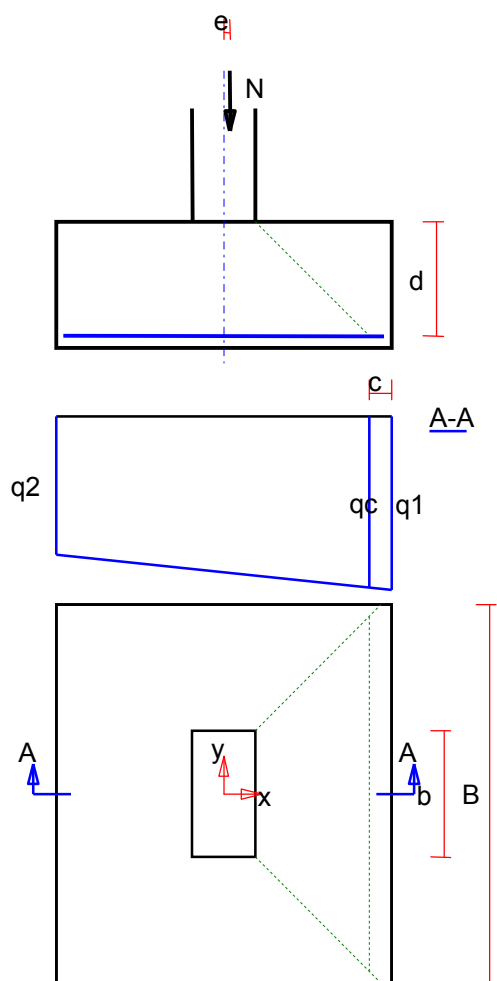
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 600$ kN,

momenty: $M_{xr} = -18,00$ kNm, $M_{yr} = 18,00$ kNm.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,03$ m, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,03$ m.



Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 232 \text{ kPa}, \quad q_2 = 185 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $c = 0,11 \text{ m}$, $q_c = 229 \text{ kPa}$.

Przebiec stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 44 \text{ kN}$.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,60+0,54) \cdot 0,54 \cdot 1000 = 621 \text{ kN}$.

$$V_{Sd} = 44 \text{ kN} < V_{Rd} = 621 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek na przebiec jest spełniony.

8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Nośność przekroju	
			Moment zginający M [kNm]	M_r [kNm]
* 1	x	1	98	163
	y	1	85	159

Uwaga: Momenty zginające wyznaczono metodą wsporników prostokątnych.

8.4. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku x

Zestawienie obciążeń:

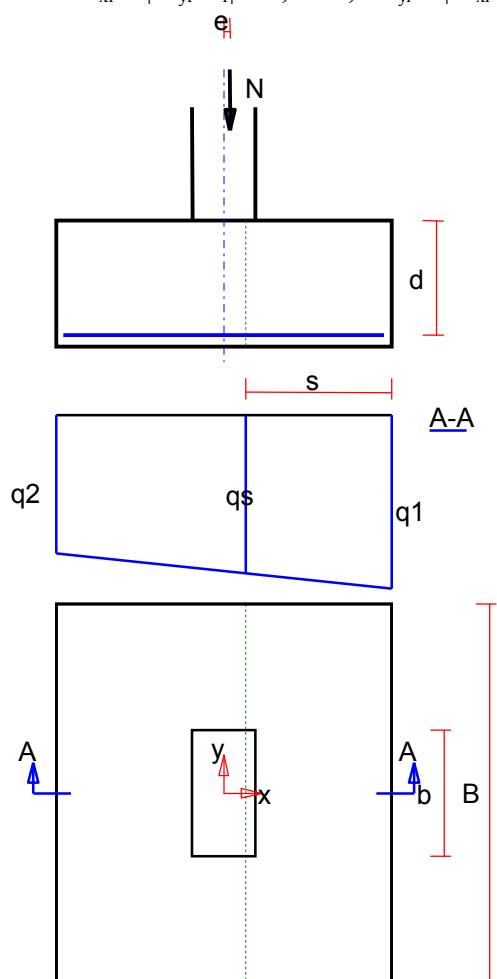
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

$$\text{siła pionowa: } N_r = 600 \text{ kN},$$

momenty: $M_{x_r} = -18,00 \text{ kNm}$, $M_{y_r} = 18,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodność siły względem środka podstawy:

$$e_{x_r} = |M_{y_r}/N_r| = 0,03 \text{ m}, \quad e_{y_r} = |M_{x_r}/N_r| = 0,03 \text{ m}.$$



Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 232 \text{ kPa}, \quad q_2 = 185 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $s = 0,70 \text{ m}$, $q_s = 211 \text{ kPa}$.

Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 232 + 211) \cdot 1,80 \cdot 0,48^2 / 6 = 98 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 6,5 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 10,8 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 6,5 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 10,8 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

8.5. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku y

Zestawienie obciążeń:

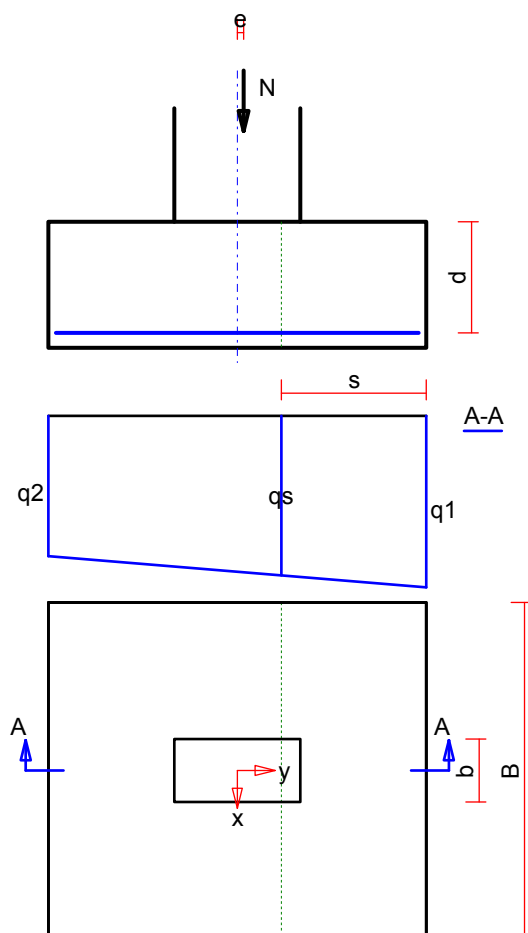
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 600 \text{ kN}$,

momenty: $M_{x_r} = -18,00 \text{ kNm}$, $M_{y_r} = 18,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodność siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,03 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,03 \text{ m}.$$



Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 229 \text{ kPa}, \quad q_2 = 188 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $s = 0,69 \text{ m}$, $q_s = 213 \text{ kPa}$.

Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 229 + 213) \cdot 1,60 \cdot 0,48 / 6 = 85 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 5,8 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 10,8 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 5,8 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 10,8 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

9. Zbrojenie stopy

Zbrojenie główne na kierunku x:

Średnica prętów: $\phi = 14 \text{ mm}$.

Konieczna liczba prętów: $L_{xs} = 7$.

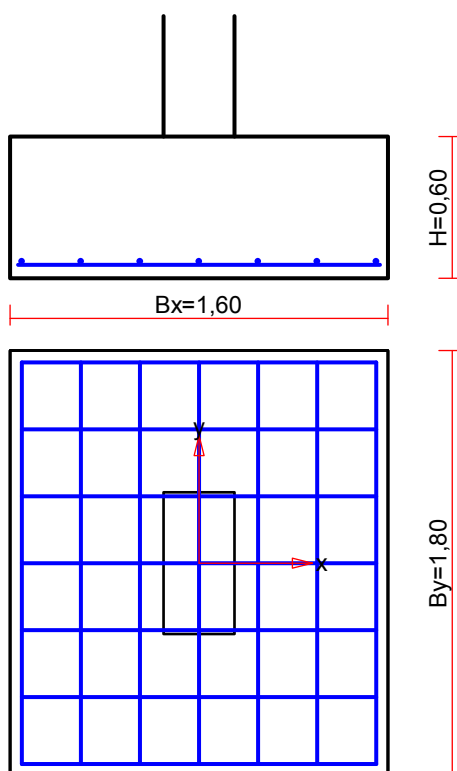
Przyjęta liczba prętów: $L_{xr} = 7$ co 28,3 cm.

Zbrojenie główne na kierunku y:

Średnica prętów: $\phi = 14$ mm.

Konieczna liczba prętów: $L_{ys} = 7$.

Przyjęta liczba prętów: $L_{yr} = 7$ co 25,0 cm.



Ilość stali: 27 kg.

Ilość betonu: 1,73 m³.

Ilość stali na 1 m³ betonu: 15,6 kg/m³.

Projektował:

mgr inż. Janusz Drożak

Sprawdził:

mgr inż. Piotr Ogrodzki

Bielsko-Biała – lipiec 2012r.