

nazwa obiektu:	ROZBUDOWA BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ O SALĘ GIMNASTYCZNĄ ORAZ BUDOWA NIEZBĘDNEJ INFRASTRUKTURY TOWARZYSZĄCEJ W MIEJSCOWOŚCI STARY SKARŻYN.
opracowanie:	OBLICZENIA KONSTRUKCYJNE
adres:	POWIAT ZAMBROWSKI JEDNOSTKA EWIDENCYJNA: ZAMBRÓW OBRĘB: 0050 STARY SKARŻYN STARY SKARŻYN 44, 18-300 ZAMBRÓW NUMER DZIAŁKI: dz. nr 1473/2
inwestor:	GMINA ZAMBRÓW UL. FABRYCZNA 3, 18-300 ZAMBRÓW
opracowanie:	MGR INŻ. TOMASZ SIMIOT UPR. NR WKP/0244/POOK/10 MGR INŻ. PRZEMYSŁAW JAHNS

WYKAZ NORM:

PN – 82/B - 02000	Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
PN – 82/B - 02001	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia stałe.
PN – 77/B - 02011	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
PN – 80/B - 02010	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem.
PN – 88/B - 02014	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia gruntem.
PN – 90/B - 03000	Projekty budowlane. Obliczenia statyczne.
PN – B - 03150:2000	Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN – B - 03264:2002	Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN – 90/B - 03200	Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN – B - 03002:1999	Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczenia.
PN – 76/B - 03001	Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne zasady obliczeń.
PN – 81/B - 03020	Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN – B- 06200:2002	Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru. Wymagania podstawowe.

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ NA POŁĄC DACHOWĄ

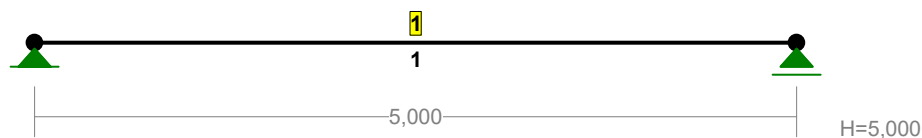
OBCIĄŻENIA STAŁE [kN/m²] - warstwy dachowe			
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHARAKT. [kN/m ²]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m ²]
OBCIĄŻENIA STAŁE wg PN-82/B-02001			
Dachowa membrana syntetyczna	0,05	1,2	0,06
Wełna mineralna dachowa 25cm	0,50	1,2	0,60
Blacha trapezowa	0,13	1,1	0,15
Instalacje podwieszone	0,50	1,4	0,70
Sufit powieszany	0,30	1,2	0,36
Dodatkowe	0,10	1,4	0,14
Razem =	1,58	1,27	2,01
OBCIĄŻENIA ZMIENNE [kN/m²]			
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHARAKT. [kN/m ²]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m ²]
OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM wg PN-80/B-02010 Az1:2006			
Strefa obciążenia śniegiem III	$Q_k =$	1,2	
Z1-1 Dachy jedno i dwuspadowe	$C_1 =$	0,8	
$C_1 = C_2 = 0,8$	$C_2 =$	0,8	
$S_k = Q_k \times C_1 = 1,2 \times 0,80$	0,96	1,5	1,44
OBCIĄŻENIE WIATREM wg PN-77/B-02011 Az1:2009			
$p_k = q_k \times C_e \times C_s \times \beta$			
Strefa obciążenia wiatrem I			
Char. ciśnienie prędkości wiatru	$q_k =$	0,3	
Wsp. ekspozycji C_e wg Tab. 4	$C_e =$	1	
Wsp. Działania porywów wiatru	$\beta =$	1,8	
Wiatr działający na połąc dachową			
wsp. ciśnienia zewnętrznego według załącznika Z1-3			
W1 nawietrzna	$C_z =$	-0,9	
W2 zawietrzna	$C_z =$	-0,4	
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHARAKT. [kN/m ²]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m ²]
W1 nawietrzna = $0,30 \times 1,00 \times (-0,90) \times 1,80$	-0,49	1,5	-0,73
W2 zawietrzna = $0,30 \times 1,00 \times (-0,40) \times 1,80$	-0,22	1,5	-0,33

Wiatr prostopadły do krótszego boku				
wsp. ciśnienia zewnętrznego według załącznika Z1-1 $H/B < 2$ $B/L < 1$				
W3 ściana nawietrzna		$C_z =$	0,7	
W4 ściana zawietrzna		$C_z =$	-0,4	
parcie na ścianę szczytową				
W5 ściana podłużna		$C_z =$	-0,5	
RODZAJ OBCIĄŻENIA		OBC. CHARAKT. [KN/m ²]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [KN/m ²]
W3 ściana nawietrzna	= 0,30 x 1,00 x 0,70 x 1,80	0,38	1,5	0,57
W4 ściana zawietrzna	= 0,30 x 1,00 x (-0,40) x 1,80	-0,22	1,5	-0,32
W5 ściana podłużna	= 0,30 x 1,00 x (-0,50) x 1,80	-0,27	1,5	-0,41

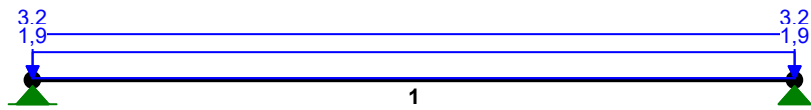
Poz. 1.01. – Płatew z drewna klejonego.

OBCIĄŻENIA STAŁE [kN/m] - warstwy dachowe					
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [kN/m ²]	ROZSTAW [m]	OBC. CHAR. [kN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m]
OBCIĄŻENIA STAŁE wg PN-82/B-02001					
Dachowa membrana syntetyczna	0,05	2,00	0,10	1,2	0,12
Wełna mineralna dachowa 25cm	0,50	2,00	1,00	1,2	1,20
Blacha trapezowa	0,13	2,00	0,27	1,1	0,29
Instalacje podwieszane	0,50	2,00	1,00	1,4	1,40
Sufit powieszany	0,30	2,00	0,60	1,2	0,72
Dodatkowe	0,10	2,00	0,20	1,4	0,28
Płatew wg. progr.					
Razem =			3,17	1,27	4,01
OBCIĄŻENIA ZMIENNE [kN/m]					
RODZAJ OBCIĄŻENIA			OBC. CHAR. [kN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m]
OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM wg PN-80/B-02010 Az1:2006					
$S_k = Q_k \times C_1 = 1,2 \times 0,80$	0,96	2,00	1,92	1,5	2,88

PRZEKROJE PRĘTÓW:



OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

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

Grupa:	A "Obciążenia stałe."			Stale	$\gamma_f = 1,27$	
1	Liniowe	0,0	3,17	3,17	0,00	5,00

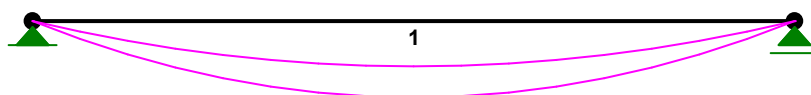
Grupa:	B "Obciążenie śniegiem."			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	1,92	1,92	0,00	5,00

=====

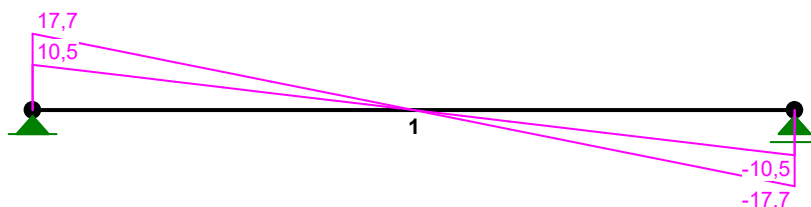
W Y N I K I
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

=====

MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

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

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	2,500	22,2*	0,0	0,0	AB
	0,000	0,0*	10,5	0,0	A
	0,000	0,0	17,7*	0,0	AB
	0,313	5,2	15,5	0,0*	AB
	2,500	22,2	0,0	0,0*	AB
	0,000	0,0	10,5	0,0*	A
	0,313	5,2	15,5	0,0*	AB
	2,500	22,2	0,0	0,0*	AB
	0,000	0,0	10,5	0,0*	A
	0,000	0,0	10,5	0,0*	A

* = Max/Min

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

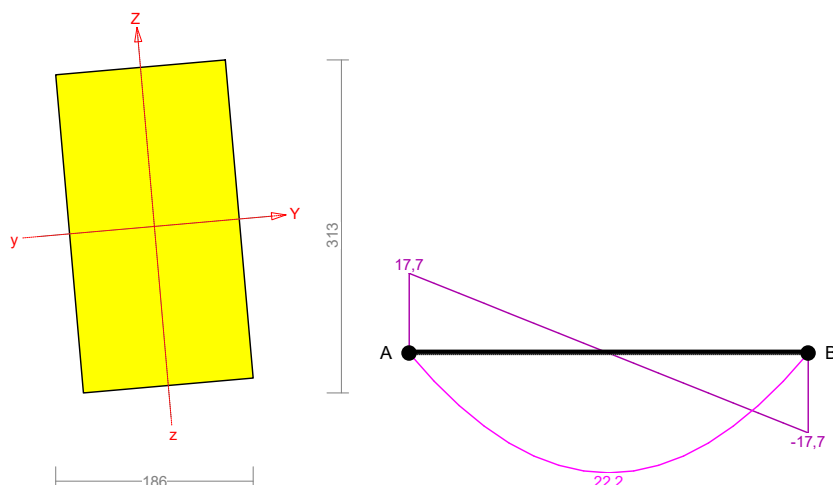
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,0*	17,7	17,7		AB
	0,0*	10,5	10,5		A
	0,0	17,7*	17,7		AB
	0,0	10,5*	10,5		A
	0,0	17,7	17,7*		AB
	0,0	10,5	10,5*		A
2	0,0*	17,7	17,7		AB
	0,0*	10,5	10,5		A
	0,0	17,7*	17,7		AB
	0,0	10,5*	10,5		A
	0,0	17,7	17,7*		AB
	0,0	10,5	10,5*		A

* = Max/Min

Pręt nr 1

Zadanie: poz_1_01

**Przekrój: 1 "B 30,0x16,0"**

Wymiary przekroju:

 $h=300,0 \text{ mm}$ $b=160,0 \text{ mm}$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

 $J_{xg}=36000,0$; $J_{yg}=10240,0 \text{ cm}^4$; $A=480,00 \text{ cm}^2$; $i_x=8,7$; $i_y=4,6 \text{ cm}$; $W_x=2400,0$; $W_y=1280,0 \text{ cm}^3$.**Własności techniczne drewna:**Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno GL24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

$$f_{m,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 8,62 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,25 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00$$

$$f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 5,30$$

$$f_{c,90,d} = 3,26 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 1,54 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na zginanie:Wyniki dla $x_a=2,50 \text{ m}$; $x_b=2,50 \text{ m}$, przy obciążeniach "AB".Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni **górnej**, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 5000 + 300 + 300 = 5600 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{5600 \times 300 \times 14,77}{3,142 \times 160^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,408$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75$$

$$k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 22,1 / 2400,00 \times 10^3 = 9,2 < 14,8 = 1,000 \times 14,77 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,50 \text{ m}$; $x_b=2,50 \text{ m}$, przy obciążeniach "AB":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{9,2}{14,77} + 0,7 \times \frac{1,5}{14,77} = 0,7 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{9,2}{14,77} + \frac{1,5}{14,77} = 0,5 < 1$$

Nośność na ścinanie:Wyniki dla $x_a=0,63 \text{ m}$; $x_b=4,38 \text{ m}$, przy obciążeniach "AB".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 13,2 / 480,0 \times 10 = 0,4 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 1,2 / 480,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,4^2 + 0,0^2} = 0,4 < 1,5 = 1,000 \times 1,54 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=2,50$ m; $x_b=2,50$ m, przy obciążeniach "AB".

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 25,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + "A"):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -6,8 \times [1 + 19,2 \times (300,0/5000)^2] (1 + 0,60) = -11,7 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -2,1 \times (1 + 0,60) = -3,4 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("B"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: ***Sredniotrwale*** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -3,9 \times [1 + 19,2 \times (300,0/5000)^2] (1 + 0,25) = -5,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -1,2 \times (1 + 0,25) = -1,5 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -11,7 + -5,3 = 16,9 < 25,0 = u_{\text{net,fin}}$$

$$u_{y,\text{fin}} = -3,4 + -1,5 = 4,9 < 25,0 = u_{\text{net,fin}}$$

$$u_{\text{fin}} = \sqrt{u_{z,\text{fin}}^2 + u_{y,\text{fin}}^2} = \sqrt{15,8^2 + 4,9^2} = 17,6 < 25,0 = u_{\text{net,fin}}$$

Poz. 2.01. – Dźwigar z drewna klejonego

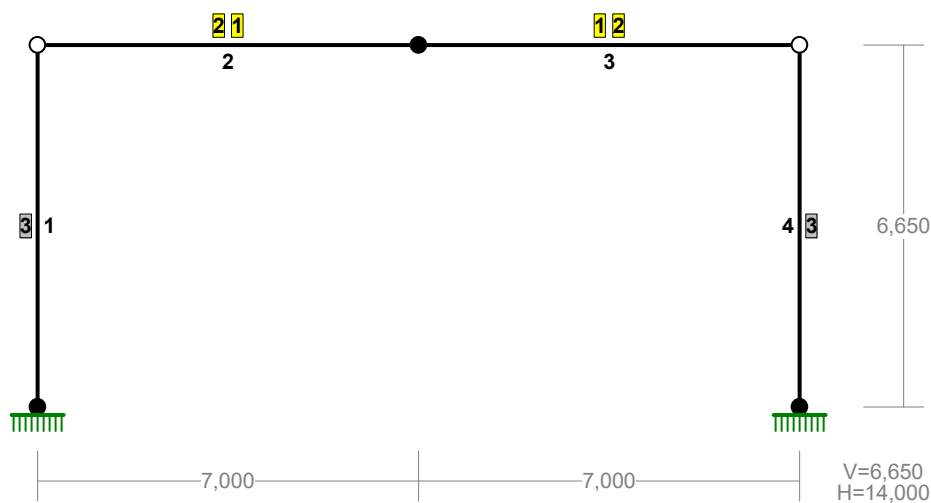
OBCIĄŻENIA STAŁE [kN/m²] - warstwy dachowe					
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [kN/m ²]	ROZSTAW [m]	OBC. CHAR. [kN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m]
OBCIĄŻENIA STAŁE wg PN-82/B-02001					
Dachowa membrana syntetyczna	0,05	5,00	0,25	1,2	0,30
Wełna mineralna dachowa 25cm	0,50	5,00	2,50	1,2	3,00
Blacha trapezowa	0,13	5,00	0,67	1,1	0,73
Instalacje podwieszone	0,50	5,00	2,50	1,4	3,50
Sufit powieszany	0,30	5,00	1,50	1,2	1,80
Dodatkowe	0,10	5,00	0,50	1,4	0,70
Płatew 16x30cm GL24 w rozstawie 2,00m	0,69	5,00	3,46	1,1	3,80
Razem =			11,37	1,22	13,83

OBCIĄŻENIA ZMIENNE [kN/m²]					
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [kN/m ²]	ROZSTAW [m]	OBC. CHAR. [kN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m]
OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM wg PN-80/B-02010 Az1:2006					
S _{k1}	0,96	5,00	4,80	1,5	7,20

OBCIĄŻENIE WIATREM wg PN-77/B-02011 Az1:2009					
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [kN/m ²]	ROZSTAW [m]	OBC. CHAR. [kN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m]
W1 nawietrzna	-0,49	5,00	-2,45	1,5	-3,68
W2 zawietrzna	-0,22	5,00	-1,10	1,5	-1,65

Wiatr prostopadły do krótszego boku					
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [kN/m ²]	ROZSTAW [m]	OBC. CHAR. [kN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m]
W3 ściana nawietrzna	0,38	5,00	1,89	1,5	2,84
W4 ściana zawietrzna	-0,22	5,00	-1,08	1,5	-1,62
W5 ściana podłużna	-0,27	5,00	-1,35	1,5	-2,03

PRZEKROJE PRĘTÓW:

**PRĘTY UKŁADU:**

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	01	1	2	0,000	6,650	6,650	1,000	3 B 50,0x35,0
2	10	2	5	7,000	0,000	7,000	1,000	2-1
3	01	5	3	7,000	0,000	7,000	1,000	1-2
4	10	3	4	0,000	-6,650	6,650	1,000	3 B 50,0x35,0

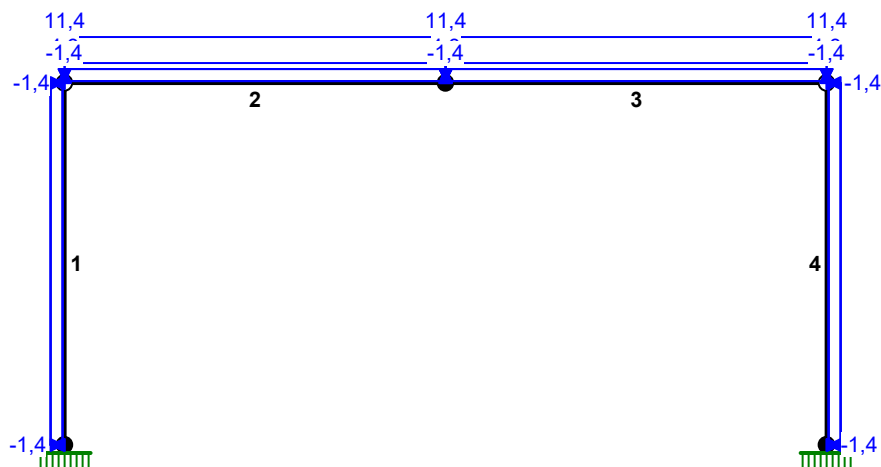
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	3200,0	6826667	106667	85333	85333	160,0	49 Drewno GL24
2	2000,0	1666667	66667	33333	33333	100,0	49 Drewno GL24
3	1750,0	364583	178646	14583	14583	50,0	35 Beton B25

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
35 Beton B25	30000	13,300	1,00E-05
49 Drewno GL24	11000	24,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

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

Grupa:	A "Stałe z dachu."			Stałe	$\gamma_f = 1,22$	
2	Liniowe	0,0	11,37	11,37	0,00	7,00
3	Liniowe	0,0	11,37	11,37	0,00	7,00
Grupa:	B "Obciążenie śniegiem."			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
2	Liniowe	0,0	4,80	4,80	0,00	7,00
3	Liniowe	0,0	4,80	4,80	0,00	7,00
Grupa:	C "Obc. wiatrem z lewej."			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	90,0	1,89	1,89	0,00	6,65
2	Liniowe	0,0	-2,45	-2,45	0,00	7,00
3	Liniowe	0,0	-1,10	-1,10	0,00	7,00
4	Liniowe	-90,0	-1,10	-1,10	0,00	6,65
Grupa:	D "Obc. wiatrem z prawej."			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	90,0	-1,10	-1,10	0,00	6,65
2	Liniowe	0,0	-1,10	-1,10	0,00	7,00
3	Liniowe	0,0	-2,45	-2,45	0,00	7,00
4	Liniowe	-90,0	1,89	1,89	0,00	6,65
Grupa:	E "Obc. wiatrem ściana szczyt"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	90,0	-1,35	-1,35	0,00	6,65
2	Liniowe	0,0	-1,35	-1,35	0,00	7,00
3	Liniowe	0,0	-1,35	-1,35	0,00	7,00
4	Liniowe	-90,0	-1,35	-1,35	0,00	6,65

=====

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

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A -"Stałe z dachu."	Stałe		1,22
B -"Obciążenie śniegiem."	Zmienne	1 1,00	1,50
C -"Obc. wiatrem z lewej."	Zmienne	1 1,00	1,50
D -"Obc. wiatrem z prawej."	Zmienne	1 1,00	1,50
E -"Obc. wiatrem ściana szczyt"	Zmienne	1 1,00	1,50

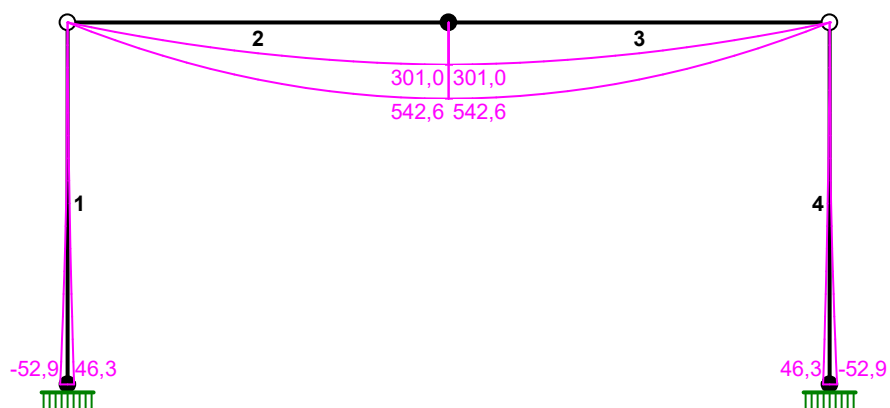
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A -"Stałe z dachu."	EWENTUALNIE
B -"Obciążenie śniegiem."	EWENTUALNIE
C -"Obc. wiatrem z lewej."	EWENTUALNIE
D -"Obc. wiatrem z prawej."	EWENTUALNIE
E -"Obc. wiatrem ściana szczyt"	EWENTUALNIE

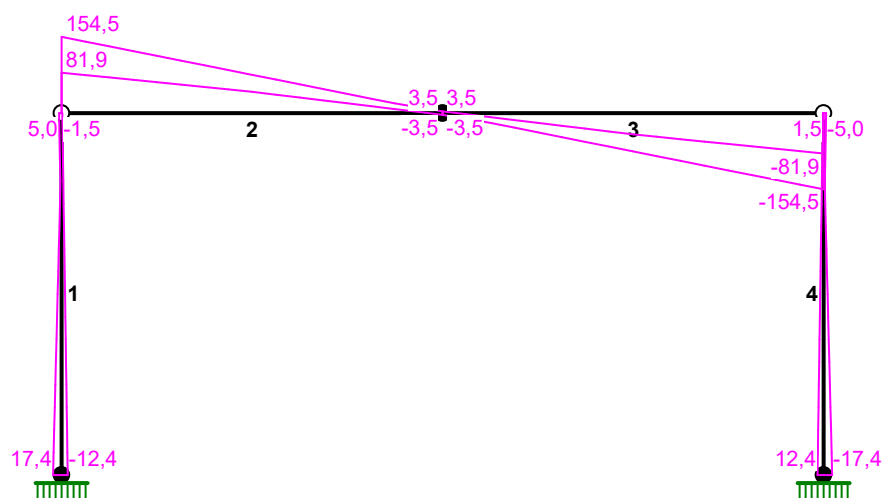
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : A EWENTUALNIE: B+C/D/E
2	ZAWSZE : A EWENTUALNIE: B
3	ZAWSZE : A+B EWENTUALNIE:
4	ZAWSZE : A EWENTUALNIE: C/D/E
5	ZAWSZE : A EWENTUALNIE:

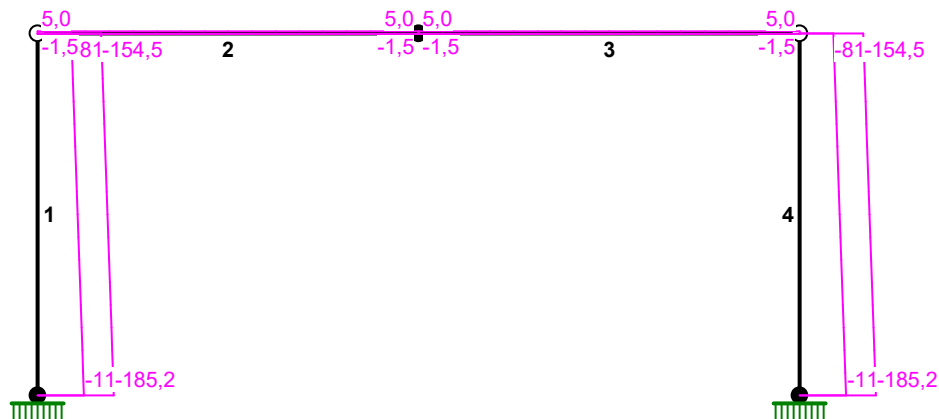
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:

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

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

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000	46,3*	-12,4	-170,1	ABD
	0,000	-52,9*	17,4	-163,0	ABC
	0,000	-52,9	17,4*	-163,0	ABC
	6,650	0,0	-1,5	-81,9*	AC
	0,000	0,0	0,0	-185,2*	AB
2	7,000	542,6*	0,0	0,0	AB
	0,000	0,0*	89,9	5,0	AE
	0,000	0,0	154,5*	0,0	AB
	0,438	59,5	131,6	5,0*	ABE
	7,000	493,0	0,0	5,0*	ABE
	0,000	0,0	89,9	5,0*	AE
	0,438	59,1	130,6	-1,5*	ABD
	7,000	477,4	3,5	-1,5*	ABC
	0,000	0,0	81,9	-1,5*	AC
3	0,000	542,6*	0,0	0,0	AB
	7,000	0,0*	-89,9	5,0	AE
	7,000	0,0	-154,5*	0,0	AB
	7,000	-0,0	-140,3	5,0*	ABE
	0,000	493,0	0,0	5,0*	ABE
	6,563	59,1	-130,6	-1,5*	ABC
	0,000	477,4	-3,5	-1,5*	ABD
	7,000	0,0	-89,0	-1,5*	AC
4	6,650	46,3*	12,4	-170,1	ABC
	6,650	-52,9*	-17,4	-163,1	ABD
	6,650	-52,9	-17,4*	-163,1	ABD
	0,000	0,0	1,5	-81,9*	AD
	6,650	0,0	0,0	-185,2*	AB

* = Max/Min

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

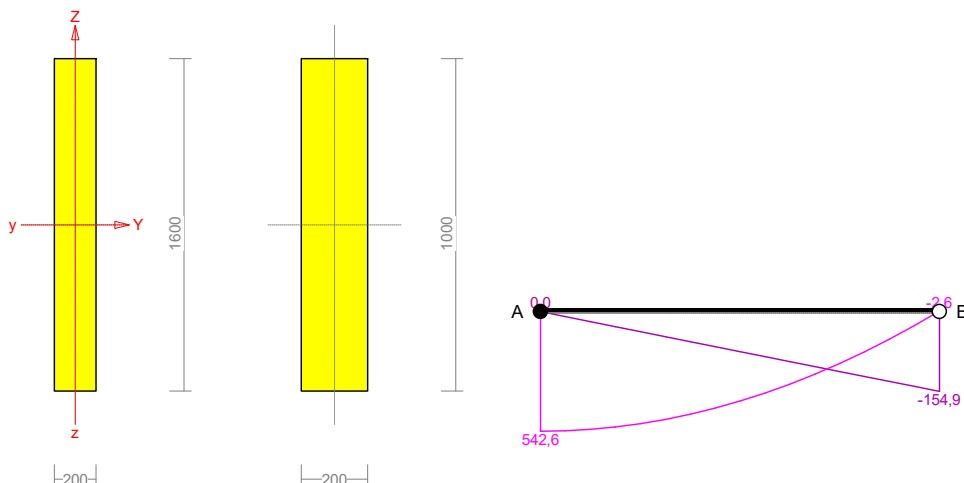
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	12,4*	170,1	170,6	-46,3	ABD
	12,4*	119,7	120,4	-46,3	AD
	-17,4*	163,0	164,0	52,9	ABC
	-17,4*	112,6	114,0	52,9	AC
	0,0	185,2*	185,2	0,0	AB
	-17,4	112,6*	114,0	52,9	AC
	0,0	185,2	185,2*	0,0	AB
	-17,4	112,6	114,0	52,9*	AC
	-17,4	163,0	164,0	52,9*	ABC
	12,4	119,7	120,4	-46,3*	AD
	12,4	170,1	170,6	-46,3*	ABD
4	17,4*	163,1	164,0	-52,9	ABD
	17,4*	112,7	114,0	-52,9	AD
	-12,4*	170,1	170,6	46,3	ABC
	-12,4*	119,7	120,4	46,3	AC
	0,0	185,2*	185,2	0,0	AB
	17,4	112,7*	114,0	-52,9	AD
	0,0	185,2	185,2*	0,0	AB
	-12,4	119,7	120,4	46,3*	AC
	-12,4	170,1	170,6	46,3*	ABC
	17,4	112,7	114,0	-52,9*	AD
	17,4	163,1	164,0	-52,9*	ABD

* = Max/Min

Pręt nr 3

Zadanie: poz_2_01

**Przekrój: 1** "B 160,0x20,0"

Wymiary przekroju:

 $h=1600,0$ mm $b=200,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

 $J_{xg}=6826666,7$; $J_{yg}=1066666,7$ cm⁴; $A=3200,00$ cm²; $i_x=46,2$; $i_y=5,8$ cm; $W_x=85333,3$; $W_y=10666,7$ cm³.**Przekrój: 2** "B 100,0x20,0"

Wymiary przekroju:

 $h=1000,0$ mm $b=200,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

 $J_{xg}=1666666,7$; $J_{yg}=666666,7$ cm⁴; $A=2000,00$ cm²; $i_x=28,9$; $i_y=5,8$ cm; $W_x=33333,3$; $W_y=6666,7$ cm³.**Własności techniczne drewna:**

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno GL24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

$$f_{m,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 8,62 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,25 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00$$

$$f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 5,30$$

$$f_{c,90,d} = 3,26 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 1,54 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 3

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na rozciąganie:Wyniki dla $x_a=7,00$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "AE".Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 2000,00$ cm².

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 5,0 / 2000,00 \times 10 = 0,0 < 8,62 = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:Wyniki dla $x_a=7,00$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "AD".

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 14,000 = 14,000 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,000 = 2,000 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 14,000 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 2,000 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 14,000 / 0,2887 = 48,50$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,000 / 0,0577 = 34,64$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (48,50)^2 = 31,05 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (34,64)^2 = 60,86 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21/31,05} = 0,822$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21/60,86} = 0,587$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,1 \times (0,822 - 0,5) + (0,822)^2] = 0,854$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,1 \times (0,587 - 0,5) + (0,587)^2] = 0,677$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,854 + \sqrt{0,854^2 - 0,822^2}) = 0,921$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,677 + \sqrt{0,677^2 - 0,587^2}) = 0,987$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 2000,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 1,5 / 2000,00 \times 10 = 0,0 < 11,91 = 0,921 \times 12,92 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=2,63 \text{ m}$; $x_b=4,38 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABD":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,985 \times 12,92} + 0,7 \times \frac{0,0}{14,77} + \frac{6,4}{14,77} = 0,434 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,987 \times 12,92} + \frac{0,0}{14,77} + 0,7 \times \frac{6,4}{14,77} = 0,304 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,63 \text{ m}$; $x_b=4,38 \text{ m}$, przy obciążeniach "AB".

Długość obliczeniowa dla pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 2000 + 1600 + 1000 = 4600 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{4600 \times 1375 \times 14,77}{3,142 \times 200^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,633$$

Wartość współczynnika zwężenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 465,6 / 63020,83 \times 10^3 = 7,4 < 14,8 = 1,000 \times 14,77 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,63 \text{ m}$; $x_b=4,38 \text{ m}$, przy obciążeniach "AB":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{7,4}{14,77} + 0,7 \times \frac{0,0}{14,77} = 0,5 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{7,4}{14,77} + \frac{0,0}{14,77} = 0,4 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=2,63 \text{ m}$; $x_b=4,38 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABD":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{12,92^2} + \frac{6,4}{14,77} + 0,7 \times \frac{0,0}{14,77} = 0,4 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{12,92^2} + 0,7 \times \frac{6,4}{14,77} + \frac{0,0}{14,77} = 0,3 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=7,00 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach "AB".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 154,9 / 2000,0 \times 10 = 1,2 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 2000,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{1,2^2 + 0,0^2} = 1,2 < 1,5 = 1,000 \times 1,54 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=2,63 \text{ m}$; $x_b=4,38 \text{ m}$, przy obciążeniach "AB" liczone od ciężaru pręta.

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 300 = 46,7 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + "A"):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] / [0,15 + 0,85 h_p/h] (1 + k_{def}) = -19,1 \times [1 + 19,2 \times (1600,0/14000)^2] / [0,15 + 0,85 \times 1000,0/1600,0] \times (1 + 0,60) = -56,1 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("B"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] / [0,15 + 0,85 h_p/h] (1 + k_{def}) = 15,0 \times [1 + 19,2 \times (1600,0/14000)^2] / [0,15 + 0,85 \times 1000,0/1600,0] \times (1 +$$

$$0,25) = 34,4 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,25) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

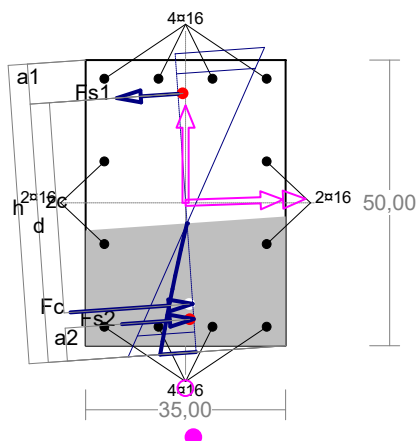
$$u_{z,\text{fin}} = -56,1 + 34,4 = \mathbf{21,7} < \mathbf{46,7} = u_{\text{net,fin}}$$

Poz. 3.01. – Słup żelbetowy

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie poz_2_01, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=6,65$ m

Obliczenia wykonano dla kombinacji [ABC] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = -163,0 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx})^2 + (M_{Sdy})^2} = \sqrt{(66,9^2 + 2,2^2)} = 66,9 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa} \quad (f_{td} = 435 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia})$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 12,06 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 12,06 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 24,13 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 24,13 / 1750 = 1,38 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 52,3, \quad d = 45,3, \quad x = 21,0 \quad (\xi = 0,463),$$

$$a_1 = 7,0, \quad a_2 = 5,8, \quad a_c = 7,8, \quad z_c = 36,9, \quad A_{cc} = 749 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c = -0,45 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s2} = -0,38 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s1} = 0,52 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -197,6, \quad F_{s1} = 98,5, \quad F_{s2} = -63,9,$$

$$M_c = 35,0, \quad M_{s1} = 18,9, \quad M_{s2} = 13,0,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 261,0 \text{ kNm} >$$

$$M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 35,0 + (18,9) + (13,0) = 66,9 \text{ kNm}$$

Zarysowanie

zadanie poz_2_01, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

Siły przekrojowe:

$$x = 0,000 \text{ m}$$

$$M_{Sd} = -35,3 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = -132,7 \text{ kN} \quad e = 29,3 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = 11,6 \text{ kN}$$

$$b_w = 35,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 50,0 - 8,1 = 41,9 \text{ cm}$$

$$A_c = 1750 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 14583 \text{ cm}^3$$

Wymiary przekroju:

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 1149 / 240 = 4,21 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 12,06 > 4,21 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 14583 \times 10^{-3} = 32,1 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{2,2}{29,3 / 14583,33 - 1 / 1750,00} \times 10^{-1} = -153,0 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 132,7 < 153,0 = N_{cr}$$

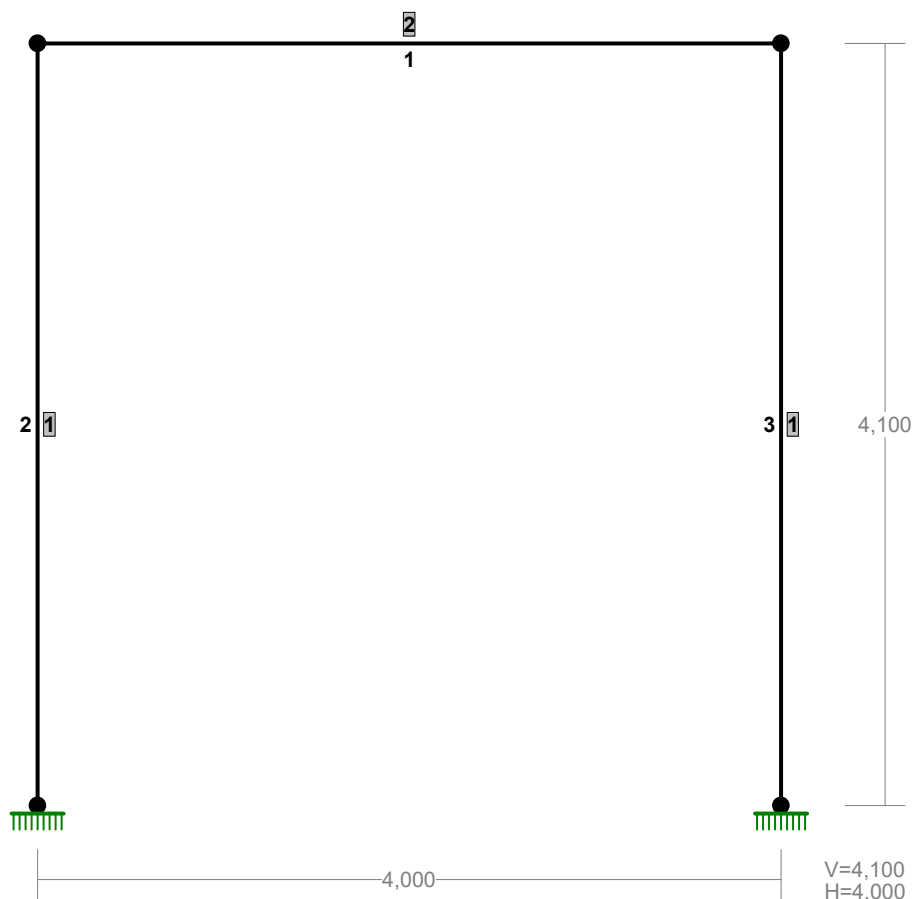
Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Poz. 4.01. – Belka żelbetowa

PRZEKROJE PRĘTÓW:

**PRĘTY UKŁADU:**

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	4,000	0,000	4,000	1,000	2 B 50,0x24,0
2	00	1	3	0,000	-4,100	4,100	1,000	1 B 24,0x24,0
3	00	2	4	0,000	-4,100	4,100	1,000	1 B 24,0x24,0

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	576,0	27648	27648	2304	2304	24,0	35 Beton B25
2	1200,0	250000	57600	10000	10000	50,0	35 Beton B25

STAŁE MATERIAŁOWE:

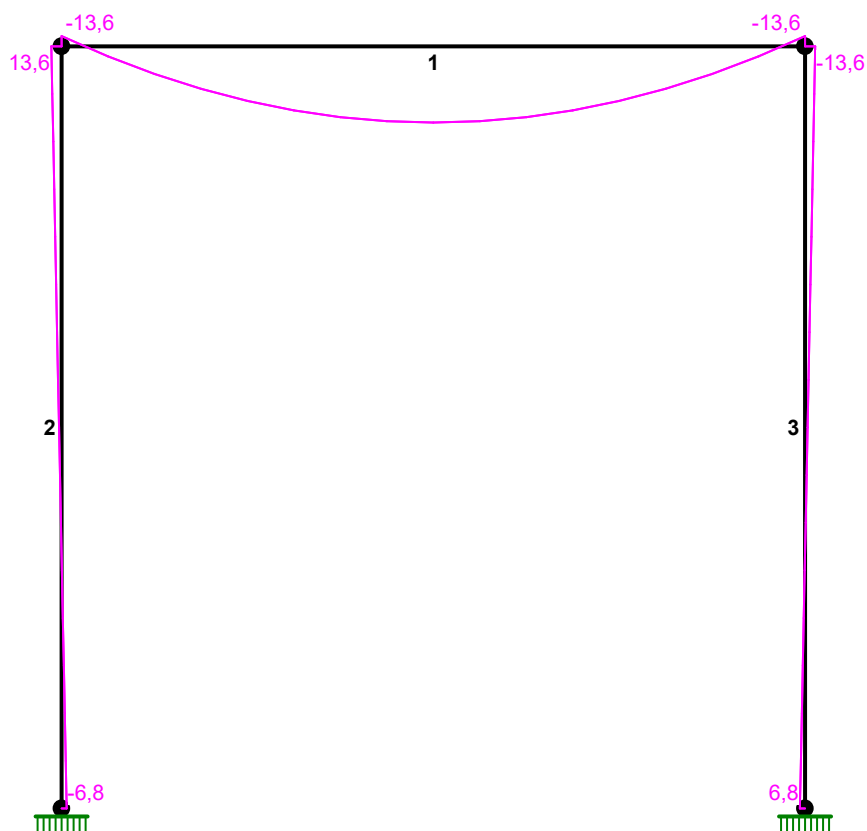
Material:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
35 Beton B25	30000	13,300	1,00E-05

OBCIĄŻENIA:

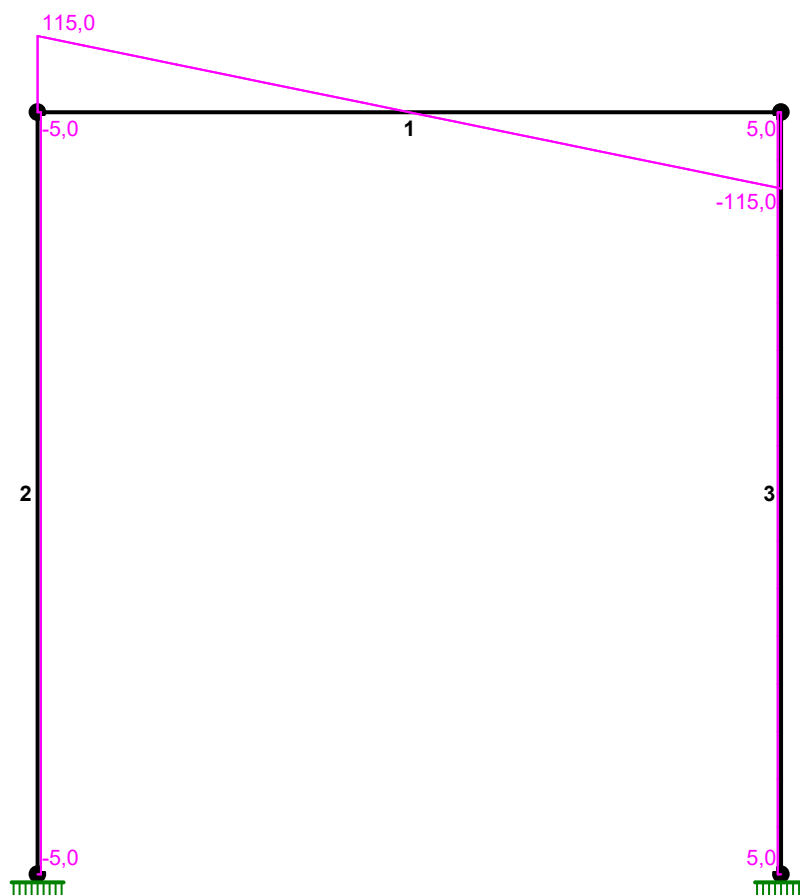
([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	Linowe	0,0	46,42	46,42	0,00	4,00

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

MOMENTY-OBWIEDNIE:

TNĄCE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

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

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	2,000	101,4*	0,0	-5,0	A
	0,000	-13,6*	115,0	-5,0	A
	0,000	-13,6	115,0*	-5,0	A
	0,000	-13,6	115,0	-5,0*	A
	2,000	101,4	0,0	-5,0*	A
	0,000	-13,6	115,0	-5,0*	A
	2,000	101,4	0,0	-5,0*	A
2	0,000	13,6*	-5,0	-115,0	A
	4,100	-6,8*	-5,0	-121,2	A
	0,000	13,6	-5,0*	-115,0	A
	4,100	-6,8	-5,0*	-121,2	A
	0,000	13,6	-5,0	-115,0*	A
	4,100	-6,8	-5,0	-121,2*	A
3	4,100	6,8*	5,0	-121,2	A

0,000	-13,6*	5,0	-115,0	A
4,100	6,8	5,0*	-121,2	A
0,000	-13,6	5,0*	-115,0	A
0,000	-13,6	5,0	-115,0*	A
4,100	6,8	5,0	-121,2*	A

* = Max/Min

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

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

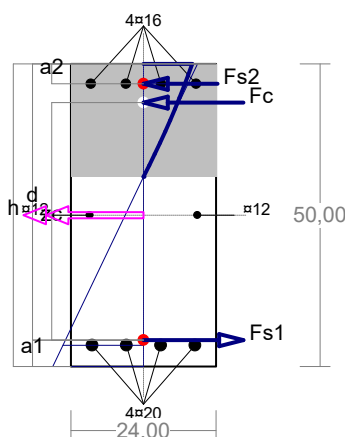
Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	R [kN]:	M [kNm]:	Kombinacja obciążeń:
3	5,0*	121,2	121,3	-6,8	A
	5,0	121,2*	121,3	-6,8	A
	5,0	121,2	121,3*	-6,8	A
	5,0	121,2	121,3	-6,8*	A
4	-5,0*	121,2	121,3	6,8	A
	-5,0	121,2*	121,3	6,8	A
	-5,0	121,2	121,3*	6,8	A
	-5,0	121,2	121,3	6,8*	A

* = Max/Min

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie poz_4_01, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,00$ m, $x_b=2,00$ m

Obliczenia wykonano dla kombinacji [A] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -5,0 \text{ kN}$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-101,5^2 + 0,0^2)} = 101,5 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 350 \text{ MPa} (f_{td} = 435 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia})$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 14,83 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 8,04 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 22,87 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 22,87 / 1200 = 1,91 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 50,0, d = 45,7, x = 18,3 (\xi = 0,401),$$

$$a_1 = 4,3, a_2 = 3,3, a_3 = 6,4, z_c = 39,2, A_{ce} = 448 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,64 \text{ ‰}, \epsilon_{s2} = -0,53 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 0,95 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -169,9, F_{s1} = 249,6, F_{s2} = -84,6,$$

$$M_c = 31,6, M_{s1} = 51,5, M_{s2} = 18,4,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 222,4 \text{ kNm} >$$

$$M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 31,6 + (51,5) + (18,4) = 101,5 \text{ kNm}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie poz_4_01, pręt nr 1.

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 1,625$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 21,6 \times (1,000) = 10,8 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 239,5 + 10,8 = 250,3 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 249,6 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 249,6 \text{ kN}$

$$F_{td} = 249,6 < 439,8 = 12,57 \times 350 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie poz_4_01, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

Siły przekrojowe:

$$x = 2,000 \text{ m}$$

$$M_{sd} = 86,9 \text{ kNm}$$

$$N_{sd} = -4,3 \text{ kN}$$

$$e = 2040,2 \text{ cm}$$

$$V_{sd} = -0,0 \text{ kN}$$

$$b_w = 24,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 50,0 - 3,5 = 46,5 \text{ cm}$$

Wymiary przekroju:

$$A_c = 1200 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 10000 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} =$$

$$= 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 598 / 410 = 1,28 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 12,57 > 1,28 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 10000 \times 10^{-3} = 22,0 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{2,2}{2040,2 / 10000,00 - 1 / 1200,00} \times 10^{-1} = -1,1 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 4,3 > 1,1 = N_{cr}$$

Przekrój zarysowany.**Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:**

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 12,57 / 210 = 0,05984$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 20 / 0,05984 = 83,42$$

$$\epsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] =$$

$$= 163,8 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-1,1 / 4,3)^2] = 0,00079$$

$$w_k = \beta s_{rm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 83,42 \times 0,00079 = 0,11 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,11 < 0,3 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie poz_4_01, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono 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:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 10000 \times 10^{-3} = 22,0 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = 86,9 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = 86,9 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 26,2 \text{ cm} \quad I_I = 439648 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 19,1 \text{ cm} \quad I_{II} = 284583 \text{ cm}^4$$

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

$$= \frac{10000 \times 284583}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (22,0 / 86,9)^2 \times (1 - 284583 / 439648)} \times 10^{-5} = 28783 \text{ kNm}^2$$

Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.

Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 2,000 \text{ cm}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty, d} = 4,7 \text{ mm}$$

$$a = 4,7 < 20,0 = a_{lim}$$

Poz. 6.04. – Ława fundamentowa

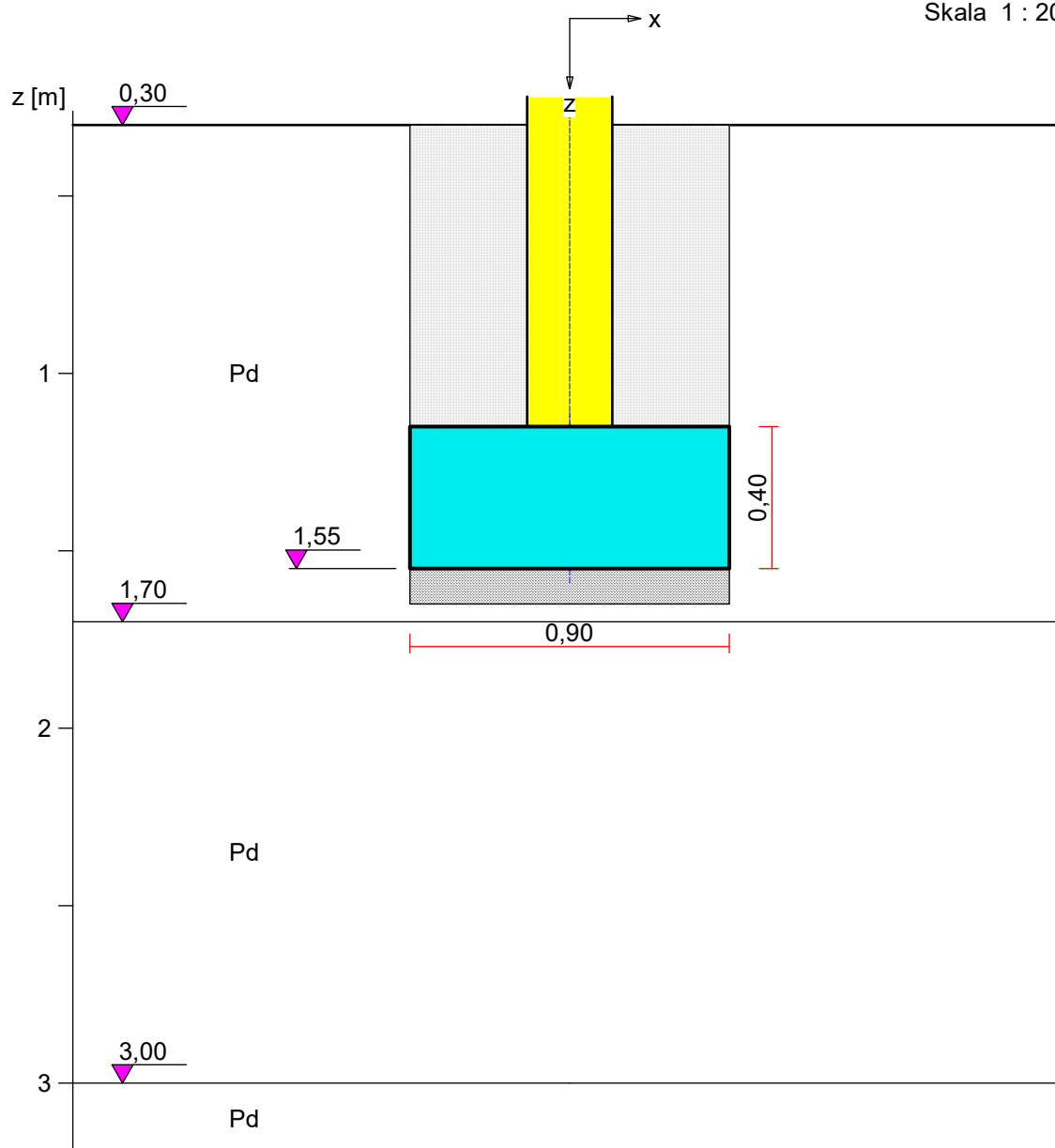
RODZAJ OBCIĄŻENIA	obc. char. [KN/m ²]	rozpiętość [m]	[-]	obc. char. [KN/m]	wsp. obc.	obc. obl. [KN/m]
Obciążenie ze stropodachu						
- Membrana dachowa	0,05	10,62	0,5	0,27	1,2	0,32
- Wełna min. na stropodachu - kliny spadkowe	0,4	10,62	0,5	2,12	1,2	2,55
- Wełna min. na stropodachu 25cm	0,5	10,62	0,5	2,66	1,2	3,19
- Strop Filigran	6,25	10,62	0,5	33,19	1,1	36,51
- Sufit podwieszany modułowy	0,35	10,62	0,5	1,86	1,2	2,23
- Obciążenie technologiczne	0,2	10,62	0,5	1,06	1,4	1,49
- Śnieg	1,00	10,62	0,5	5,31	1,5	7,97
Razem =				46,46	1,17	54,24

RODZAJ OBCIĄŻENIA	obc. char. [KN/m ³]	szer. [m]	wys. [m]	obc. char. [KN/m]	wsp. obc.	obc. obl. [KN/m]
Obciążenia ze ściany						
- Wieniec W-02 24x35cm	25,00	0,24	0,35	2,10	1,1	2,75
- Tynk cem.-wap.	23,00	0,015	3,30	1,14	1,3	1,48
- Ściana z bloczków silikat. 24cm	18,00	0,24	3,35	14,47	1,2	13,12
- Tynk cem.-wap.	23,00	0,015	3,30	1,14	1,3	1,48
- Ściana fund. z bloczków bet.	24,00	0,24	0,95	5,47	1,2	7,60
Razem =				24,32	1,09	26,44

Razem =				70,78	1,14	80,68
----------------	--	--	--	--------------	-------------	--------------

Nazwa fundamentu: Poz.6.04.

Skala 1 : 20

**1. Podłoże gruntowe****1.1. Teren**Poziom terenu: istniejący $z_t = 0,30$ m, projektowany $z_p = 0,30$ m.**1.2. Warstwy gruntu**

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]	I_D/I_L	Stopień wilgotn.
1	0,30	1,40	Piasek drobny	brak wody	0,40	m.wilg.
2	1,70	1,30	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.
3	3,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,60	m.wilg.

1.3. ZasyпкаCiężar objętościowy: $\gamma_{z \text{ char}} = 20,00$ kN/m³, współcz. obciążenia: $\gamma_{zf} = 1,20$.**2. Konstrukcja na fundamencie**

Typ konstrukcji: ściana

Szerokość: $b = 0,24$ m, długość: $l = 10,00$ m,

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, \quad y_1 = 15,00 \text{ m}, \quad x_2 = 10,00 \text{ m}, \quad y_2 = 15,00 \text{ m},$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 270,00^\circ$.

3. Obciążenie od konstrukcji

Poziom redukcji obciążenia: $z_{obc} = 0,85$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D+K	80,7	0,0	0,00	1,20

4. Materiał

Rodzaj materiału: **beton**

Klasa betonu: B25,

5. Wymiary fundamentu

Poziom posadowienia: $z_f = 1,55$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość: $B = 0,90$ m, wysokość: $H = 0,40$ m, mimośród: $E = 0,00$ m.

6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D+K	1,55	0,43	0,00
	D+K	1,70	0,36	0,00
	D+K	3,00	0,12	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,90$ m, $L = 10,44$ m.

Poziom posadowienia: $H = 1,55$ m.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 80,70$ kN/m, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 0,00$ kN/m, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,70$ m,

moment: $M_y = 0,00$ kNm/m.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $G = 23,18$ kN/m, moment: $M_{Gy} = 0,00$ kNm/m.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (80,70 + 23,18) \cdot 10,44 = 1084,46 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-80,70 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 10,44 = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 1084,46 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_r = 0,00 \text{ m} < 0,23 \text{ m}.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,90 - 2 \cdot 0,00 = 0,90 \text{ m}, \quad L' = L = 10,44 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,49 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,25 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,49 \cdot 9,81 \cdot 1,25 = 18,21 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 26,91^\circ, \quad \text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa},$$

$$N_B = 4,60 \quad N_C = 23,78, \quad N_D = 13,07.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 10,44 / 1084,46 = 0,0000, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,5075 = 0,000,$$

$$i_B = 1,00, \quad i_C = 1,00, \quad i_D = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,98, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,03, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,13$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{INB} = B' L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 3079,56 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1084,46 \text{ kN} < m \cdot Q_{INB} = 0,81 \cdot 3079,56 = 2494,44 \text{ kN}.$$

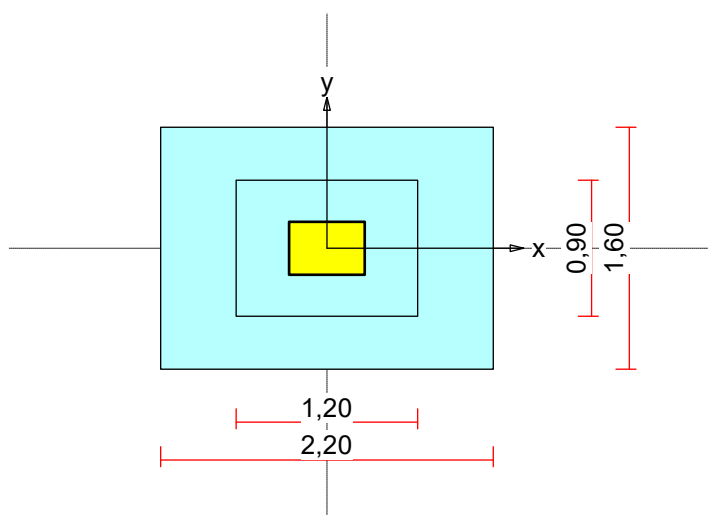
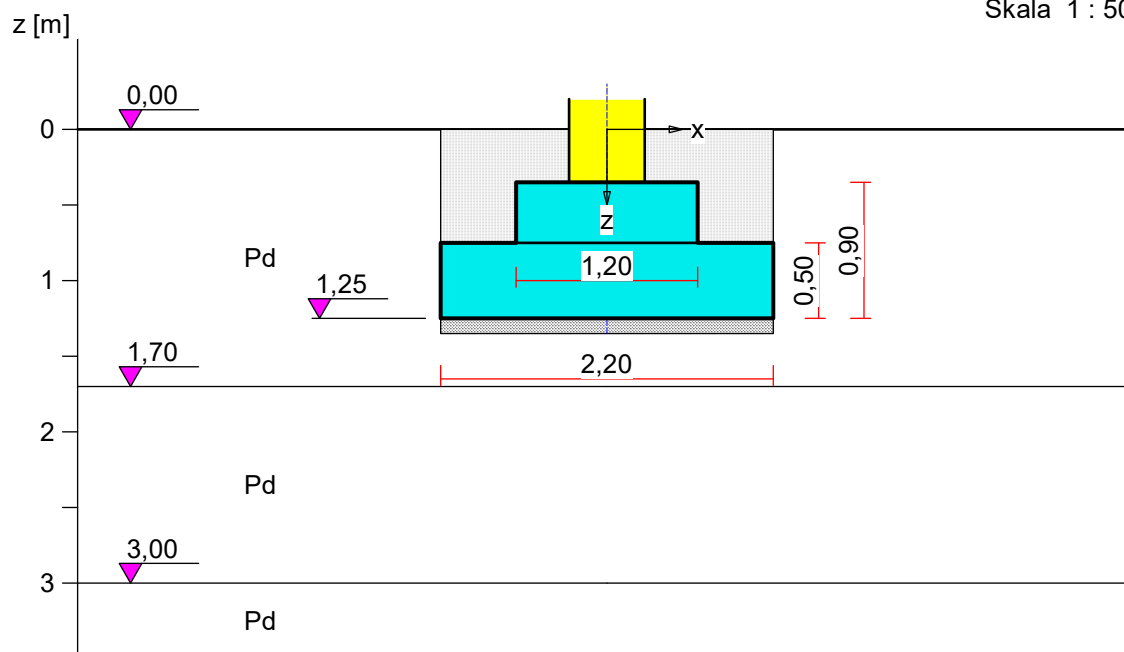
Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Poz. 7.01. – Stopa fundamentowa

FUNDAMENT 1. STOPA PROSTOKĄTNA

Nazwa fundamentu: Poz.7.01.

Skala 1 : 50



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący $z_t = 0,00$ m, projektowany $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]	I_D/I_L	Stopień wilgotn.
1	0,00	1,70	Piasek drobny	brak wody	0,40	m.wilg.
2	1,70	1,30	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.
3	3,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,60	m.wilg.

1.3. Zasyпка

Ciężar objętościowy: $\gamma_{z\text{ char}} = 20,00 \text{ kN/m}^3$, współcz. obciążenia: $\gamma_{zf} = 1,20$.

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,50 \text{ m}$, $l = 0,35 \text{ m}$,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 1,10 \text{ m}$, $y_0 = 4,30 \text{ m}$,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Poziom przyłożenia obciążenia: $z_{\text{obc}} = 1,05 \text{ m}$.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H _x	H _y	M _x	M _y	γ
	obciążenia	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	170,1	-12,4	0,0	0,00	-46,30	1,20
2	D	119,7	-12,4	0,0	0,00	-46,30	1,20
3	D	163,0	17,4	0,0	0,00	52,90	1,20
4	D	112,6	17,4	0,0	0,00	52,90	1,20
5	D	185,2	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: 34GS,

Średnica prętów zbrojeniowych: $d_x = 16,0 \text{ mm}$, $d_y = 16,0 \text{ mm}$,

Kierunek zbrojenia głównego: x, grubość otuliny: 5,0 cm.

5. Wymiary fundamentu

Poziom posadowienia: $z_f = 1,25 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **jedno-schodkowy**

Wymiary podstawy: $B_x = 2,20 \text{ m}$, $B_{x0} = 1,20 \text{ m}$,

$B_y = 1,60 \text{ m}$, $B_{y0} = 0,90 \text{ m}$,

Wysokości: $H = 0,90 \text{ m}$, $H_0 = 0,50 \text{ m}$,

Mimośrod: $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$.

6. Stan graniczny I**6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów**

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,25	0,20	0,47
	D	1,70	0,13	0,44
	D	3,00	0,07	0,32
2	D	1,25	0,17	0,58
	D	1,70	0,12	0,53
	D	3,00	0,06	0,36
3	D	1,25	0,20	0,56
	D	1,70	0,14	0,53
	D	3,00	0,07	0,40
* 4	D	1,25	0,18	0,69
	D	1,70	0,12	0,64
	D	3,00	0,06	0,45
5	D	1,25	0,18	0,00
	D	1,70	0,12	0,00
	D	3,00	0,07	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 4

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 2,20 \text{ m}$, $B_y = 1,60 \text{ m}$.

Poziom posadowienia: $H = 1,25 \text{ m}$.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 112,60 \text{ kN}$, mimośrody wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = 17,40 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,20 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_y = 0,00 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,20 \text{ m}$,

momenty: $M_x = 0,00 \text{ kNm}$, $M_y = 52,90 \text{ kNm}$.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 110,66 \text{ kN/m}$, momenty: $M_{Gx} = 0,00 \text{ kNm/m}$, $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$N_f = N + G = 112,60 + 110,66 = 223,26 \text{ kN}$.

Momenty względem środka podstawy:

$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 112,60 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm}$.

$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -112,60 \cdot 0,00 + 17,40 \cdot 0,20 + 52,90 + (0,00) = 56,38 \text{ kNm}$.

Mimośrodody sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 56,38/223,26 = 0,25 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/223,26 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,115 + 0,000 = 0,115 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 2,20 - 2 \cdot 0,25 = 1,69 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,60 - 2 \cdot 0,00 = 1,60 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,49 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,25 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,49 \cdot 9,81 \cdot 1,25 = 18,21 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 29,90 \cdot 0,90 = 26,91^\circ, \quad \text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa},$$

$$N_B = 4,60 \quad N_C = 23,78, \quad N_D = 13,07.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 17,40/223,26 = 0,08, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0779/0,5075 = 0,154,$$

$$i_{Bx} = 0,78, \quad i_{Cx} = 0,86, \quad i_{Dx} = 0,87.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/223,26 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5075 = 0,000,$$

$$i_{By} = 1,00, \quad i_{Cy} = 1,00, \quad i_{Dy} = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_y/B'_x = 0,76, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_y/B'_x = 1,28, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_y/B'_x = 2,42$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 1545,36 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B'_x B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 1781,42 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 223,26 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1545,36 = 1251,74 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.