

nazwa obiektu:	ROZBUDOWA BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ W CHMIELNIKU O SALĘ GIMNASTYCZNAŁ WRAZ Z ŁĄCZNIKIEM, ZAPLECZEM SOCJALNO-TECHNICZNYM ORAZ INFRASTRUKTURĄ TOWARZYSZĄCĄ.
opracowanie:	<b>OBLICZENIA KONSTRUKCYJNE</b>
adres:	DZ. NR EWID. 971, 981/2, 981/5, 981/7 OBREŁB: CHMIELNIK GMINA: CHMIELNIK
inwestor:	GMINA CHMIELNIK PLAC KOŚCIUSZKI 7 26-020 CHMIELNIK
jednostka projektowa:	MAATProject sp. z o.o. Ul.SMARDZEWSKA 22/4 60-161 POZNAŃ
	ZESPÓŁ PROJEKTOWY
<b>konstrukcja</b>	MGR INŻ. <b>TOMASZ SIMIOT</b> UPR. NR WKP/0244/POOK/10  MGR INŻ. <b>PRZEMYSŁAW JAHNS</b>

#### 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 bezpośrednio budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN – B - 06200:2002	Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru. Wymagania podstawowe.

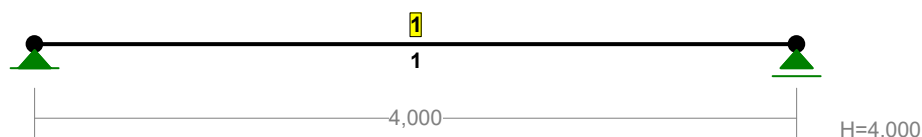
## ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ NA POŁĄC DACHOWĄ

OBCIĄŻENIA STAŁE [kN/m <sup>2</sup> ] - warstwy dachowe			
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHARAKT. [kN/m <sup>2</sup> ]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>OBCIĄŻENIA STAŁE wg PN-82/B-02001</b>			
Pokrycie dachu blachą tytan.-cynk. na rąbek stojący	0,11	1,2	0,13
Wełna mineralna twarda 2x10cm	0,40	1,2	0,48
Blacha trapezowa 1,0mm	0,13	1,1	0,15
Instalacje podwieszane	0,50	1,4	0,70
Dodatkowe	0,10	1,4	0,14
<b>Razem =</b>	<b>1,24</b>	<b>1,29</b>	<b>1,60</b>
<b>OBCIĄŻENIA ZMIENNE [kN/m<sup>2</sup>]</b>			
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHARAKT. [kN/m <sup>2</sup> ]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM wg PN-80/B-02010 Az1:2006</b>			
Strefa obciążenia śniegiem III	Q <sub>k</sub> =	1,1	
Z1-1 Dachy jedno i dwuspadowe	C <sub>1</sub> =	0,8	
C <sub>2</sub> = C <sub>2</sub> = 0,8	C <sub>2</sub> =	0,8	
S <sub>k</sub> = Q <sub>k</sub> x C = 1,1 x 0,80	<b>0,88</b>	<b>1,5</b>	<b>1,32</b>
<b>OBCIĄŻENIE WIATREM wg PN-77/B-02011 Az1:2009</b>			
p <sub>k</sub> = q <sub>k</sub> x C <sub>e</sub> x C x β			
Strefa obciążenia wiatrem I			
Char. ciśnienie prędkości wiatru	q <sub>k</sub> =	0,3	
Wsp. ekspozycji C <sub>e</sub> wg Tab. 4	C <sub>e</sub> =	1	
Wsp. Działania porywów wiatru	β=	1,8	
<b>Wiatr działający na połąc dachową</b>			
wsp. ciśnienia zewnętrznego według załącznika Z1-3			
W1 nawietrzna	C <sub>z</sub> =	-0,9	
W2 zawietrzna	C <sub>z</sub> =	-0,4	
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHARAKT. [kN/m <sup>2</sup> ]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m <sup>2</sup> ]
W1 nawietrzna = 0,30 x 1,00 x (-0,90) x 1,80	<b>-0,49</b>	<b>1,5</b>	<b>-0,74</b>
W2 zawietrzna = 0,30 x 1,00 x (-0,40) x 1,80	<b>-0,22</b>	<b>1,5</b>	<b>-0,33</b>

<b>Wiatr prostopadły do krótszego boku</b>			
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 <sup>2</sup> ]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [KN/m <sup>2</sup> ]
W3 ściana nawietrzna = 0,30 x 1,00 x 0,70 x 1,80	<b>0,38</b>	1,5	<b>0,57</b>
W4 ściana zawietrzna = 0,30 x 1,00 x (-0,40) x 1,80	<b>-0,22</b>	1,5	<b>-0,32</b>
W5 ściana podłużna = 0,30 x 1,00 x (-0,50) x 1,80	<b>-0,27</b>	1,5	<b>-0,41</b>

## Poz. 1.01. – Płatew z drewna klejonego.

Schemat statyczny:



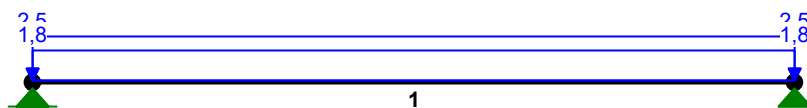
OBCIĄŻENIA STAŁE [kN/m] - warstwy dachowe					
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [kN/m <sup>2</sup> ]	ROZSTAW [m]	OBC. CHAR. [kN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m]
<b>OBCIĄŻENIA STAŁE wg PN-82/B-02001</b>					
Pokrycie dachu blachą tytan.-cynk. na rąbek stojący	0,11	2,00	0,22	1,2	0,26
Wełna mineralna twarda 2x10cm	0,40	2,00	0,80	1,2	0,96
Blacha trapezowa 1,0mm	0,13	2,00	0,27	1,1	0,29
Instalacje podwieszane	0,50	2,00	1,00	1,4	1,40
Dodatkowe	0,10	2,00	0,20	1,4	0,28
Płatew wg. progr.					
<b>Razem =</b>			<b>2,49</b>	<b>1,29</b>	<b>3,20</b>
<b>OBCIĄŻENIA ZMIENNE [kN/m]</b>					
RODZAJ OBCIĄŻENIA			OBC. CHAR. [kN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m]
<b>OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM wg PN-80/B-02010 Az1:2006</b>					
$S_k = Q_k \times C_1 = 1,1 \times 0,80$	0,88	2,00	<b>1,76</b>	<b>1,5</b>	<b>2,64</b>

### 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 1 B 28,0x16,0

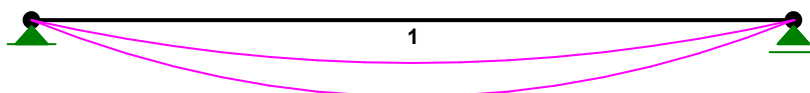
### OBCIĄŻENIA:



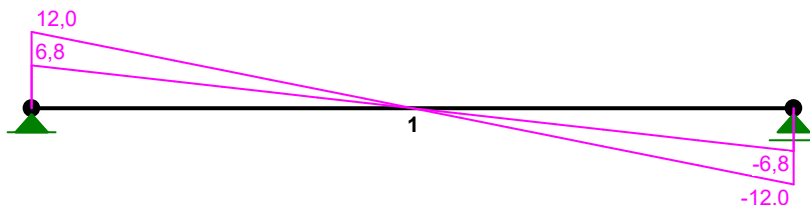
**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,29$	
1	Linioowe	0,0	2,49	2,49	0,00	4,00
Grupa: B ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Linioowe	0,0	1,76	1,76	0,00	4,00

**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	<b>12,0*</b>	0,0	0,0	AB
	0,000	<b>0,0*</b>	6,8	0,0	A
	0,000	-0,0	<b>12,0*</b>	0,0	AB
	0,000	-0,0	12,0	<b>0,0*</b>	AB
	2,000	12,0	0,0	<b>0,0*</b>	AB
	0,000	-0,0	12,0	<b>0,0*</b>	AB
	2,000	12,0	0,0	<b>0,0*</b>	AB

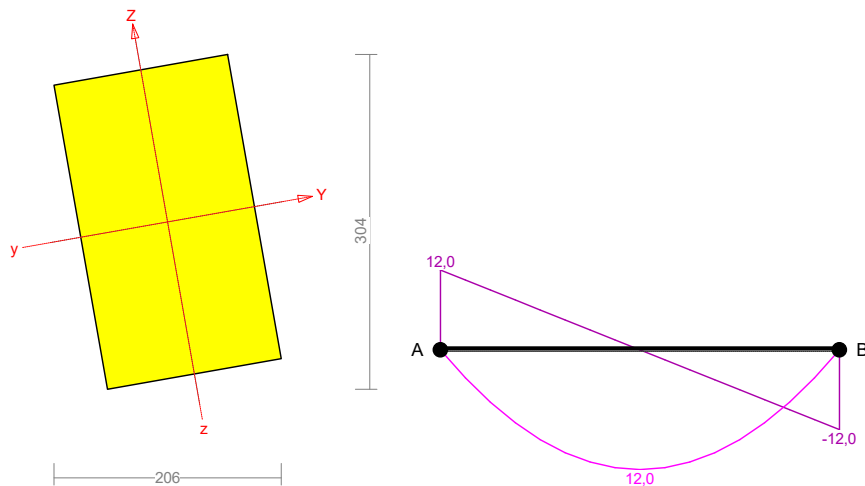
\* = Max/Min

**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>0,0*</b>	12,0	12,0		AB
	<b>0,0*</b>	6,8	6,8		A
	0,0	<b>12,0*</b>	12,0		AB
	0,0	<b>6,8*</b>	6,8		A
	0,0	12,0	<b>12,0*</b>		AB
2	<b>0,0*</b>	12,0	12,0		AB
	<b>0,0*</b>	6,8	6,8		A
	0,0	<b>12,0*</b>	12,0		AB
	0,0	<b>6,8*</b>	6,8		A
	0,0	12,0	<b>12,0*</b>		AB

\* = Max/Min



### Przekrój: 1 "B 28,0x16,0"

Wymiary przekroju:

$$h=280,0 \text{ mm} \quad b=160,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=29269,3; \quad J_{yg}=9557,3 \text{ cm}^4; \quad A=448,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=8,1; \quad i_y=4,6 \text{ cm}; \quad W_x=2090,7; \quad W_y=1194,7 \text{ cm}^3.$$

### 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: **Średniotwale** (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  $x_a=2,00 \text{ m}$ ;  $x_b=2,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AB".

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

$$l_d = 1,00 \times 4000 + 280 + 280 = 4560 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{4560 \times 280 \times 14,77}{3,142 \times 160^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,356$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 11,9 / 2090,67 \times 10^3 = \mathbf{5,7} < \mathbf{14,8} = 1,000 \times 14,77 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=2,00$  m;  $x_b=2,00$  m, przy obciążeniach "AB":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{5,7}{14,77} + 0,7 \times \frac{1,8}{14,77} = \mathbf{0,5} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{5,7}{14,77} + \frac{1,8}{14,77} = \mathbf{0,4} < \mathbf{1}$$

**Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=0,50$  m;  $x_b=3,50$  m, przy obciążeniach "AB".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 7,9 / 448,0 \times 10 = 0,3 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 1,6 / 448,0 \times 10 = 0,1 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,3^2 + 0,1^2} = \mathbf{0,3} < \mathbf{1,5} = 1,000 \times 1,54 = k_v f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Wyniki dla  $x_a=2,00$  m;  $x_b=2,00$  m, przy obciążeniach "AB".

Ugięcia graniczne

$$u_{net,fin} = l / 200 = 20,0 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -0,2 \times [1 + 19,2 \times (280,0/4000)^2] (1 + 0,60) = -0,3 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("AB"):

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -4,3 \times [1 + 19,2 \times (280,0/4000)^2] (1 + 0,25) = -5,9 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = -2,3 \times (1 + 0,25) = -2,9 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,fin} = -0,3 + -5,9 = \mathbf{6,2} < \mathbf{20,0} = u_{net,fin}$$

$$u_{y,fin} = -0,1 + -2,9 = \mathbf{3,1} < \mathbf{20,0} = u_{net,fin}$$

$$u_{fin} = \sqrt{u_{z,fin}^2 + u_{y,fin}^2} = \sqrt{5,7^2 + 3,1^2} = \mathbf{6,9} < \mathbf{20,0} = u_{net,fin}$$

## Poz. 2.01. – Dźwigar z drewna klejonego

OBCIĄŻENIA STAŁE [kN/m <sup>2</sup> ] - warstwy dachowe					
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [kN/m <sup>2</sup> ]	ROZSTAW [m]	OBC. CHAR. [kN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m]
<b>OBCIĄŻENIA STAŁE wg PN-82/B-02001</b>					
Pokrycie dachu blachą tytan.-cynk. na rąbek stojący	0,11	4,00	0,44	1,2	0,53
Wełna mineralna twarda 2x10cm	0,40	4,00	1,60	1,2	1,92
Blacha trapezowa 1,0mm	0,13	4,00	0,53	1,1	0,59
Instalacje podwieszane	0,50	4,00	2,00	1,4	2,80
Płatew z drewna klejonego	0,12	4,00	0,49	1,1	0,54
Dodatkowe	0,10	4,00	0,40	1,4	0,56
<b>Razem =</b>			<b>5,46</b>	<b>1,27</b>	<b>6,94</b>

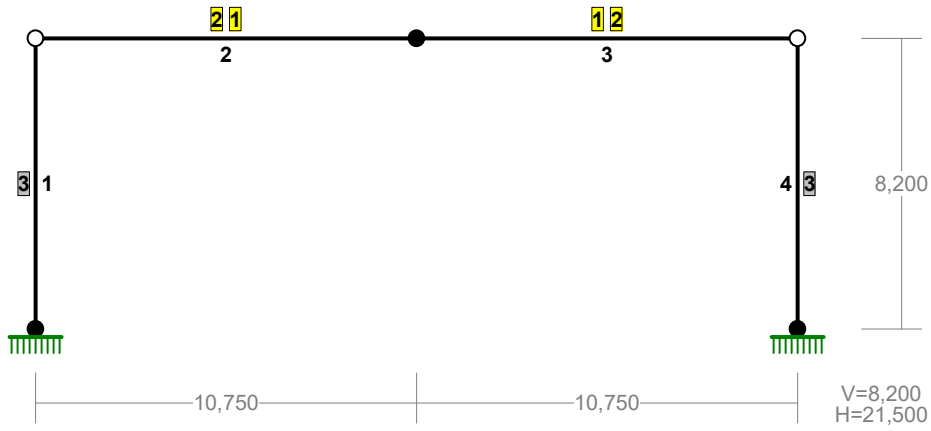
OBCIĄŻENIA ZMIENNE [kN/m <sup>2</sup> ]					
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [kN/m <sup>2</sup> ]	ROZSTAW [m]	OBC. CHAR. [kN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m]
<b>OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM wg PN-80/B-02010 Az1:2006</b>					
S <sub>k1</sub>	0,88	4,00	<b>3,52</b>	<b>1,5</b>	<b>5,28</b>

OBCIĄŻENIE WIATREM wg PN-77/B-02011 Az1:2009					
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [kN/m <sup>2</sup> ]	ROZSTAW [m]	OBC. CHAR. [kN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m]
W1 nawietrzna	<b>-0,49</b>	4,00	<b>-1,96</b>	<b>1,5</b>	<b>-2,94</b>
W2 zawietrzna	<b>-0,22</b>	4,00	<b>-0,88</b>	<b>1,5</b>	<b>-1,32</b>

Wiatr prostopadły do krótszego boku					
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [kN/m <sup>2</sup> ]	ROZSTAW [m]	OBC. CHAR. [kN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m]
W3 ściana nawietrzna	<b>0,38</b>	4,00	<b>1,51</b>	1,5	<b>2,27</b>
W4 ściana zawietrzna	<b>-0,22</b>	4,00	<b>-0,86</b>	1,5	<b>-1,30</b>
W5 ściana podłużna	<b>-0,27</b>	4,00	<b>-1,08</b>	1,5	<b>-1,62</b>



Schemat statyczny

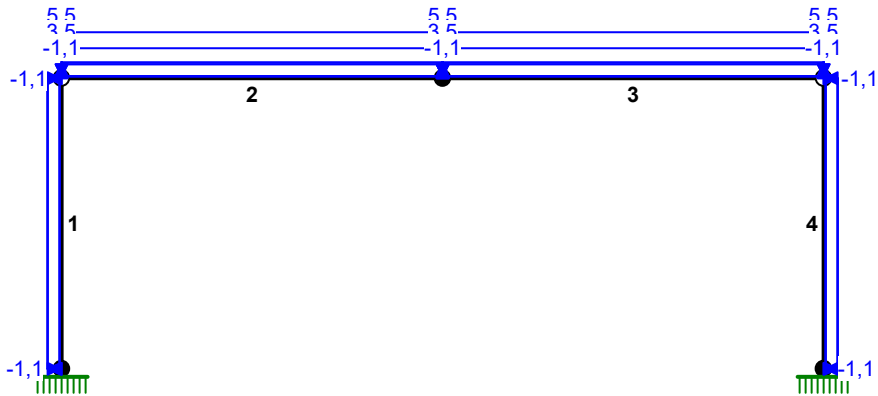


PRĘTY UKŁADU:

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	01	1	2	0,000	8,200	8,200	1,000	3 B 50,0x35,0
2	10	2	5	10,750	0,000	10,750	1,000	2-1
3	01	5	3	10,750	0,000	10,750	1,000	1-2
4	10	3	4	0,000	-8,200	8,200	1,000	3 B 50,0x35,0

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:

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

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

Grupa: A "" Zmienne  $\gamma_f = 1,27$

2	Liniowe	0,0	5,46	5,46	0,00	10,75
3	Liniowe	0,0	5,46	5,46	0,00	10,75
Grupa: B ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
2	Liniowe	0,0	3,52	3,52	0,00	10,75
3	Liniowe	0,0	3,52	3,52	0,00	10,75
Grupa: C ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	90,0	1,51	1,51	0,00	8,20
2	Liniowe	0,0	-1,96	-1,96	0,00	10,75
3	Liniowe	0,0	-0,88	-0,88	0,00	10,75
4	Liniowe	-90,0	-0,86	-0,86	0,00	8,20
Grupa: D ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	90,0	-0,86	-0,86	0,00	8,20
2	Liniowe	0,0	-0,88	-0,88	0,00	10,75
3	Liniowe	0,0	-1,96	-1,96	0,00	10,75
4	Liniowe	-90,0	1,51	1,51	0,00	8,20
Grupa: E ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	90,0	-1,08	-1,08	0,00	8,20
2	Liniowe	0,0	-1,08	-1,08	0,00	10,75
3	Liniowe	0,0	-1,08	-1,08	0,00	10,75
4	Liniowe	-90,0	-1,08	-1,08	0,00	8,20

=====

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

=====

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			1,10
A -""	Zmienne	1	1,00
B -""	Zmienne	1	1,00
C -""	Zmienne	1	1,00
D -""	Zmienne	1	1,00
E -""	Zmienne	1	1,00

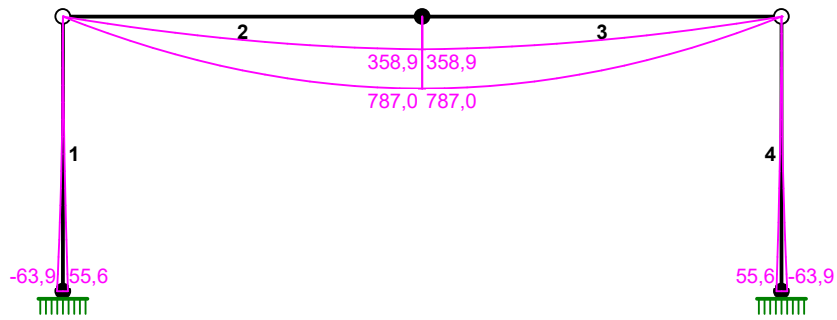
**RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:**

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A -""	EWENTUALNIE
B -""	EWENTUALNIE
C -""	EWENTUALNIE
D -""	EWENTUALNIE
E -""	EWENTUALNIE

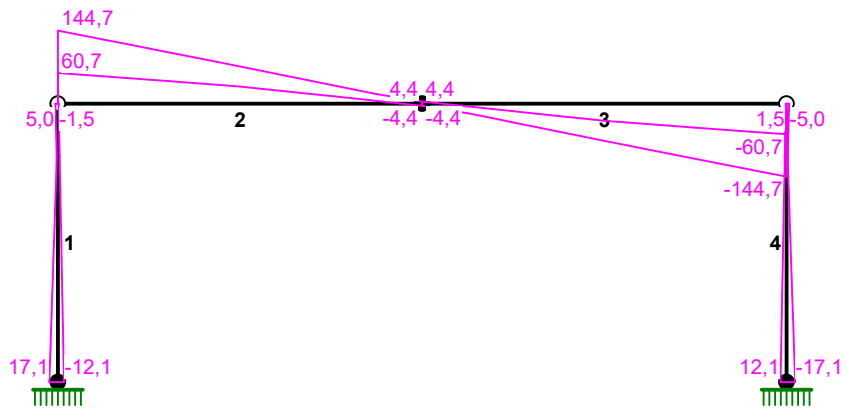
**KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:**

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:

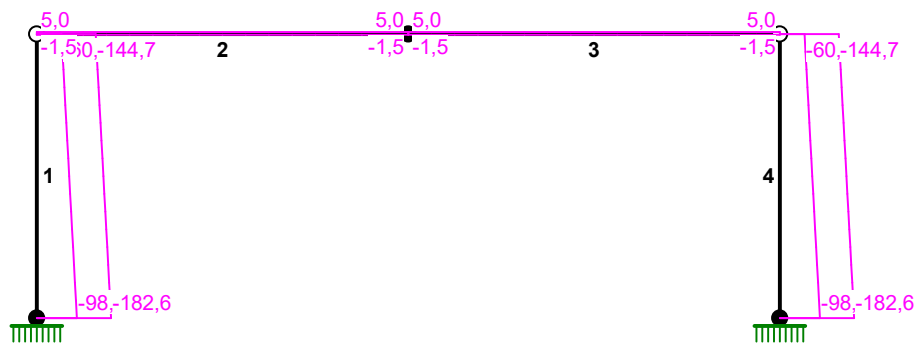
MOMENTY-OBWIEDNIE :



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	<b>55,6*</b>	-12,1	-164,0	ABD
	0,000	<b>-63,9*</b>	17,1	-155,3	ABC
	0,000	-63,9	<b>17,1*</b>	-155,3	ABC
	8,200	0,0	-1,5	<b>-60,7*</b>	AC
	0,000	0,0	0,0	<b>-182,6*</b>	AB
2	10,750	<b>787,0*</b>	-0,0	0,0	AB
	0,000	<b>0,0*</b>	70,5	5,0	AE
	0,000	0,0	<b>144,7*</b>	0,0	AB
	0,672	82,9	119,6	<b>5,0*</b>	ABE
	10,750	693,4	-0,0	<b>5,0*</b>	ABE
	0,000	0,0	70,5	<b>5,0*</b>	AE
	0,672	82,1	118,3	<b>-1,5*</b>	ABD
	10,078	664,1	4,1	<b>-1,5*</b>	ABD
	0,000	0,0	60,7	<b>-1,5*</b>	AC
3	0,000	<b>787,0*</b>	-0,0	0,0	AB
	10,750	<b>-0,0*</b>	-70,5	5,0	AE
	10,750	0,0	<b>-144,7*</b>	0,0	AB
	10,078	82,9	-119,6	<b>5,0*</b>	ABE
	0,000	693,4	-0,0	<b>5,0*</b>	ABE
	10,750	-0,0	-70,5	<b>5,0*</b>	AE
	10,750	-0,0	-126,2	<b>-1,5*</b>	ABC
	0,672	664,1	-4,1	<b>-1,5*</b>	ABC
4	8,200	<b>55,6*</b>	12,1	-164,0	ABC
	8,200	<b>-63,9*</b>	-17,1	-155,3	ABD
	8,200	-63,9	<b>-17,1*</b>	-155,3	ABD
	0,000	0,0	1,5	<b>-60,7*</b>	AD
	8,200	0,0	0,0	<b>-182,6*</b>	AB

\* = Max/Min

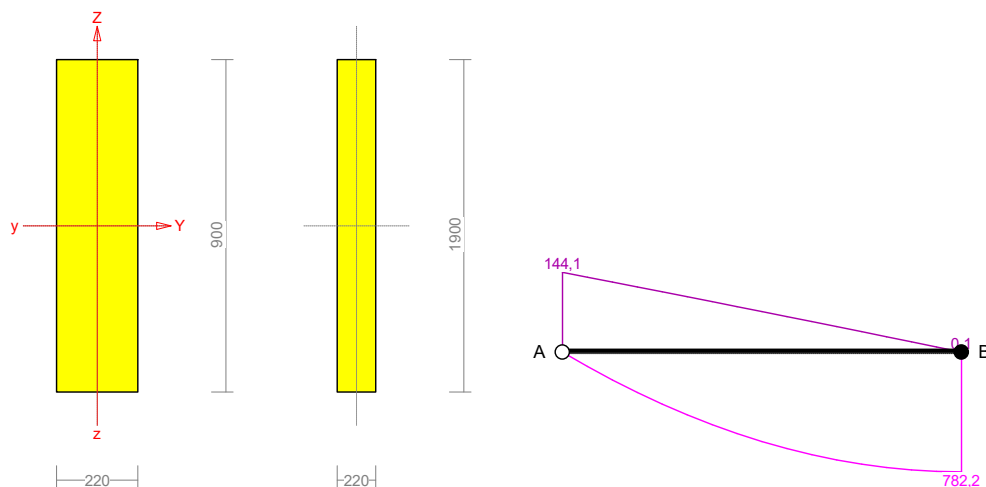
**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>12,1*</b>	164,0	164,5	-55,6	ABD
	<b>12,1*</b>	107,3	108,0	-55,6	AD
	<b>-17,1*</b>	155,3	156,3	63,9	ABC
	<b>-17,1*</b>	98,6	100,0	63,9	AC
	0,0	<b>182,6*</b>	182,6	0,0	AB
	-17,1	<b>98,6*</b>	100,0	63,9	AC
	0,0	182,6	<b>182,6*</b>	0,0	AB
	-17,1	98,6	100,0	<b>63,9*</b>	AC
	-17,1	155,3	156,3	<b>63,9*</b>	ABC
	12,1	107,3	108,0	<b>-55,6*</b>	AD
	12,1	164,0	164,5	<b>-55,6*</b>	ABD
4	<b>17,1*</b>	155,3	156,3	-63,9	ABD
	<b>17,1*</b>	98,6	100,0	-63,9	AD
	<b>-12,1*</b>	164,0	164,5	55,6	ABC
	<b>-12,1*</b>	107,3	108,0	55,6	AC
	0,0	<b>182,6*</b>	182,6	0,0	AB
	17,1	<b>98,6*</b>	100,0	-63,9	AD
	0,0	182,6	<b>182,6*</b>	0,0	AB
	-12,1	107,3	108,0	<b>55,6*</b>	AC
	-12,1	164,0	164,5	<b>55,6*</b>	ABC
	17,1	98,6	100,0	<b>-63,9*</b>	AD
	17,1	155,3	156,3	<b>-63,9*</b>	ABD

\* = Max/Min

## Pręt nr 2

Zadanie: poz\_2\_01



### Przekrój: 2 "B 90,0x22,0"

Wymiary przekroju:

$$h=900,0 \text{ mm} \quad b=220,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=1336500,0; \quad J_{yg}=79860,0 \text{ cm}^4; \quad A=1980,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=26,0; \quad i_y=6,4 \text{ cm}; \quad W_x=29700,0; \quad W_y=7260,0 \text{ cm}^3.$$

### Przekrój: 1 "B 190,0x22,0"

Wymiary przekroju:

$$h=1900,0 \text{ mm} \quad b=220,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=12574833,3; \quad J_{yg}=168593,3 \text{ cm}^4; \quad A=4180,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=54,8; \quad i_y=6,4 \text{ cm}; \quad W_x=132366,7; \quad W_y=15326,7 \text{ cm}^3.$$

### 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: **Średniotrwałe** (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 2

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  $x_a=0,00$  m;  $x_b=10,75$  m, przy obciążeniach "AE".

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 1980,00$  cm<sup>2</sup>.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 5,0 / 1980,00 \times 10 = \mathbf{0,0} < \mathbf{8,62} = f_{t,0,d}$$

### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=10,75$  m, przy obciążeniach "AC".

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 21,500 = 21,500 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 4,000 = 4,000 \text{ m}$$

Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 21,500 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 4,000 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 21,500 / 0,2598 = 82,75$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 4,000 / 0,0635 = 62,98$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (82,75)^2 = 10,66 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (62,98)^2 = 18,41 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21 / 10,66} = 1,403$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21 / 18,41} = 1,068$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,1 \times (1,403 - 0,5) + (1,403)^2] = 1,530$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,1 \times (1,068 - 0,5) + (1,068)^2] = 1,099$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,530 + \sqrt{1,530^2 - 1,403^2}) = 0,468$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,099 + \sqrt{1,099^2 - 1,068^2}) = 0,737$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 1980,00$  cm<sup>2</sup>.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 1,5 / 1980,00 \times 10 = \mathbf{0,0} < \mathbf{6,04} = 0,468 \times 12,92 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=5,38$  m;  $x_b=5,38$  m, przy obciążeniach "AC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,877 \times 12,92} + 0,7 \times \frac{0,0}{14,77} + \frac{3,5}{14,77} = \mathbf{0,238} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,737 \times 12,92} + \frac{0,0}{14,77} + 0,7 \times \frac{3,5}{14,77} = \mathbf{0,166} < \mathbf{1}$$

### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=5,38$  m;  $x_b=5,38$  m, przy obciążeniach "AB".

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

$$l_d = 1,00 \times 4000 + 900 + 1900 = 6800 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{6800 \times 1400 \times 14,77}{3,142 \times 220^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,706$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 584,3 / 71866,67 \times 10^3 = \mathbf{8,1} < \mathbf{14,8} = 1,000 \times 14,77 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=5,38$  m;  $x_b=5,38$  m, przy obciążeniach "AB":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{8,1}{14,77} + 0,7 \times \frac{0,0}{14,77} = \mathbf{0,6} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{8,1}{14,77} + \frac{0,0}{14,77} = \mathbf{0,4} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=5,38$  m;  $x_b=5,38$  m, przy obciążeniach "AC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{12,92^2} + \frac{3,5}{14,77} + 0,7 \times \frac{0,0}{14,77} = \mathbf{0,2} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{12,92^2} + 0,7 \times \frac{3,5}{14,77} + \frac{0,0}{14,77} = \mathbf{0,2} < \mathbf{1}$$

### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=10,75$  m, przy obciążeniach "AB".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 144,1 / 1980,0 \times 10 = 1,1 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 1980,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

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

### Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla  $x_a=6,72$  m;  $x_b=4,03$  m, przy obciążeniach "AB" liczone od cięciwy przęta.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 300 = 71,7 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] / [0,15 + 0,85 h_p/h] (1+k_{\text{def}}) = -44,4 \times [1 + 19,2 \times (1900,0/21500)^2] / [0,15 + 0,85 \times 900,0/1900,0] \times (1 + 0,60) = -147,9 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("AB"):

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] / [0,15 + 0,85 h_p/h] (1+k_{\text{def}}) = 34,6 \times [1 + 19,2 \times (1900,0/21500)^2] / [0,15 + 0,85 \times 900,0/1900,0] \times (1 + 0,25) = 90,1 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -147,9 + 90,1 = \mathbf{57,8} < \mathbf{71,7} = u_{\text{net,fin}}$$

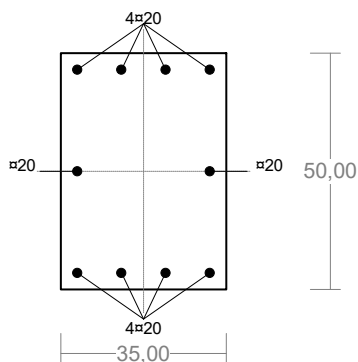
## Poz. 3.01. – Słup żelbetowy

**SIŁY PRZEKROJOWE Z POZ. 2.01 – 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	<b>55,6*</b>	-12,1	-164,0	ABD
	0,000	<b>-63,9*</b>	17,1	-155,3	ABC
	0,000	-63,9	<b>17,1*</b>	-155,3	ABC
	8,200	0,0	-1,5	<b>-60,7*</b>	AC
	0,000	0,0	0,0	<b>-182,6*</b>	AB

### Cechy przekroju:

zadanie poz\_2\_01, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=0,00$  m,  $x_b=8,20$  m



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=50,0, \quad b=35,0,$$

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:

$$A_c=1750 \text{ cm}^2, \quad J_{cx}=364583 \text{ cm}^4, \quad J_{cy}=178646 \text{ cm}^4$$

**STAL: A-III (34GS)**

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=31,42 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 31,42/1750=1,80 \%,$$

$$J_{sx}=11618 \text{ cm}^4, \quad J_{sy}=3968 \text{ cm}^4,$$

### Zbrojenie wymagane:

(zadanie poz\_2\_01, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=0,00$  m,  $x_b=8,20$  m)

Obliczenia wykonano:

- dla kombinacji [ABC] grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd}=-155,3 \text{ kN},$$

$$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(81,1^2 + 2,1^2)} = 81,1 \text{ kNm}$$

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

wzmocnienia),

Zbrojenie rozciągane ( $\epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰}$ ):

$$A_{s1}=2,86 \text{ cm}^2 \Rightarrow (1\phi 20 = 3,14 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane (\* $A_{s2}=0$  nie jest obliczeniowo wymagane.\*|\* ( $\epsilon_c=-2,28 \text{ ‰}$ ):

$$A_{s2}=0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0\phi 20 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=2,86 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 2,86/1750=0,16 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=51,1, \quad d=47,0, \quad x=8,7 \quad (\xi=0,185),$$

$$a_1=4,0, \quad a_c=3,7, \quad z_c=43,4, \quad A_{cc}=289 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-2,28 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-264,0, \quad F_{s1}=108,7,$$

$$M_c=57,7, \quad M_{s1}=23,4,$$



### Warunki równowagi wewnętrznej:

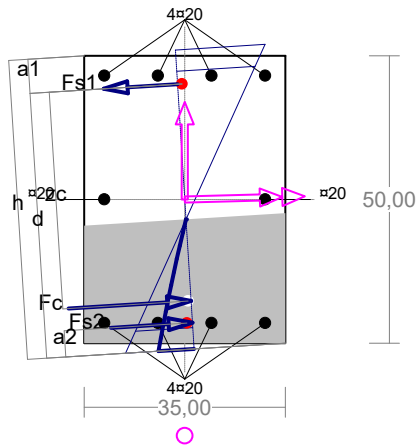
$$F_c + F_{s1} = -264,0 + (108,7) = -155,3 \text{ kN} \quad (N_{Sd} = -155,3 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 57,7 + (23,4) = 81,1 \text{ kNm} \quad (M_{Sd} = 81,1 \text{ kNm})$$

### Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie poz\_2\_01, pręt nr 1, przekrój:  $x_a = 0,00 \text{ m}$ ,  $x_b = 8,20 \text{ m}$

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



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = -155,3 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(81,1^2 + 2,1^2)} = 81,1 \text{ kNm}$$

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

wzmocnienia),

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1} = \mathbf{18,85 \text{ cm}^2},$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} = \mathbf{12,57 \text{ cm}^2},$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 31,42 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c =$$

$$100 \times 31,42 / 1750 = 1,80 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 52,1, \quad d = 46,1, \quad x = 21,5 \quad (\xi = 0,467),$$

$$a_1 = 6,0, \quad a_2 = 4,6, \quad a_c = 7,8, \quad z_c = 37,8, \quad A_{cc} = 753 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c = -0,45 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s2} = -0,37 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s1} = 0,51 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -198,5, \quad F_{s1} = 132,9, \quad F_{s2} = -89,7,$$

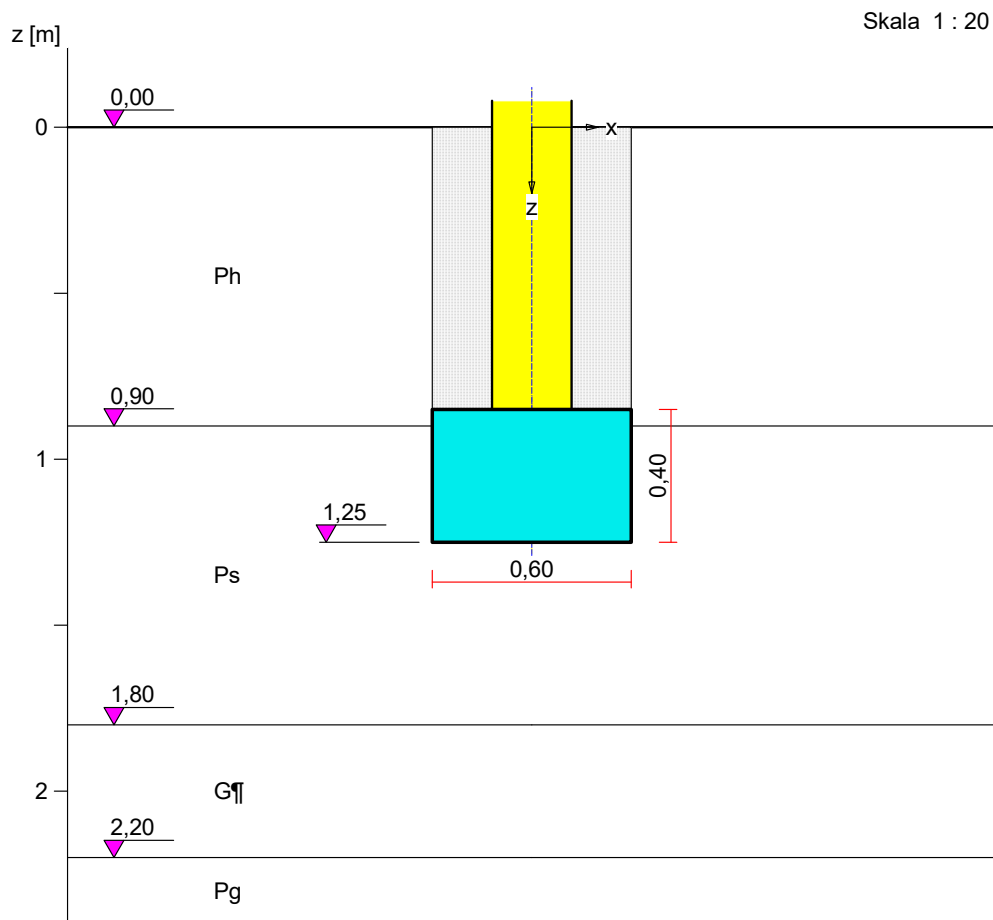
$$M_c = 35,1, \quad M_{s1} = 26,7, \quad M_{s2} = 19,3,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = \mathbf{315,4 \text{ kNm}} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 35,1 + (26,7) + (19,3) = \mathbf{81,1 \text{ kNm}}$$

## Poz. 6.01. – Ława fundamentowa

RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [KN/m <sup>3</sup> ]	SZEROKOŚĆ [m]	WYSOKOŚĆ [m]	OBC. CHAR. [KN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [KN/m]
<b>Obciążenia ze ściany</b>						
- wieniec W-03 25x25cm	25,00	0,25	0,25	1,56	1,1	1,72
- ściana z pustaków ceram. 25cm	13,50	0,25	1,85	6,24	1,2	7,49
- wieniec W-02 25x50cm	25,00	0,25	0,50	3,13	1,1	3,44
- ściana z pustaków ceram. 25cm	13,50	0,25	2,20	7,43	1,2	8,91
- wieniec W-02 25x50cm	25,00	0,25	0,50	3,13	1,1	3,44
- ściana z pustaków ceram. 25cm	13,50	0,25	2,20	3,10	1,2	3,72
- ściana fund. z bloczków bet. 25cm	24,00	0,25	1,15	6,90	1,2	8,28
- izolacja termiczna ścian 18cm	2,00	0,18	8,40	3,02	1,2	3,63
- izolacja term. ścian fund. 15cm	2,00	0,15	8,40	1,15	1,2	1,38
- tynk cem-wap. 1,5cm	23,00	0,02	8,40	2,90	1,3	3,77
- okładzina elew.a na rszcie alum.	18,00	0,02	7,40	2,00	1,2	2,40
<b>Razem =</b>				<b>40,55</b>	<b>1,19</b>	<b>48,17</b>



## 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 <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>	Stopień wilgotn.
1	0,00	0,90	Nasyp niekontrolowany	brak wody	-	m.wilg.
2	0,90	0,90	Piasek średni	brak wody	0,50	m.wilg.
3	1,80	0,40	Gлина pylasta	brak wody	0,25	m.wilg.
4	2,20	0,40	Piasek gliniasty	brak wody	0,50	m.wilg.
5	2,60	nieokreśl.	Zwierzelina margla	brak wody	-	m.wilg.

### 1.3. Zasyпка

Ciężar objętościowy:  $\gamma_{z \text{ char}} = 20,00$  kN/m<sup>3</sup>, 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:

$$x_1 = 3,90 \text{ m}, \quad y_1 = 9,90 \text{ m}, \quad x_2 = 13,90 \text{ m}, \quad y_2 = 9,90 \text{ m},$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = -90,00^\circ$ .

## 3. Obciążenie od konstrukcji

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

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	$\gamma$
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D+K	48,2	0,0	0,00	1,20

## 4. Material

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: 34GS,

Średnica prętów zbrojeniowych:  $d_x = 12,0$  mm,  $d_y = 12,0$  mm,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

## 5. Wymiary fundamentu

Poziom posadowienia:  $z_f = 1,25$  m

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość:  $B = 0,60$  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	1,25	0,32	0,00
	D+K	1,80	0,26	0,00
*	D+K	2,20	0,39	0,00

### 6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 0,60$  m,  $L = 10,00$  m.

Poziom posadowienia:  $H = 1,25$  m.

**Zestawienie obciążeń:**

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 48,20$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00$  m,

siła pozioma:  $H_x = 0,00$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,40$  m,

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

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

siła pionowa:  $G = 13,82$  kN/m, moment:  $M_{Gy} = 0,00$  kNm/m.

**Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu**

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (48,20 + 13,82) \cdot 10,00 = 620,19 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-48,20 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 10,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r/N_r| = 0,00/620,19 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_r = 0,00 \text{ m} < 0,15 \text{ m.}$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

**Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego**

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego:  $B = 0,84 \text{ m}$ ,  $L = 10,24 \text{ m}$ .

Poziom:  $H = 2,20 \text{ m}$ .

Ciężar fundamentu zastępczego:  $G_z = 15,68 \text{ kN/m}$ .

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego ( $L_0$  - długość fundamentu rzeczywistego):

$$N_r = (N + G) \cdot L_0 + G_z \cdot L = (48,20 + 13,82) \cdot 10,00 + 15,68 \cdot 10,24 = 780,71 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_g) \cdot L_0 = (-48,20 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 10,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r/N_r| = 0,00/780,71 = 0,00 \text{ m.}$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,84 - 2 \cdot 0,00 = 0,84 \text{ m}, \quad L' = L = 10,24 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,51 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 2,20 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,51 \cdot 9,81 \cdot 2,20 = 32,49 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 10,29^\circ, \quad \text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 19,62 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 0,28 \quad N_C = 9,00, \quad N_D = 2,82.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L/N_r = 0,00 \cdot 10,24/780,71 = 0,00, \quad \text{tg } \delta/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2022 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,92 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 16,93 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'/L' = 0,98, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'/L' = 1,02, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'/L' = 1,12$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{INB} = B' \cdot L' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 2466,58 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 780,71 \text{ kN} < m \cdot Q_{INB} = 0,81 \cdot 2466,58 = 1997,93 \text{ kN.}$$

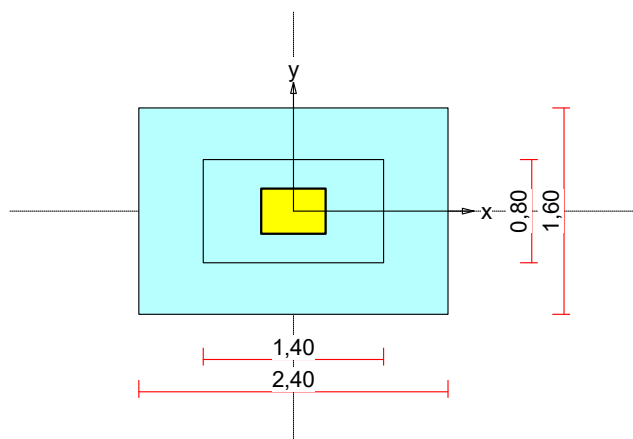
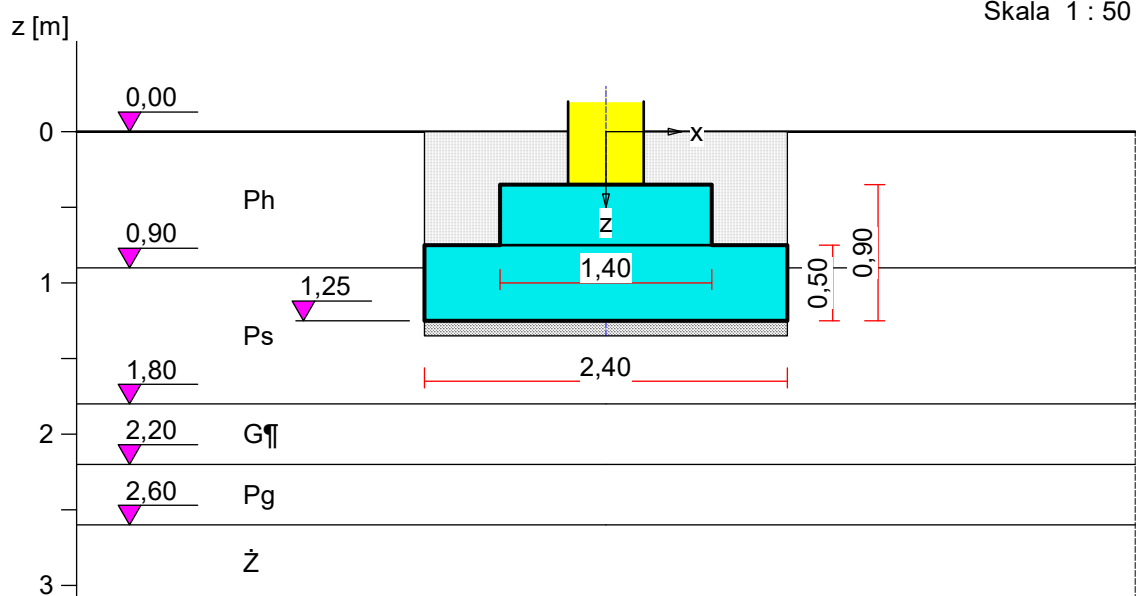
**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## Poz. 7.01. – Stopa fundamentowa

REAKCJE Z POZ.2.01. DLA WĘZŁA NR 1- WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu  
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>12,1*</b>	164,0	164,5	-55,6	ABD
	<b>12,1*</b>	107,3	108,0	-55,6	AD
	<b>-17,1*</b>	155,3	156,3	63,9	ABC
	<b>-17,1*</b>	98,6	100,0	63,9	AC
	0,0	<b>182,6*</b>	182,6	0,0	AB
	<b>-17,1</b>	<b>98,6*</b>	100,0	63,9	AC
	0,0	182,6	<b>182,6*</b>	0,0	AB
	<b>-17,1</b>	98,6	100,0	<b>63,9*</b>	AC
	<b>-17,1</b>	155,3	156,3	<b>63,9*</b>	ABC
	12,1	107,3	108,0	<b>-55,6*</b>	AD
	12,1	164,0	164,5	<b>-55,6*</b>	ABD

Nazwa fundamentu: stopa prostokątna



## 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	0,90	Nasyp niekontrolowany	brak wody	-	m.wilg.
2	0,90	0,90	Piasek średni	brak wody	0,50	m.wilg.
3	1,80	0,40	Gлина pylasta	brak wody	0,25	m.wilg.
4	2,20	0,40	Piasek gliniasty	brak wody	0,50	m.wilg.
5	2,60	nieokreśl.	Zwierzelina margla	brak wody	-	m.wilg.

### 1.3. Zасыпка

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

## 2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa:  $b = 0,50$  m,  $l = 0,35$  m,

Współrzędne osi słupa:  $x_0 = 1,10$  m,  $y_0 = 4,30$  m,

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

## 3. Obciążenie od konstrukcji

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

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj obciążenia	N [kN]	$H_x$ [kN]	$H_y$ [kNm]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$\gamma$ [-]
1	D	163,4	-12,1	0,0	0,00	-55,60	1,20
2	D	106,6	-12,1	0,0	0,00	-55,60	1,20
3	D	154,7	17,1	0,0	0,00	63,90	1,20
4	D	97,9	17,1	0,0	0,00	63,90	1,20
5	D	181,9	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20

## 4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: 34GS,

Średnica prętów zbrojeniowych:  $d_x = 16,0$  mm,  $d_y = 16,0$  mm,

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

## 5. Wymiary fundamentu

Poziom posadowienia:  $z_f = 1,25$  m

Kształt fundamentu: **jedno-schodkowy**

Wymiary podstawy:  $B_x = 2,40$  m,  $B_{x0} = 1,40$  m,

$B_y = 1,60$  m,  $B_{y0} = 0,80$  m,

Wysokości:  $H = 0,90$  m,  $H_0 = 0,50$  m,

Mimośrodki:  $E_x = 0,00$  m,  $E_y = 0,00$  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	1,25	0,14	0,51
	D	1,80	0,18	0,47
	D	2,20	0,27	0,42
	D	2,60	0,04	0,37
2	D	1,25	0,12	0,64
	D	1,80	0,16	0,56

	D	2,20	0,24	0,50
	D	2,60	0,03	0,42
3	D	1,25	0,15	0,61
	D	1,80	0,19	0,57
	D	2,20	0,28	0,52
	D	2,60	0,04	0,46
* 4	D	1,25	0,13	0,77
	D	1,80	0,17	0,69
*	D	2,20	0,25	0,61
	D	2,60	0,03	0,53
5	D	1,25	0,13	0,00
	D	1,80	0,16	0,00
	D	2,20	0,25	0,00
	D	2,60	0,03	0,00

## 6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 4

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B_x = 2,40$  m,  $B_y = 1,60$  m.

Poziom posadowienia:  $H = 1,25$  m.

### Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa:  $N = 97,90$  kN, mimośrodowo wzgl. podst. fund.  $E_x = 0,00$  m,  $E_y = 0,00$  m,

siła pozioma:  $H_x = 17,10$  kN, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,20$  m,

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

momenty:  $M_x = 0,00$  kNm,  $M_y = 63,90$  kNm.

Ciążar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa:  $G = 120,78$  kN/m, momenty:  $M_{Gx} = 0,00$  kNm/m,  $M_{Gy} = 0,00$  kNm/m.

### Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 97,90 + 120,78 = 218,68 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 97,90 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -97,90 \cdot 0,00 + 17,10 \cdot 0,20 + 63,90 + 0,00 = 67,32 \text{ kNm.}$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 67,32/218,68 = 0,31 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/218,68 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,128 + 0,000 = 0,128 \text{ m} < 0,167.$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

### Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego:  $B_x = 2,64$  m,  $B_y = 1,84$  m.

Poziom posadowienia:  $H = 2,20$  m.

Ciążar fundamentu zastępczego:  $G_z = 90,74$  kN.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 97,90 + 120,78 + 90,74 = 309,42 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 97,90 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -97,90 \cdot 0,00 + 17,10 \cdot 1,15 + 63,90 + 0,00 = 83,56 \text{ kNm.}$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 83,56/309,42 = 0,27 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/309,42 = 0,00 \text{ m.}$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 2,64 - 2 \cdot 0,27 = 2,10 \text{ m, } B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,84 - 2 \cdot 0,00 = 1,84 \text{ m.}$$

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

średnia gęstość obl.:  $\rho_{D(r)} = 1,51$  t/m<sup>3</sup>, min. wysokość:  $D_{\min} = 2,20$  m,

obciążenie:  $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,51 \cdot 9,81 \cdot 2,20 = 32,49$  kPa.

Współczynniki nośności podłoża:

---

kąt tarcia wewn.:  $\Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 12,70 \cdot 0,90 = 11,43^0$ , spójność:  $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 19,62 \text{ kPa}$ ,  
 $N_B = 0,28$   $N_C = 9,00$ ,  $N_D = 2,82$ .

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 17,10/309,42 = 0,06, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0553/0,2022 = 0,273,$$

$$i_{Bx} = 0,83, \quad i_{Cx} = 0,88, \quad i_{Dx} = 0,93.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/309,42 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2022 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,83 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 16,12 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y'/B_x' = 0,78, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y'/B_x' = 1,26, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y'/B_x' = 2,31$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 1539,69 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 1701,51 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 309,42 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1539,69 = 1247,15 \text{ kN}.$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**