

nazwa obiektu:	BUDOWA SALI GIMNASTYCZNEJ WRAZ Z ZAPLECZEM, ŁĄCZNIKIEM, KOTŁOWNIĄ GAZOWĄ ORAZ NIEZBĘDNĄ INFRASTRUKTURĄ TOWARZYSZĄCĄ PRZY ZESPOLE SZKÓŁ NR 4 W MŁAWIE.
opracowanie:	OBLICZENIA KONSTRUKCYJNE
adres:	UL.WARSZAWSKA 44a, 06-500 MŁAWA, DZ. NR 855/2 OBRĘB: MŁAWA GMINA: MŁAWA
inwestor:	POWIAT MŁAWSKI UL. REYMONTA 6, 06-500 MŁAWA
jednostka projektowa:	MAATProject sp. z o.o. UL.SMARDZEWSKA 22/4 60-161 POZNAŃ
	ZESPÓŁ PROJEKTOWY
konstrukcja	MGR INŻ. TOMASZ SIMIOT UPR. NR WKPD244/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 POŁAĆ DACHOWĄ

OBCIĄŻENIA STAŁE [kN/m ²] - warstwy dachowe			
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHARAKT. [kN/m ²]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m ²]
OBCIĄŻENIA STAŁE wg PN-82/B-02001			
Papa dachowa	0,30	1,2	0,36
Wełna mineralna dachowa 25cm	0,50	1,2	0,60
Blacha trapezowa	0,13	1,1	0,15
Instalacje podwieszone	0,20	1,4	0,28
Sufit podwieszany	0,35	1,2	0,42
Dodatkowe	0,10	1,4	0,14
Razem =	1,58	1,23	1,95

OBCIĄŻENIA ZMIENNE [kN/m ²]			
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 =	1,1	
Z1-1 Dachy jedno i dwuspadowe	C ₁ =	0,8	
C ₁ = C ₂ = 0,8	C ₂ =	0,8	
S _k = Q _k x C ₁ = 1,1 x 0,80	0,88	1,5	1,32

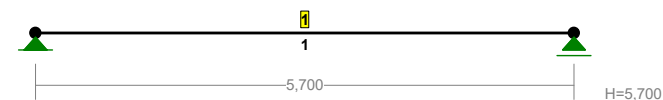
OBCIĄŻENIE WIATREM wg PN-77/B-02011 Az1:2009			
p _k = q _k x C _e x C _s x β			
Strefa obciążenia wiatrem I			
Char. ciśnienie prędkości wiatru	q _k =	0,3	
Wsp. ekspozycji C _e wg Tab. 4	C _e =	1	
Wsp. Działania porywów wiatru	β=	1,8	
Wiatr działający na połacie dachowe			
wsp. ciśnienia zewnętrznego 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 x 1,00 x (-0,90) x 1,80	-0,49	1,5	-0,73
W2 zawietrzna = 0,30 x 1,00 x (-0,40) x 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	$C_e =$	0,7		
W4 ściana zawietrzna	$C_e =$	-0,4		
parcie na ścianę szczytową	$C_e =$	-0,5		
W5 ściana podłużna				
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					
Papa dachowa	0,30	1,90	0,57	1,2	0,68
Wełna mineralna dachowa 25cm	0,50	1,90	0,95	1,2	1,14
Blacha trapezowa	0,13	1,90	0,25	1,1	0,28
Instalacje podwieszone	0,20	1,90	0,38	1,4	0,53
Sufit podwieszany	0,35	1,90	0,67	1,2	0,80
Dodatkowe	0,10	1,90	0,19	1,4	0,27
Płatew wg. progr.					
Razem =			3,01	1,23	3,70
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					
$S_k = Q_k \times C_s = 1,1 \times 0,80$	0,88	1,90	1,67	1,5	2,51

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

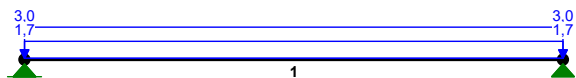
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	5,700	0,000	5,700	1,000	1 B 32,0x18,0

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	576,0	49152	15552	2894	2894	32,6	49 Drewno GL24

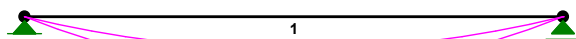
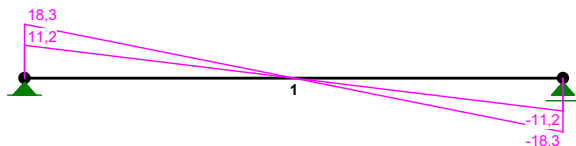
STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
49 Drewno GL24	11000	24,000	5,00E-06

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

Pręt:	Rodzaj:	Kat:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A "Stałe"						
1	Linowe	0,0	3,01	3,01	0,00	5,70
Grupa: B "Śnieg"						
1	Linowe	0,0	1,67	1,67	0,00	5,70

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	2,850	26,1*	-0,0	0,0	AB
	0,000	0,0*	11,2	0,0	A
	0,000	0,0	18,3*	0,0	AB
	0,000	0,0	18,3	0,0*	AB
	2,850	26,1	-0,0	0,0*	AB
	0,000	0,0	18,3	0,0*	AB
	2,850	26,1	-0,0	0,0*	AB

* = Max/Min

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

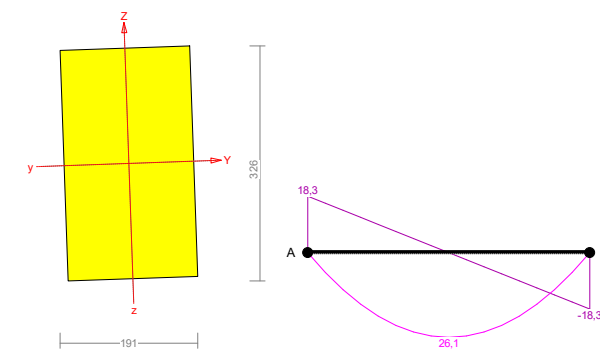
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,0*	18,3	18,3		AB
	0,0*	11,2	11,2		A
	0,0	18,3*	18,3		AB
	0,0	11,2*	11,2		A
	0,0	18,3	18,3*		AB
2	0,0*	18,3	18,3		AB
	0,0*	11,2	11,2		A
	0,0	18,3*	18,3		AB
	0,0	11,2*	11,2		A
	0,0	18,3	18,3*		AB

* = Max/Min

Pręt nr 1

Zadanie: poz_1_01

**Przekrój: 1 "B 32,0x18,0"**

Wymiary przekroju:

h=320,0 mm b=180,0 mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=49152,0; J_{yg}=15552,0 cm⁴; A=576,00 cm²; i_x=9,2; i_y=5,2 cm; W_x=3072,0; W_y=1728,0 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: **Średniotrwałe** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80 \quad \gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno GL24.**

$$\begin{aligned} f_{m,k} &= 24,00 & f_{m,d} &= 14,77 \text{ MPa} \\ f_{t,0,k} &= 14,00 & f_{t,0,d} &= 8,62 \text{ MPa} \\ f_{t,90,k} &= 0,40 & f_{t,90,d} &= 0,25 \text{ MPa} \\ f_{c,0,k} &= 21,00 & f_{c,0,d} &= 12,92 \text{ MPa} \\ f_{c,90,k} &= 5,30 & f_{c,90,d} &= 3,26 \text{ MPa} \\ f_{v,k} &= 2,50 & f_{v,d} &= 1,54 \text{ MPa} \\ E_{0,mean} &= 11000 \text{ MPa} \\ E_{90,mean} &= 370 \text{ MPa} \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ MPa} \\ G_{mean} &= 690 \text{ MPa} \\ \rho_k &= 350 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

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 $x_a=2,85 \text{ m}$; $x_b=2,85 \text{ m}$, przy obciążeniach "AB".

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

$$l_d = 1,00 \times 5700 + 320 + 320 = 6340 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d k f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{6340 \times 320 \times 14,77}{3,142 \times 180^3 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,399$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 26,1 / 3072,00 \times 10^3 = \mathbf{8,5 < 14,8} = 1,000 \times 14,77 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,85 \text{ m}$; $x_b=2,85 \text{ m}$, przy obciążeniach "AB":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{8,5}{14,77} + 0,7 \times \frac{0,5}{14,77} = \mathbf{0,6 < 1}$$

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

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=4,99 \text{ m}$; $x_b=0,71 \text{ m}$, przy obciążeniach "AB".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 13,7 / 576,0 \times 10 = 0,4 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,5 / 576,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

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

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=2,85 \text{ m}$; $x_b=2,85 \text{ m}$, przy obciążeniach "AB".

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 200 = 28,5 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -8,2 \times [1 + 19,2 \times (320,0/5700)^2] (1 + 0,60) = -13,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = -0,9 \times (1 + 0,60) = -1,4 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("B"):

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -4,2 \times [1 + 19,2 \times (320,0/5700)^2] (1 + 0,25) = -5,6 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = -0,5 \times (1 + 0,25) = -0,6 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -13,8 + -5,6 = \mathbf{19,5 < 28,5} = u_{net,fin}$$

$$u_{y,fin} = -1,4 + -0,6 = \mathbf{2,0 < 28,5} = u_{net,fin}$$

$$u_{fin} = \sqrt{u_{z,fin}^2 + u_{y,fin}^2} = \sqrt{18,4^2 + 2,0^2} = \mathbf{19,6 < 28,5} = u_{net,fin}$$

Poz. 2.01. – Dźwigar z drewna klejonego

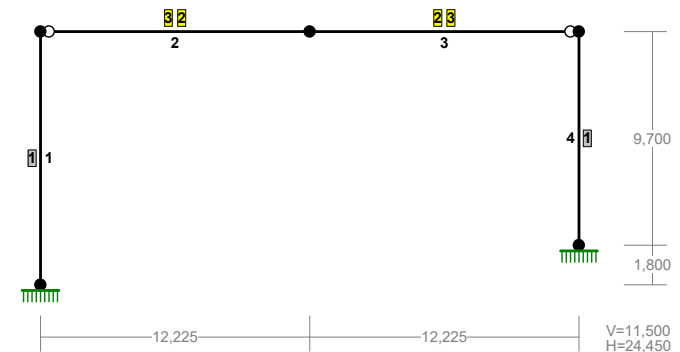
OBCIĄŻENIA STAŁE [kN/m ²] - warstwy dachowe					
RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [kN/m ²]	ROZSTAW [m]	OBC. CHAR. [kN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m]
OBCIĄŻENIA STAŁE wg PN-82/B-02001					
Papa dachowa	0,30	5,70	1,71	1,2	2,05
Wełna mineralna dachowa 25cm	0,50	5,70	2,85	1,2	3,42
Blacha trapezowa	0,13	5,70	0,76	1,1	0,83
Płatew z drewna klejonego 18x32cm	0,20	5,70	1,14	1,1	1,25
Instalacje podwieszone	0,20	5,70	1,14	1,4	1,60
Sufit podwieszany	0,35	5,70	2,00	1,2	2,39
Dodatkowe	0,10	5,70	0,57	1,4	0,80
Razem =			10,16	1,21	12,35

OBCIĄŻENIA ZMIENNE [kN/m ²]					
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}	0,88	5,70	5,02	1,5	7,52

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	5,70	-2,77	1,5	-4,16
W2 zawietrzna	-0,22	5,70	-1,23	1,5	-1,85

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	5,70	2,15	1,5	3,23
W4 ściana zawietrzna	-0,22	5,70	-1,23	1,5	-1,85
W5 ściana podłużna	-0,27	5,70	-1,54	1,5	-2,31

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	0,000	11,500	11,500	1,000	1 B 60,0x50,0
2	10	2	5	12,225	0,000	12,225	1,000	3-2
3	01	5	3	12,225	0,000	12,225	1,000	2-3
4	00	3	4	0,000	-9,700	9,700	1,000	1 B 60,0x50,0

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A [cm ²]	Ix [cm ⁴]	Iy [cm ⁴]	Wg [cm ³]	Wd [cm ³]	h [cm]	Materiał:
1	3000,0	900000	625000	30000	30000	60,0	35 Beton B25
2	5280,0	2,1E+07	253440	193600	193600	220,0	50 Drewno GL30
3	4080,0	9826000	195840	115600	115600	170,0	50 Drewno GL30

STAŁE MATERIAŁOWE:

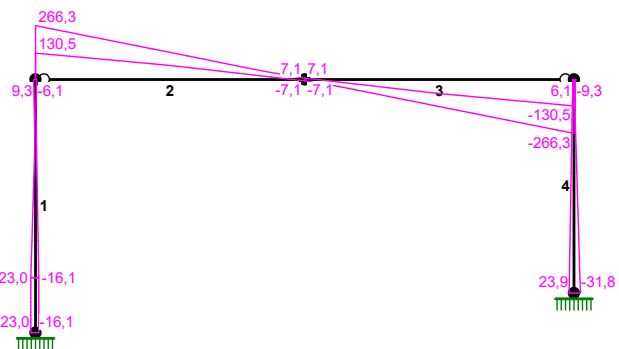
Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
35 Beton B25	30000	13,300	1,00E-05
50 Drewno GL30	12000	30,000	5,00E-06

Pręt:	Rodzaj:	Kat:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
<hr/>						
Grupa: A "Stałe"				Stałe	γf=	1,21
2	Liniowe	0,0	10,16	10,16	0,00	12,22
3	Liniowe	0,0	10,16	10,16	0,00	12,22
Grupa: B "Śnieg"				Zmienne	γf=	1,50
2	Liniowe	0,0	5,02	5,02	0,00	12,22
3	Liniowe	0,0	5,02	5,02	0,00	12,22
Grupa: C "Wiatr 1"				Zmienne	γf=	1,50
1	Liniowe	90,0	2,15	2,15	2,50	11,50
2	Liniowe	0,0	-2,77	-2,77	0,00	12,22
3	Liniowe	0,0	-1,23	-1,23	0,00	12,22
4	Liniowe	-90,0	-1,23	-1,23	0,00	9,70
Grupa: D "Wiatr 2"				Zmienne	γf=	1,50
1	Liniowe	90,0	-1,23	-1,23	2,50	11,50
2	Liniowe	0,0	-1,23	-1,23	0,00	12,22
3	Liniowe	0,0	-2,77	-2,77	0,00	12,22
4	Liniowe	-90,0	2,15	2,15	0,00	9,70
Grupa: E "Wiatr 3"				Zmienne	γf=	1,50
1	Liniowe	90,0	-1,54	-1,54	2,50	11,50
2	Liniowe	0,0	-1,54	-1,54	0,00	12,22
3	Liniowe	0,0	-1,54	-1,54	0,00	12,22
4	Liniowe	-90,0	-1,54	-1,54	0,00	9,70

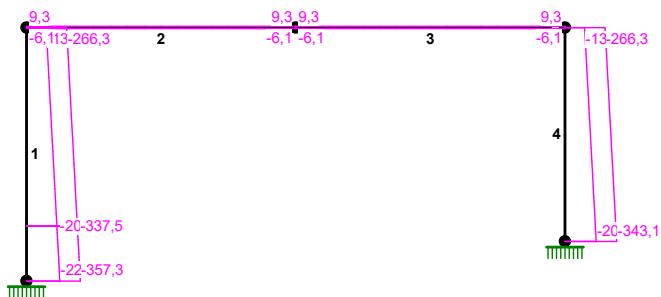
Grupa:	Znaczenie:	ψd:	γf:
Ciężar wł.			1,10
A - "Stałe"	Stałe		1,21
B - "Śnieg"	Zmienne	1 1,00	1,50
C - "Wiatr 1"	Zmienne	1 1,00	1,50
D - "Wiatr 2"	Zmienne	1 1,00	1,50
E - "Wiatr 3"	Zmienne	1 1,00	1,50

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

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	110,4*	-16,1	-327,7	ABD
	0,000	-133,6*	23,0	-313,6	ABC
	2,500	-76,1	23,0*	-293,8	ABC
	0,000	-133,6	23,0*	-313,6	ABC
	11,500	0,0	-6,1	-130,5*	AC
	0,000	0,0	-0,0	-357,3*	AB
2	12,225	1633,6*	0,0	-0,0	AB
	0,000	0,0*	146,0	9,3	AE
	0,000	0,0	266,3*	-0,0	AB
	0,764	176,2	223,3	9,3*	ABE
	12,225	1461,0	0,0	9,3*	ABE
	0,000	0,0	146,0	9,3*	AE
	0,764	164,9	209,2	-6,1*	ABC
	12,225	1409,4	7,1	-6,1*	ABC
3	0,000	1633,6*	0,0	-0,0	AB
	12,225	0,0*	-146,0	9,3	AE
	12,225	0,0	-266,3*	-0,0	AB
	12,225	-0,0	-238,0	9,3*	ABE
	0,000	1461,0	0,0	9,3*	ABE
	12,225	-0,0	-236,6	-6,1*	ABC
4	0,000	1409,4	7,1	-6,1*	ABC
	9,700	145,5*	23,9	-313,5	ABC
	9,700	-156,6*	-31,8	-299,3	ABD
	9,700	-156,6	-31,8*	-299,3	ABD
	0,000	-0,0	-0,5	-130,5*	AD
	9,700	-0,0	0,0	-343,1*	AB

* = Max/Min

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

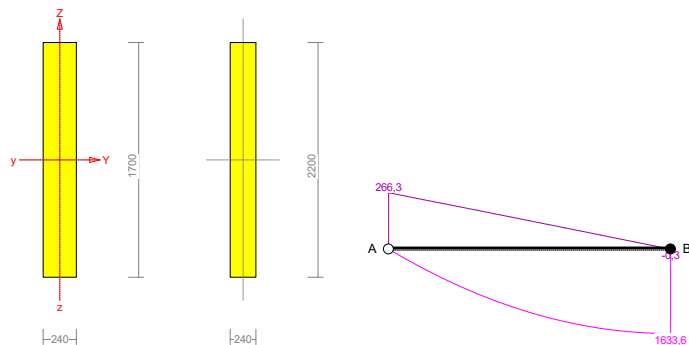
Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	16,1*	327,7	328,1	-110,4	ABD
	16,1*	235,7	236,2	-110,4	AD
	-23,0*	313,6	314,4	133,6	ABC
	-23,0*	221,5	222,7	133,6	AC
	0,0	357,3*	357,3	-0,0	AB
	-23,0	221,5*	222,7	133,6	AC
	0,0	357,3	357,3*	-0,0	AB
	-23,0	221,5	222,7	133,6*	AC
	-23,0	313,6	314,4	133,6*	ABC
	16,1	235,7	236,2	-110,4*	AD
	16,1	327,7	328,1	-110,4*	ABD
4	31,8*	299,3	301,0	-156,6	ABD
	31,8*	207,3	209,7	-156,6	AD
	-23,9*	313,5	314,4	145,5	ABC
	-23,9*	221,4	222,7	145,5	AC

-0,0	343,1*	343,1	-0,0	AB
31,8	207,3*	209,7	-156,6	AD
-0,0	343,1	343,1*	-0,0	AB
-23,9	221,4	222,7	145,5*	AC
-23,9	313,5	314,4	145,5*	ABC
31,8	207,3	209,7	-156,6*	AD
31,8	299,3	301,0	-156,6*	ABD

* = Max/Min

Pręt nr 2

Zadanie: poz_2_01



Przekrój: 3 "B 170,0x24,0"

Wymiary przekroju:

h=1700,0 mm b=240,0 mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=9826000,0; J_{yg}=195840,0 cm⁴; A=4080,00 cm²; i_x=49,1; i_y=6,9 cm; W_x=115600,0; W_y=16320,0 cm³.

Przekrój: 2 "B 220,0x24,0"

Wymiary przekroju:

h=2200,0 mm b=240,0 mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=21296000,0; J_{yg}=253440,0 cm⁴; A=5280,00 cm²; i_x=63,5; i_y=6,9 cm; W_x=193600,0; W_y=21120,0 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

γ_M = 1,3

Cechy drewna: **Drewno GL30.**

f _{m,k} = 30,00	f _{m,d} = 18,46 MPa
f _{t,0,k} = 18,00	f _{t,0,d} = 11,08 MPa
f _{t,90,k} = 0,40	f _{t,90,d} = 0,25 MPa
f _{c,0,k} = 23,00	f _{c,0,d} = 14,15 MPa
f _{c,90,k} = 5,70	f _{c,90,d} = 3,51 MPa
f _{v,k} = 3,00	f _{v,d} = 1,85 MPa

E_{0,mean} = 12000 MPa

E_{90,mean} = 400 MPa

E_{0,05} = 8000 MPa

G_{mean} = 750 MPa

ρ_k = 380 kg/m³

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=12,23 m, przy obciążeniach "AE".

Pole powierzchni przekroju netto A_n = 4080,00 cm².

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 9,3 / 4080,00 \times 10 = \mathbf{0,0 < 11,08} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla x_a=0,00 m; x_b=12,23 m, przy obciążeniach "AC".

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 24,540 = 24,540 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,900 = 1,900 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 24,540 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 1,900 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 24,540 / 0,4907 = 50,01$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,900 / 0,0693 = 27,42$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (50,01)^2 = 31,58 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (27,42)^2 = 104,98 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23/31,58} = 0,853$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23/104,98} = 0,468$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,1 \times (0,853 - 0,5) + (0,853)^2] = 0,882$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,1 \times (0,468 - 0,5) + (0,468)^2] = 0,608$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,882 + \sqrt{0,882^2 - 0,853^2}) = 0,906$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,608 + \sqrt{0,608^2 - 0,468^2}) = 1,004$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju A_d = 4080,00 cm².

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 6,1 / 4080,00 \times 10 = \mathbf{0,0 < 12,82} = 0,906 \times 14,15 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla x_a=9,17 m; x_b=3,06 m, przy obciążeniach "AB":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,964 \times 14,15} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} + \frac{8,9}{18,46} = \mathbf{0,482 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{1,004 \times 14,15} + \frac{0,0}{18,46} + 0,7 \times \frac{8,9}{18,46} = \mathbf{0,337 < 1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla x_a=10,70 m; x_b=1,53 m, przy obciążeniach "AB".

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

$$l_d = 1,00 \times 12250 + 1700 + 2200 = 16150 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{16150 \times 2138 \times 18,46}{3,142 \times 240^2 \times 8000}} \times \sqrt{\frac{4 \times 12000}{750}} = 1,327$$

Wartość współczynnika zwężenia:

$$\text{dla } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \quad k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} = 0,565$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1608,3 / 182756,25 \times 10^3 = \mathbf{8,8 < 10,4} = 0,565 \times 18,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=9,17$ m; $x_b=3,06$ m, przy obciążeniach "AB":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{8,9}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,5 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{8,9}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,3 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=9,17$ m; $x_b=3,06$ m, przy obciążeniach "AB":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{14,15^2} + \frac{8,9}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,5 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{14,15^2} + 0,7 \times \frac{8,9}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,3 < 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=12,23$ m, przy obciążeniach "AB".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 266,3 / 4080,0 \times 10 = 1,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 4080,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{1,0^2 + 0,0^2} = \mathbf{1,0 < 1,8} = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=7,64$ m; $x_b=4,58$ m, przy obciążeniach "AB" liczone od cięciwy przęta.

Ugięcia graniczne

$$u_{net,fin} = l / 200 = 122,3 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] / [0,15 + 0,85 h_p/h] (1+k_{def}) = -42,6 \times [1 + 19,2 \times (2200,0/24450)^2] / [0,15 + 0,85 \times 1700,0/2200,0] \times (1 + 0,60) = -97,6 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("B"):

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] / [0,15 + 0,85 h_p/h] (1+k_{def}) = 33,8 \times [1 + 19,2 \times (2200,0/24450)^2] / [0,15 + 0,85 \times 1700,0/2200,0] \times (1 + 0,25) = 60,5 \text{ mm}$$

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

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,fin} = -97,6 + 60,5 = \mathbf{37,2 < 122,3} = u_{net,fin}$$

Poz. 3.01. – Słup żelbetowy

SILY PRZEKROJOWE Z POZ.2.01 – WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

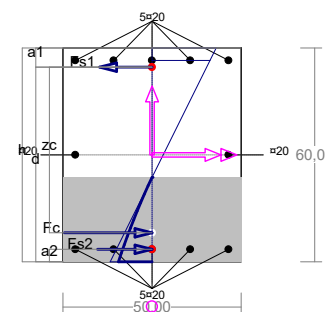
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000	110,4*	-16,1	-327,7	ABD
	0,000	-133,6*	23,0	-313,6	ABC
	2,500	-76,1	23,0*	-293,8	ABC
	0,000	-133,6	23,0*	-313,6	ABC
	11,500	0,0	-6,1	-130,5*	AC
	0,000	0,0	-0,0	-357,3*	AB

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie poz_2_01, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=11,50$ m

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



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -313,6 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(211,1^2 + 0,0^2)} = 211,1 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} \quad (f_{td} = 478 \text{ MPa} - \text{uwzgl.}$$

wzmocnienia),

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1} = \mathbf{21,99 \text{ cm}^2},$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} = \mathbf{15,71 \text{ cm}^2},$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 37,70 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c =$$

$$100 \times 37,70 / 3000 = 1,26 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 60,0, \quad d = 54,6, \quad x = 22,9 \quad (\xi = 0,419),$$

$$a_1 = 5,4, \quad a_2 = 3,5, \quad a_c = 8,1, \quad z_c = 46,5, \quad A_{cc} = 1185 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,62 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s2} = -0,53 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1} = 0,86 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -437,8, \quad F_{s1} = 290,1, \quad F_{s2} = -165,9,$$

$$M_c = 95,8, \quad M_{s1} = 71,4, \quad M_{s2} = 44,0,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = \mathbf{587,4 \text{ kNm}} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 95,8 + (71,4) + (44,0) = \mathbf{211,1 \text{ kNm}}$$

Zarysowanie

zadanie poz_2_01, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

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

Siły przekrojowe:

$$M_{sd} = -89,0 \text{ kNm}$$

$$N_{sd} = -261,0 \text{ kN} \quad e = 38,0 \text{ cm}$$

$$V_{sd} = 15,3 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 50,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 60,0 - 3,5 = 56,5 \text{ cm}$$

$$A_c = 3000 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 30000 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

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

$$= 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 1940 / 500 = 3,41 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 15,71 > 3,41 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 30000 \times 10^{-3} = 66,0 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{2,2}{38,0 / 30000,00 - 1 / 3000,00} \times 10^{-1} = -236,1 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 261,0 > 236,1 = N_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 15,71 / 437 = 0,03590$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 20 / 0,03590 = 105,70$$

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

$$= 106,6 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-236,1 / 261,0)^2] = 0,00031$$

$$w_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm} = 1,7 \times 105,70 \times 0,00031 = 0,06 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,06 < 0,3 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Poz. 3.03. – Słup żelbetowy

SIŁY PRZEKROJOWE Z POZ.2.01 – WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

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

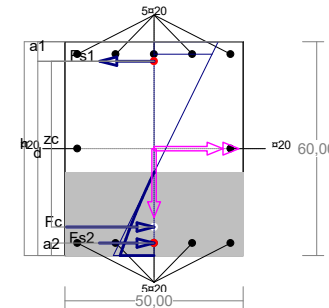
Pręt:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:	Kombinacja obciążeń:
4	9,700	145,5*	23,9	-313,5	ABC
	9,700	-156,6*	-31,8	-299,3	ABD
	9,700	-156,6	-31,8*	-299,3	ABD
	0,000	-0,0	-0,5	-130,5*	AD
	9,700	-0,0	0,0	-343,1*	AB

* = Max/Min

Nośność przekroju prostopadłego:

zadanie poz_01, pręt nr 4, przekrój: $x_a=9,70 \text{ m}$, $x_b=0,00 \text{ m}$

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



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -299,3 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(214,3^2 + 0,0^2)} = 214,3 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} (f_{td} = 478 \text{ MPa} - \text{uwzgl.}$$

wzmocnienia),

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1} = 21,99 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} = 15,71 \text{ cm}^2,$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 37,70 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c =$$

$$100 \times 37,70 / 3000 = 1,26 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 60,0, d = 54,5, x = 22,5 (\xi = 0,413),$$

$$a_1 = 5,5, a_2 = 3,5, a_c = 8,0, z_c = 46,5, A_{cc} = 1165 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c = -0,63 \text{ ‰}, \varepsilon_{s2} = -0,53 \text{ ‰}, \varepsilon_{s1} = 0,89 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -435,0, F_{s1} = 302,9, F_{s2} = -167,3,$$

$$M_c = 95,7, M_{s1} = 74,3, M_{s2} = 44,3,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 582,8 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 95,7 + (74,3) + (44,3) = 214,3 \text{ kNm}$$

Zarysowanie

zadanie poz_01, pręt nr 4,

Położenie przekroju:

$$x = 9,700 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{sd} = -104,4 \text{ kNm}$$

$$N_{sd} = -248,0 \text{ kN} \quad e = 45,9 \text{ cm}$$

$$V_{sd} = -21,2 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 50,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 60,0 - 3,5 = 56,5 \text{ cm}$$

$$A_c = 3000 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 30000 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

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

$$= 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 1856 / 500 = 3,27 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 15,71 > 3,27 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 30000 \times 10^{-3} = 66,0 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e/W_c - 1/A_c} = \frac{2,2}{45,9/30000,00 - 1/3000,00} \times 10^{-1} = -183,6 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 248,0 > 183,6 = N_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 15,71 / 437 = 0,03590$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,5 \times 20 / 0,03590 = 105,70$$

$$\varepsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = 111,3 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-183,6 / 248,0)^2] = 0,00040$$

$$w_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm} = 1,7 \times 105,70 \times 0,00040 = 0,07 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,07 < 0,3 = w_{lim}$$

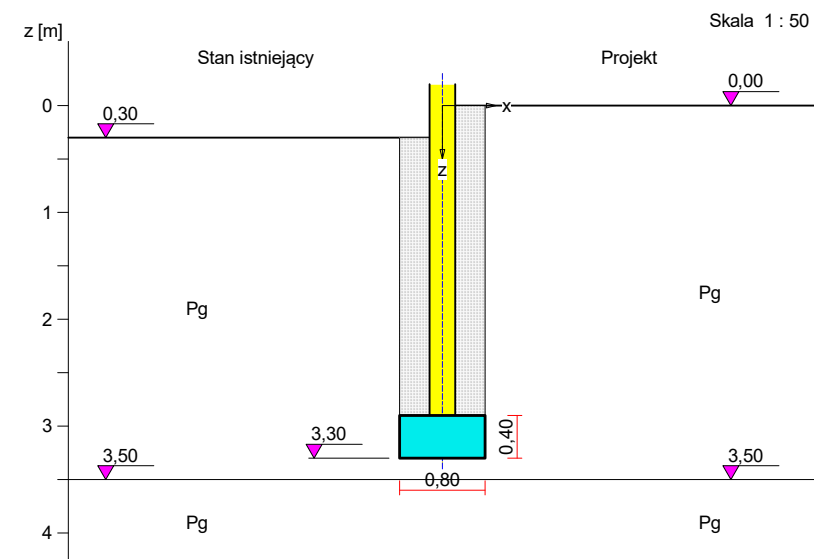
Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Poz. 6.01. – Ława fundamentowa

RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [kN/m3]	SZEROKOŚĆ [m]	WYSOKOŚĆ [m]	OBC. CHAR. [kN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [kN/m]
Obciążenia ze ściany						
- wieniec W-05 25x25cm	25,00	0,25	0,25	1,56	1,1	1,72
- ściana z pustaków ceram. 25cm	13,50	0,25	2,50	8,44	1,2	10,13
- wieniec W-04 25x60cm	25,00	0,25	0,90	5,63	1,1	6,19
- ściana z pustaków ceram. 25cm	13,50	0,25	2,40	8,10	1,2	9,72
- wieniec W-03 25x50cm	25,00	0,25	0,50	3,13	1,1	3,44
- ściana z pustaków ceram. 25cm	13,50	0,25	4,45	3,10	1,2	3,72
- wieniec W-01 25x25cm	25,00	0,25	0,25	1,56	1,1	1,72
- ściana fund. z bloczków bet. 25cm	24,00	0,25	2,70	16,20	1,2	19,44
- izolacja termiczna ścian 18cm	2,00	0,18	10,85	3,91	1,2	4,69
- izolacja term. ścian fund. 15cm	2,00	0,15	3,20	1,15	1,2	1,38
- tynk wew. cem-wap. 1,5cm	23,00	0,02	10,75	3,71	1,3	4,82
- tynk zewnętrzny silikonowy	23,00	0,01	11,15	2,56	1,3	3,33
Razem =				59,04	1,19	70,29

Nazwa fundamentu: Poz.6.01 Ława fundamentowa



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący $z_t = 0,30$ m, projektowany $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom	Grubość	Nazwa gruntu	Poz. wody	I_D/I_L	Stopień
	stropu [m]	warstwy [m]		gruntowej [m]		wilgotn.
1	0,30	3,20	Piasek gliniasty	brak wody	0,20	m.wilg.
2	3,50	nieokreśl.	Piasek gliniasty	brak wody	0,20	m.wilg.

1.3. Zasyпка

Ciężar 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:

$x_1 = 0,00$ m, $y_1 = 15,00$ m, $x_2 = 10,00$ m, $y_2 = 15,00$ m,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Poziom redukcji obciążenia: $z_{obc} = 0,00$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D+K	70,3	0,0	0,00	1,20

4. Materiał

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: $z_f = 3,30$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość: $B = 0,80$ 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	3,30	0,19	0,00
	D+K	3,50	0,18	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,80$ m, $L = 10,20$ m.

Poziom posadowienia: $H = 3,30$ m.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 70,30$ kN/m, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 0,00$ kN/m, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 3,30$ m,

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

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

siła pionowa: $G = 47,61$ kN/m, moment: $M_{Gy} = 0,00$ kNm/m.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$N_r = (N + G) \cdot L = (70,30 + 47,61) \cdot 10,20 = 1202,67$ kN.

Moment względem środka podstawy:

$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-70,30 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 10,20 = 0,00$ kNm.

Mimośród siły względem środka podstawy:

$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 1202,67 = 0,00$ m.

$e_r = 0,00$ m < $0,20$ m.

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,80 - 2 \cdot 0,00 = 0,80$ m, $L' = L = 10,20$ m.

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

średnia gęstość obl.: $\rho_{D(r)} = 1,93$ t/m³, min. wysokość: $D_{\min} = 3,30$ m,

obciążenie: $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,93 \cdot 9,81 \cdot 3,30 = 62,64$ kPa.

Współczynniki nośności podłoża:

kąt tarcia wewn.: $\Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 19,35^\circ$, spójność: $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 35,37$ kPa,

$N_B = 1,32$ $N_C = 14,24$, $N_D = 6,00$.

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\tan \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 10,20 / 1202,67 = 0,0000$, $\tan \delta / \tan \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,3512 = 0,000$,

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,15 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,98$ kN/m³.

Współczynniki kształtu:

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

Odpór graniczny podłoża:

$Q_{NB} = B' \cdot L' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(n)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 7795,07$ kN.

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_r = 1202,67$ kN < $m \cdot Q_{NB} = 0,81 \cdot 7795,07 = 6314,01$ kN.

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

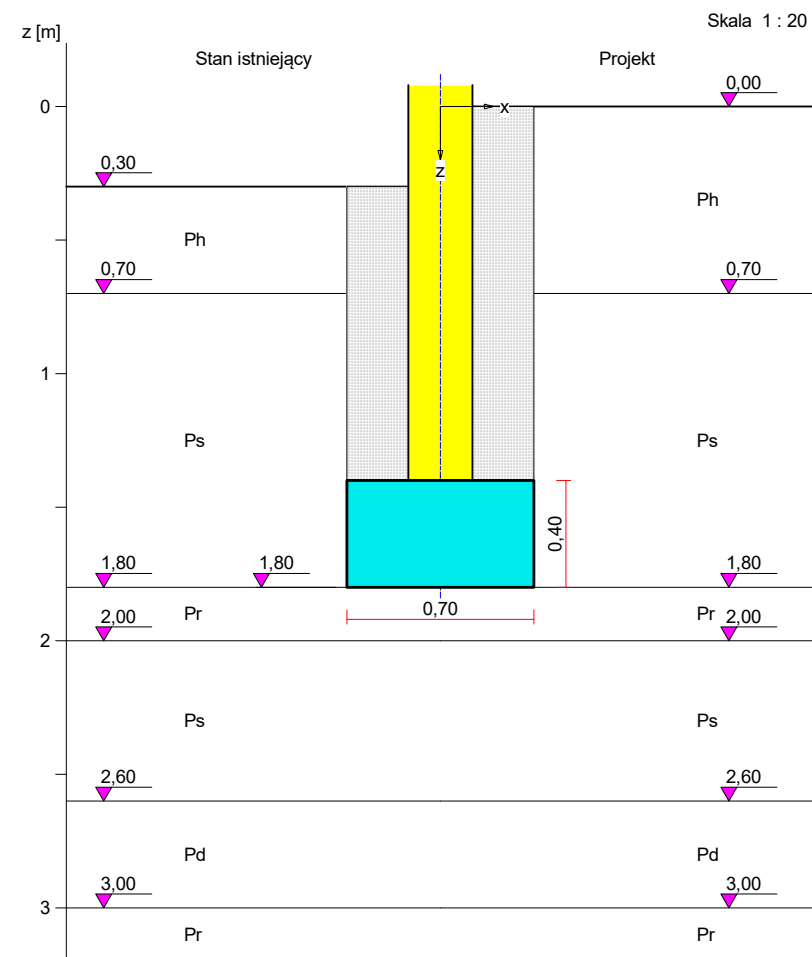
Poz. 6.02. – Ława fundamentowa

RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [KN/m3]	SZEROKOŚĆ [m]	WYSOKOŚĆ [m]	OBC. CHAR. [KN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [KN/m]
Obciążenia ze ściany						
- wieniec W-05 25x25cm	25,00	0,25	0,25	1,56	1,1	1,72
- ściana z pustaków ceram. 25cm	13,50	0,25	2,50	8,44	1,2	10,13
- wieniec W-04 25x60cm	25,00	0,25	0,90	5,63	1,1	6,19
- ściana z pustaków ceram. 25cm	13,50	0,25	2,40	8,10	1,2	9,72
- wieniec W-03 25x50cm	25,00	0,25	0,50	3,13	1,1	3,44
- ściana z pustaków ceram. 25cm	13,50	0,25	4,45	3,10	1,2	3,72
- wieniec W-01 25x25cm	25,00	0,25	0,25	1,56	1,1	1,72
- ściana fund. z bloczków bet. 25cm	24,00	0,25	1,17	7,02	1,2	8,42
- izolacja termiczna ścian 18cm	2,00	0,18	6,90	2,48	1,2	2,98
- tynk wew. cem-wap. 1,5cm	23,00	0,02	10,75	3,71	1,3	4,82
- tynk zewnętrzny silikonowy	23,00	0,01	6,90	1,59	1,3	2,06
Razem =				46,31	1,19	54,92

RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [KN/m3]	ROZPIĘTOŚĆ [m]		OBC. CHAR. [KN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [KN/m]
Obciążenia stałe ze stropodachu						
- papa	0,30	2,70	0,50	0,41	1,2	0,49
- wełna min. twarda 25cm+kliny spadk.	0,70	2,70	0,50	0,95	1,2	0,80
- strop gęstożebrowy Teriva 6,0	4,00	2,70	0,50	5,40	1,1	5,52
- instalacje podwieszone	0,20	2,70	0,50	0,27	1,2	0,27
- tynk cem. - wap.	0,35	2,70	0,50	0,47	1,3	0,50
- sufit podwieszany	0,35	2,70	0,50	0,47	1,1	0,43
Razem =				7,96	1,01	8,01
Obciążenia zmienne ze stropodachu						
- śnieg	2,00	2,70	0,50	2,70	1,5	4,05
Razem =				2,70	1,50	4,05

FUNDAMENT 7. ŁAWA

Nazwa fundamentu: Poz.6.02 Ława fundamentowa



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący $z_t = 0,30$ m, projektowany $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom	Grubość	Nazwa gruntu	Poz. wody	I_D/I_L	Stopień
	stropu [m]	warstwy [m]		gruntowej [m]		wilgotn.
1	0,30	0,40	Piasek próchniczny	brak wody	0,20	m.wilg.
2	0,70	1,10	Piasek średni	brak wody	0,40	m.wilg.
3	1,80	0,20	Piasek gruby	brak wody	0,40	m.wilg.
4	2,00	0,60	Piasek średni	brak wody	0,40	m.wilg.
5	2,60	0,40	Piasek drobny	brak wody	0,40	m.wilg.
6	3,00	nieokreśl.	Piasek gruby	brak wody	0,40	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: **ściana**

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

Współrzędne końców osi ściany:

$x_1 = 0,00$ m, $y_1 = 13,00$ m, $x_2 = 10,00$ m, $y_2 = 13,00$ m,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Poziom redukcji obciążenia: $z_{obc} = 0,00$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D+K	67,0	0,0	0,00	1,20

4. Materiał

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: $z_f = 1,80$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość: $B = 0,70$ 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	1,80	0,29	0,00
	D+K	2,00	0,24	0,00
	D+K	2,60	0,21	0,00
	D+K	3,00	0,13	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,70$ m, $L = 10,44$ m.

Poziom posadowienia: $H = 1,80$ m.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 67,00 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 0,00 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,80$ m,

moment: $M_y = 0,00 \text{ kNm/m}$.

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

siła pionowa: $G = 23,01 \text{ kN/m}$, moment: $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$N_r = (N + G) \cdot L = (67,00 + 23,01) \cdot 10,44 = 939,70 \text{ kN}$.

Moment względem środka podstawy:

$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-67,00 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 10,44 = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośród siły względem środka podstawy:

$e_r = |M_r/N_r| = 0,00/939,70 = 0,00 \text{ m}$.

$e_r = 0,00 \text{ m} < 0,17 \text{ m}$.

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,70 - 2 \cdot 0,00 = 0,70 \text{ m}$, $L' = L = 10,44 \text{ m}$.

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

średnia gęstość obl.: $\rho_{D(r)} = 1,46 \text{ t/m}^3$, min. wysokość: $D_{\min} = 1,80$ m,

obciążenie: $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,46 \cdot 9,81 \cdot 1,80 = 25,78 \text{ kPa}$.

Współczynniki nośności podłoża:

kąt tarcia wewn.: $\Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 29,16^\circ$, spójność: $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$,

$N_B = 6,59$, $N_C = 28,21$, $N_D = 16,74$.

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\tan \delta = |H_x| \cdot L/N_r = 0,00 \cdot 10,44/939,70 = 0,0000$, $\tan \delta / \tan \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5580 = 0,000$,

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,70 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 15,01 \text{ kN/m}^3$.

Współczynniki kształtu:

$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'/L' = 0,98$, $m_C = 1 + 0,3 \cdot B'/L' = 1,02$, $m_D = 1 + 1,5 \cdot B'/L' = 1,10$

Odpór graniczny podłoża:

$Q_{NB} = B' \cdot L' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 3968,35 \text{ kN}$.

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_r = 939,70 \text{ kN} < m \cdot Q_{NB} = 0,81 \cdot 3968,35 = 3214,36 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

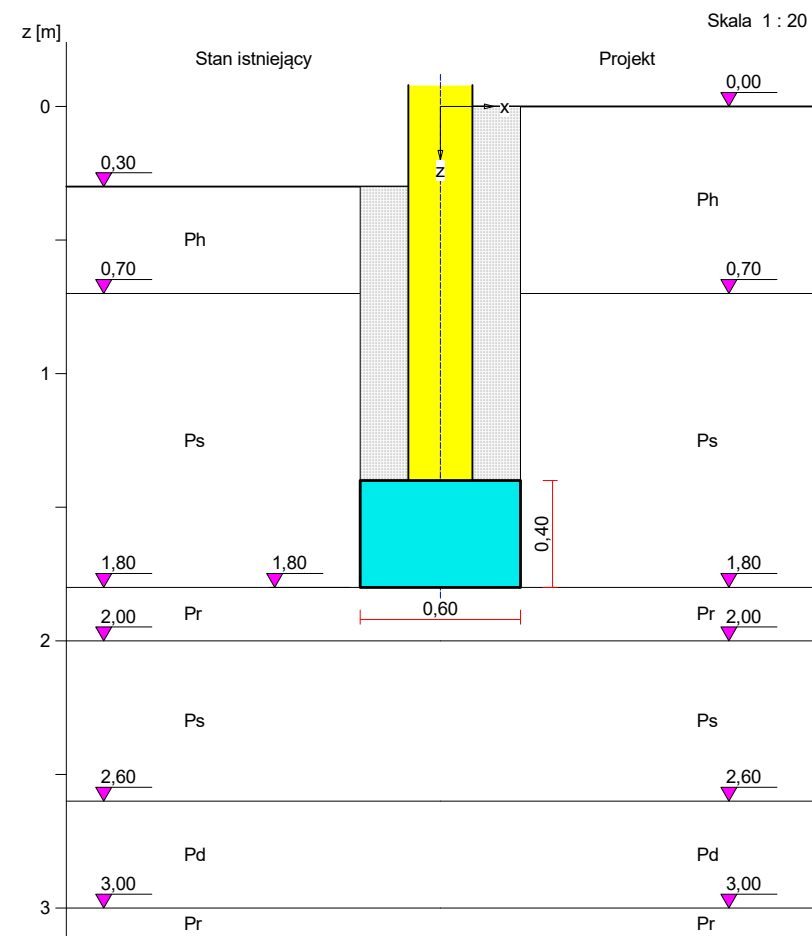
Poz. 6.03. – Ława fundamentowa

Poz.6.03. Ława fundamentowa

RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [KN/m3]	SZEROKOŚĆ [m]	WYSOKOŚĆ [m]	OBC. CHAR. [KN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [KN/m]
Obciążenia ze ściany						
- ściana z pustaków ceram. 25cm	13,50	0,25	0,90	3,04	1,2	3,65
- wieniec W-02 25x40cm	25,00	0,25	0,40	2,50	1,1	2,75
- ściana z pustaków ceram. 25cm	13,50	0,25	3,67	12,39	1,2	14,86
- ściana fund. z bloczków bet. 25cm	24,00	0,25	1,17	7,02	1,2	8,42
- izolacja termiczna ścian 18cm	2,00	0,18	4,81	1,73	1,2	2,08
- tynk wew. cem-wap. 1,5cm	23,00	0,02	3,50	1,21	1,3	1,57
- izolacja term. ścian fund. 15cm	2,00	0,15	1,41	1,15	1,2	1,38
- tynk zewnętrzny	23,00	0,01	5,26	1,21	1,3	1,57
Razem =				30,24	1,20	36,28

RODZAJ OBCIĄŻENIA	OBC. CHAR. [KN/m3]	ROZPIĘTOŚĆ [m]	OBC. CHAR. [KN/m]	WSP. OBC.	OBC. OBL. [KN/m]
Obciążenia stałe ze stropodachu					
- papa	0,30	5,40	0,50	0,81	0,97
- wełna min. twarda 25cm+kliny spadk.	0,70	5,40	0,50	1,89	0,80
- strop gęstożebrowy Teriva 6,0	4,00	5,40	0,50	10,80	5,52
- instalacje podwieszone	0,20	5,40	0,50	0,54	0,27
- tynk cem. - wap.	0,35	5,40	0,50	0,93	0,50
- sufit podwieszany	0,35	5,40	0,50	0,95	0,43
Razem =			15,92	0,53	8,49
Obciążenia zmienne ze stropodachu					
- śnieg	2,00	5,40	0,50	5,40	8,10
Razem =			5,40	1,50	8,10

Nazwa fundamentu: Poz.6.03 Ława fundamentowa



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący $z_i = 0,30$ m, projektowany $z_p = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom	Grubość	Nazwa gruntu	Poz. wody	I_D/I_L	Stopień
-----	--------	---------	--------------	-----------	-----------	---------

	stropu [m]	warstwy [m]		gruntowej [m]		wilgotn.
1	0,30	0,40	Piasek próchniczny	brak wody	0,20	m.wilg.
2	0,70	1,10	Piasek średni	brak wody	0,40	m.wilg.
3	1,80	0,20	Piasek gruby	brak wody	0,40	m.wilg.
4	2,00	0,60	Piasek średni	brak wody	0,40	m.wilg.
5	2,60	0,40	Piasek drobny	brak wody	0,40	m.wilg.
6	3,00	nieokreśl.	Piasek gruby	brak wody	0,40	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: **ściana**

Szerokość: $b = 0,24 \text{ m}$, długość: $l = 10,00 \text{ m}$,

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, \quad y_1 = 11,00 \text{ m}, \quad x_2 = 10,00 \text{ m}, \quad y_2 = 11,00 \text{ m},$$

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Poziom redukcji obciążenia: $z_{obc} = 0,00 \text{ m}$.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[—]
1	D+K	52,9	0,0	0,00	1,20

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: 34GS,

Średnica prętów zbrojeniowych: $d_x = 12,0 \text{ mm}$, $d_y = 12,0 \text{ mm}$,

Grubość otuliny: $5,0 \text{ cm}$.

5. Wymiary fundamentu

Poziom posadowienia: $z_f = 1,80 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość: $B = 0,60 \text{ m}$, wysokość: $H = 0,40 \text{ m}$, mimośród: $E = 0,00 \text{ m}$.

6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D+K	1,80	0,28	0,00
	D+K	2,00	0,23	0,00
	D+K	2,60	0,19	0,00
	D+K	3,00	0,12	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,60 \text{ m}$, $L = 10,20 \text{ m}$.

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

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 52,90 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = 0,00 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,80 \text{ m}$,

moment: $M_y = 0,00 \text{ kNm/m}$.

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

siła pionowa: $G = 18,57 \text{ kN/m}$, moment: $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (52,90 + 18,57) \cdot 10,20 = 728,69 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-52,90 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 10,20 = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 728,69 = 0,00 \text{ m}.$$

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

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,60 - 2 \cdot 0,00 = 0,60 \text{ m}, \quad L' = L = 10,20 \text{ m}.$$

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

średnia gęstość obl.: $\rho_{D(r)} = 1,46 \text{ t/m}^3$, min. wysokość: $D_{\min} = 1,80 \text{ m}$,

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,46 \cdot 9,81 \cdot 1,80 = 25,78 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 29,16^\circ, \quad \text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa},$$

$$N_B = 6,59 \quad N_C = 28,21, \quad N_D = 16,74.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 10,20 / 728,69 = 0,0000, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,5580 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,70 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 15,01 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,02, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,09$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{NB} = B' L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 3231,92 \text{ kN}.$$

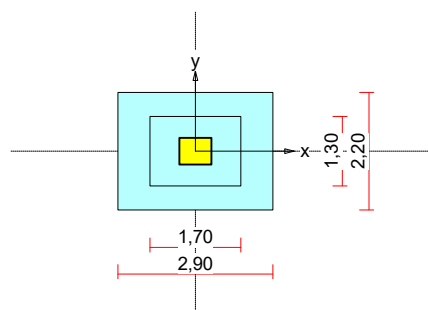
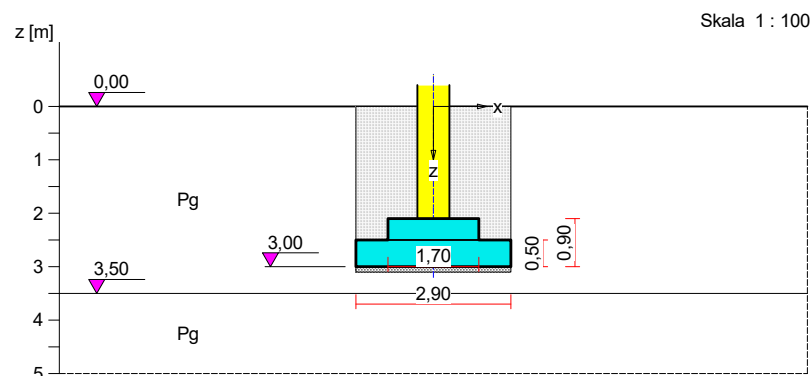
Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 728,69 \text{ kN} < m \cdot Q_{NB} = 0,81 \cdot 3231,92 = 2617,85 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Poz. 7.01. – Stopa fundamentowa

Nazwa fundamentu: Poz. 7.01.



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	3,50	Piasek gliniasty	brak wody	0,20	m.wilg.
2	3,50	nieokreśl.	Piasek gliniasty	brak wody	0,20	m.wilg.

1.3. Zasyпка

Ciężar objętościowy: $\gamma_z \text{ char} = 20,00$ kN/m³, współcz. obciążenia: $\gamma_{zf} = 1,20$.

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,60$ m, $l = 0,50$ 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

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]	γ [-]
1	D	327,7	-16,1	0,0	0,00	-110,40	1,20
2	D	235,7	-16,1	0,0	0,00	-110,40	1,20
3	D	313,6	23,0	0,0	0,00	133,60	1,20
4	D	221,5	23,0	0,0	0,00	133,60	1,20
5	D	357,3	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: $z_f = 3,00$ m

Kształt fundamentu: **jedno-schodkowy**

Wymiary podstawy: $B_x = 2,90$ m, $B_{x0} = 1,70$ m,

$B_y = 2,20$ m, $B_{y0} = 1,30$ m,

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

Mimośrod: $E_x = 0,00$ 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	3,00	0,12	0,37
	D	3,50	0,11	0,34
2	D	3,00	0,11	0,42
	D	3,50	0,10	0,38
3	D	3,00	0,13	0,48
	D	3,50	0,11	0,44
* 4	D	3,00	0,11	0,54
	D	3,50	0,10	0,50
5	D	3,00	0,11	0,00
	D	3,50	0,10	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 4

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 2,90$ m, $B_y = 2,20$ m.

Poziom posadowienia: $H = 3,00$ m.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 221,50$ kN, mimośrodowo wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,
 siła pozioma: $H_x = 23,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,95$ m,
 siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,95$ m,
 momenty: $M_x = 0,00$ kNm, $M_y = 133,60$ kNm.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 456,37$ kN/m, momenty: $M_{Gx} = 0,00$ kNm/m, $M_{Gy} = 0,00$ kNm/m.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 221,50 + 456,37 = 677,87 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 221,50 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -221,50 \cdot 0,00 + 23,00 \cdot 1,95 + 133,60 + (0,00) = 178,45 \text{ kNm.}$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 178,45/677,87 = 0,26 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/677,87 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,091 + 0,000 = 0,091 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 2,90 - 2 \cdot 0,26 = 2,37 \text{ m, } B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 2,20 - 2 \cdot 0,00 = 2,20 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,93 \text{ t/m}^3, \text{ min. wysokość: } D_{\min} = 3,00 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,93 \cdot 9,81 \cdot 3,00 = 56,95 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 21,50 \cdot 0,90 = 19,35^\circ, \text{ spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 35,37 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 1,32 \quad N_C = 14,24, \quad N_D = 6,00.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 23,00/677,87 = 0,03, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0339/0,3512 = 0,097,$$

$$i_{Bx} = 0,90, \quad i_{Cx} = 0,94, \quad i_{Dx} = 0,95.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/677,87 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,3512 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,15 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,98 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y'/B_x' = 0,77, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y'/B_x' = 1,28, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y'/B_x' = 2,39$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{NBx} = B_x' \cdot B_y' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 7422,54 \text{ kN.}$$

$$Q_{NBy} = B_x' \cdot B_y' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 7847,53 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 677,87 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{NBx}, Q_{NBy}) = 0,81 \cdot 7422,54 = 6012,26 \text{ kN.}$$

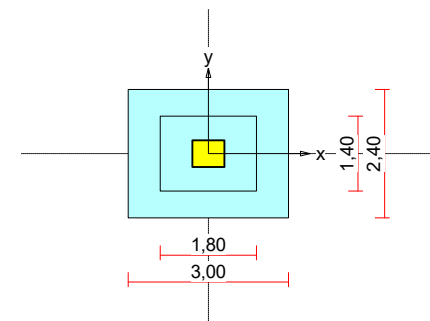
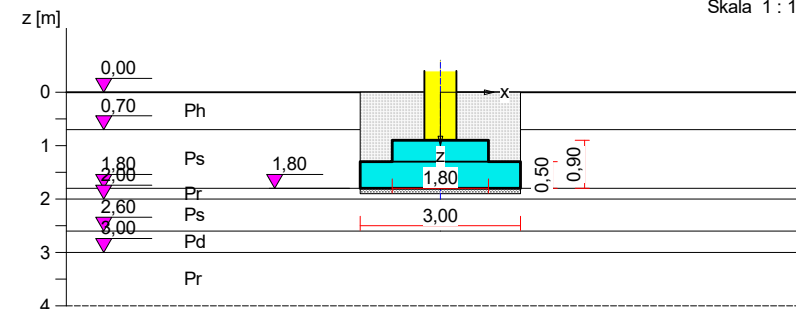
Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Poz. 7.03. – Stopa fundamentowa

FUNDAMENT 3. STOPA PROSTOKĄTNA

Nazwa fundamentu: Poz. 7.03.

Skala 1 : 100



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący $z_i = 0,00$ m, projektowany $z_p = 0,00$ 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	0,70	Piasek próchniczy	brak wody	0,20	m.wilg.
2	0,70	1,10	Piasek średni	brak wody	0,40	m.wilg.
3	1,80	0,20	Piasek gruby	brak wody	0,40	m.wilg.
4	2,00	0,60	Piasek średni	brak wody	0,40	m.wilg.
5	2,60	0,40	Piasek drobny	brak wody	0,40	m.wilg.
6	3,00	nieokreśl.	Piasek gruby	brak wody	0,40	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: $b = 0,60 \text{ m}$, $l = 0,50 \text{ m}$,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 18,00 \text{ m}$, $y_0 = 0,00 \text{ m}$,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Poziom przyłożenia obciążenia: $Z_{obc} = 0,00 \text{ m}$.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H _x	H _y	M _x	M _y	γ
	obciążenia	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	299,3	-31,8	0,0	0,00	-156,60	1,20
2	D	207,3	-31,8	0,0	0,00	-156,60	1,20
3	D	313,5	23,9	0,0	0,00	145,50	1,20
4	D	221,4	23,9	0,0	0,00	145,50	1,20
5	D	343,1	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: $z_f = 1,80 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **jedno-schodkowy**

Wymiary podstawy: $B_x = 3,00 \text{ m}$, $B_{x0} = 1,80 \text{ m}$,

$B_y = 2,40 \text{ m}$, $B_{y0} = 1,40 \text{ m}$,

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	1,80	0,12	0,69
	D	2,00	0,11	0,67
	D	2,60	0,10	0,59
	D	3,00	0,07	0,54
* 2	D	1,80	0,12	0,81
	D	2,00	0,10	0,78
	D	2,60	0,10	0,67
	D	3,00	0,07	0,61
3	D	1,80	0,12	0,60
	D	2,00	0,10	0,57
	D	2,60	0,10	0,50
	D	3,00	0,07	0,46

4	D	1,80	0,11	0,70
	D	2,00	0,10	0,67
	D	2,60	0,09	0,57
	D	3,00	0,06	0,51
5	D	1,80	0,10	0,00
	D	2,00	0,09	0,00
	D	2,60	0,09	0,00
	D	3,00	0,06	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 2

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 3,00 \text{ m}$, $B_y = 2,40 \text{ m}$.

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

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 207,30 \text{ kN}$, mimośrody wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = -31,80 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,80 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_y = 0,00 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,80 \text{ m}$,

momenty: $M_x = 0,00 \text{ kNm}$, $M_y = -156,60 \text{ kNm}$.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 318,28 \text{ kN/m}$, momenty: $M_{Gx} = 0,00 \text{ kNm/m}$, $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$N_r = N + G = 207,30 + 318,28 = 525,58 \text{ kN}$.

Momenty względem środka podstawy:

$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 207,30 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}$.

$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -207,30 \cdot 0,00 + (-31,80) \cdot 1,80 + (-156,60) + 0,00 = -213,84 \text{ kNm}$.

Mimośrody sił względem środka podstawy:

$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 213,84/525,58 = 0,41 \text{ m}$,

$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/525,58 = 0,00 \text{ m}$.

$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,136 + 0,000 = 0,136 \text{ m} < 0,167$.

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 3,00 - 2 \cdot 0,41 = 2,19 \text{ m}$, $B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 2,40 - 2 \cdot 0,00 = 2,40 \text{ m}$.

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

średnia gęstość obl.: $\rho_{D(r)} = 1,46 \text{ t/m}^3$, min. wysokość: $D_{\min} = 1,80 \text{ m}$,

obciążenie: $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,46 \cdot 9,81 \cdot 1,80 = 25,78 \text{ kPa}$.

Współczynniki nośności podłoża:

kąt tarcia wewn.: $\Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 32,40 \cdot 0,90 = 29,16^\circ$, spójność: $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$,

$N_B = 6,59$, $N_C = 28,21$, $N_D = 16,74$.

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 31,80/525,58 = 0,06$, $\text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0605/0,5580 = 0,108$,

$i_{Bx} = 0,81$, $i_{Cx} = 0,89$, $i_{Dx} = 0,89$.

$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/525,58 = 0,00$, $\text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5580 = 0,000$,

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,69 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,94 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y / B_x' = 0,77, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y / B_x' = 1,27, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y / B_x' = 2,37$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{NBx} = B_x' B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 5503,52 \text{ kN}.$$

$$Q_{NBy} = B_x' B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 6315,37 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 525,58 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{NBx}, Q_{NBy}) = 0,81 \cdot 5503,52 = 4457,85 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.