OBLICZENIA STATYCZNO – WYTRZYMAŁOŚCIOWE

I. OBCIĄŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ KONSTRUKCJI

1. Obciążenie śniegiem

- dla zestawienia obciążeń na połać dachową przyjęto IV strefę obciążenia śniegiem zgodnie z PN-80/B-02010 + Az1 Wartość obciążenia charakterystycznego śniegiem Qk=1,60 kN/m^2. W obciążeniu śniegiem uwzględniono współczynnik 1,5.

2. Obciążenie wiatrem

- dla zestawienia obciążeń na połać dachową i ściany przyjęto I strefę obciążenia wiatrem zgodnie z PN-77/B-02011 dla 99.56m n.p.m. qk=0.30kN/m^2.

3. Obciążenie stałe

- obciążenia stałe przy projektowaniu konstrukcji budynku przyjęto zgodnie z normą PN-82/B-02001 „Obciążenia budowli. Obciążenia stałe". Dla dachu i ścian przyjęto obciążenie stałe ciężarem własnym oraz warstwami.

4. Obciążenie zmienne

- obciążenia zmienne przy projektowaniu konstrukcji budynku przyjęto zgodnie z normą PN-82/B-02003 „Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.

II. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ NA STROPODACH - ŻELBETOWY

- Termopiana15cm (150kg/m^3)	0.44	1.2	0.53
- Styrobeton (średnio 35cm) (400kg/m^3)	1.60	1.2	1.92
- Strop żelbetowy 17cm	4.25	1.2	5.10
- Sufit podwieszony G-K	0.30	1.2	0.36
	6.59	**1.2**	**7.91**
- Obciążenie śniegiem IV strefa obciążenia Q_k *C_e =1.60*0.80	1.28	1.5	1.92
- Obciążenie użytkowe	0.70	1.5	1.05
- Obciążenie od urządzeń podwieszonych oraz stojących	1.00	1.3	1.30

2. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ NA STROP PROJEKTOWANY NAD PIWNICĄ

- Płytki ceramiczne 2cm	0.23	1.2	0.27
- Wylewka 4-8cm	1.54	1.2	1.85
- Strop żelbetowy 17cm	4.25	1.2	5.10
- Sufit podwieszony G-K	0.30	1.2	0.36
	6.32	**1.2**	**7.58**
- Obciążenie użytkowe	4.00	1.4	5.60
- Obciążenie zastępcze od ścianek działowych	0.50	1.4	0.70
- Obciążenie zastępcze od urządzeń	0.50	1.4	0.70
- Obciążenie niecki basenowej wodą – głębokość 120cm	12.00	1.3	15.60
- Obciążenie niecki basenowej wodą – głębokość 40cm	4.00	1.3	5.20

3. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ NA DACH - DREWNIANY

- Termopiana18cm (150kg/m^3)	0.27	1.2	0.32
- Blacha trapezowa z wypełnieniem fałd wełną szklaną	1.50	1.2	1.80
- Konstrukcja drewniana		wg programu	
- Wełna mineralna 50mm	0.10	1.2	0.12
- Sufit podwieszony HERADESIGN FINE – 25mm	0.15	1.2	0.18
	2.02	**1.2**	**2.42**
- Obciążenie śniegiem IV strefa obciążenia Q_k *C_e =1.60*0.80	1.28	1.5	1.92
- Obciążenie użytkowe	0.50	1.3	0.65
- Obciążenie od urządzeń podwieszonych oraz stojących	0.50	1.3	0.65

III. STROPODACH ŻELBETOWY

1.1. Dane płyt

Symbol	Grubość	Materiał
1	170mm	C25/30

1.2. Dane żeber

Symbol	Przekrój	Materiał
1	1800x300mm	C25/30
2	600x400mm	C25/30
3	600x400mm	C25/30
4	300x300mm	C25/30
5	300x300mm	C25/30
6	700x400mm	C25/30
7	700x400mm	C25/30
8	700x400mm	C25/30
9	1800x300mm	C25/30
10	300x300mm	C25/30
11	300x300mm	C25/30
12	300x300mm	C25/30
13	300x300mm	C25/30

1.3. Dane słupów

Symbol	Przekrój	Materiał	Typ połączenia
1	D=400mm	C25/30	przegubowe
2	D=400mm	C25/30	przegubowe
3	D=400mm	C25/30	przegubowe
4	400x300mm	C25/30	przegubowe
5	400x300mm	C25/30	przegubowe
6	D=400mm	C25/30	przegubowe
7	D=400mm	C25/30	przegubowe
8	D=400mm	C25/30	przegubowe
9	D=300mm	C25/30	przegubowe
10	D=300mm	C25/30	przegubowe
11	D=300mm	C25/30	przegubowe
12	D=300mm	C25/30	przegubowe
13	300x400mm	C25/30	przegubowe
14	300x400mm	C25/30	przegubowe

15	400x300mm	C25/30	przegubowe
16	400x300mm	C25/30	przegubowe

1.4. Model konstrukcyjny

beton C25/30

Wytrzymałość gwarantowana na ściskanie	$f^{G}_{c,cube}$ =	30 MPa
Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie	f_{cd} =	16,67 MPa
Moduł Younga	E =	31,48 GPa
Współczynnik Poissona	ν =	0,20
Współczynnik rozszerzalności term.	α_T =	0,000010 1/K
Gęstość	ρ =	2500 kg/m3

stal A-IIIN

Obliczeniowa granica plastyczności	f_{yd} =	420 MPa
Moduł Younga	E =	200 GPa
Gęstość	ρ =	7810 kg/m3

1.6. Grupy obciążeń

Symbol	Nazwa	Rodzaj	Znaczenie	γ_{f1}	γ_{f2}	ψ_d
c.w.	ciężar własny	stałe		1,1	1	1
A	Stałe	stałe		1,1	1	1
B	Śnieg + użytkowe	zmienne	1	1,5		1
C	Zmienne urządzenia	zmienne	1	1,3		1

1.7. Lista obciążeń

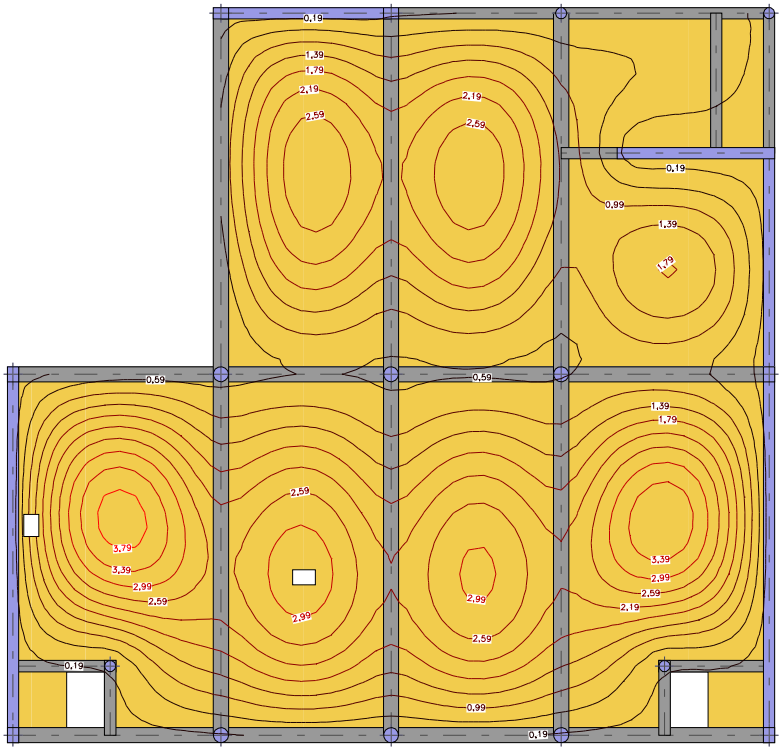
Lp.	Grupa	Rodzaj	γ_{f1}	γ_{f2}	Wartość obc.	Współrzędne

1	A	cała płyta	1,1	1	2,34kN/m2	płyta "1"
2	B	cała płyta	1,5	1	2,00kN/m2	płyta "1"
3	C	cała płyta	1,3	1	1,00kN/m2	płyta "1"

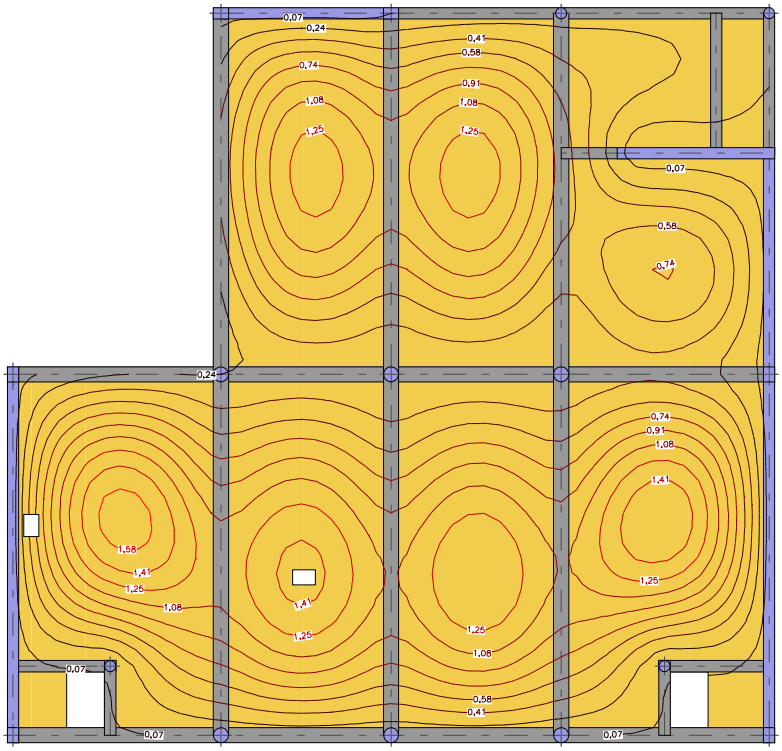
2. Analiza

2.1. Płyty - przemieszczenia w

Wartości maksymalne [mm] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200

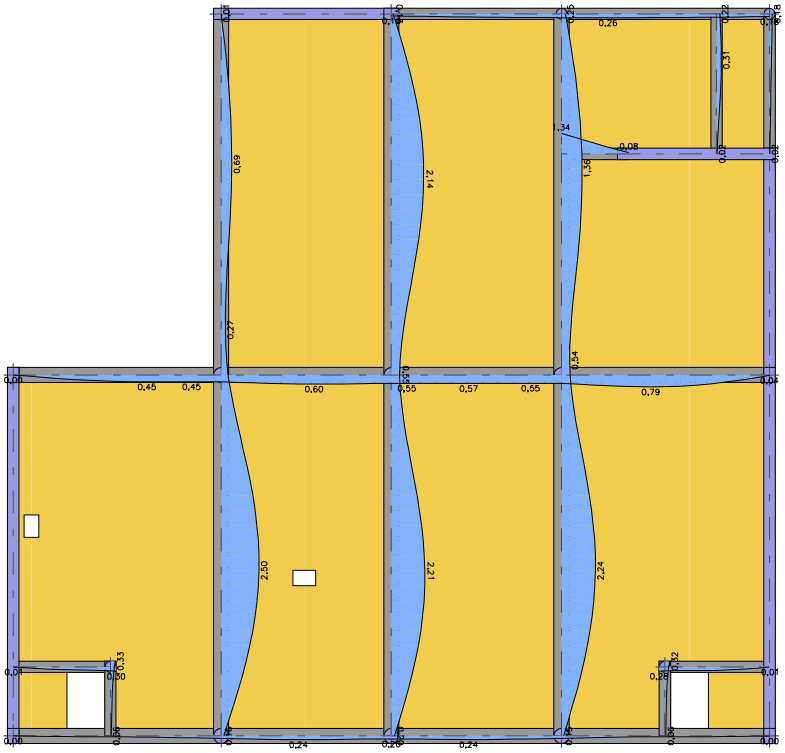


Wartości minimalne [mm] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200



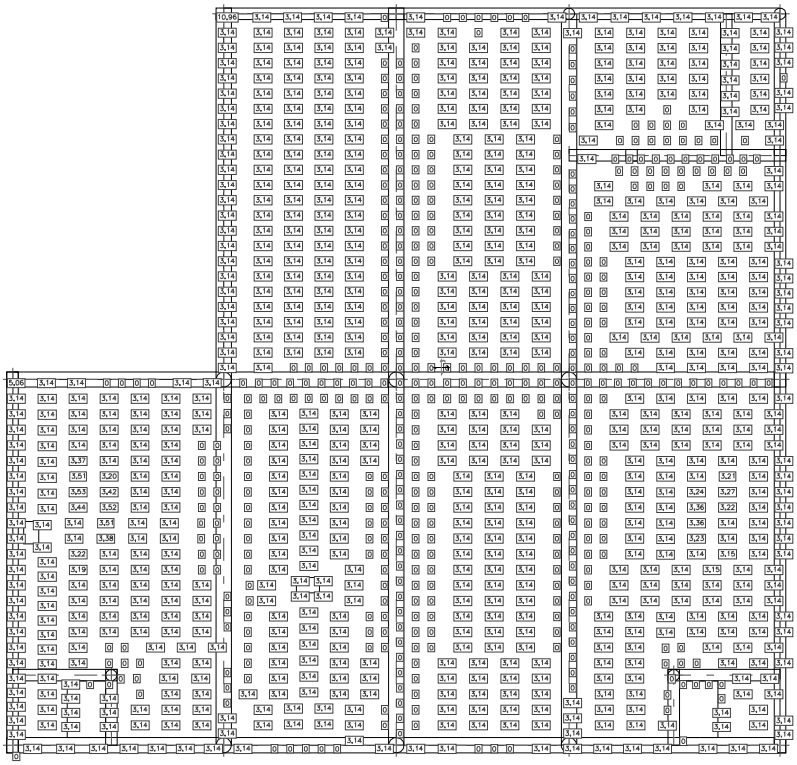
2.3. Żebra - przemieszczenia w

Wartości maksymalne [mm] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200

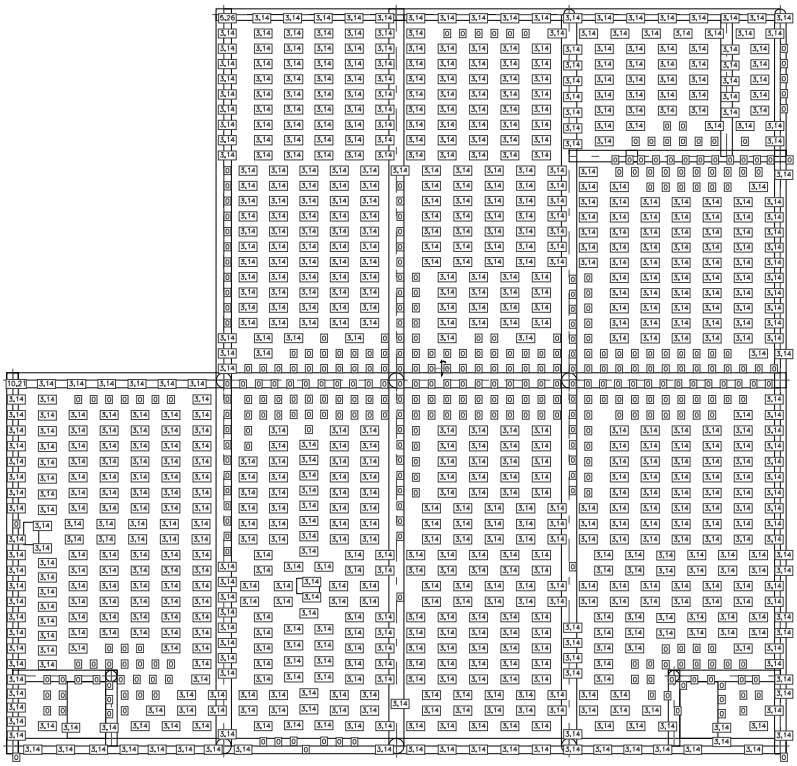


3.1. Zbrojenie obliczone w płytach

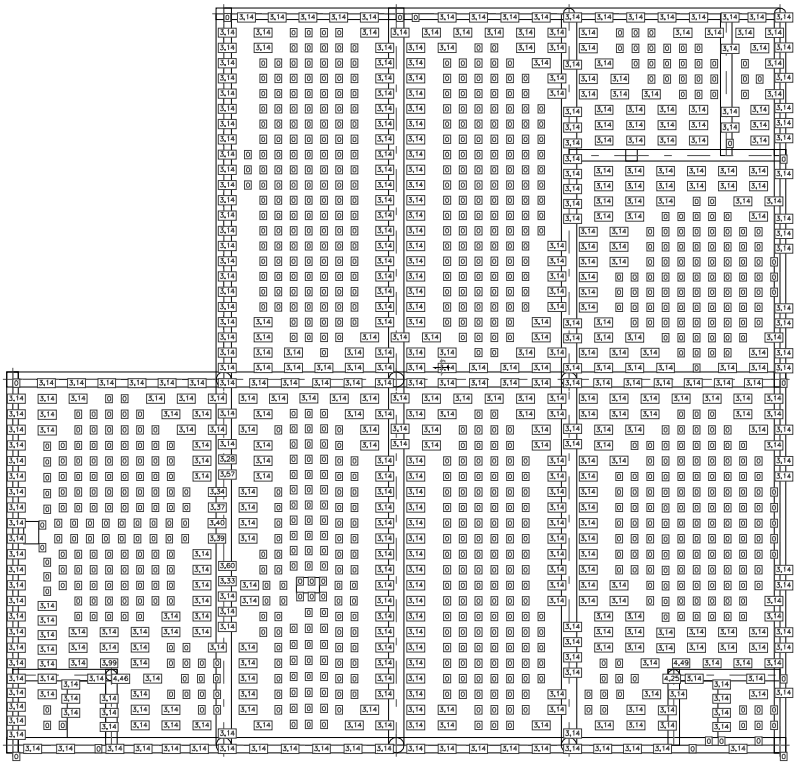
Zbrojenie dolne - kierunek 1 [cm2/mb] Skala rys. 1:200



Zbrojenie dolne - kierunek 2 [cm2/mb] Skala rys. 1:200

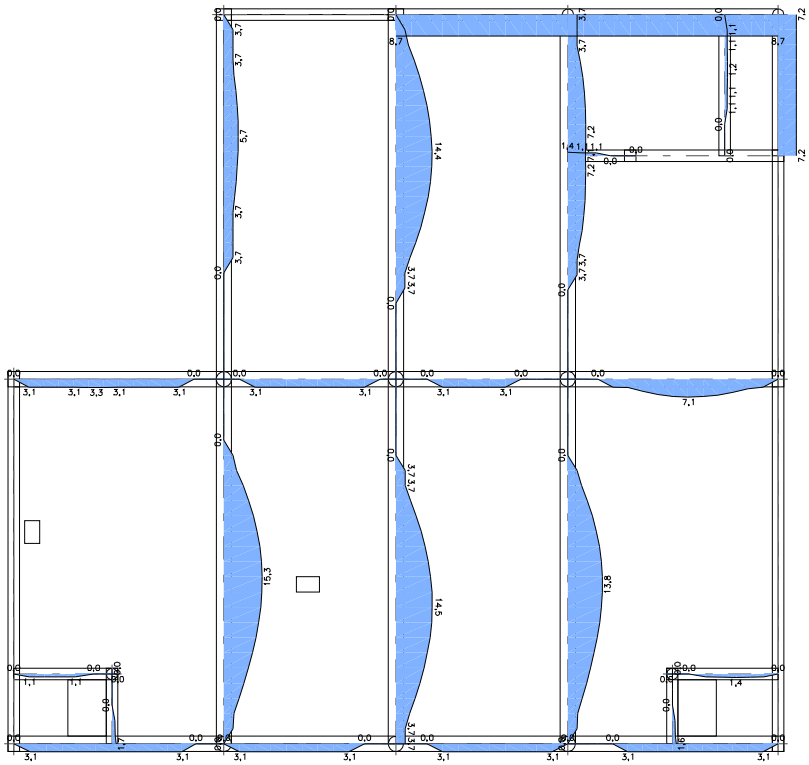


Zbrojenie górne - kierunek 1 [cm2/mb] Skala rys. 1:200

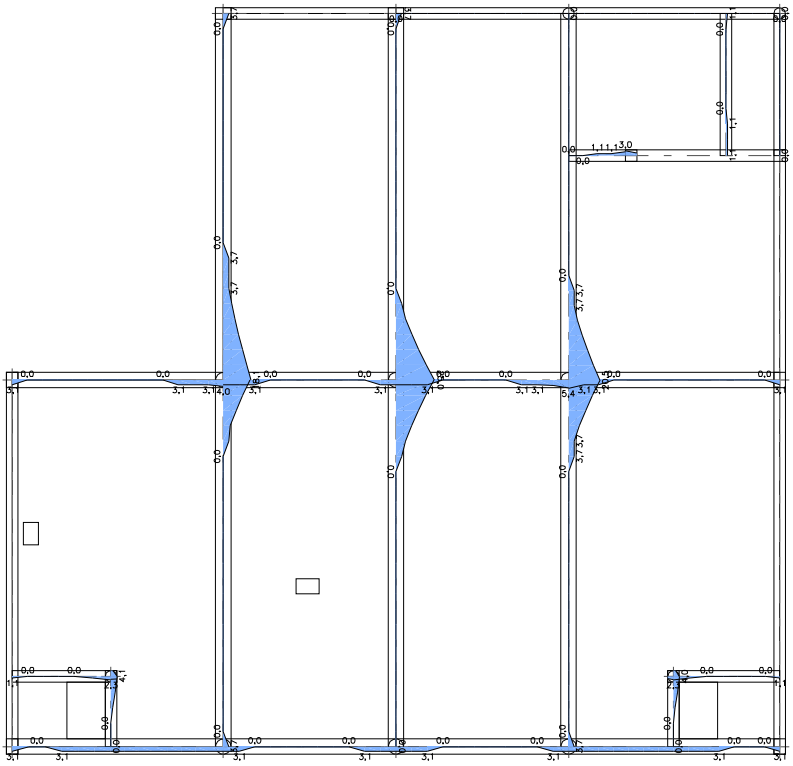


3. Zbrojenie żeber

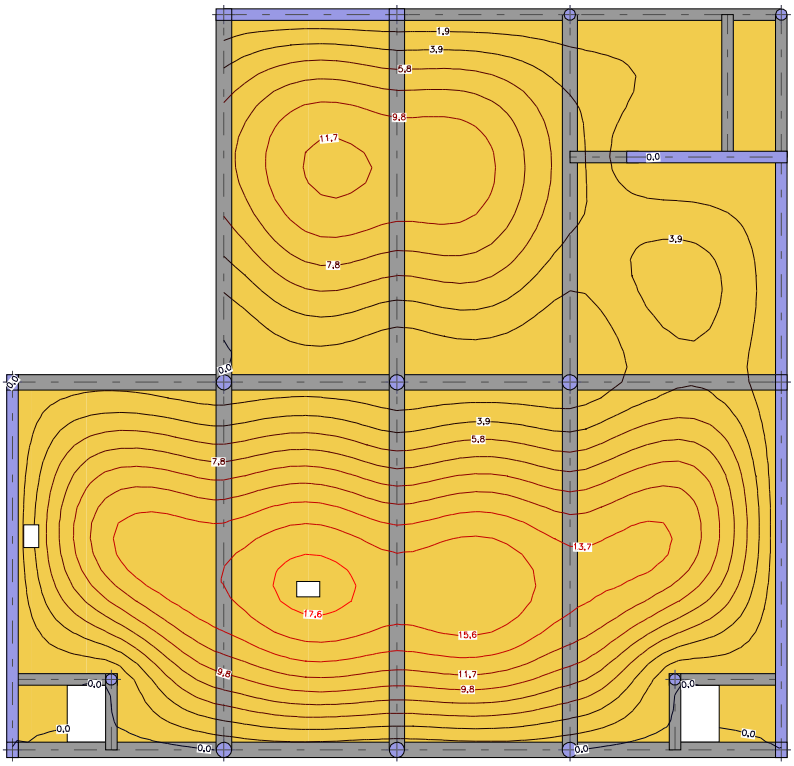
Zbrojenie dolne [cm2]



Zbrojenie górne [cm2]

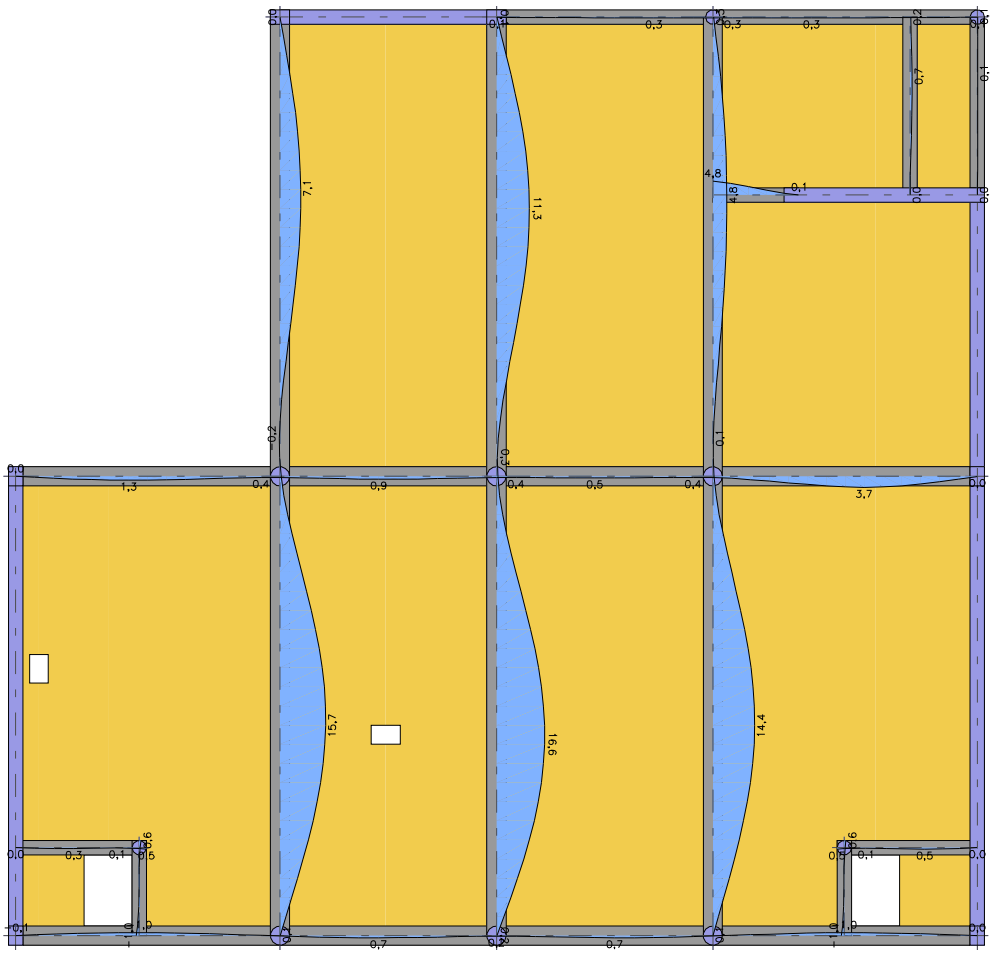


[mm] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C)



4. Płyty - SGU - przemieszczenia

[mm] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C) Skala rys. 1:200



IV. STROP NAD PIWNICĄ

1.1. Dane płyt

Symbol	Grubość	Materiał
1	170mm	C25/30
2	170mm	C25/30

1.2. Dane żeber

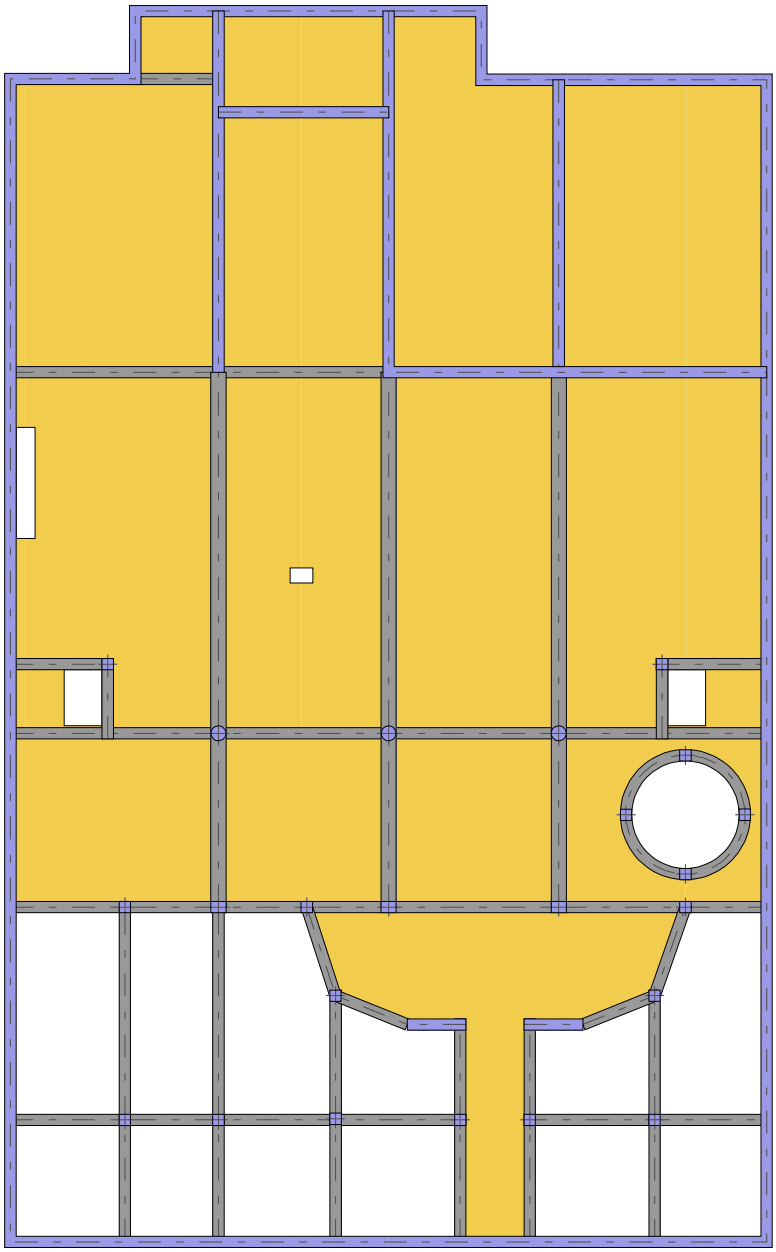
Symbol	Przekrój	Materiał
1	600x300mm	C25/30
2	1690x300mm	C25/30
3	1690x300mm	C25/30
4	650x300mm	C25/30
5	450x300mm	C25/30
6	300x300mm	C25/30
7	300x300mm	C25/30
8	700x400mm	C25/30

9	700x400mm	C25/30
10	700x400mm	C25/30
11	650x300mm	C25/30
12	650x300mm	C25/30
13	650x300mm	C25/30
14	650x300mm	C25/30
15	650x300mm	C25/30
16	650x300mm	C25/30
17	1690x300mm	C25/30
18	1690x300mm	C25/30
19	550x300mm	C25/30
20	300x300mm	C25/30
21	300x300mm	C25/30
22	300x300mm	C25/30

1.3. Dane słupów

Symbol	Przekrój	Materiał	Typ połączenia
1	D=400mm	C25/30	przegubowe
2	D=400mm	C25/30	przegubowe
3	D=400mm	C25/30	przegubowe
4	300x400mm	C25/30	przegubowe
5	300x400mm	C25/30	przegubowe
6	300x400mm	C25/30	przegubowe
7	300x300mm	C25/30	przegubowe
8	300x300mm	C25/30	przegubowe
9	300x300mm	C25/30	przegubowe
10	300x300mm	C25/30	przegubowe
11	300x300mm	C25/30	przegubowe
12	300x300mm	C25/30	przegubowe
13	300x300mm	C25/30	przegubowe
14	300x300mm	C25/30	przegubowe
15	300x300mm	C25/30	przegubowe
16	300x300mm	C25/30	przegubowe
17	300x300mm	C25/30	przegubowe
18	300x300mm	C25/30	przegubowe
19	300x300mm	C25/30	przegubowe
20	300x300mm	C25/30	przegubowe
21	300x300mm	C25/30	przegubowe
22	300x300mm	C25/30	przegubowe
23	300x300mm	C25/30	przegubowe

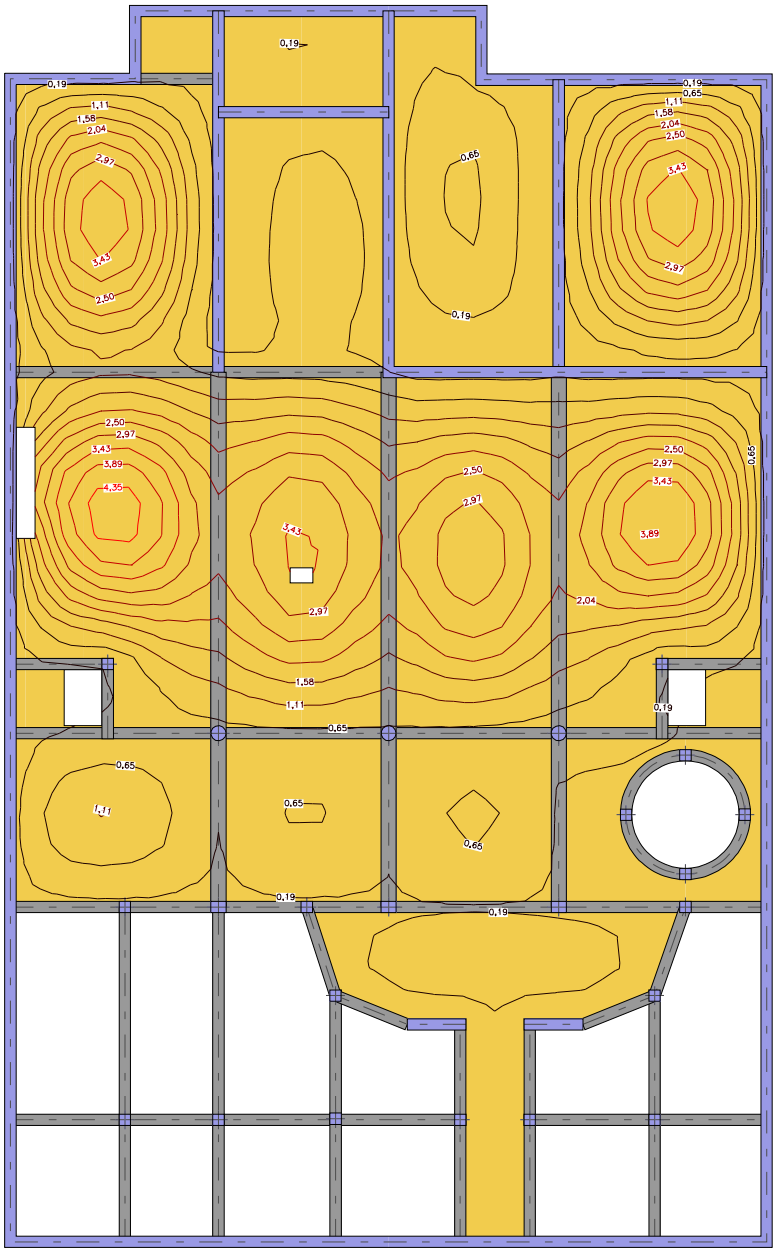
1.4. Model konstrukcyjny



2. Analiza

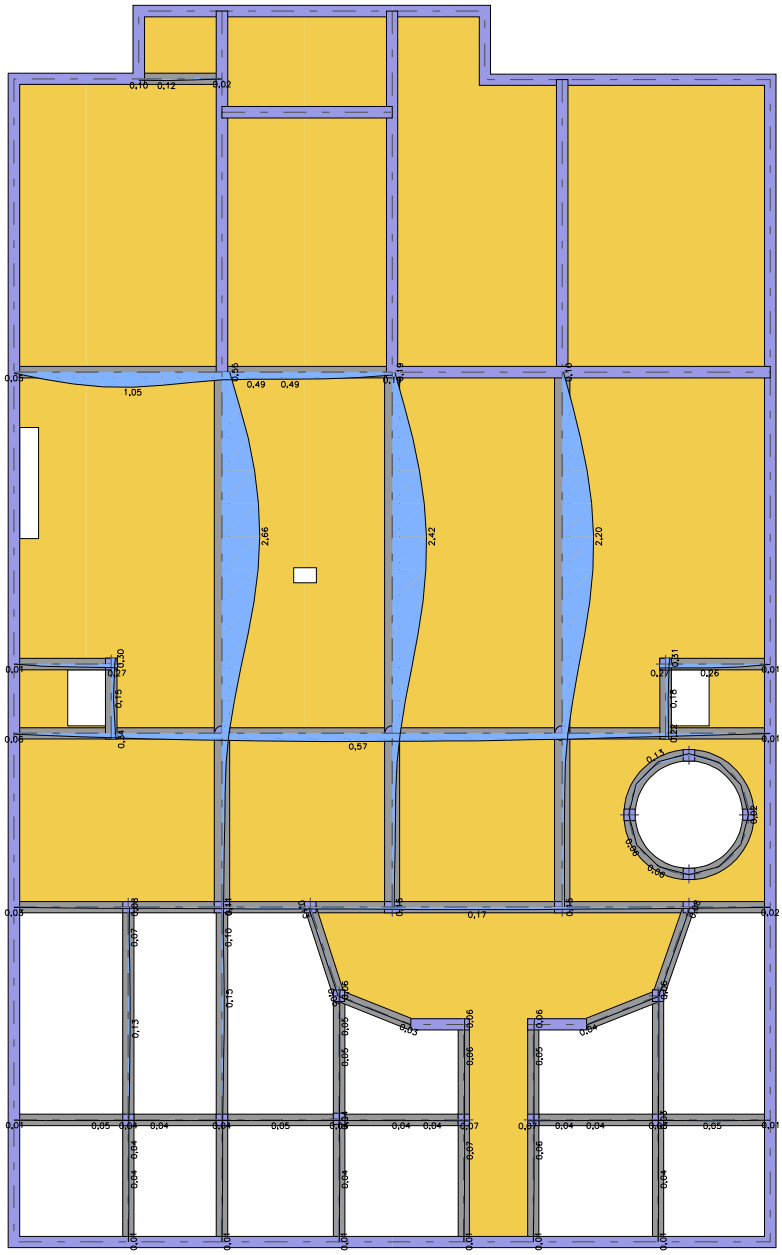
2.1. Płyty - przemieszczenia w

Wartości maksymalne [mm] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200



2.3. Żebra - przemieszczenia w

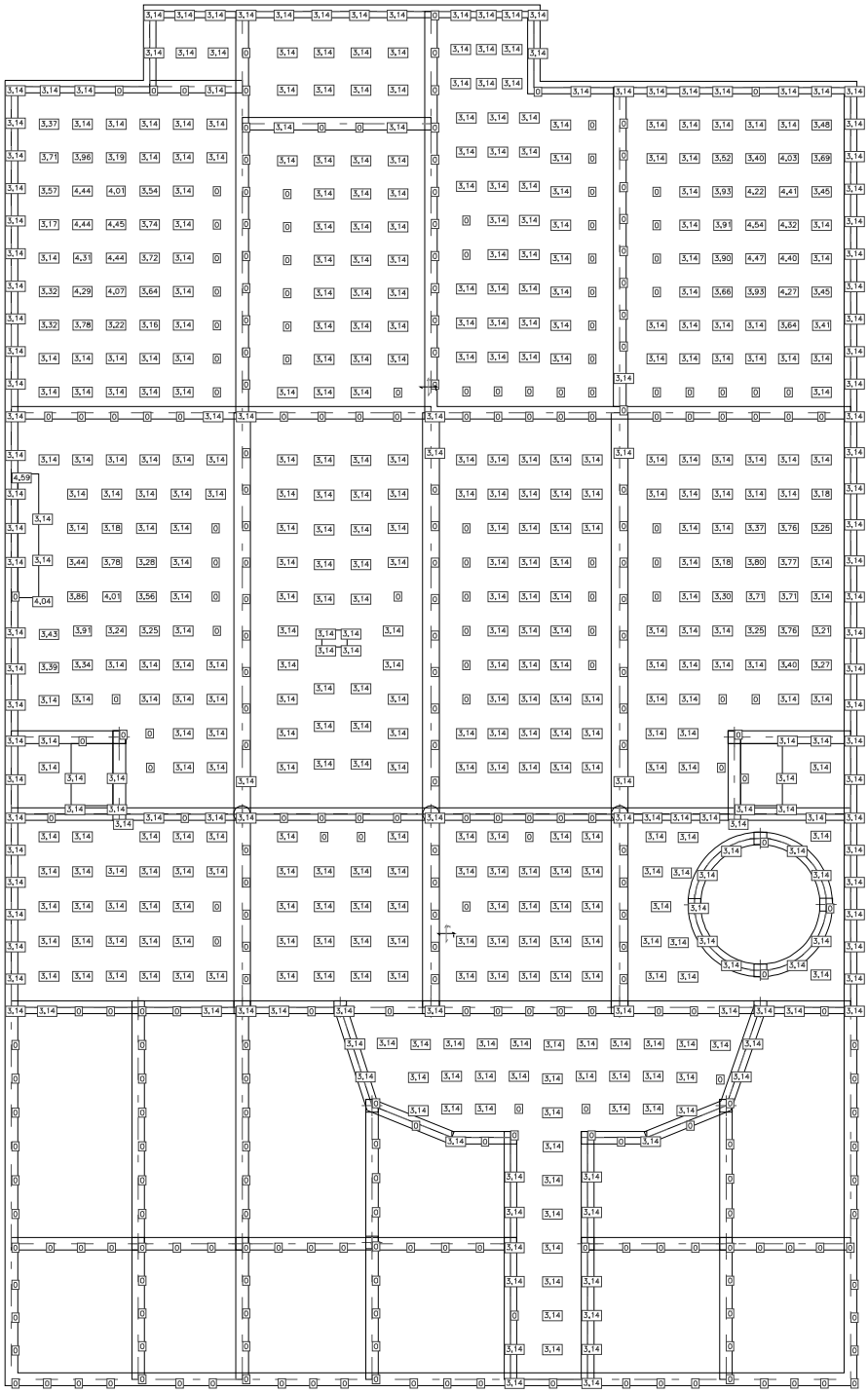
Wartości maksymalne [mm] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200



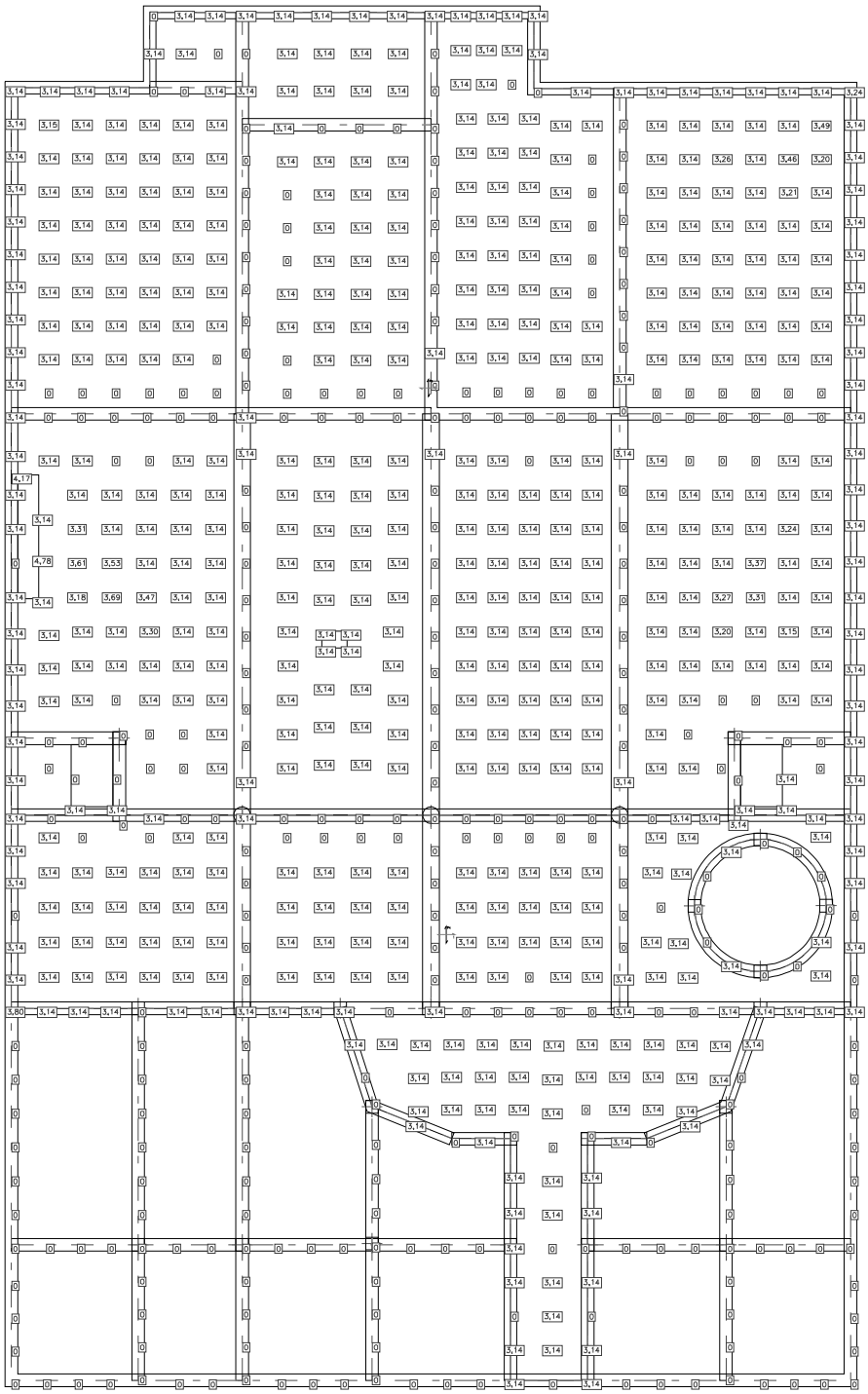
Wymiarowanie (wg PN-EN 1992:2005)

3.1. Zbrojenie obliczone w płytach

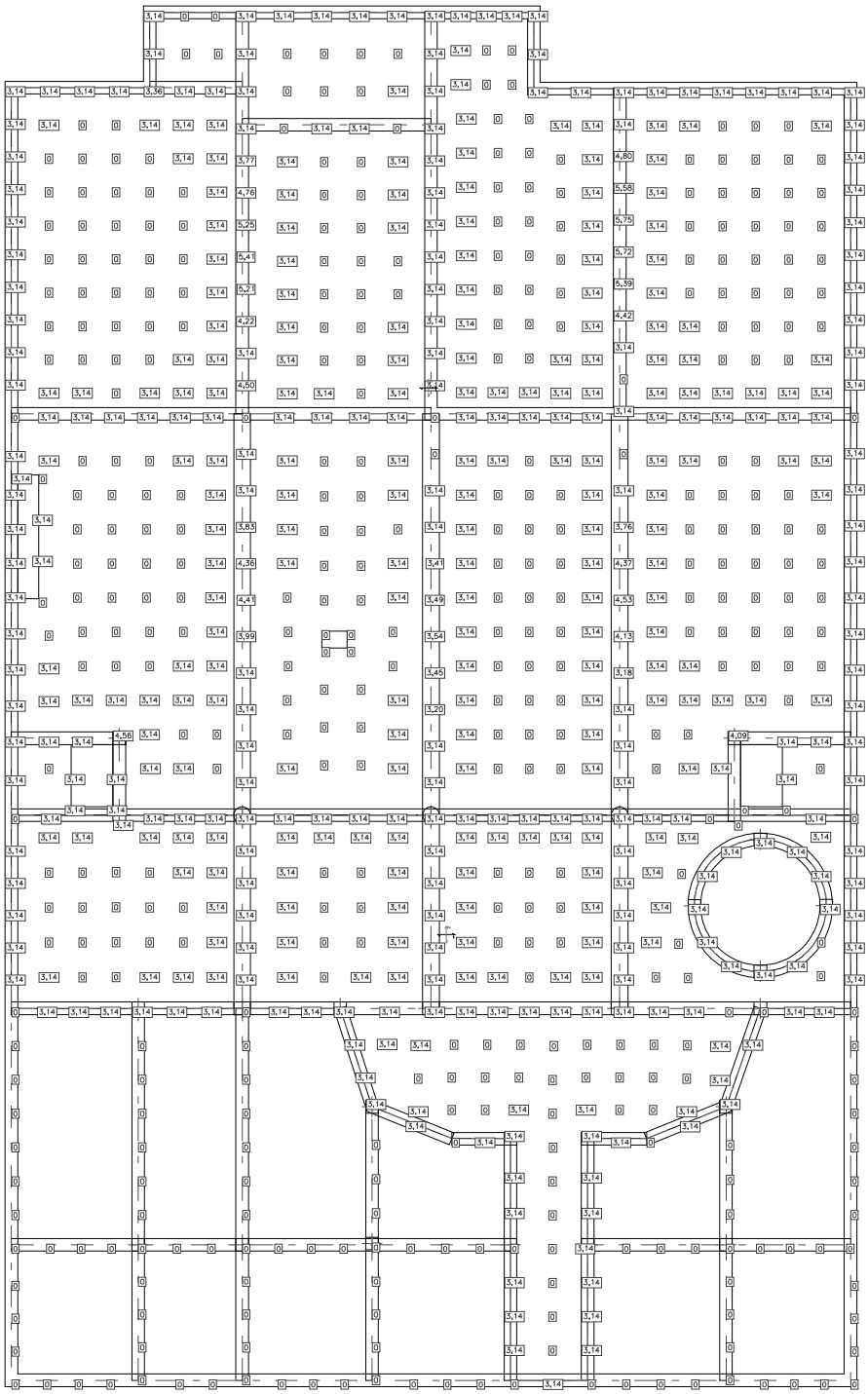
Zbrojenie dolne - kierunek 1 [cm2/mb] Skala rys. 1:200



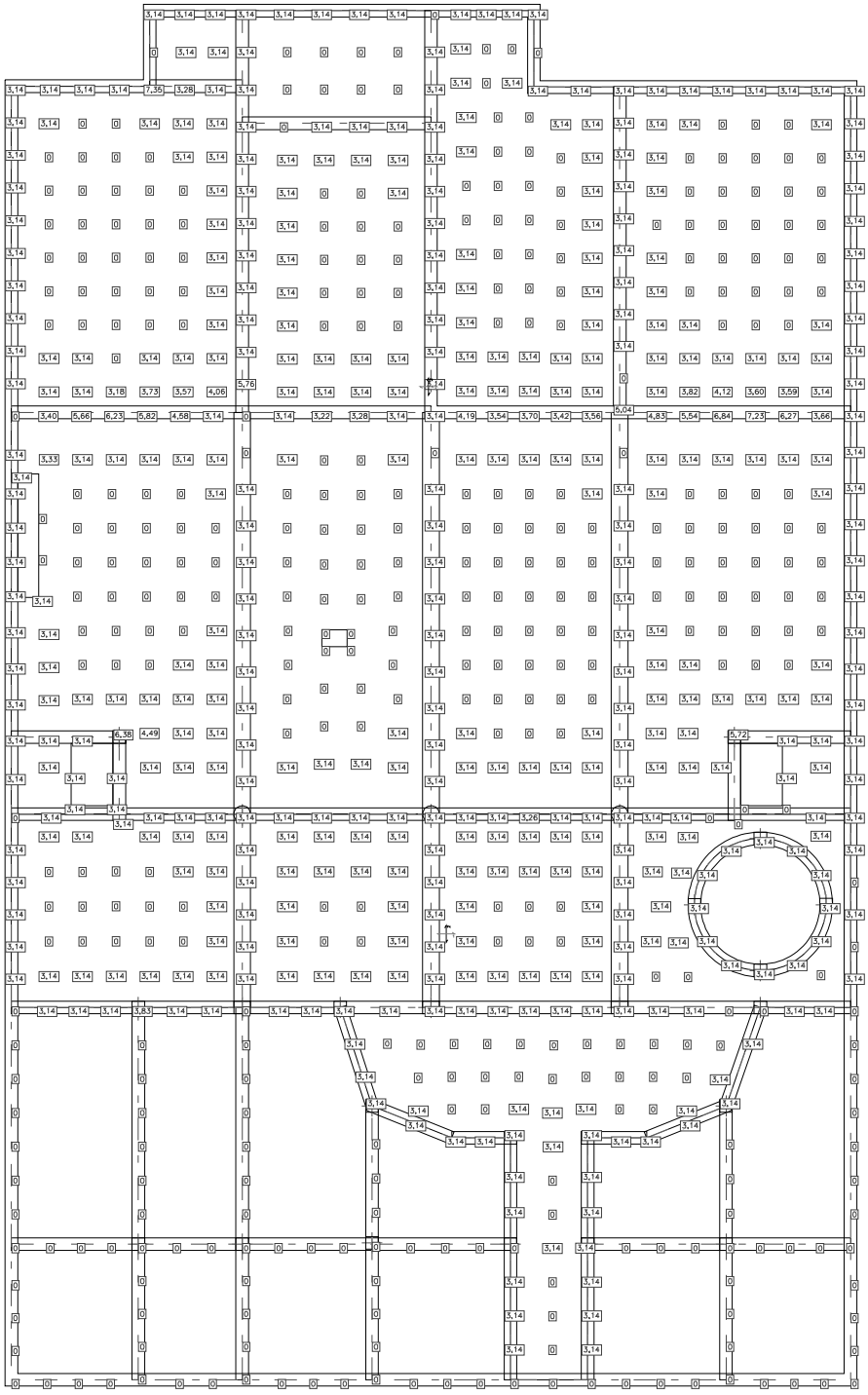
Zbrojenie dolne - kierunek 2 [cm2/mb] Skala rys. 1:200



Zbrojenie górne - kierunek 1 [cm2/mb] Skala rys. 1:200

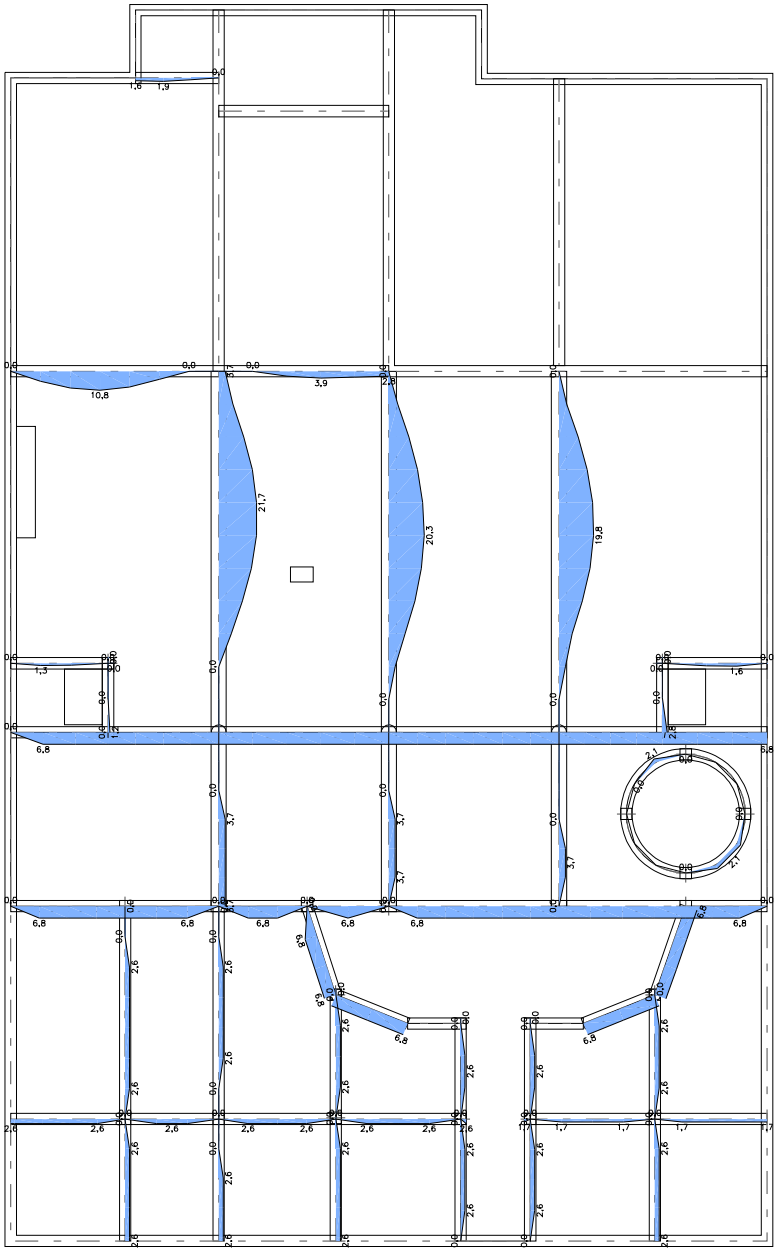


Zbrojenie górne - kierunek 2 [cm2/mb] Skala rys. 1:200

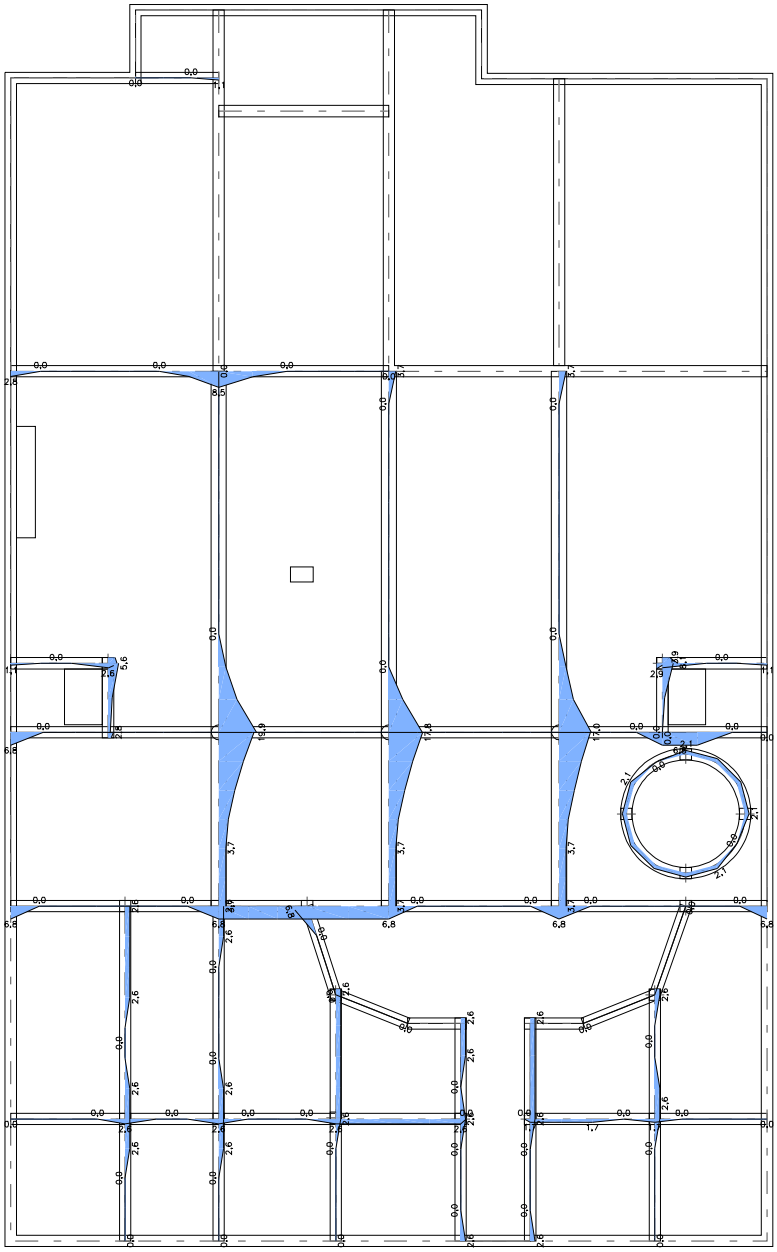


3.3. Wykresy zbrojenia żeber

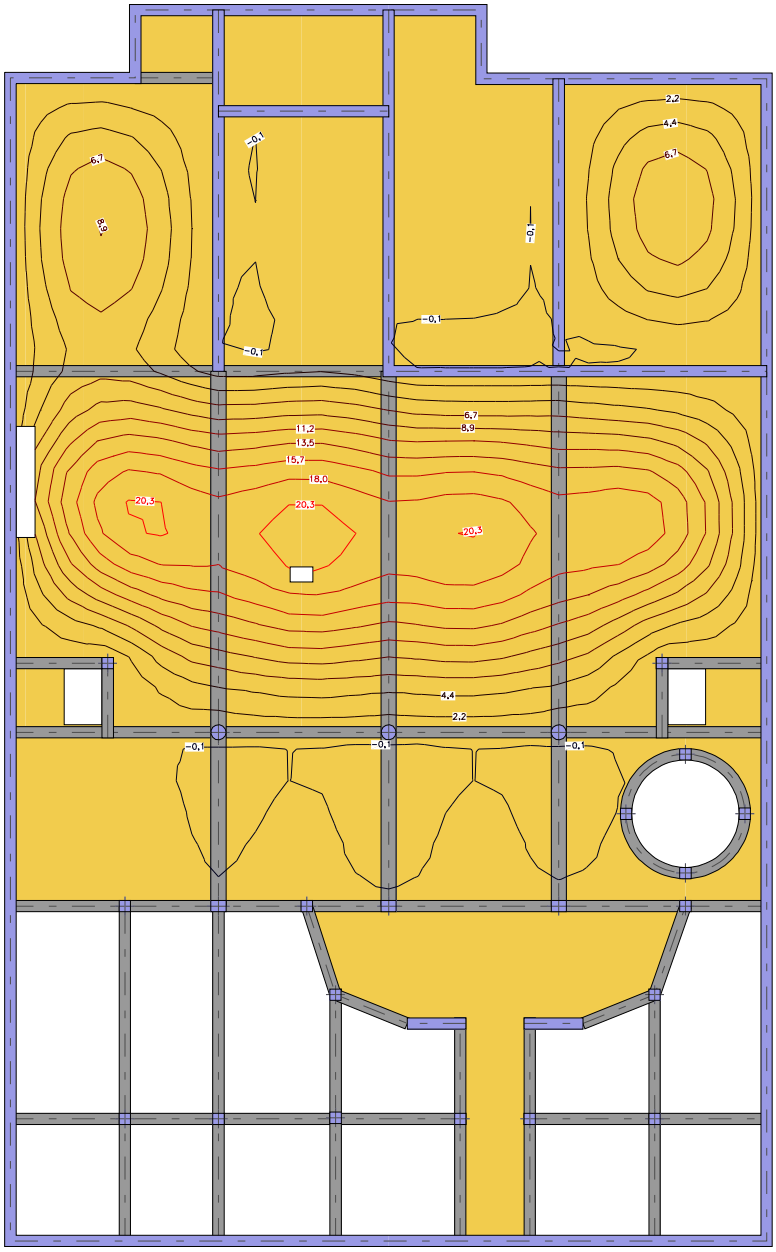
Zbrojenie dolne [cm2] Skala rys. 1:200



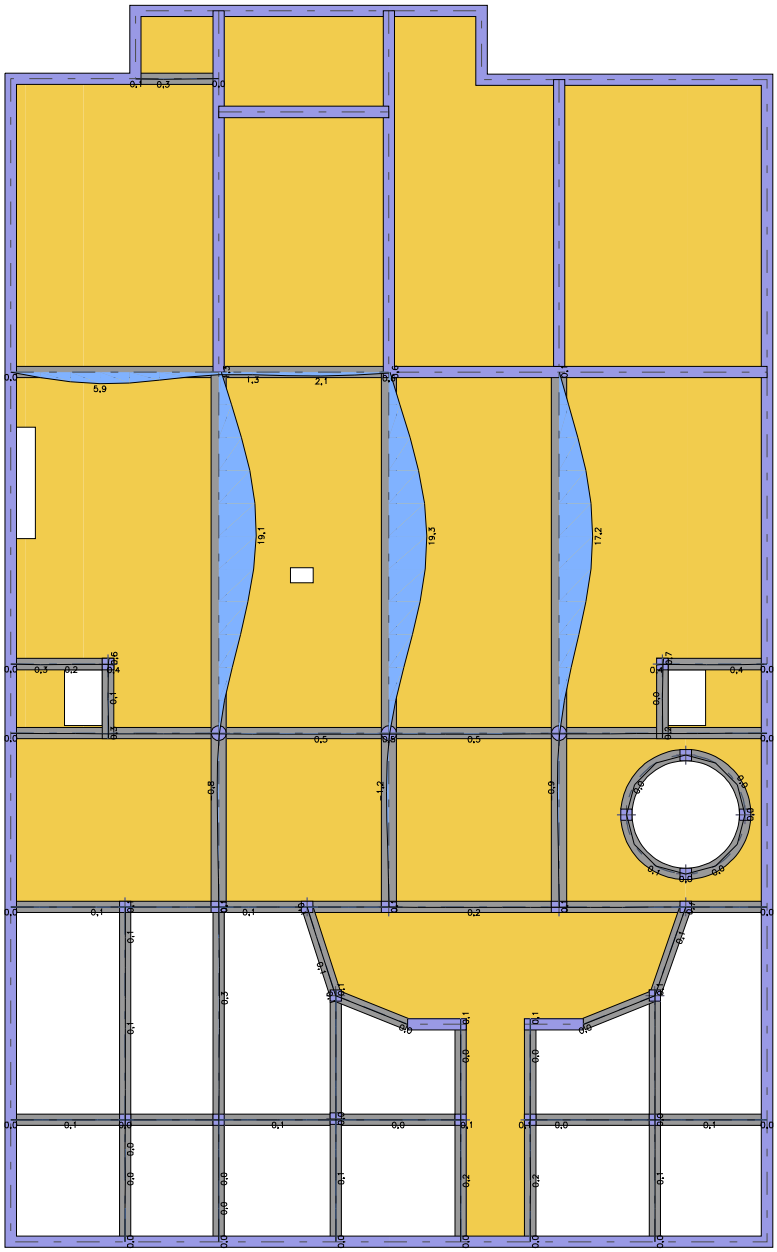
Zbrojenie górne [cm2] Skala rys. 1:200



[mm] - przemieszczenia stropu Skala rys. 1:200



4. Płyty - SGU – przemieszczenia żeber



V. STROP NAD PIWNICĄ – NIECKA 1,2m GŁĘBOKOŚCI

1. Dane konstrukcji

1.1. Dane płyt

Symbol	Grubość	Materiał
3	170mm	C25/30
4	170mm	C25/30

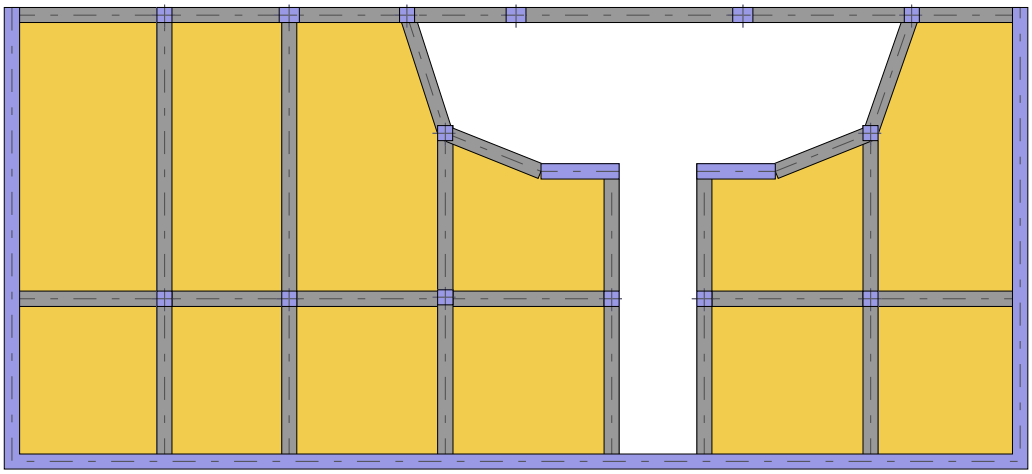
1.2. Dane żeber

Symbol	Przekrój	Materiał
3	1690x300mm	C25/30
4	650x300mm	C25/30
5	450x300mm	C25/30
11	650x300mm	C25/30
12	650x300mm	C25/30
13	650x300mm	C25/30
14	650x300mm	C25/30
15	650x300mm	C25/30
16	650x300mm	C25/30
17	1690x300mm	C25/30
18	1690x300mm	C25/30

1.3. Dane słupów

Symbol	Przekrój	Materiał	Typ połączenia
4	300x400mm	C25/30	przegubowe
5	300x400mm	C25/30	przegubowe
6	300x400mm	C25/30	przegubowe
7	300x300mm	C25/30	przegubowe
8	300x300mm	C25/30	przegubowe
9	300x300mm	C25/30	przegubowe
11	300x300mm	C25/30	przegubowe
12	300x300mm	C25/30	przegubowe
13	300x300mm	C25/30	przegubowe
14	300x300mm	C25/30	przegubowe
15	300x300mm	C25/30	przegubowe
16	300x300mm	C25/30	przegubowe
17	300x300mm	C25/30	przegubowe
18	300x300mm	C25/30	przegubowe

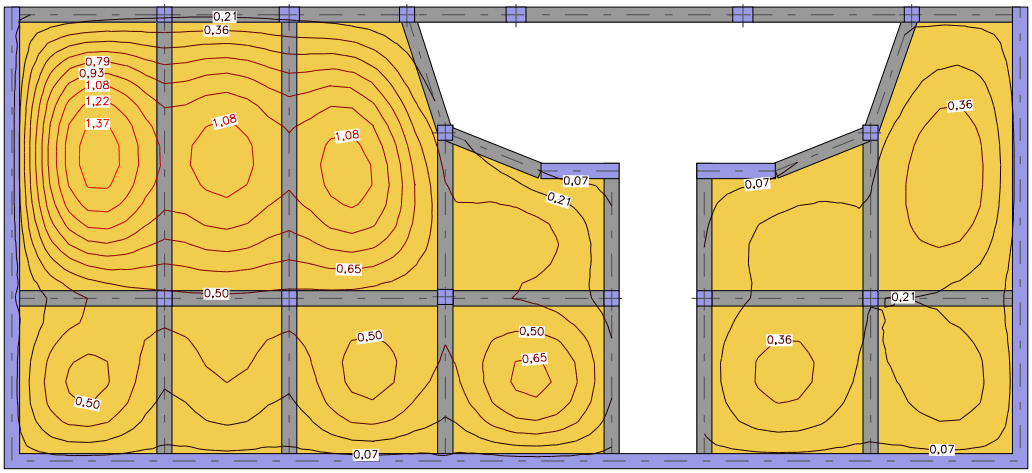
1.4. Model konstrukcyjny



2. Analiza

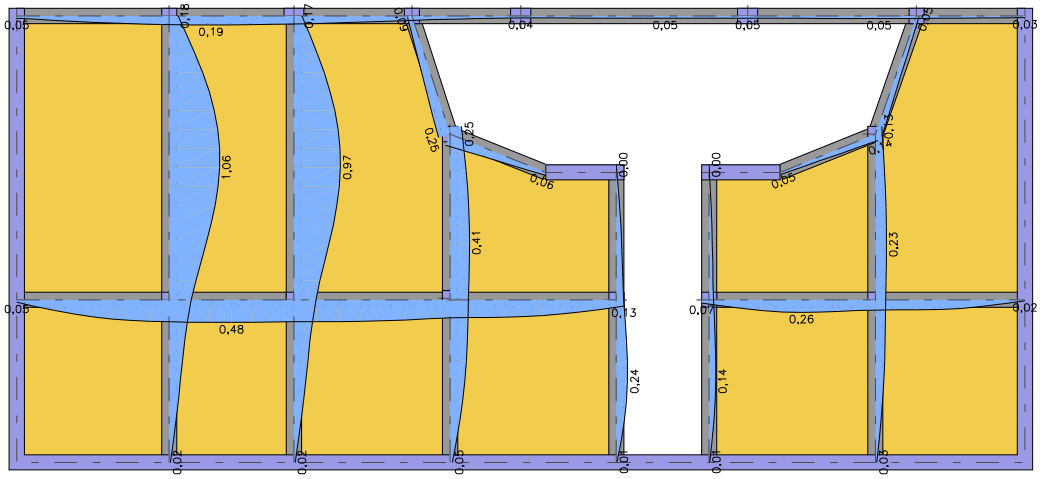
2.1. Płyty - przemieszczenia w

Wartości maksymalne [mm] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:150



2.3. Żebra - przemieszczenia w

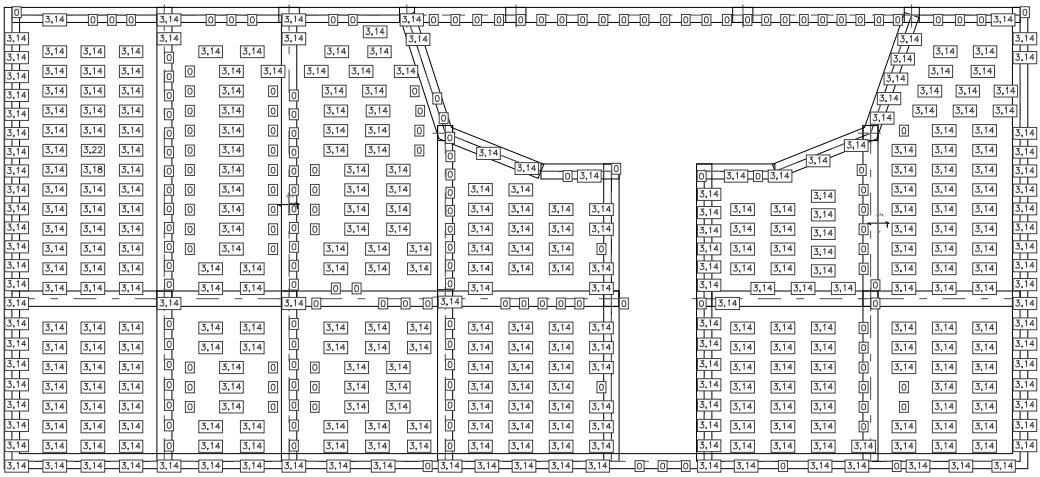
Wartości maksymalne [mm] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:150



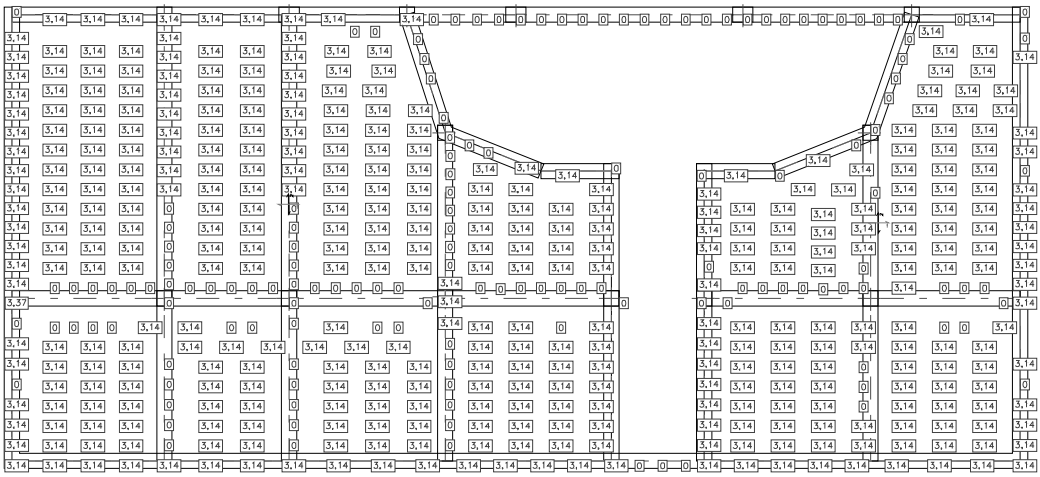
3. Wymiarowanie (wg PN-EN 1992:2005)

3.1. Zbrojenie obliczone w płytach

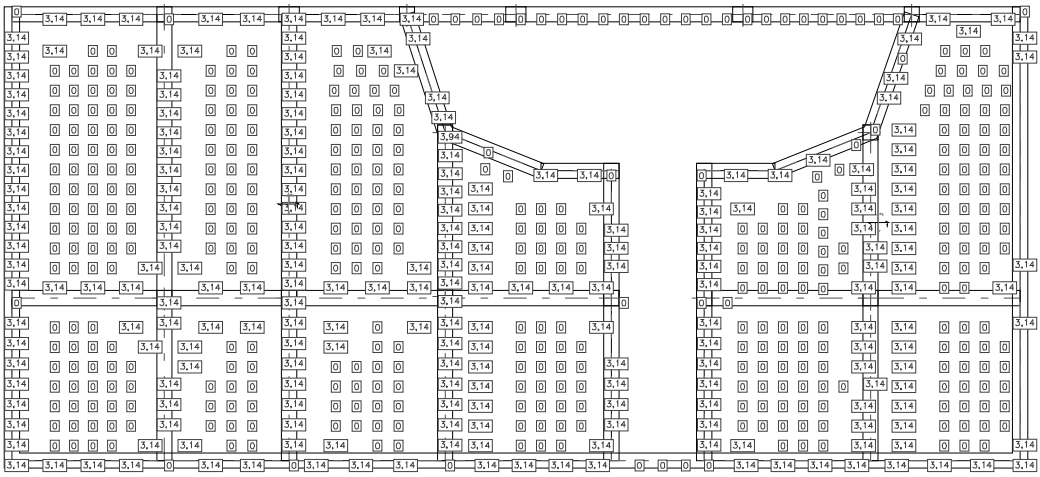
Zbrojenie dolne - kierunek 1 [cm2/mb] Skala rys. 1:150



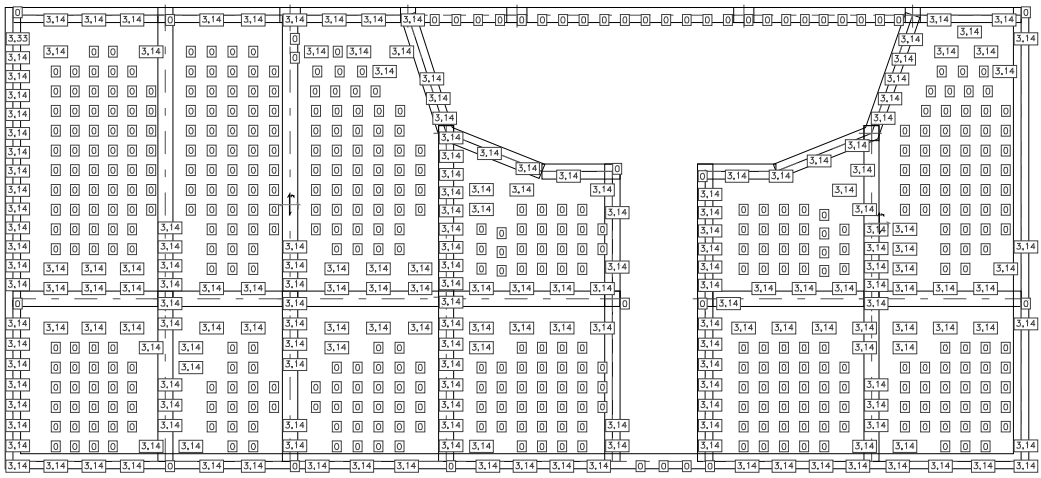
Zbrojenie dolne - kierunek 2 [cm2/mb] Skala rys. 1:150



Zbrojenie górne - kierunek 1 [cm2/mb] Skala rys. 1:150

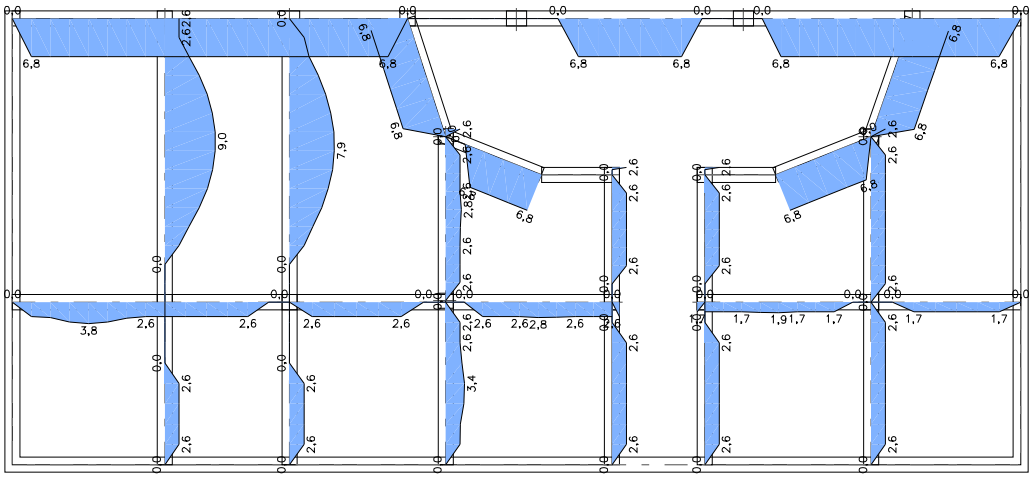


Zbrojenie górne - kierunek 2 [cm2/mb] Skala rys. 1:150

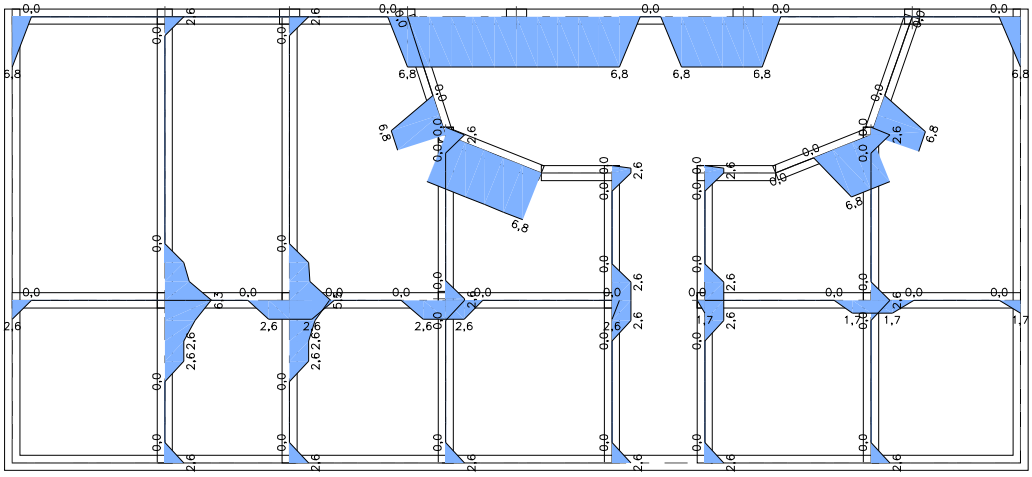


3.3. Wykresy zbrojenia żeber

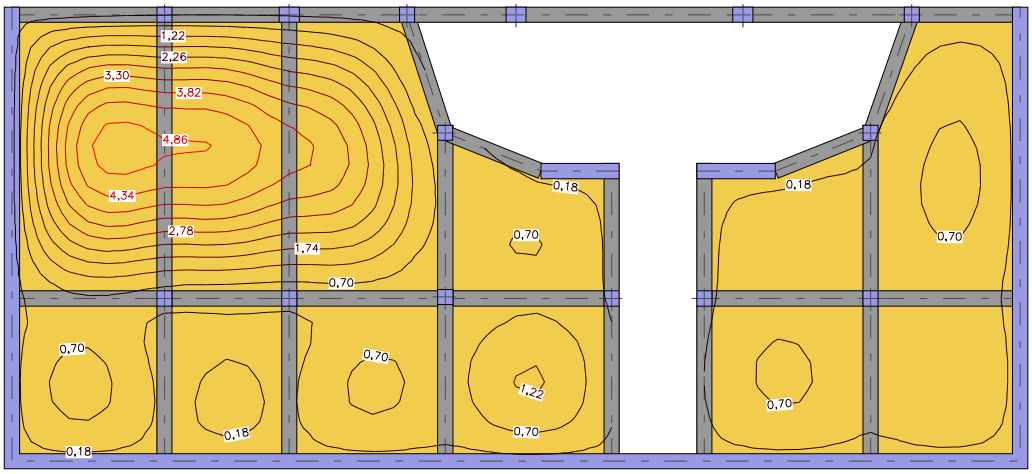
Zbrojenie dolne [cm2] Skala rys. 1:150



Zbrojenie górne [cm2] Skala rys. 1:150

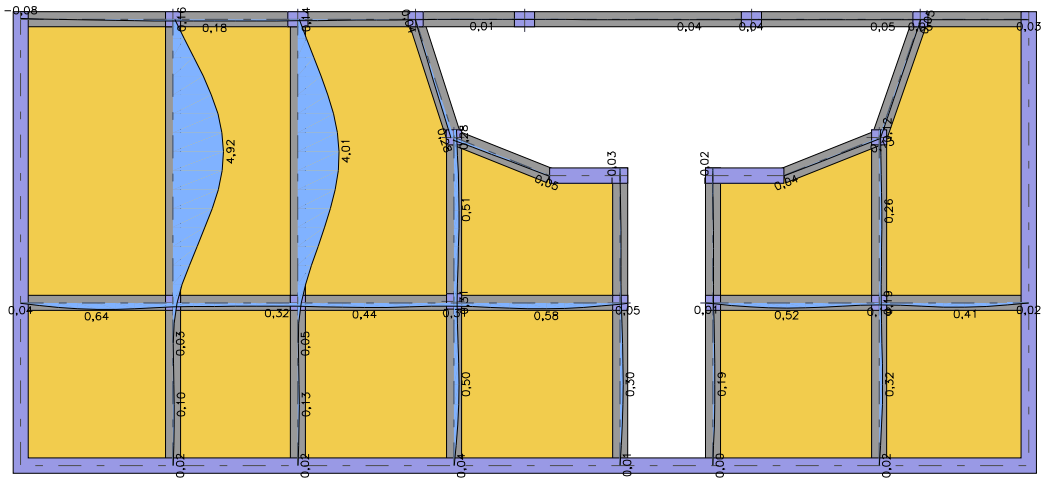


[mm] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C, D) Skala rys. 1:150



4. Płyty - SGU - pzemieszczenia

[mm] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, B, C, D) Skala rys. 1:150



VI. KONSTRUKCJA DREWNIANA DACHU

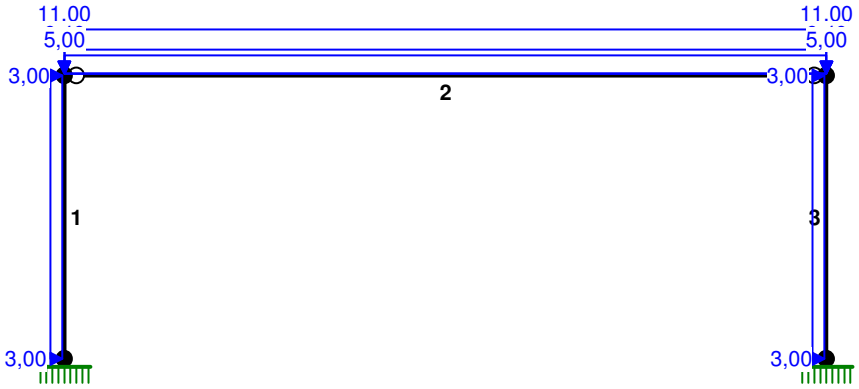
PRZEKROJE PRĘTÓW:

PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,000	5,000	5,000	1,000	3 B 30,0x40,0
2	11	2	3	13,450	0,000	13,450	1,000	1 B 150,0x20,0
3	00	3	4	0,000	-5,000	5,000	1,000	2 R 40,0x20,0

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A ""				Zmienne	γf= 1,20	
2	Liniowe	0,0	11,00	11,00	0,00	13,45
Grupa: B ""				Zmienne	γf= 1,50	

1	Liniowe	90,0	3,00	3,00	0,00	5,00
2	Liniowe	0,0	6,40	6,40	0,00	13,45
3	Liniowe	90,0	3,00	3,00	0,00	5,00

Grupa: C "" Zmienne γf= 1,30

2	Liniowe	0,0	5,00	5,00	0,00	13,45

==========

W Y N I K I

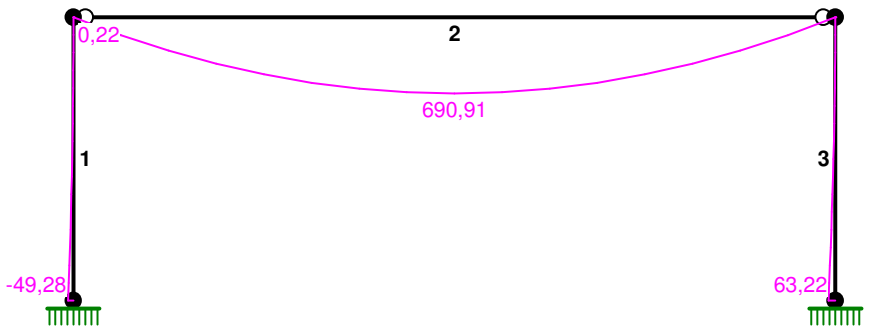
Teoria I-go rzędu

==========

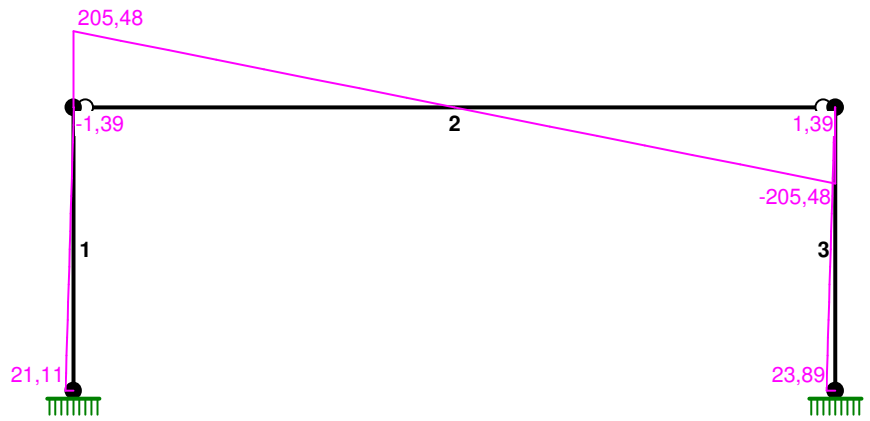
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:		ψd:	γf:
Ciężar wł.				1,10
A -stałe	Zmienne	1	1,00	1,20
B -śnieg	Zmienne	1	1,00	1,50
C -użytkowe	Zmienne	1	1,00	1,30

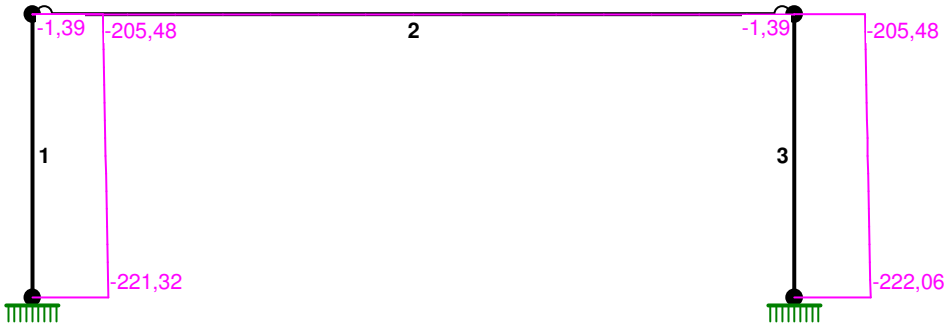
MOMENTY:



TNĄCE:



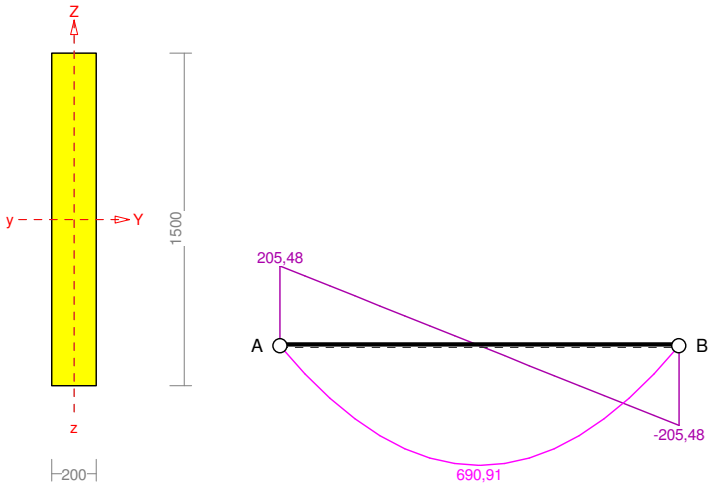
NORMALNE:



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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	-21,11	221,32	222,32	49,28
4	-23,89	222,06	223,34	63,22

DŹWIGAR DREWNIANY DZ1



Wymiary przekroju:

h=1500,0 mm b=200,0 mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

Jxg=5625000,0; Jyg=100000,0 cm^4; A=3000,00 cm^2; ix=43,3; iy=5,8 cm; Wx=75000,0; Wy=10000,0 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: ***Stałe*** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

K_{mod} = 0,60 γ_M =1,3

Cechy drewna: **Drewno GL30**.

$f_{m,k}$ = 30,00 $f_{m,d}$ = 13,85 MPa

$f_{t,0,k}$ = 18,00 $f_{t,0,d}$ = 8,31 MPa

$f_{t,90,k} = 0,40$ $\quad$ $f_{t,90,d} = 0,18$ MPa

$f_{c,0,k} = 23,00$ $\quad$ $f_{c,0,d} = 10,62$ MPa

$f_{c,90,k} = 5,70$ $\quad$ $f_{c,90,d} = 2,63$ MPa

$f_{v,k} = 3,00$ $\quad$ $f_{v,d} = 1,38$ MPa

$E_{0,mean} = 12000$ MPa

$E_{90,mean} = 400$ MPa

$E_{0,05} = 8000$ MPa

$G_{mean} = 750$ MPa

$\rho_k = 380$ kg/m^3

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla x_a=6,72 m; x_b=6,72 m, przy obciążeniach "ABC".

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu(wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu\, l = 1,000\times 13,450 = 13,450 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu\, l = 1,000\times 2,500 = 2,500 \text{ m}$$

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

$l_{c,y} = 13,450$ m; $\quad$ $l_{c,z} = 2,500$ m

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 13,450 / 0,4330 = 31,06$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,500 / 0,0577 = 43,30$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda^2_y = 9,87\times 8000 / (31,06)^2 = 81,84 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda^2_z = 9,87\times 8000 / (43,30)^2 = 42,11 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23/81,84} = 0,530$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23/42,11} = 0,739$$

$$k_y = 0,5\,[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda^2_{rel,y}] = 0,5\times[1+0,1\times(0,530 - 0,5) + (0,530)^2] = 0,642$$

$$k_z = 0,5\,[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda^2_{rel,z}] = 0,5\times[1+0,1\times(0,739 - 0,5) + (0,739)^2] = 0,785$$

$$k_{c,y} = 1/(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda^2_{rel,y}}) = 1/(0,642 + \sqrt{0,642^2 - 0,530^2}) = 0,996$$

$$k_{c,z} = 1/(k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda^2_{rel,z}}) = 1/(0,785 + \sqrt{0,785^2 - 0,739^2}) = 0,953$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 3000,00$ cm^2.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 1,39 / 3000,00 \times 10 = \mathbf{0,00 < 10,11} = 0,953\times 10,62 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla x_a=6,72 m; x_b=6,72 m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,00}{0,996\times 10,62} + 0,7\times\frac{0,00}{13,85} + \frac{9,21}{13,85} = \mathbf{0,666 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,00}{0,953\times 10,62} + \frac{0,00}{13,85} + 0,7\times\frac{9,21}{13,85} = \mathbf{0,466 < 1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla x_a=6,72 m; x_b=6,72 m, przy obciążeniach "ABC".

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

$$l_d = 1,00\times 13450 + 1500 + 1500 = 16450 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}\sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}}} = \sqrt{\frac{16450\times 1500\times 13,85}{3,142\times 200^2\times 8000}} \times \sqrt[4]{\frac{12000}{750}} = 1,166$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

dla $0,75 < \lambda_{rel,m} \le 1,4$ $k_{crit} = 1,56 - 0,75\,\lambda_{rel,m} = 0,686$

Warunek stateczności:

$\sigma_{m,d} = M / W = 690{,}91 / 75000{,}00 \times 10^3 = \mathbf{9{,}21 < 9{,}49} = 0{,}686 \times 13{,}85 = k_{crit} f_{m,d}$

Nośność dla x_a=6,72 m; x_b=6,72 m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{9{,}21}{13{,}85} + 0{,}7 \times \frac{0{,}00}{13{,}85} = \mathbf{0{,}67 < 1}$$

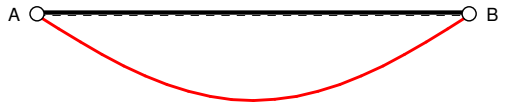
$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0{,}7 \times \frac{9{,}21}{13{,}85} + \frac{0{,}00}{13{,}85} = \mathbf{0{,}47 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla x_a=6,72 m; x_b=6,72 m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0{,}00^2}{10{,}62^2} + \frac{9{,}21}{13{,}85} + 0{,}7 \times \frac{0{,}00}{13{,}85} = \mathbf{0{,}67 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0{,}00^2}{10{,}62^2} + 0{,}7 \times \frac{9{,}21}{13{,}85} + \frac{0{,}00}{13{,}85} = \mathbf{0{,}47 < 1}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla x_a=6,72 m; x_b=6,72 m, przy obciążeniach "**ABC**".

Ugięcie graniczne

$u_{net,fin} = l / 150 = 89{,}7$ mm

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

$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19{,}2 (h/L)^2](1+k_{def}) = -0{,}7 \times [1 + 19{,}2 \times (1500{,}0/13450)^2](1 + 0{,}60) = -1{,}5$ mm

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("ABC"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: ***Stałe*** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19{,}2 (h/L)^2](1+k_{def}) = -14{,}3 \times [1 + 19{,}2 \times (1500{,}0/13450)^2](1 + 0{,}60) = -28{,}4$ mm

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

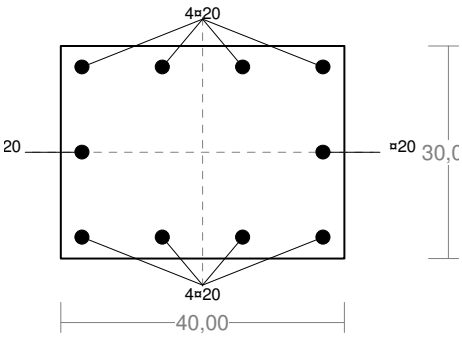
Ugięcie całkowite:

$u_{z,fin} = -1{,}5 + -28{,}4 = \mathbf{29{,}9 < 89{,}7} = u_{net,fin}$

SŁUP PROSTOKĄTNY S1.10

Cechy przekroju:

zadanie nowe, pręt nr 1, przekrój: x_a=2,50 m, x_b=2,50 m



Wymiary przekroju [cm]:

h=30,0, b=40,0,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: **B30**

f_{ck}= **25,0** MPa, $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c$=1,00×25,0/1,50=**16,7** MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

A_c=**1200** cm^2, J_{cx}=**90000** cm^4, J_{cy}=**160000** cm^4

STAL: **A-IIIN** (**RB 500 W**)

f_{yk}=500 MPa, γ_s=1,15, f_{yd}=420 MPa

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

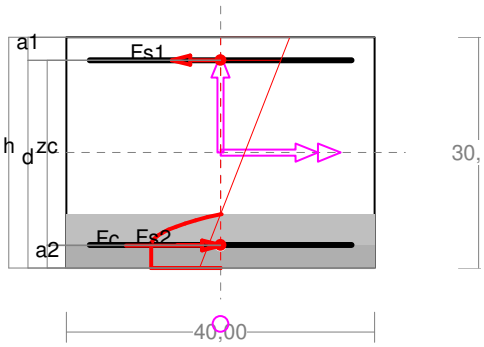
Zbrojenie główne:

$A_{s1}+A_{s2}$=**31,42** cm^2, $\rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c$ =100×31,42/1200=**2,62** %,

J_{sx}=**3619** cm^4, J_{sy}=**5851** cm^4,

Zbrojenie wymagane:

(zadanie nowe, pręt nr 1, przekrój: x_a=0,00 m, x_b=5,00 m)



Wielkości obliczeniowe:

N_{Sd}=-221,32 kN,

$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+M_{Sdy}^2)}=\sqrt{(74,61^2+0,00^2)}$ =74,61 kNm

f_{cd}=16,7 MPa, f_{yd}=420 MPa (f_{td}=478 MPa - uwzgl. wzmocnienia) ,

Zbrojenie rozciągane (ε_{s1}=10,00 ‰):

A_{s1}=**4,63** cm^2 ⇒ (2¤20 = 6,28 cm^2),

Zbrojenie ściskane(*As2=0 nie jest obliczeniowo wymagane.*|* (ε_c=-3,50 ‰,):

A_{s2}=**1,04** cm^2 ⇒ (1¤20 = 3,14 cm^2) *)

$A_s=A_{s1}+A_{s2}$=5,67 cm^2, $\rho=100\times A_s/A_c$= 100×5,67/1200=0,47 %

Wielkości geometryczne [cm]:

h=30,0, d=27,0, x=7,0 (ξ=0,259),

a_1=3,0, a_2=3,0, a_c=2,9, z_c=24,1, A_{cc}=280 cm^2,

ε_c=-3,50 ‰, ε_{s2}=-2,00 ‰, ε_{s1}=10,00 ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

F_c= -378,53, F_{s1} = 198,81, F_{s2} = -41,59,

M_c= 45,76, M_{s1} = 23,86, M_{s2} = 4,99,

Warunki równowagi wewnętrznej:

$F_c+F_{s1}+F_{s2}$=-378,53+(198,81)+(-41,59)=-221,32 kN (N_{Sd}=-221,32 kN)

$M_c+M_{s1}+M_{s2}$=45,76+(23,86)+(4,99)=74,61 kNm (M_{Sd}=74,61 kNm)

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie nowe, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy ϕ=8 mm ze stali A-IIIN, dla której f_{ywd} = 420 MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08\ \sqrt{f_{ck}}\ /\ f_{yk} = 0,08\times\sqrt{25}\ /\ 500 = 0,00080$$

Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: x_a = 0,0 x_b = 475,2 cm

Maksymalny rozstawy strzemion:

s_{max} = 0,75 d = 0,75×270 = 203 $s_{max} \le$ 400 mm

przyjęto s_{max} = 203 mm.

Ze względu na pręty ściskane s_{max} = 15 ϕ = 15×20,0 = 300,0 mm.

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

$$\rho_w = A_{sw}/(s\ b_w \sin\alpha) = 2,01\ /\ (20,0\times40,0\times1,000) = 0,00251$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00251 > 0,00080} = \rho_{w\ min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 475{,}2$ $x_b = 500{,}0$ cm
Maksymalny rozstawy strzemion:

$s_{max} = 0{,}75\ d = 0{,}75\times270 = 203$ $s_{max} \le 400$ mm
przyjęto $s_{max} = 203$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15\ \phi = 15\times20{,}0 = 300{,}0$ mm.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,3** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

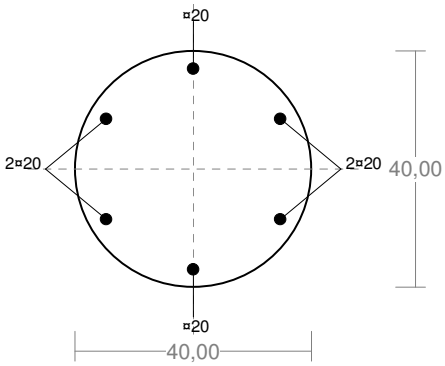
$$\rho_w = A_{sw} /(s\ b_w \sin\alpha) = 2{,}01 / (20{,}3\times40{,}0\times1{,}000) = 0{,}00248$$

$$\rho_w = \mathbf{0{,}00248 > 0{,}00080} = \rho_{w\ min}$$

SŁUP OKRĄGŁY S1.2

Cechy przekroju:

zadanie nowe, pręt nr 3, przekrój: x_a=5,00 m, x_b=0,00 m



Wymiary przekroju [cm]:
d_c=40,0,
Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej
BETON: **B30**
f_{ck}= **25,0** MPa, $f_{cd}=\alpha\cdot f_{ck}/\gamma_c$=1,00×25,0/1,50=**16,7** MPa
Cechy geometryczne przekroju betonowego:
A_c=**1257** cm^2, J_{cx}=**125664** cm^4, J_{cy}=**125664** cm^4
STAL: **A-IIIN** (**RB 500 W**)
f_{yk}=500 MPa, γ_s=1,15, f_{yd}=420 MPa
$\xi_{lim}=0{,}0035/(0{,}0035+f_{yd}/E_s)=0{,}0035/(0{,}0035+420/2000$
00)=0,625,

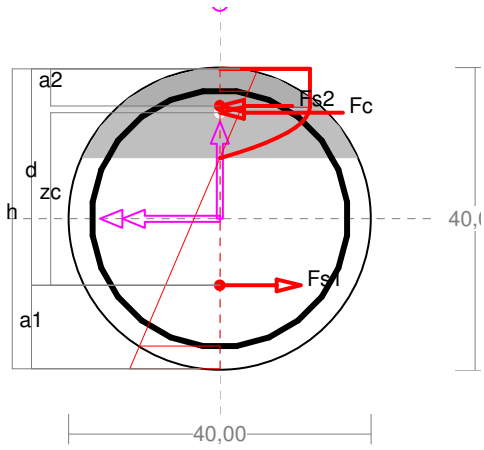
Zbrojenie główne:
$A_{s1}+A_{s2}$=**18,85** cm^2, $\rho=100\ (A_{s1}+A_{s2})/A_c$ =100×18,85/1257=**1,50** %,
J_{sx}=**2724** cm^4, J_{sy}=**2724** cm^4,

Zbrojenie wymagane:

(zadanie nowe, pręt nr 3, przekrój: x_a=5,00 m, x_b=0,00 m)

Obliczenia wykonano:

- przy założeniu symetrii zbrojenia wymaganego



Wielkości obliczeniowe:
N_{Sd}=-222,06 kN,
$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-99{,}78^2+0{,}00^2)}$ =99,78 kNm
f_{cd}=16,7 MPa, f_{yd}=420 MPa (f_{td}=478 MPa - uwzgl. wzmocnienia) ,
Zbrojenie rozciągane (ε_{s1}=7,35 ‰):
A_{s1}=**7,85** cm^2 ⇒ (3¤20 = 9,42 cm^2),
Zbrojenie ściskane(*As2=0 nie jest obliczeniowo wymagane.*|* (ε_c=-3,50 ‰,):
A_{s2}=**4,08** cm^2 ⇒ (2¤20 = 6,28 cm^2) *)
$A_s=A_{s1}+A_{s2}$=11,93 cm^2, $\rho=100\times A_s/A_c$= 100×11,93/1257=0,95 %

Wielkości geometryczne [cm]:
h=40,0, d=28,6, x=9,2 (ξ=0,323),

a_1=11,0, a_2=4,9, a_c=5,8, z_c=22,8, A_{cc}=311 cm^2,
ε_c=-3,50 ‰, ε_{s2}=-2,61 ‰, ε_{s1}=7,35 ‰,

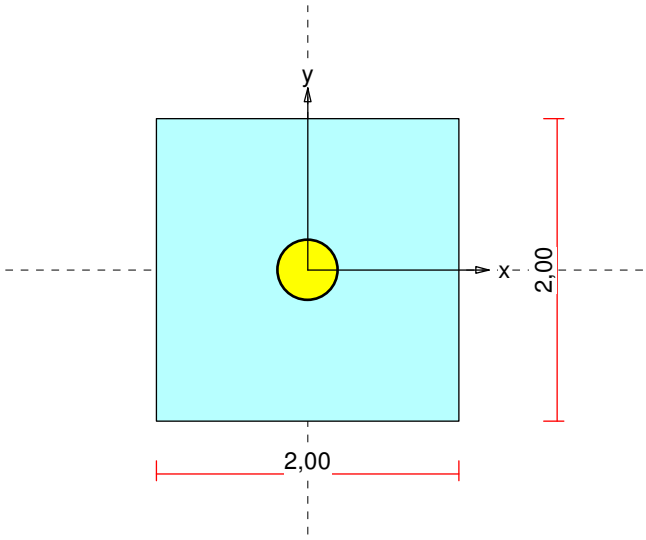
Wielkości statyczne [kN, kNm]:

F_c= -390,19, F_{s1} = 296,18, F_{s2} = -128,05,
M_c= 54,61, M_{s1} = 26,08, M_{s2} = 19,08,

Warunki równowagi wewnętrznej:

$F_c+F_{s1}+F_{s2}$=-390,19+(296,18)+(-128,05)=-222,06 kN (N_{Sd}=-222,06 kN)
$M_c+M_{s1}+M_{s2}$=54,61+(26,08)+(19,08)=99,78 kNm (M_{Sd}=99,78 kNm)

VII. STOPY FUNDAMENTOWE ST1



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

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

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt.
	[m]	[m]		[m]
1	0,00	nieokreśl.	Glina piaszczysta zwięzła	brak wody

1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol	I_D	I_L	ρ	stopień	c_u	Φ_u	M_0	M
gruntu	[–]	[–]	[t/m^3]	wilgotn.	[kPa]	[^{0}]	[kPa]	[kPa]
Gpz		0,10	2,15		44,20	23,3	59500	66112

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup kołowy**
Średnica słupa: d = 0,40 m,
Współrzędne osi słupa: x_0 = 9,60 m, y_0 = 8,30 m,
Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: ϕ = 0,00^0.

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: z_{obc} = 1,05 m.
Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	γ
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[–]
1	D	1200,0	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20

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

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**
Klasa betonu: B25, nazwa stali: RB 500 W,
Średnica prętów zbrojeniowych:
na kierunku x: d_x = 16,0 mm, na kierunku y: d_y = 16,0 mm,
Kierunek zbrojenia głównego: x,
Grubość otuliny: 5,0 cm.
W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: z_f = 1,50 m
Kształt fundamentu: **prosty**
Wymiary podstawy: B_x = 2,00 m, B_y = 2,00 m,
Wysokość: H = 0,50 m,
Mimośrody: E_x = 0,00 m, E_y = 0,00 m.

6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	1,50	0,31	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: B_x = 2,00 m, B_y = 2,00 m.
Względny poziom posadowienia: H = 1,50 m.
Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	E_x	E_y	γ	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[–]	G [kN]	M_{Gx} [kNm]	M_{Gy} [kNm]
Fundament	49,05	0,00	0,00	1,1(0,9)	53,96	0,00	0,00
Grunt - pole 1	20,43	0,51	-0,51	1,2(0,8)	24,51	-12,58	12,58
Grunt - pole 2	20,43	-0,51	-0,51	1,2(0,8)	24,51	-12,58	-12,58
Grunt - pole 3	20,43	-0,51	0,51	1,2(0,8)	24,51	12,58	-12,58
Grunt - pole 4	20,43	0,51	0,51	1,2(0,8)	24,51	12,58	12,58

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:
siła pionowa: N = 1200,00 kN, mimośrody wzgl. podst. fund. E_x = 0,00 m, E_y = 0,00 m,
siła pozioma: H_x = 0,00 kN, mimośród względem podstawy fund. E_z = 0,45 m,
siła pozioma: H_y = 0,00 kN, mimośród względem podstawy fund. E_z = 0,45 m,
moment: M_x = 0,00 kNm, moment: M_y = 0,00 kNm.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$N_r = N + G = 1200{,}00 + 152{,}01 \mid 109{,}52 = 1352{,}01 \mid 1309{,}52$ kN.

Momenty względem środka podstawy:

$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 1200{,}00 \cdot 0{,}00 - 0{,}00 \cdot 0{,}45 + 0{,}00 + (0{,}00) \mid 0{,}00 = 0{,}00 \mid 0{,}00$ kNm.

$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -1200{,}00 \cdot 0{,}00 + 0{,}00 \cdot 0{,}45 + 0{,}00 + 0{,}00 \mid (0{,}00) = 0{,}00 \mid 0{,}00$ kNm.

Mimośrody sił względem środka podstawy:

$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0{,}00/1309{,}52 = 0{,}00$ m,

$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0{,}00/1309{,}52 = 0{,}00$ m.

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

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

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 2{,}00 - 2 \cdot 0{,}00 = 2{,}00$ m, $B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 2{,}00 - 2 \cdot 0{,}00 = 2{,}00$ m.

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

średnia gęstość obliczeniowa: $\rho_{D(r)} = 1{,}93$ t/m^3,

minimalna wysokość: $D_{min} = 1{,}50$ m,

obciążenie: $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{min} = 1{,}93 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}50 = 28{,}47$ kPa.

Współczynniki nośności podłoża:

obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: $\Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 23{,}30 \cdot 0{,}90 = 20{,}97^0$,

spójność: $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 39{,}78$ kPa,

$N_B = 1{,}74$ $N_C = 15{,}78$, $N_D = 7{,}05$.

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg}\, \delta_x = |H_x|/N_r = 0{,}00/1352{,}01 = 0{,}00$, $\text{tg}\, \delta_x/\text{tg}\, \Phi_{u(r)} = 0{,}0000/0{,}3833 = 0{,}000$,

$i_{Bx} = 1{,}00$, $i_{Cx} = 1{,}00$, $i_{Dx} = 1{,}00$.

$\text{tg}\, \delta_y = |H_y|/N_r = 0{,}00/1352{,}01 = 0{,}00$, $\text{tg}\, \delta_y/\text{tg}\, \Phi_{u(r)} = 0{,}0000/0{,}3833 = 0{,}000$,

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

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

Współczynniki kształtu:

$m_B = 1 - 0{,}25 \cdot B_y'/B_x' = 0{,}75$, $m_C = 1 + 0{,}3 \cdot B_y'/B_x' = 1{,}30$, $m_D = 1 + 1{,}5 \cdot B_y'/B_x' = 2{,}50$

Odpór graniczny podłoża:

$Q_{fNBx} = B_x' B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 5470{,}37$ kN.

$Q_{fNBy} = B_x' B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 5470{,}37$ kN.

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_r = 1352{,}01$ kN $< m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0{,}81 \cdot 5470{,}37 = 4431{,}00$ kN.

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Wymiarowanie fundamentu

7.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN]	V_r [kN]	V_s [kN]
* 1	1	182	352	–

7.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 1200$ kN,

momenty: M_{xr} = 0,00 kNm, M_{yr} = 0,00 kNm.

Mimośrody siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r|$ = 0,00 m, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r|$ = 0,00 m.

Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

q_1 = 300 kPa, q_2 = 300 kPa.

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: c = 0,37 m, q_c = 300 kPa.

Przebicie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA$ = 182 kN.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0{,}40+0{,}43) \cdot 0{,}43 \cdot 1000$ = 352 kN.

V_{Sd} = 182 kN < V_{Rd} = 352 kN.

Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.

7.3. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający	Nośność przekroju
			M [kNm]	M_r [kNm]
* 1	x	1	222	269
	y	1	222	259

Uwaga: Momenty zginające wyznaczono metodą wsporników prostokątnych.

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

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: N_r = 1200 kN,

momenty: M_{xr} = 0,00 kNm, M_{yr} = 0,00 kNm.

Mimośrody siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r|$ = 0,00 m, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r|$ = 0,00 m.

Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

q_1 = 300 kPa, q_2 = 300 kPa.

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: s = 0,86 m, q_s = 300 kPa.

Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$M_{Sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2/6 = (2 \cdot 300+300) \cdot 2{,}00 \cdot 0{,}74/6$ = 222 kNm.

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: A_s = 13,3 cm^2.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: A_{Rs} = 16,1 cm^2.

A_s = 13,3 cm^2 < A_{Rs} = 16,1 cm^2.

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

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

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: N_r = 1200 kN,

momenty: M_{xr} = 0,00 kNm, M_{yr} = 0,00 kNm.

Mimośrody siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r|$ = 0,00 m, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r|$ = 0,00 m.

Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

q_1 = 300 kPa, q_2 = 300 kPa.

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: s = 0,86 m, q_s = 300 kPa.

Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$M_{Sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2/6 = (2 \cdot 300+300) \cdot 2{,}00 \cdot 0{,}74/6 = 222$ kNm.

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: A_s = 13,8 cm^2.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: A_{Rs} = 16,1 cm^2.

A_s = 13,8 cm^2 < A_{Rs} = 16,1 cm^2.

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

OBLICZENIA WYKONANO W PROGRAMIE RM-WIN,
WŁAŚCICIEL LICENCJI - MARIUSZ SAŁUGA

KONIEC OBLICZEŃ

OPRACOWAŁ:

Mariusz Saługa