

II. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

1. Normy.

- PN-B-03264:2002 "Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone"
- PN-90/B-03200 "Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie"
- PN-B-03002:2007 "Konstrukcje murowe. Projektowanie i obliczanie"
- PN-B-03150:2000 "Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie"
- PN-82 B-02001 "Obciążenia stałe"
- PN-82 B-02003 "Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe"
- PN-80 B-02010 i PN-80 B-02010/Az1/2006 "Obciążenie śniegiem"
- PN-77/B-02011 i PN-B-02011/1977/Az1 "Obciążenie wiatrem"
- PN-81 B-03020 "Posadowienie bezpośrednie budowli"
- PN-90 B-03000 "Projekty budowlane. Obliczenia statyczne"
- PN-88 B-01041 "Rysunek konstrukcyjny budowlany"

2. Przyjęte założenia obliczeniowe.

2.1. Dane materiałowe

- klasa betonu: C20/25 (B25)
- klasa stali zbrojeniowej:
 - A-IIIN (RB500W) – zbrojenie główne (*oznaczenie #*)
 - A-0 (StOS) – strzemiona i zbrojenie rozdzielcze (*oznaczenie ϕ*)
- klasa drewna: C27

2.2. Otulina zbrojenia

- fundamenty: 5,0cm
- słupy, trzpienie, balkony: 2,5cm
- stropy, belki, podciąg: 2,0cm

2.3. Dopuszczalne przemieszczenia

- Podciąg żelbetowy, żebra stropu, stropy żelbetowe
 - $L \leq 6,0 \text{ m}$ **$L/200$**
 - $6,0\text{m} < L < 7.5 \text{ m}$ **30 mm**
 - $L \geq 7.5 \text{ m}$ **$L/250$**
- Balkony
 - **$L/150$**
- Krokwie drewniane, płatwie i inne elementy wiązań dachowych: **$L/200$**

2.4. Klasa ekspozycji

- XC1 – środowisko suche (*beton wewnątrz budynków o niskiej wilgotności powietrza*)

2.5. Obciążenia

Obciążenie od wiatru (1m ²) wg PN-B-02011/1997/Az1			
Lokalizacja	Wola Rzędzińska	q _k - ciśnienie prędkości wiatru [kPa]	0,30
Wysokość geograficzna m n.p.m.	200	Ce - współczynnik ekspozycji	0,88
Strefa obciążenia wiatrem	I	β - współczynnik dynamiczny	1,8

Kąt nachylenia dachu [°]	20	γ _f - współczynnik bezpieczeństwa			1,5		
Współczynniki aerodynamiczne		I wariant			II wariant		
		Przód	Bok	Tył	Przód	Bok	Tył
Dach		0,10		-0,4	-0,9		-0,4
Wartość obciążenia wiatrem		Obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]					
Dach		0,05		-0,19	-0,43		-0,19
Wartość obciążenia wiatrem		Obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]					
Dach		0,07		-0,28	-0,64		-0,28

Obciążenie od śniegu (1m²) wg PN-80/B-02010/Az1:2006			
Lokalizacja	Wola Rzędzińska	Q_k - obciążenie śniegiem gruntu [kN/m ²]	0,9
Wysokość geograficzna m n.p.m.	200	γ_f - współczynnik bezpieczeństwa	1,5
Strefa obc. śniegiem gruntu	2	Zwiększenie obc. śniegiem o 20% (wys. budynku)	1
Kąt nachylenia dachu [°]	20	Zwiększenie obc. śniegiem o 20% (bud. nieogrzewane)	1
Współczynniki kształtu dachu		Przód - C_1	Tył - C_2
		0,80	0,95
Wartość obciążenia śniegiem		Obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	
Dach		0,72	0,86
Wartość obciążenia śniegiem		Obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]	
Dach		1,08	1,29

Elem.	Dach warstwy pokrycia dachu (1m ²)	Warstwy		Obc. charakter. [kN/m ²]	Współcz. γ_f	Obc. oblicze. [kN/m ²]
		Ciężar [kN/m ³]	Grubość [m]			
1.	Blachodachówka + konstrukcja	-	-	0,25	1,30	0,32
2.	Warstwy wstępnego krycia	-	-	0,05	1,30	0,07
Razem obciążenie:				0,30	1,30	0,39

Elem.	Strop nad parterem warstwy na stropie (1m ²)	Warstwy		Obc. charakter. [kN/m ²]	Współcz. γ_f	Obc. oblicze. [kN/m ²]
		Ciężar [kN/m ³]	Grubość [m]			
1.	Wylewka cementowa gr.5cm	24,00	0,05	1,20	1,30	1,56
2.	Styropian gr.20cm	0,45	0,20	0,09	1,20	0,11
3.	Płyta żelbetowa gr. 18 cm	25,00	0,18	4,50	1,10	4,95
4.	Tynk cem-wapienny	19,00	0,02	0,38	1,30	0,49
Razem obciążenie:				6,17	1,17	7,11
Strop - obciążenie zmienne <i>Poddasze nieużytkowe:</i> (1m ²)				0,50	1,40	0,70

3. Programy obliczeniowe.

- Pakiet programów **RM-Win** firmy Cadsis
- Arkusze obliczeniowe i własne opracowania

4. Pozycje obliczeniowe.

4.1. Ławy fundamentowe

Zestawienia obciążeń na podłoże od charakterystycznych ław fundamentowych

Ława pod ścianę zewnętrzną w osi 1'-1', 12'-12'

L.p.	Element	Obciążenie charakt. [kN/m]	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1.	Z dachu z szer. 4,0m	5,20	7,3
2.	Ze stropu nad parterem z szer. 3,0m	20,1	23,5
3.	Wieńce żelbetowe	4,2	4,6
4.	Ściana zewn. wys. 3,6m	23,0	26,0
5.	Ściana fund. wys. 1,2m	9,0	9,9
6.	Ława fundamentowa	8,0	8,8
RAZEM		$q_k = 69,5$	$q_d = 80,0$

Ława pod ścianę zewnętrzną w osi 3'-3'

L.p.	Element	Obciążenie charakt. [kN/m]	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1.	Z dachu z szer. 4,6m	6,0	8,4
2.	Ze stropu nad parterem z szer. 3,6m	24,2	28,0
3.	Wieńce żelbetowe	4,2	4,6
4.	Ściana zewn. wys. 4,6m	30,0	33,0
5.	Ściana fund. wys. 1,2m	9,0	9,9
6.	Ława fundamentowa	8,0	8,8
RAZEM		$q_k = 81,4$	$q_d = 92,7$

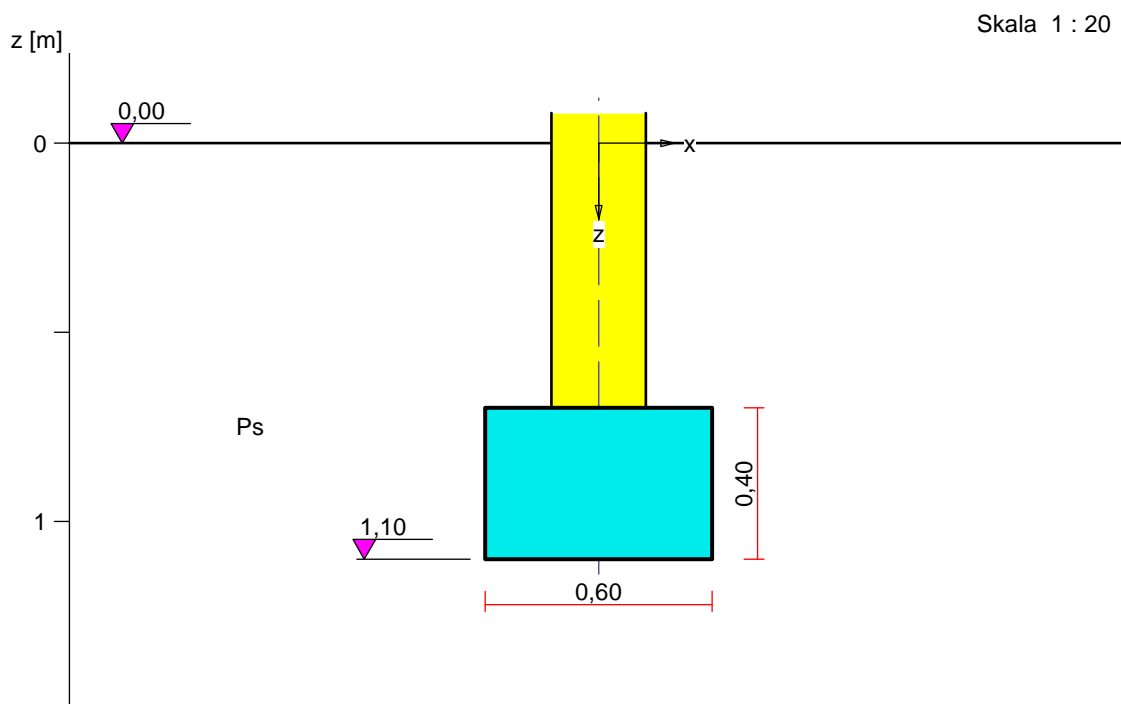
Ława pod ścianę wewnętrzną w osi 2'-2' i 11'-11'

L.p.	Element	Obciążenie charakt. [kN/m]	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1.	Z dachu z szer. 5,40m	7,0	9,8
2.	Ze stropu nad parterem z szer. 5,4m	36,2	42,2
3.	Wieńce żelbetowe	4,2	4,6
4.	Ściana zewn. wys. 3,3m	19,0	21,0
5.	Ściana fund. wys. 1,2m	7,5	8,3
6.	Ława fundamentowa	8,0	8,8
RAZEM		$q_k = 81,9$	$q_d = 94,7$

Ława pod ścianę wewnętrzną w osi 6'-6'

L.p.	Element	Obciążenie charakt. [kN/m]	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1.	Z dachu z szer. 6,60m	8,6	12,0
2.	Ze stropu nad parterem z szer. 6,6m	44,2	51,5
3.	Wieńce żelbetowe	4,2	4,6
4.	Ściana zewn. wys. 3,3m	19,0	21,0
5.	Ściana fund. wys. 1,2m	7,5	8,3
6.	Ława fundamentowa	8,0	8,8
RAZEM		$q_k = 91,5$	$q_d = 106,2$

Sprawdzenie nośności pod ławami najbardziej obciążonymi



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Względny poziom terenu: istniejący $z_t = 0,00$ 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	0,00	nieokreśl.	Piasek średni	brak wody	0,40	m.wilg.

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość: $b = 0,25$ m, długość: $l = 1,00$ m,

Współrzędne końców osi ściany:

$x_1 = 0,00$ m, $y_1 = 0,00$ m, $x_2 = 1,00$ m, $y_2 = 0,00$ m,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,70$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ
	obciążenia*	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	106,2	0,0	0,00	1,20

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: St3S-b,

Średnica prętów zbrojeniowych: $d_x = 14,0 \text{ mm}$, $d_y = 14,0 \text{ mm}$,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,10 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B = 0,60 \text{ m}$, $L = 1,00 \text{ m}$,

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	1,10	0,72	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,60 \text{ m}$, $L = 1,00 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,10 \text{ m}$.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 106,20 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00 \text{ m}$,

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

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

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

siła pionowa: $G = 11,38 \text{ kN/m}$, moment: $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (106,20 + 11,38) \cdot 1,00 = 117,58 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-106,20 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 1,00 = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 117,58 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_r = 0,00 \text{ m} < 0,10 \text{ m}.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,60 - 2 \cdot 0,00 = 0,60 \text{ m}, \quad L' = L = 1,00 \text{ m}.$$

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

średnia gęstość obl.: $\rho_{D(r)} = 1,53 \text{ t/m}^3$, min. wysokość: $D_{\min} = 1,10 \text{ m}$,

obciążenie: $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,10 = 16,51 \text{ kPa}$.

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:

$$\operatorname{tg} \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 1,00 / 117,58 = 0,0000, \quad \operatorname{tg} \delta / \operatorname{tg} \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,5580 = 0,000,$$

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

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:

$$m_B = 1,00, \quad m_C = 1,00, \quad m_D = 1,00.$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' \cdot L' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 201,42 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 117,58 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 201,42 = 163,15 \text{ kN}.$$

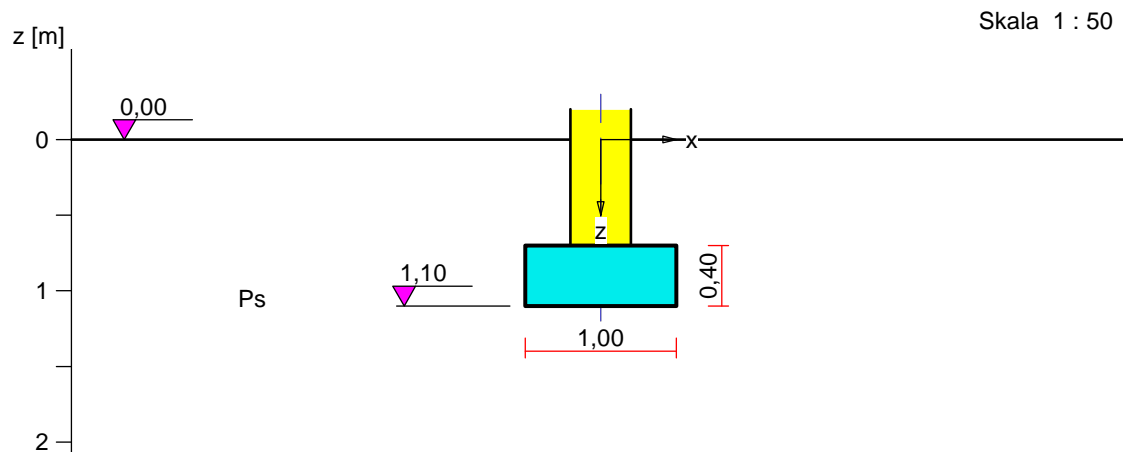
Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

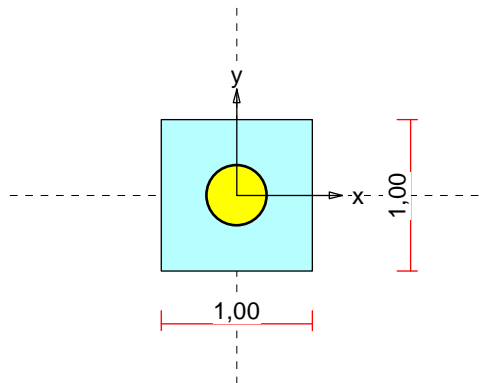
4.2. Stopy fundamentowe

STOPY St1 (najbardziej obciążone, pod słupy Sz-1.4)

Zestawienia obciążeń na podłożu od stopy fundamentowej

L.p.	Element	Obciążenie charakt. [kN/m]	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1.	Reakcja z słupa S-1.4.	347,1	415,1
2.	Stopa fundamentowa	10,0	11,0
RAZEM		$q_k = 357,0 \text{ kN}$	$q_d = 426,1 \text{ kN}$





1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Względny 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	nieokreśl.	Piasek średni	brak wody	0,40	m.wilg.

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup kołowy**

Średnica słupa: $d = 0,40$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 1,40$ m, $y_0 = 3,20$ m,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,70$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	γ
	obciążenia	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	426,1	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: St3S-b,

Średnica prętów zbrojeniowych: $d_x = 14,0$ mm, $d_y = 14,0$ mm,

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

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,10$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,00$ m, $B_y = 1,00$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ 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	1,10	0,72	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,00$ m, $B_y = 1,00$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,10$ m.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 426,10$ 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. $E_z = 0,40$ m,

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

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

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 23,04$ kN/m, momenty: $M_{Gx} = 0,00$ kNm/m, $M_{Gy} = 0,00$ kNm/m.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 426,10 + 23,04 = 449,14 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 426,10 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -426,10 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrody sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/449,14 = 0,00 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/449,14 = 0,00 \text{ m.}$$

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

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

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

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,53 \text{ t/m}^3, \text{ min. wysokość: } D_{\min} = 1,10 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,10 = 16,51 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

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

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

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/449,14 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5580 = 0,000,$$

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

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/449,14 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5580 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

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

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_y/B'_x = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_y/B'_x = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_y/B'_x = 2,50$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 765,10 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNB_y} = B_x \cdot B_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y \cdot i_{By}) = 765,10 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

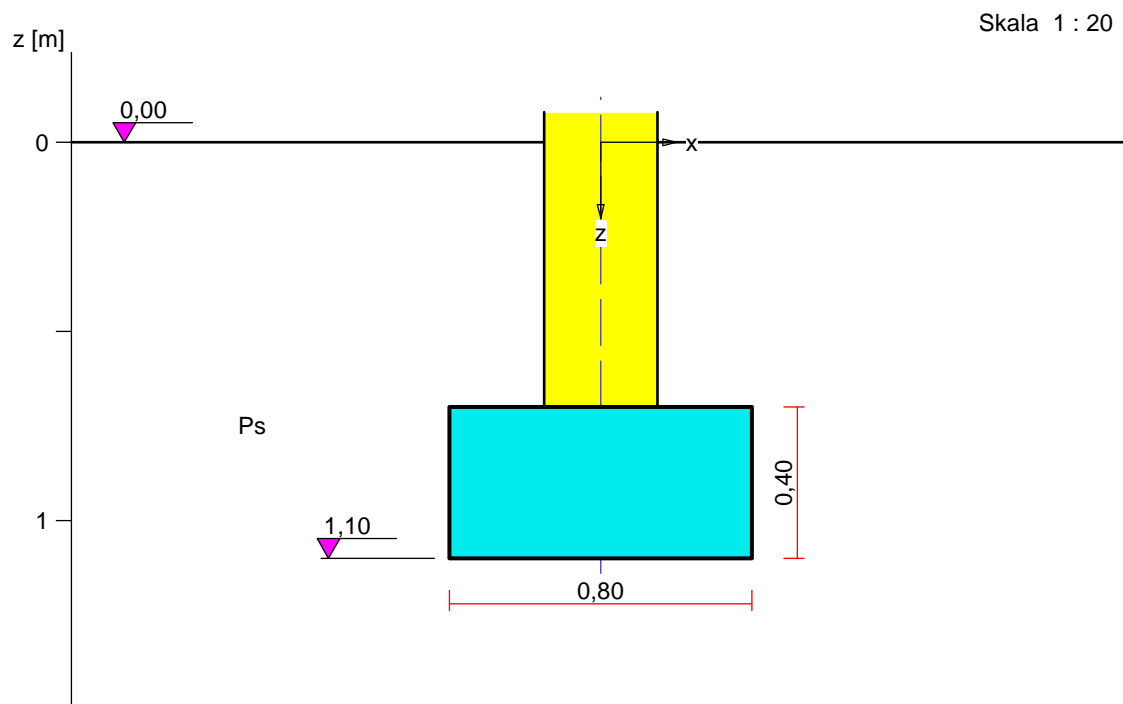
$$N_r = 449,14 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNB_x}, Q_{fNB_y}) = 0,81 \cdot 765,10 = 619,73 \text{ kN.}$$

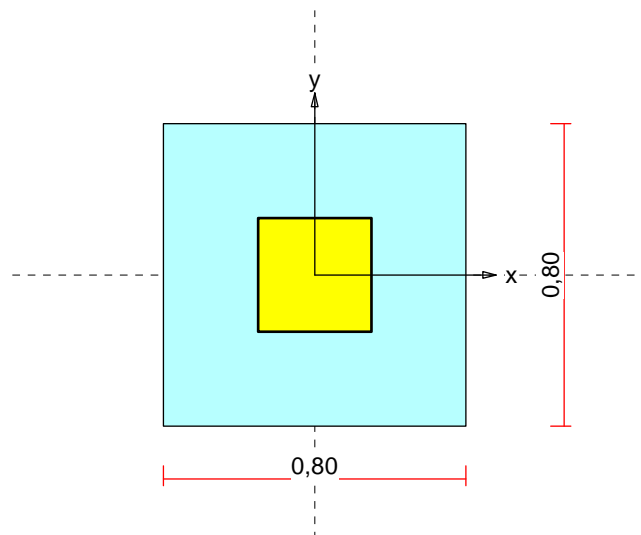
Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

STOPY St2 (pod pozostałe słupy)

Zestawienia obciążeń na podłoże od stopy fundamentowej

<i>L.p.</i>	<i>Element</i>	<i>Obciążenie charakt. [kN/m]</i>	<i>Obciążenie oblicz. [kN/m]</i>
1.	Reakcja z słupa S-1.3.	165,0	200,0
2.	Stopa fundamentowa	10,0	11,0
RAZEM		$q_k = 175,0 \text{ kN}$	$q_d = 211,0 \text{ kN}$





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.	Piasek średni	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]	[°]	[kPa]	[kPa]
Ps	0,40		1,70	m.wilg.	0,00	32,4	79327	88141

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

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

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 2,70$ m, $y_0 = 8,50$ m,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,70$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	γ
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	211,0	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: St3S-b,

Średnica prętów zbrojeniowych:

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

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebiecie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,10$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 0,80$ m, $B_y = 0,80$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ 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	1,10	0,58	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 0,80$ m, $B_y = 0,80$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,10$ 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	6,28	0,00	0,00	1,10	6,91	0,00	0,00
Grunt - pole 1	1,61	0,22	-0,22	1,20	1,93	-0,42	0,42
Grunt - pole 2	1,61	-0,22	-0,22	1,20	1,93	-0,42	-0,42
Grunt - pole 3	1,61	-0,22	0,22	1,20	1,93	0,42	-0,42
Grunt - pole 4	1,61	0,22	0,22	1,20	1,93	0,42	0,42
				Suma	14,61	0,00	0,00

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 211,00$ 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. $E_z = 0,40$ m,

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

moment: $M_x = 0,00$ kNm,

moment: $M_y = 0,00$ kNm.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 211,00 + 14,61 = 225,61 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 211,00 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -211,00 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrody sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/225,61 = 0,00 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/225,61 = 0,00 \text{ m.}$$

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

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 0,80 - 2 \cdot 0,00 = 0,80 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 0,80 - 2 \cdot 0,00 = 0,80 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,53 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,10 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,10 = 16,51 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 32,40 \cdot 0,90 = 29,16^\circ,$$

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

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

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/225,61 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5580 = 0,000,$$

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

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/225,61 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5580 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

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

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_y / B'_x = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_y / B'_x = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_y / B'_x = 2,50$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 480,17 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 480,17 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 225,61 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 480,17 = 388,94 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

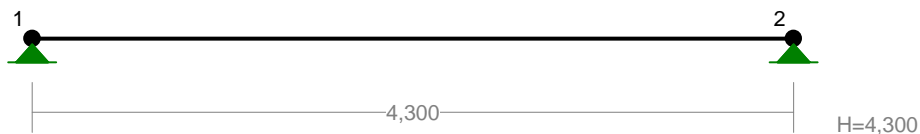
4.3. Elementy konstrukcyjne parteru i poddasza

Strop nad parterem

- Przyjęto płytę żelbetową grubości 18cm.
- Schemat statyczny: założono dwukierunkową pracę statyczną stropu. Strop obliczoną Metodą Elementów Skończonych, zakładając rzeczywiste schematy i podparcie. Do obliczeń wykorzystano program PL-Win firmy Cadsis.
- Statyka i wymiarowanie wg MES
- Zbrojenie: wg rzutu

Belka żelbetowa Bż-1.1.

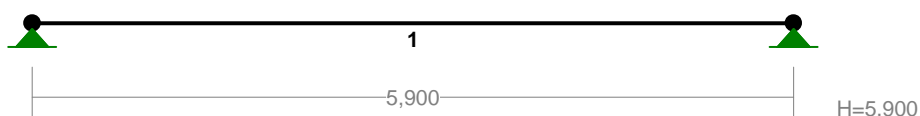
- Wymiary przekroju: b = 29cm, h = 53cm (wysokość belki wraz z wieńcem)
- Schemat statyczny:



- Statyka:
 - $M_{obl \max \text{ przęsło}}: 93,5 \text{ kNm}$ $M_{char \max \text{ przęsło}}: 72,9 \text{ kNm}$
 - $Q_{obl \max}: 87,0 \text{ kN}$ $Q_{char \max}: 68,0 \text{ kN}$
- Przyjęte zbrojenie:
 - Zbrojenie dolne: 4 # 16mm
 - Zbrojenie górne: 2 # 12mm
 - Strzemiona dwucięte: $\phi 6$ co 20cm

Belka żelbetowa Bz-1.2.

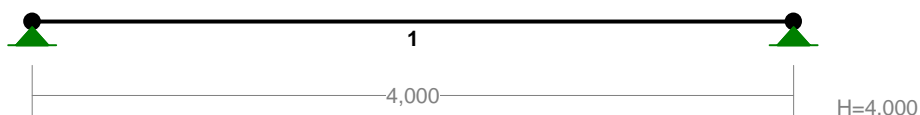
- Wymiary przekroju: $b = 29\text{cm}$, $h = 53\text{cm}$ (wysokość belki wraz z wieńcem)
- Schemat statyczny:



- Statyka:
 - $M_{obl \max \text{ przęsło}}: 188,1 \text{ kNm}$ $M_{char \max \text{ przęsło}}: 151,2 \text{ kNm}$
 - $Q_{obl \max}: 109,9 \text{ kN}$ $Q_{char \max}: 88,2 \text{ kN}$
- Przyjęte zbrojenie:
 - Zbrojenie dolne: 5 # 20mm
 - Zbrojenie górne: 4 # 12mm
 - Strzemiona **czterocięte**: $\phi 8$ co 20cm

Belka żelbetowa Bz-1.3.

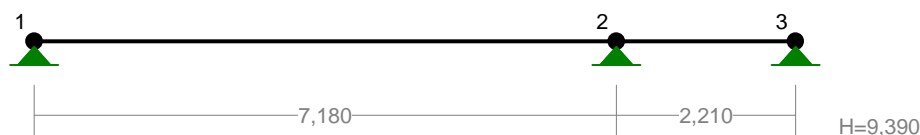
- Wymiary przekroju: $b = 25\text{cm}$, $h = 63\text{cm}$ (wysokość belki wraz z wieńcem)
- Schemat statyczny:



- Statyka:
 - $M_{obl \max \text{ przęsło}}: 108,7 \text{ kNm}$ $M_{char \max \text{ przęsło}}: 83,3 \text{ kNm}$
 - $Q_{obl \max}: 108,7 \text{ kN}$ $Q_{char \max}: 83,3 \text{ kN}$
- Przyjęte zbrojenie:
 - Zbrojenie dolne: 4 # 16mm
 - Zbrojenie górne: 4 # 12mm
 - Strzemiona **czterocięte**: $\phi 6$ co 25cm

Belka żelbetowa Bz-1.4.

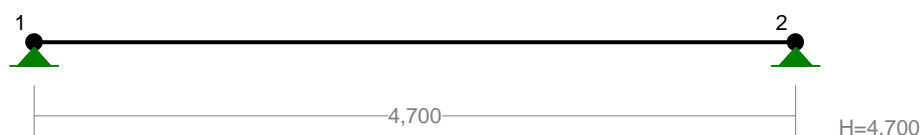
- Wymiary przekroju: $b = 25\text{cm}$, $h = 63\text{cm}$ (wysokość belki wraz z wieńcem)
- Schemat statyczny:



- Statyka:
 - $M_{obl\ max\ przęsło}: 173,6\ kNm$ $M_{char\ max\ przęsło}: 133,7\ kNm$
 - $M_{obl\ max\ podpora}: -211,7\ kNm$ $M_{char\ max\ podpora}: -161,3\ kNm$
 - $Q_{obl\ max}: 179,4\ kN$ $Q_{char\ max}: 138,2\ kN$
- Przyjęte zbrojenie:
 - Zbrojenie dolne: 4 # 20mm
 - Zbrojenie górne: 4 # 20mm
 - Strzemiona **czterocięte**: $\phi\ 8$ co 20cm na całej długości belki

Belka żelbetowa Bż-1.5.

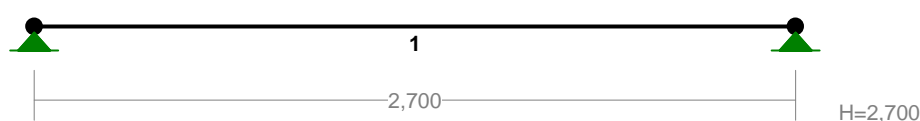
- Wymiary przekroju: $b = 25cm$, $h = 63cm$ (wysokość belki wraz z wieńcem)
- Schemat statyczny:



- Statyka:
 - $M_{obl\ max\ przęsło}: 155,8\ kNm$ $M_{char\ max\ przęsło}: 119,5\ kNm$
 - $Q_{obl\ max}: 132,6\ kN$ $Q_{char\ max}: 101,7\ kN$
- Przyjęte zbrojenie:
 - Zbrojenie dolne: 5 # 16mm
 - Zbrojenie górne: 4 # 12mm
 - Strzemiona **czterocięte**: $\phi\ 6$ co 20cm

Belka żelbetowa Bż-1.6. (nadproże wylewane)

- Wymiary przekroju: $b = 25cm$, $h = 30cm$
- Schemat statyczny:



- Statyka:
 - $M_{obl\ max\ przęsło}: 38,0\ kNm$ $M_{char\ max\ przęsło}: 29,6\ kNm$
 - $Q_{obl\ max}: 42,5\ kN$ $Q_{char\ max}: 33,4\ kN$
- Przyjęte zbrojenie:
 - Zbrojenie dolne: 5 # 12mm
 - Zbrojenie górne: 2 # 12mm
 - Strzemiona dwucięte: $\phi\ 6$ co 20cm

Belka żelbetowa Bż-1.7.

- Wymiary przekroju: $b = 25cm$, $h = 40cm$ (wysokość belki wraz z wieńcem)
- Schemat statyczny:



- Statyka:
 - $M_{obl\ max\ przęsło}: 85,3\ kNm$ $M_{char\ max\ przęsło}: 65,0\ kNm$
 - $Q_{obl\ max}: 73,5\ kN$ $Q_{char\ max}: 56,6\ kN$
- Przyjęte zbrojenie:
 - Zbrojenie dolne: 5 # 16mm
 - Zbrojenie górne: 4 # 12mm
 - Strzemiona **czterocięte**: $\phi\ 6$ co 20cm

Belka żelbetowa Bż-1.8.

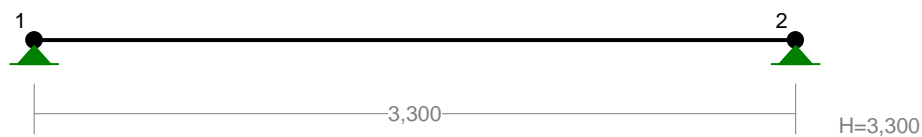
- Wymiary przekroju: $b = 25cm$, $h = 50cm$ (wysokość belki wraz z wieńcem)
- Schemat statyczny:



- Statyka:
 - $M_{obl\ max\ przęsło}: 85,3\ kNm$ $M_{char\ max\ przęsło}: 65,0\ kNm$
 - $Q_{obl\ max}: 73,5\ kN$ $Q_{char\ max}: 56,6\ kN$
- Przyjęte zbrojenie:
 - Zbrojenie dolne: 5 # 16mm
 - Zbrojenie górne: 4 # 12mm
 - Strzemiona **czterocięte**: $\phi\ 6$ co 20cm

Belka żelbetowa Bż-1.9.

- Wymiary przekroju: $b = 29cm$, $h = 53cm$ (wysokość belki wraz z wieńcem)
- Schemat statyczny:



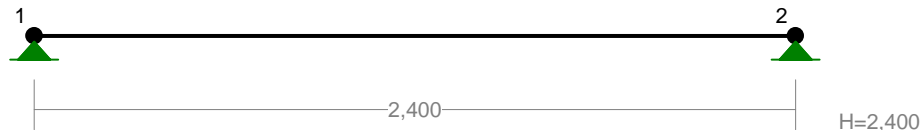
- Statyka:
 - $M_{obl\ max\ przęsło}: 65,9\ kNm$ $M_{char\ max\ przęsło}: 51,1\ kNm$
 - $Q_{obl\ max}: 79,9\ kN$ $Q_{char\ max}: 62,0\ kN$
- Przyjęte zbrojenie:
 - Zbrojenie dolne: 5 # 12mm
 - Zbrojenie górne: 2 # 12mm
 - Strzemiona dwucięte: $\phi\ 6$ co 25cm

Nadproże żelbetowe Ndż-1.1.

- Wymiary przekroju: $b = 25\text{cm}$, $h = 30\text{cm}$
- Przyjęte zbrojenie (konstrukcyjnie):
 - Zbrojenie dolne: 3 # 12mm
 - Zbrojenie górne: 2 # 12mm
 - Strzemiona dwucięte: ϕ 6 co 15cm

Nadproże żelbetowe Ndż-1.2.

- Wymiary przekroju: $b = 25\text{cm}$, $h = 30\text{cm}$
- Schemat statyczny:



- Statyka:
 - $M_{obl\ max\ przęsło}: 36,6\ \text{kNm}$ $M_{char\ max\ przęsło}: 30,6\ \text{kNm}$
 - $Q_{obl\ max}: 42,4\ \text{kN}$ $Q_{char\ max}: 35,5\ \text{kN}$
- Przyjęte zbrojenie:
 - Zbrojenie dolne: 6 # 12mm
 - Zbrojenie górne: 2 # 12mm
 - Strzemiona dwucięte: ϕ 6 co 15cm

Słup żelbetowy Sz-1.1

- Wymiary przekroju: $b = 29\text{cm}$, $h = 29\text{cm}$
- Schemat statyczny: słup obciążony osiowo siłą skupioną, podparty obustronnie przegubowo
- Statyka:
 - $N_{obl\ max}: 129,5\ \text{kN}$ $N_{char\ max}: 108,7\ \text{kN}$
- Przyjęte zbrojenie:
 - Zbrojenie podłużne: 4 # 12mm
 - Strzemiona dwucięte: ϕ 6 co 15cm

Słup żelbetowy Sz-1.2

- Wymiary przekroju: $b = 25\text{cm}$, $h = 25\text{cm}$
- Schemat statyczny: zbrojenie przyjęto konstrukcyjnie
- Przyjęte zbrojenie:
 - Zbrojenie podłużne: 4 # 12mm
 - Strzemiona dwucięte: ϕ 6 co 15cm

Słup żelbetowy Sz-1.3

- Wymiary przekroju: $b = 25\text{cm}$, $h = 29\text{cm}$
- Schemat statyczny: słup obciążony osiowo siłą skupioną, podparty obustronnie przegubowo
- Statyka:
 - $N_{obl\ max}: 200,0\ \text{kN}$ $N_{char\ max}: 167,5\ \text{kN}$
- Przyjęte zbrojenie:

- Zbrojenie podłużne: 4 # 12mm
- Strzemiona dwucięte: ϕ 6 co 15cm

Słup żelbetowy Sz-1.4

- Wymiary przekroju: przekrój okrągły $\phi = 40\text{cm}$,
- Schemat statyczny: słup obciążony osiowo siłą skupioną, podparty obustronnie przegubowo
- Statyka:
 - $N_{\text{obl max}}: 415,1 \text{ kN}$ $N_{\text{char max}}: 347,0 \text{ kN}$
- Przyjęte zbrojenie:
 - Zbrojenie podłużne: 6 # 12mm
 - Strzemiona dwucięte: ϕ 6 co 15cm

Filar żelbetowy Fz-1.1

- Wymiary przekroju: $b = 32\text{cm}$, $h = 25\text{cm}$
- Schemat statyczny: zbrojenie przyjęto konstrukcyjnie
- Przyjęte zbrojenie:
 - Zbrojenie podłużne: 4 # 12mm
 - Strzemiona dwucięte: ϕ 6 co 15cm

Pozostałe elementy przyjęto konstrukcyjnie.

KONIEC OBLICZEŃ