

OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE

PROJEKTANT:

mgr Inż. Janusz Wdowiarz

nr upr. MAP/0039/PWOK/03
nr izby inż. MAP/BO/0057/04

SPRAWDZAJĄCY:

mgr inż. Piotr Szargan

nr upr. 255/2001
nr izby inż. MAP/BO/0455/07

DATA OPRACOWANIA:

Grudzień 2021

Zestawienie obciążeń

Grupa norm: Eurokod

Projekt:

Projektant:

Pozycja:

Lokalizacja:

Opis	Jedn.	Q _k	γ _{f1}	γ _{f2}	Q _{o1}	Q _{o2}
1. Wiatr (kaplica)						
1.1. Dach dwuspadowy - połac nawietrzna - wartości dodatnie						
1.1.1. Pole F	kN/m ²	0,64	1,50	1,50	0,95	0,95
1.1.2. Pole G	kN/m ²	0,64	1,50	1,50	0,95	0,95
1.1.3. Pole H	kN/m ²	0,55	1,50	1,50	0,82	0,82
1.2. Dach dwuspadowy - połac zawietrzna - wartości ujemne						
1.2.1. Pole I	kN/m ²	-0,18	1,50	1,50	-0,27	-0,27
1.2.2. Pole J	kN/m ²	-0,27	1,50	1,50	-0,41	-0,41
1.3. Świetlik	kN/m ²	1,23	1,50	1,50	1,84	1,84
2. Śnieg (kaplica)						
2.1. Dach dwuspadowy	kN/m ²	1,25	1,50	1,50	1,87	1,87
3. Ciężar (kaplica)						
3.1. Dach	kN/m ²	1,015	1,35	1,00	1,37	1,01
3.1.1. Blacha na rąbek	kN/m ²	0,15	1,35	1,00	0,20	0,15
3.1.2. Deskowanie 3,0cm	kN/m ²	0,225	1,35	1,00	0,30	0,23
3.1.3. łaty	kN/m ²	0,1	1,35	1,00	0,14	0,10
3.1.4. wełna	kN/m ²	0,25	1,35	1,00	0,34	0,25
3.1.5. ruszt pod płyty gk	kN/m ²	0,05	1,35	1,00	0,07	0,05
3.1.6. płyty gk grubości 0,9cm	kN/m ²	0,24	1,35	1,00	0,32	0,24

1. Wiatr (kaplica)

1.1. Dach dwuspadowy - połac nawietrzna - wartości dodatnie

Położenie obiektu: strefa 3, wysokość n.p.m. A = 360 m

$$\Rightarrow v_{b,0} = 22 \times (1 + 0,0006 \times (A - 300)) \text{ m/s} = 22 \times (1 + 0,0006 \times (360 - 300)) \text{ m/s} = 22,8 \text{ m/s}$$

Kierunek wiatru 270°

Kategoria terenu - I

Wysokości: minimalna $z_{\min} = 1 \text{ m}$, maksymalna $z_{\max} = 200 \text{ m}$, wymiar chropowatości $z_0 = 0,01 \text{ m}$

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e0} = h = 10,00 \text{ m} = 10,00 \text{ m}$

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{e0} = 10,00 \text{ m} = 10,00 \text{ m}$

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{\text{dir}} \times c_{\text{season}} \times v_{b,0} = 1,00 \times 1,0 \times 22,8 \text{ m/s} = 22,8 \text{ m/s}$

Wsp. chropowatości: $c_r(z_e) = 1,20 \times (z_e / 10)^{0,13} = 1,20 \times (10,00 / 10)^{0,13} = 1,20$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 2,80 \times (z_e / 10)^{0,19} = 2,80 \times (10,00 / 10)^{0,19} = 2,80$

Średnia prędkość wiatru:

$$v_m(z_e) = c_r(z_e) \times c_o(z_e) \times v_b = 1,20 \times 1,00 \times 22,8 \text{ m/s} = 27,4 \text{ m/s}$$

Bazowe ciśnienie prędkości:

$$q_b = 0,5 \times \rho \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (22,8 \text{ m/s})^2 = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

$$\Rightarrow q_p(z_e) = c_e(z_e) \times q_b = 2,80 \times 0,32 \text{ kN/m}^2 = 0,91 \text{ kN/m}^2$$

Rodzaj elementu: **dach dwuspadowy**

Wymiary budynku:

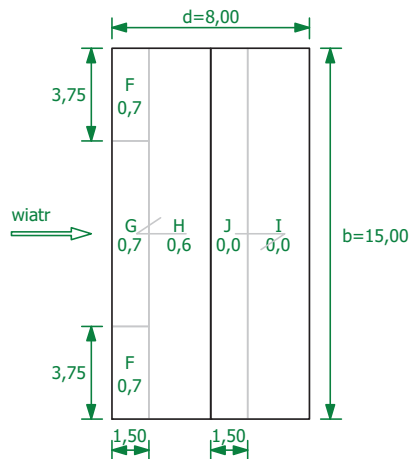
szerokość (prostopadle do kierunku wiatru): $b = 15,00 \text{ m}$

długość (równolegle do kierunku wiatru): $d = 8,00 \text{ m}$

wysokość: $h = 10,00 \text{ m}$

nachylenie dachu: $\alpha = 45,00^\circ$

$e = \min(b, 2h) = 15,00 \text{ m}$
Pole powierzchni przegrody: $A_{\text{ref}} > 10 \text{ m}^2$



Element rozważany: **połac nawietrzna**.

Wariant obciążenia o dodatnich wartościach pól.

1.1.1. Pole F

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,F} = 0,7$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe,F} = 0,91 \text{ kN/m}^2 \times 0,7 = 0,64 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times 0,64 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,95 \text{ kN/m}^2}$

1.1.2. Pole G

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,G} = 0,7$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe,G} = 0,91 \text{ kN/m}^2 \times 0,7 = 0,64 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times 0,64 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,95 \text{ kN/m}^2}$

1.1.3. Pole H

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,H} = 0,6$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe,H} = 0,91 \text{ kN/m}^2 \times 0,6 = 0,55 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times 0,55 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,82 \text{ kN/m}^2}$

1.2. Dach dwuspadowy - połac zawietrzna - wartości ujemne

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 360 \text{ m}$

$\Rightarrow v_{b,0} = 22 \times (1 + 0,0006 \times (A - 300)) \text{ m/s} = 22 \times (1 + 0,0006 \times (360 - 300)) \text{ m/s} = 22,8 \text{ m/s}$

Kierunek wiatru 270°

Kategoria terenu - I

Wysokości: minimalna $z_{\min} = 1 \text{ m}$, maksymalna $z_{\max} = 200 \text{ m}$, wymiar chropowatości $z_0 = 0,01 \text{ m}$

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e0} = h = 10,00 \text{ m}$

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{e0} = 10,00 \text{ m}$

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{\text{dir}} \times c_{\text{season}} \times v_{b,0} = 1,00 \times 1,0 \times 22,8 \text{ m/s} = 22,8 \text{ m/s}$

Wsp. chropowatości: $c_r(z_e) = 1,20 \times (z_e / 10)^{0,13} = 1,20 \times (10,00 / 10)^{0,13} = 1,20$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 2,80 \times (z_e / 10)^{0,19} = 2,80 \times (10,00 / 10)^{0,19} = 2,80$

Średnia prędkość wiatru:

$v_m(z_e) = c_r(z_e) \times c_o(z_e) \times v_b = 1,20 \times 1,00 \times 22,8 \text{ m/s} = 27,4 \text{ m/s}$

Bazowe ciśnienie prędkości:

$q_b = 0,5 \times \rho \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (22,8 \text{ m/s})^2 = 0,32 \text{ kN/m}^2$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

$\Rightarrow q_p(z_e) = c_e(z_e) \times q_b = 2,80 \times 0,32 \text{ kN/m}^2 = 0,91 \text{ kN/m}^2$

Rodzaj elementu: **dach dwuspadowy**

Wymiary budynku:

szerokość (prostopadle do kierunku wiatru): $b = 15,00 \text{ m}$

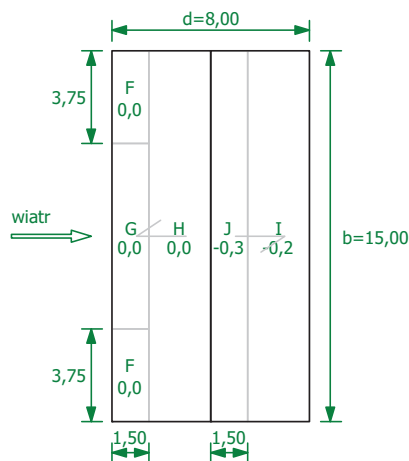
długość (równolegle do kierunku wiatru): $d = 8,00 \text{ m}$

wysokość: $h = 10,00 \text{ m}$

nachylenie dachu: $\alpha = 45,00^\circ$

$e = \min(b, 2h) = 15,00 \text{ m}$

Pole powierzchni przegrody: $A_{ref} > 10m^2$



Element rozważany: **połac zawietrzna**.

Wariant obciążenia o ujemnych wartościach pól.

1.2.1. Pole I

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,I} = -0,2$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe,I} = 0,91kN/m^2 \times -0,2 = -0,18 kN/m^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,18 kN/m^2 = -0,27 kN/m^2$

1.2.2. Pole J

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,J} = -0,3$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe,J} = 0,91kN/m^2 \times -0,3 = -0,27 kN/m^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,27 kN/m^2 = -0,41 kN/m^2$

1.3. Świetlik

Położenie obiektu: strefa 3, wysokość n.p.m. $A = 360$ m

$\Rightarrow v_{b,0} = 22 \times (1 + 0,0006 \times (A - 300))$ m/s $= 22 \times (1 + 0,0006 \times (360 - 300))$ m/s $= 22,8$ m/s

Kierunek wiatru 270°

Kategoria terenu - I

Wysokości: minimalna $z_{min} = 1$ m, maksymalna $z_{max} = 200$ m, wymiar chropowatości $z_0 = 0,01$ m

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e0} = 10,00$ m

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{e0} = 10,00m = 10,00$ m

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \times c_{season} \times v_{b,0} = 1,00 \times 1,0 \times 22,8m/s = 22,8$ m/s

Wsp. chropowatości: $c_r(z_e) = 1,20 \times (z_e / 10) ^ 0,13 = 1,20 \times (10,00 / 10) ^ 0,13 = 1,20$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 2,80 \times (z_e / 10) ^ 0,19 = 2,80 \times (10,00 / 10) ^ 0,19 = 2,80$

Średnia prędkość wiatru:

$v_m(z_e) = c_r(z_e) \times c_o(z_e) \times v_b = 1,20 \times 1,00 \times 22,8m/s = 27,4$ m/s

Bazowe ciśnienie prędkości:

$q_b = 0,5 \times \rho \times v_b ^ 2 = 0,5 \times 1,25kg/m^3 \times (22,8m/s) ^ 2 = 0,32 kN/m^2$

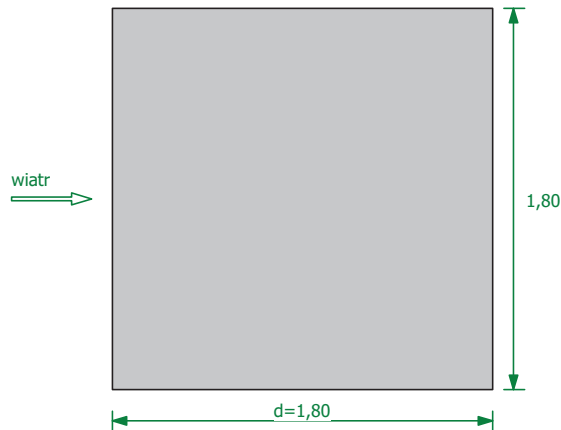
Szczytowe ciśnienie prędkości:

$\Rightarrow q_p(z_e) = c_e(z_e) \times q_b = 2,80 \times 0,32kN/m^2 = 0,91 kN/m^2$

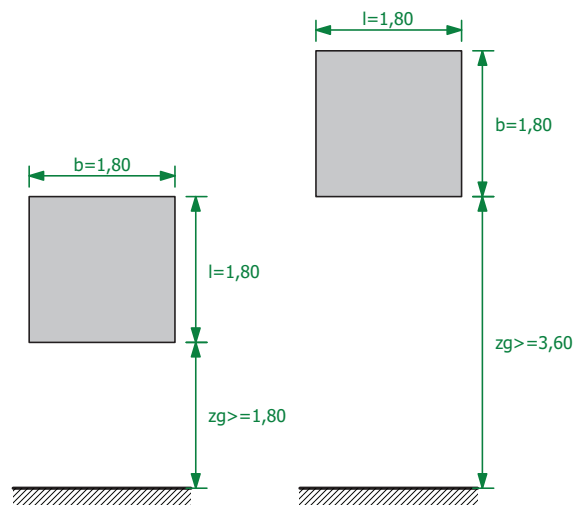
Rodzaj elementu: **element o przekroju prostokątnym**

Wymiary przekroju: $b = 1,80$ m, $d = 1,80$ m

Wymiar podłużny $l = 2,20$ m



Swobodny opływ końca elementu: (wariant normowy nr 1)



Smukłość efektywna: $\lambda = 2,00$

Współczynnik swobodnego opływu: $\psi_\lambda = 0,63$

Współczynnik oporu aerodynamicznego:

$c_{f0} = 2,15$ (bez wpływu swobodnego końca)

$$\Rightarrow c_f = c_{f0} \times \psi_r \times \psi_\lambda = 2,15 \times 1,00 \times 0,63 = 1,35$$

Współczynnik konstrukcyjny $c_s c_d$:

$$\Rightarrow c_s c_d = 1,00$$

Obciążenie charakterystyczne $w_k = c_s c_d \times c_f \times q_p(z_e) = 1,00 \times 1,35 \times 0,91 \text{ kN/m}^2 = 1,23 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_o = 1,50 \times 1,23 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{1,84 \text{ kN/m}^2}$

2. Śnieg (kaplica)

2.1. Dach dwuspadowy

Położenie obiektu: strefa 3, wysokość n.p.m. $A = 360 \text{ m}$

$$\Rightarrow s_k = 0,006 \times A - 0,6 \leq 1,20 \quad s_k = (0,006 \times 360 - 0,6) \text{ kN/m}^2 = 1,56 \text{ kN/m}^2$$

Ekspozycja obiektu: teren normalny $\Rightarrow C_e = 1,00$

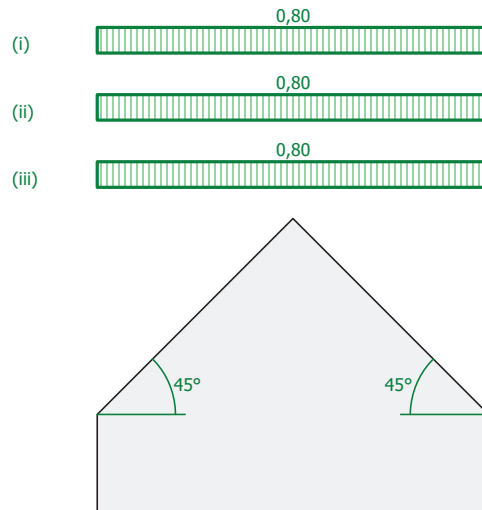
Przenikanie ciepła przez dach: temp. wewn. $t_i = 18^\circ \text{C}$, wsp. przenikania ciepła $U = 0,2 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ $\Rightarrow C_t = 1,00$

Rodzaj dachu: dach dwuspadowy

Kąt połaci dachu $\alpha_1 = 45^\circ$ (barierka przeciwsnieżna)

Kąt połaci dachu $\alpha_2 = 45^\circ$ (barierka przeciwsnieżna)

$$\Rightarrow \mu_1 = 0,80 \quad (\text{przypadek (i) obc. równomierne})$$



Obciążenie charakterystyczne $s = \mu_1 \times C_e \times C_t \times s_k = 0,80 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,56 \text{ kN/m}^2 = 1,25 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $s_o = 1,50 \times 1,25 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{1,87 \text{ kN/m}^2}$

3. Ciężar (kaplica)

3.1. Dach

3.1.1. Blacha na rąbek

Obciążenie charakterystyczne $0,15 \text{ kN/m}^2 = 0,15 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 0,15 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,20 \text{ kN/m}^2}$

$Q_{o2} = 1,00 \times 0,15 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,15 \text{ kN/m}^2}$

3.1.2. Deskowanie 3,0cm

Obciążenie charakterystyczne $7,50 \text{ kN/m}^3 \times 0,03 \text{ m} = 0,225 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 0,225 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,30 \text{ kN/m}^2}$

$Q_{o2} = 1,00 \times 0,225 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,23 \text{ kN/m}^2}$

3.1.3. Łaty

Obciążenie charakterystyczne $0,10 \text{ kN/m}^2 = 0,1 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 0,1 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,14 \text{ kN/m}^2}$

$Q_{o2} = 1,00 \times 0,1 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,10 \text{ kN/m}^2}$

3.1.4. wełna

Obciążenie charakterystyczne $1,0 \text{ kN/m}^3 \times 0,25 \text{ m} = 0,25 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 0,25 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,34 \text{ kN/m}^2}$

$Q_{o2} = 1,00 \times 0,25 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,25 \text{ kN/m}^2}$

3.1.5. ruszt pod płyty gk

Obciążenie charakterystyczne $0,05 \text{ kN/m}^2 = 0,05 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 0,05 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,07 \text{ kN/m}^2}$

$Q_{o2} = 1,00 \times 0,05 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,05 \text{ kN/m}^2}$

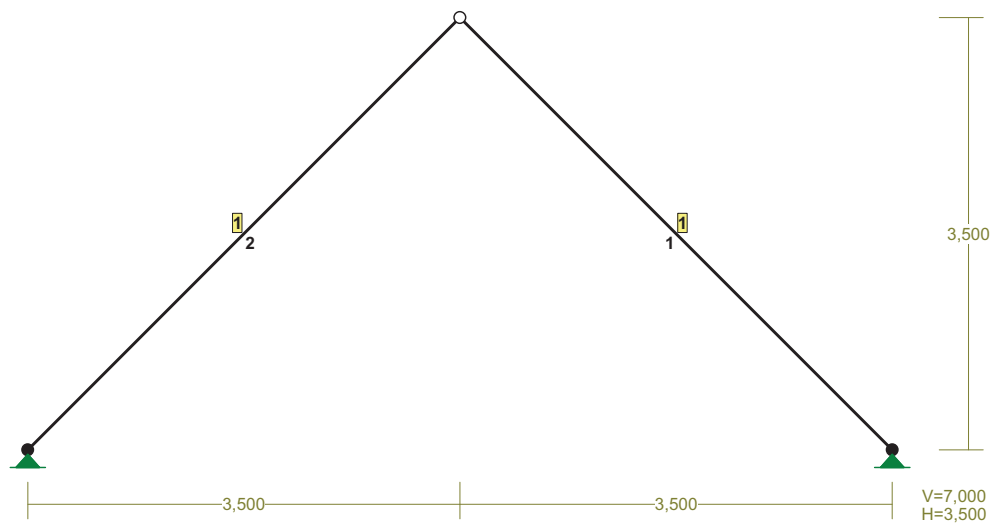
3.1.6. płyty gk grubości 0,9cm

Obciążenie charakterystyczne $12 \text{ kN/m}^3 \times 0,020 \text{ m} = 0,24 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 0,24 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,32 \text{ kN/m}^2}$

$Q_{o2} = 1,00 \times 0,24 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,24 \text{ kN/m}^2}$

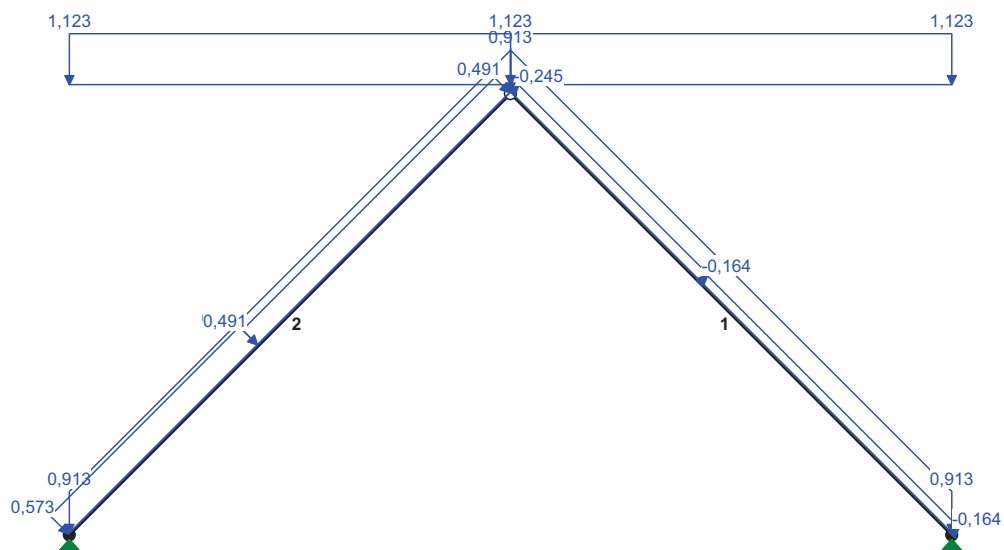
PRZEKROJE PRĘTÓW:



STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E:	Napręż.gr.:	AlfaT:
	[kN/mm ²]	[N/mm ²]	[1/K]
133 Drewno C24	11	24,000	5,0E-6

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
<hr/>						
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
Grupa:	A "stałe"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
1	Liniowe	0,0	0,913	0,913	0,00	4,95
	3.1 Dach p=1,015*0,900					
2	Liniowe	0,0	0,913	0,913	0,00	4,95
	3.1 Dach p=1,015*0,900					
Grupa:	L "wiatr z lewej"			Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe	-45,0	-0,245	-0,245	0,00	2,12
	1.2.2 Pole p=-0,273*0,900					
1	Liniowe	-45,0	-0,164	-0,164	2,12	4,95
	1.2.1 Pole p=-0,182*0,900					
2	Liniowe	45,0	0,573	0,573	0,00	2,12
	1.1.1 Pole p=0,636*0,900					
2	Liniowe	45,0	0,491	0,491	2,12	4,95
	1.1.3 Pole p=0,545*0,900					
Grupa:	S "śnieg"			Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	1,123	1,123	0,00	4,95
	2.1 Dach dwuspadow p=1,248*0,900					
2	Liniowe-Y	0,0	1,123	1,123	0,00	4,95
	2.1 Dach dwuspadow p=1,248*0,900					

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ :	$\psi_0/\psi_1/\psi_2$:
CW-"Ciężar własny"	Stałe		1,35/1,00
A -"stałe"	Stałe		1,35/1,00
L -"wiatr z lewej"	Zmienne	1	1,50 1/1/1
S -"śnieg"	Zmienne	1	1,50 1/1/1

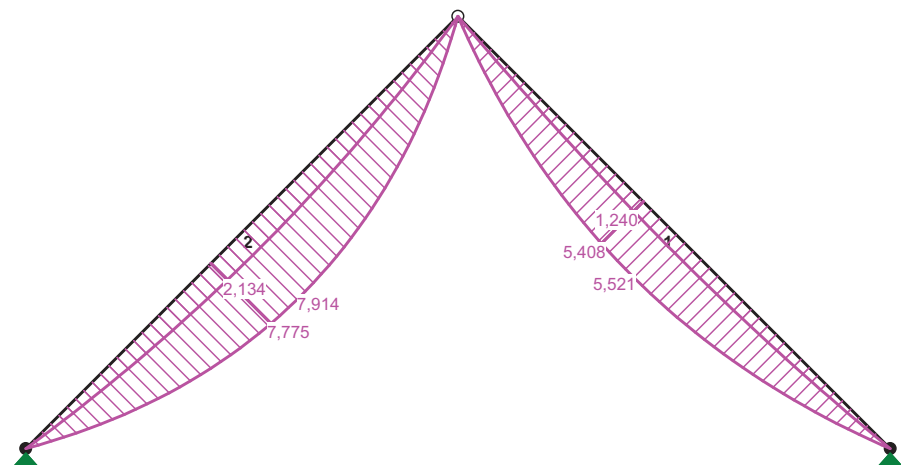
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
A -"stałe"	EWENTUALNIE
L -"wiatr z lewej"	EWENTUALNIE
S -"śnieg"	EWENTUALNIE

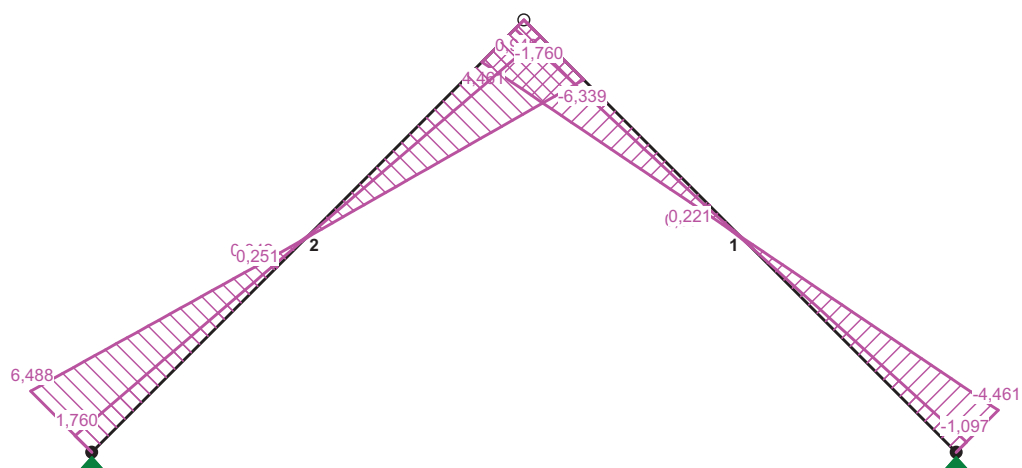
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : CW+A EWENTUALNIE: L+S

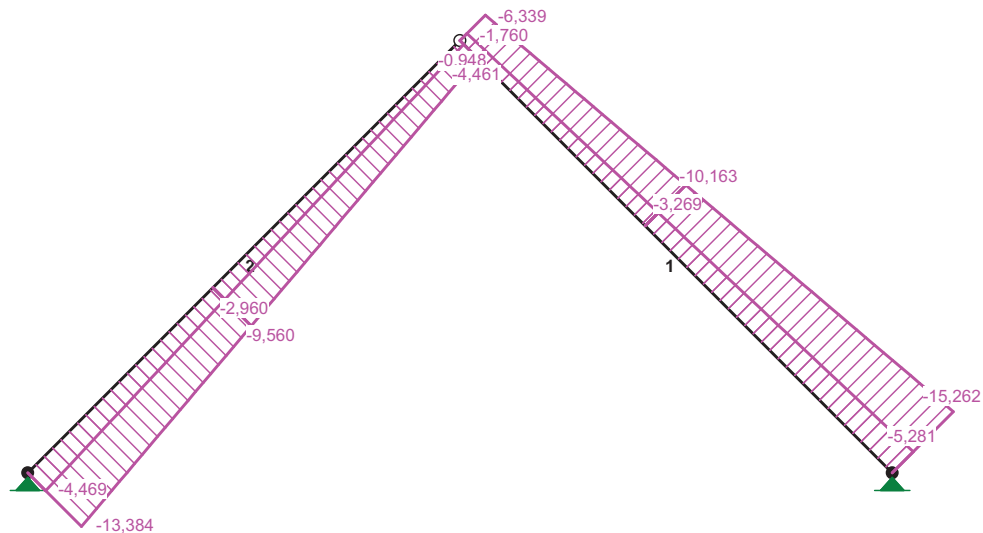
MOMENTY-OBWIEDNIE :



TNĄCE-OBWIEDNIE :



NORMALNE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	2,475	5,521*	0,000	-8,923	CW AS (a)
	0,000	0,000*	4,461	-4,461	CW AS (a)
	0,000	0,000*	1,760	-1,760	cw a (a)
	4,950	0,000*	-3,798	-15,262	CW ALS (a)
	4,950	0,000	-4,461*	-13,384	CW AS (a)
	0,000	0,000	4,461*	-4,461	CW AS (a)
	0,000	0,000	1,760	-1,760*	cw a (a)
	4,950	0,000	-3,798	-15,262*	CW ALS (a)
2	2,475	7,914*	-0,056	-8,110	CW ALS (a)
	0,000	0,000*	6,488	-12,572	CW ALS (a)
	4,950	0,000*	-3,638	-0,948	cw a L (a)
	0,000	0,000*	4,461	-13,384	CW AS (a)
	0,000	0,000	6,488*	-12,572	CW ALS (a)
	4,950	0,000	-3,638	-0,948*	cw a L (a)
	0,000	0,000	4,461	-13,384*	CW AS (a)

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	6,309*	12,618	14,108		CW AS (a)
	5,805*	11,610	12,981		CW AS (b)
	0,482*	5,838	5,858		cw a L (a)

	4,302	13,477*	14,147	CW ALS (a)
	3,798	12,469*	13,035	CW ALS (b)
	2,489	4,979*	5,567	cw a (a)
	4,302	13,477	14,147*	CW ALS (a)
3	-2,489*	4,979	5,567	cw a (a)
	-8,106*	13,477	15,727	CW ALS (a)
	-7,602*	12,469	14,604	CW ALS (b)
	-8,106	13,477*	15,727	CW ALS (a)
	-7,602	12,469*	14,604	CW ALS (b)
	-2,489	4,979*	5,567	cw a (a)
	-8,106	13,477	15,727*	CW ALS (a)

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia char.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	4,455*	8,910	9,962		CW AS
	1,151*	5,552	5,670		CW AL
	3,117	9,483*	9,982		CW ALS
	2,489	4,979*	5,567		CW A
	3,117	9,483	9,982*		CW ALS
3	-2,489*	4,979	5,567		CW A
	-5,653*	9,483	11,040		CW ALS
	-5,653	9,483*	11,040		CW ALS
	-2,489	4,979*	5,567		CW A
	-5,653	9,483	11,040*		CW ALS

* = Wartości ekstremalne

DEFORMACJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

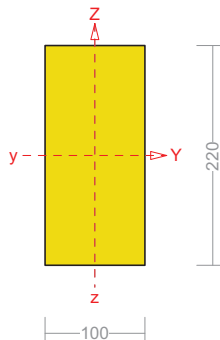
Obciążenia char.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	L/f:	Kombinacja obciążeń:
1	485,6	CW AS
2	344,3	CW ALS

Pręt nr 2

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.15 licencja nr 12411)

Zadanie: dach_1v1



Przekrój: 1 „B 22x10”

Wymiary przekroju:

$$h=220,0 \text{ mm} \quad b=100,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=8873,3; J_z=1833,3 \text{ cm}^4; A=220,00 \text{ cm}^2; i_y=6,4; i_z=2,9 \text{ cm}; W_y=806,7; W_z=366,7 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku) oraz klasę trwania obciążenia: **Długotrwałe** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

$$K_{mod} = 0,70 \quad \gamma_M = 1,3$$

$$k_{h,t} = \min [(150/100)^{0,2}; 1,3] = 1,084$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 1,000 \times 24,00 = 24,00$$

$$f_{m,d} = 12,923 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,084 \times 14,50 = 15,72$$

$$f_{t,0,d} = 8,467 \text{ MPa}$$

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

$$f_{t,90,d} = 0,215 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 11,308 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 1,346 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00$$

$$f_{v,d} = 2,154 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=2,121 \text{ m}$; $x_b=2,828 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „ $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (L+S)$ (a)”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Y (wyznaczona w sposób uproszczony):

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 4,950 = 4,950 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 4,950 = 4,950 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 4,950 / 6,3509 \times 10^2 = 77,94$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 4,950 / 2,8868 \times 10^2 = 171,46$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 77,94 / \pi \times \sqrt{21/7400} = 1,322 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 171,46 / \pi \times \sqrt{21/7400} = 2,907 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,322 - 0,3) + (1,322)^2] = 1,475 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (2,907 - 0,3) + (2,907)^2] = 4,987 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,475 + \sqrt{1,475^2 - 1,322^2}) = 0,469 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (4,987 + \sqrt{4,987^2 - 2,907^2}) = 0,111 \quad (6.26)$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 220,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 8,748 / 220,00 \times 10 = \mathbf{0,398} < \mathbf{1,251} = 0,111 \times 11,308 = k_{c,f} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a = 2,121 \text{ m}$; $x_b = 2,828 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(L+S) (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,398}{0,469 \times 11,308} + \frac{9,638}{12,923} + 0,7 \times \frac{0,000}{12,923} = \mathbf{0,821} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,398}{0,111 \times 11,308} + 0,7 \times \frac{9,638}{12,923} + \frac{0,000}{12,923} = \mathbf{0,840} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a = 2,298 \text{ m}$; $x_b = 2,652 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(L+S) (a)”.

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

$$l_{ef} = 0,9 \times 4949,7 + 220 + 220 = 4894,8 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 100^2}{220 \times 4894,8} \times 7400 = 53,600 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{24,00 / 53,600} = 0,669 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} = \frac{9,773^2}{1,000^2 \times 12,923^2} + \frac{0,383}{0,111 \times 11,308} = \mathbf{0,878} < \mathbf{1} \quad (6.35)$$

Nośność dla $x_a = 2,298 \text{ m}$; $x_b = 2,652 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(L+S) (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{9,773}{12,923} + 0,7 \times \frac{0,000}{12,923} = \mathbf{0,756} < \mathbf{1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{9,773}{12,923} + \frac{0,000}{12,923} = \mathbf{0,529} < \mathbf{1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a = 2,298 \text{ m}$; $x_b = 2,652 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(L+S) (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,383^2}{11,308^2} + \frac{9,773}{12,923} + 0,7 \times \frac{0,000}{12,923} = \mathbf{0,757} < \mathbf{1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,383^2}{11,308^2} + 0,7 \times \frac{9,773}{12,923} + \frac{0,000}{12,923} = \mathbf{0,531} < \mathbf{1} \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,663$ m; $x_b=4,287$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(L+S) (a)”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 4,724 / (0,67 \times 220,00) \times 10 = 0,481 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 220,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,481^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,481} < \mathbf{2,154} = 1,000 \times 2,154 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=4,950$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „CW+1,35·0,85·A+1,5·(L+S) (b)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,249 \times 10,0^2 \times 22,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{2,865} = 1,330 \times 2,154 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=2,475$ m; $x_b=2,475$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „CW+A+L+S” liczone od cięciwy przęta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 200 = 4949,7 / 200 = 24,7 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 150 = 4949,7 / 150 = 33,0 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z = 14,38 \times = 14,38 \text{ mm}$$

$$u_{y,inst} = u_y = 0,00 \times = 0,00 \text{ mm}$$

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

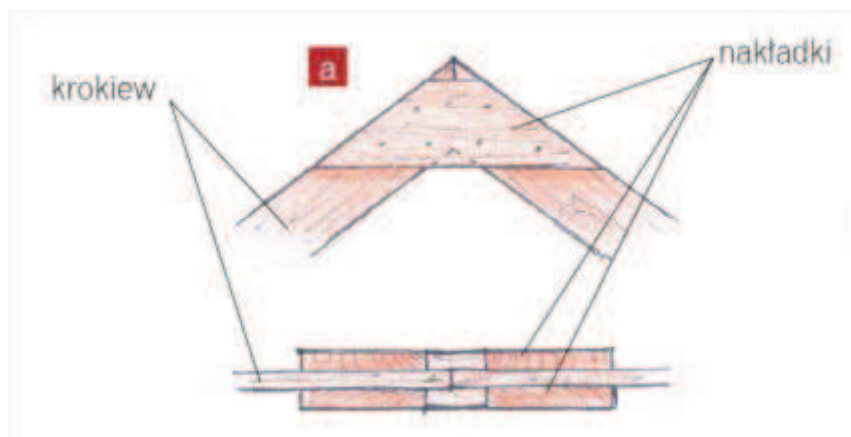
$$u_{z,fin} = u_z (1 + k_{def}) = 14,38 \times (1 + 0,60) = 23,00 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_y (1 + k_{def}) = 0,00 \times (1 + 0,60) = 0,00 \text{ mm}$$

Warunki SGU:

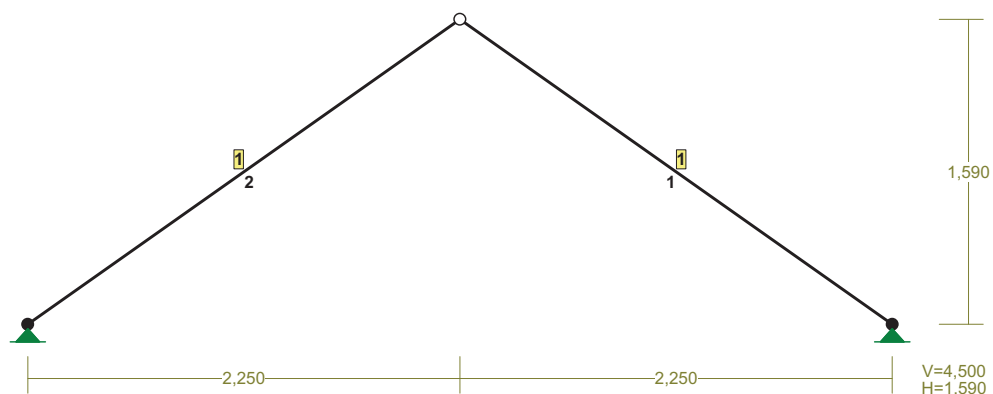
$$u_{z,inst} = \mathbf{14,4}$$

$$u_{z,fin} = \mathbf{23,0} < \mathbf{24,7} = u_{z,fin,gr}$$



DACH ZAPLECZA

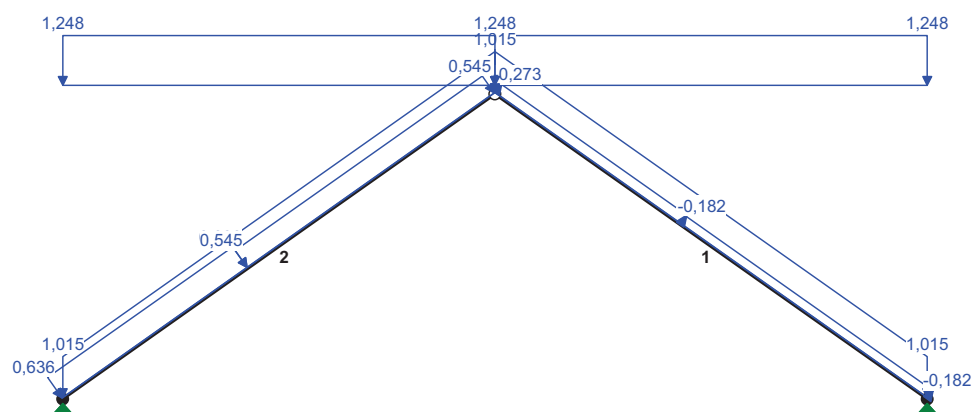
PRZEKROJE PRĘTÓW:



STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
133 Drewno C24	11	24,000	5,0E-6

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
<hr/>						
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
Grupa:	A "stałe"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
1	Liniowe	0,0	1,015	1,015	0,00	2,76
	3.1 Dach p=1,015*1,000					
2	Liniowe	0,0	1,015	1,015	0,00	2,76
	3.1 Dach p=1,015*1,000					
Grupa:	L "wiatr z lewej"			Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe	-35,0	-0,273	-0,273	0,00	1,18
	1.2.2 Pole p=-0,273*1,000					
1	Liniowe	-35,0	-0,182	-0,182	1,18	2,76
	1.2.1 Pole p=-0,182*1,000					
2	Liniowe	35,0	0,636	0,636	0,00	1,18
	1.1.1 Pole p=0,636*1,000					
2	Liniowe	35,0	0,545	0,545	1,18	2,76
	1.1.3 Pole p=0,545*1,000					
Grupa:	S "śnieg"			Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	1,248	1,248	0,00	2,76
	2.1 Dach dwuspadow p=1,248*1,000					
2	Liniowe-Y	0,0	1,248	1,248	0,00	2,76
	2.1 Dach dwuspadow p=1,248*1,000					

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ :	$\psi_0/\psi_1/\psi_2$:
CW-"Ciężar własny"	Stałe		1,35/1,00
A -"stałe"	Stałe		1,35/1,00
L -"wiatr z lewej"	Zmienne	1	1,50 1/1/1
S -"śnieg"	Zmienne	1	1,50 1/1/1

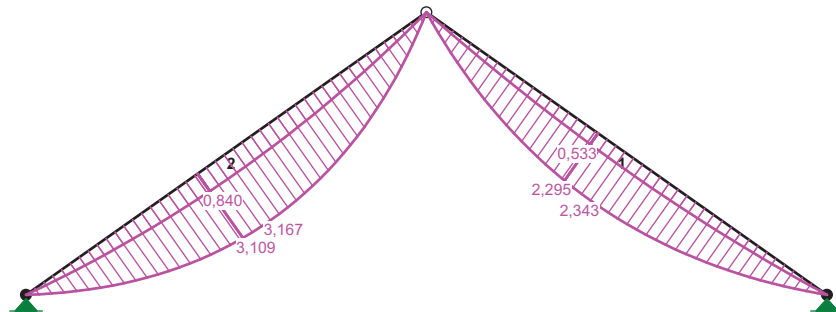
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
A -"stałe"	EWENTUALNIE
L -"wiatr z lewej"	EWENTUALNIE
S -"śnieg"	EWENTUALNIE

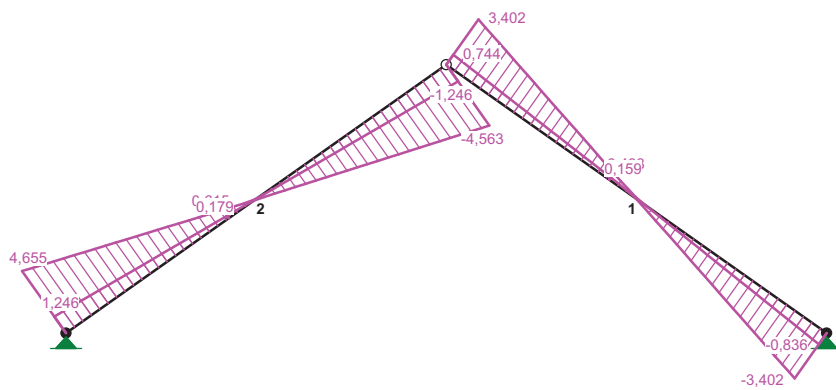
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : CW+A EWENTUALNIE: L+S

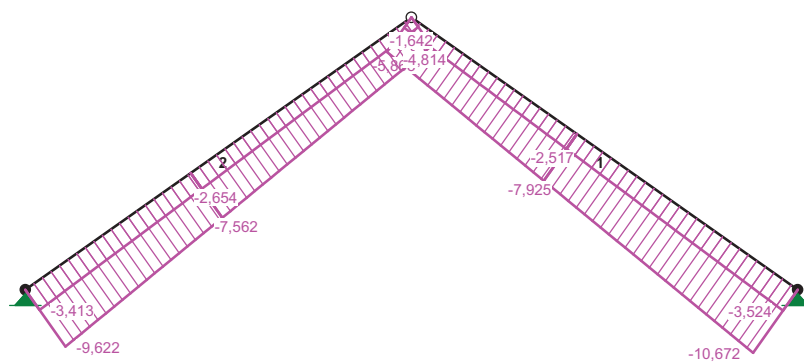
MOMENTY-OBWIEDNIE :



TNĄCE-OBWIEDNIE :



NORMALNE-OBWIEDNIE :



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	1,378	2,343*	0,000	-7,218	CW AS (a)
	0,000	0,000*	3,402	-4,814	CW AS (a)
	0,000	0,000*	1,246	-1,763	cw a (a)
	2,755	0,000*	-2,992	-10,672	CW ALS (a)
	0,000	0,000	3,402*	-4,814	CW AS (a)
	2,755	0,000	-3,402*	-9,622	CW AS (a)
	0,000	0,000	1,246	-1,763*	cw a (a)
	2,755	0,000	-2,992	-10,672*	CW ALS (a)
2	1,377	3,167*	-0,032	-7,103	CW ALS (a)
	0,000	0,000*	4,655	-9,511	CW ALS (a)
	2,755	0,000*	-2,407	-1,642	cw aL (a)
	0,000	0,000*	3,402	-9,622	CW AS (a)
	0,000	0,000	4,655*	-9,511	CW ALS (a)
	2,755	0,000	-2,407	-1,642*	cw aL (a)
	0,000	0,000	3,402	-9,622*	CW AS (a)

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	5,894*	8,331	10,205		CW AS (a)
	5,457*	7,713	9,448		CW AS (b)
	1,345*	4,011	4,230		cw aL (a)
	5,081	9,291*	10,589		CW ALS (a)
	4,643	8,673*	9,838		CW ALS (b)
	2,159	3,051*	3,737		cw a (a)
	5,081	9,291	10,589*		CW ALS (a)
3	-2,159*	3,051	3,737		cw a (a)
	-6,989*	8,602	11,083		CW ALS (a)
	-6,552*	7,984	10,328		CW ALS (b)
	-6,989	8,602*	11,083		CW ALS (a)
	-6,552	7,984*	10,328		CW ALS (b)
	-2,159	3,051*	3,737		cw a (a)
	-6,989	8,602	11,083*		CW ALS (a)

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia char.: "Kombinacja obciążeń"

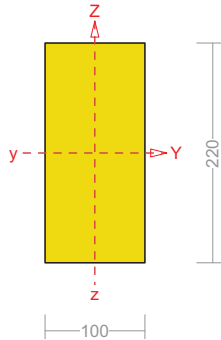
Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	4,146*	5,859	7,177		CW AS
	1,616*	3,691	4,029		CW AL
	3,603	6,499*	7,431		CW ALS
	2,159	3,051*	3,737		CW A
	3,603	6,499	7,431*		CW ALS
3	-2,159*	3,051	3,737		CW A
	-4,875*	6,040	7,762		CW ALS
	-4,875	6,040*	7,762		CW ALS
	-2,159	3,051*	3,737		CW A
	-4,875	6,040	7,762*		CW ALS

* = Wartości ekstremalne

Pręt nr 2

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.15 licencja nr 12411)

Zadanie: dach_2



Przekrój: 1 „B 22x10”

Wymiary przekroju:

$$h=220,0 \text{ mm} \quad b=100,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=8873,3; \quad J_z=1833,3 \text{ cm}^4; \quad A=220,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=6,4; \quad i_z=2,9 \text{ cm}; \quad W_y=806,7; \quad W_z=366,7 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku) oraz klasę trwania obciążenia: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$K_{mod} = 0,60 \quad \gamma_M = 1,3$$

$$k_{h,t} = \min [(150/100)^{0,2}; 1,3] = 1,084$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 1,000 \times 24,00 = 24,00$$

$$f_{m,d} = 11,077 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,084 \times 14,50 = 15,72$$

$$f_{t,0,d} = 7,258 \text{ MPa}$$

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

$$f_{t,90,d} = 0,185 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 9,692 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 1,154 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00$$

$$f_{v,d} = 1,846 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=1,377 \text{ m}$; $x_b=1,378 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(L+S) (a)”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Y (wyznaczona w sposób uproszczony):

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,755 = 2,755 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,755 = 2,755 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,755 / 6,3509 \times 10^2 = 43,38$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,755 / 2,8868 \times 10^2 = 95,44$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 43,38 / \pi \times \sqrt{21/7400} = 0,736 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 95,44 / \pi \times \sqrt{21/7400} = 1,618 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,736 - 0,3) + (0,736)^2] = 0,814 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,618 - 0,3) + (1,618)^2] = 1,941 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,814 + \sqrt{0,814^2 - 0,736^2}) = 0,860 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,941 + \sqrt{1,941^2 - 1,618^2}) = 0,332 \quad (6.26)$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 220,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 7,103 / 220,00 \times 10 = \mathbf{0,323} < \mathbf{3,216} = 0,332 \times 9,692 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a = 1,377 \text{ m}$; $x_b = 1,378 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(L+S) (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,323}{0,860 \times 9,692} + \frac{3,926}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,393} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,323}{0,332 \times 9,692} + 0,7 \times \frac{3,926}{11,077} + \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,348} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a = 1,377 \text{ m}$; $x_b = 1,378 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(L+S) (a)”.

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

$$l_{ef} = 0,9 \times 2755,1 + 220 + 220 = 2919,6 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 100^2}{220 \times 2919,6} \times 7400 = 89,863 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{24,00 / 89,863} = 0,517 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} = \frac{3,926^2}{1,000^2 \times 11,077^2} + \frac{0,323}{0,332 \times 9,692} = \mathbf{0,226} < \mathbf{1} \quad (6.35)$$

Nośność dla $x_a = 1,377 \text{ m}$; $x_b = 1,378 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(L+S) (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{3,926}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,354} < \mathbf{1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{3,926}{11,077} + \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,248} < \mathbf{1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a = 1,377 \text{ m}$; $x_b = 1,378 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(L+S) (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,323^2}{9,692^2} + \frac{3,926}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,356} < \mathbf{1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,323^2}{9,692^2} + 0,7 \times \frac{3,926}{11,077} + \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,249} < \mathbf{1} \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=2,755$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(L+S) (a)”.
Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 4,655 / (1,00 \times 220,00) \times 10 = 0,317 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 220,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,317^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,317} < \mathbf{1,846} = 1,000 \times 1,846 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=2,755$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „CW+1,35·0,85·A+1,5·(L+S) (b)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,249 \times 10,0^2 \times 22,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{2,455} = 1,330 \times 1,846 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,378$ m; $x_b=1,378$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „CW+A+L+S” liczone od cięciwy pręta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 200 = 2755,1 / 200 = 13,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 150 = 2755,1 / 150 = 18,4 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 1,78 \times [1 + 19,20 \times (220,0/2755,1)^2] = 2,00 \text{ mm}$$

$$u_{y,inst} = u_y = 0,00 \times = 0,00 \text{ mm}$$

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,fin} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 1,78 \times [1 + 19,20 \times (220,0/2755,1)^2] (1 + 0,60) = 3,20 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_y (1 + k_{def}) = 0,00 \times (1 + 0,60) = 0,00 \text{ mm}$$

Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = \mathbf{2,0}$$

$$u_{z,fin} = \mathbf{3,2} < \mathbf{13,8} = u_{z,fin,gr}$$

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ NA POŁAĆ DACHOWĄ

	Wartość charakterystyczna.	Wsp. obciążenia.	Wartość obliczeniowa.	
Blacha:				
$g_{1k} := 0.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$g_{1k} = 0.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.35$	$g_1 := g_{1k} \cdot \gamma_f$	$g_1 = 0.203 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Deskowanie+łaty:				
$g_{2k} := \left[7.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 3 \cdot \text{cm} + \frac{7.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 6 \cdot \text{cm} \cdot 4 \cdot \text{cm}}{0.8 \cdot \text{m}} \right]$	$g_{2k} = 0.248 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.3$	$g_2 := g_{2k} \cdot \gamma_f$	$g_2 = 0.322 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Krokwie 10x22cm :				
$g_{3k} := \left(6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.10 \cdot \text{m} \cdot 0.22 \right) \cdot 1.2$	$g_{3k} = 0.158 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.35$	$g_3 := g_{3k} \cdot \gamma_f$	$g_3 = 0.214 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Wełna mineralna na ruszcie:				
$g_{4k} := 1.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.25 \cdot \text{m}$	$g_{4k} = 0.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.35$	$g_4 := g_{4k} \cdot \gamma_f$	$g_4 = 0.338 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Płyta gips.-kart x1 na ruszcie :				
$g_{5k} := \left(12 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.024 \cdot \text{m} \right) \cdot 1$	$g_{5k} = 0.288 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.35$	$g_5 := g_{5k} \cdot \gamma_f$	$g_5 = 0.389 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Śnieg				
$g_{sk} := S_{k1}$	$g_{sk} = 1.248 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.5$	$g_s := g_{sk} \cdot \gamma_f$	$g_s = 1.872 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Wiatr				
dla parcia				
$g_{wpk} := w_{kp1}$	$g_{wpk} = 0.95 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.5$	$g_{wp} := g_{wpk} \cdot \gamma_f$	$g_{wp} = 1.425 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
dla ssania				
$g_{ws1k} := w_{ks1}$	$g_{ws1k} = -0.41 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.5$	$g_{ws1} := g_{ws1k} \cdot \gamma_f$	$g_{ws1} = -0.615 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
dla ssania połac zawietrzna				
$g_{ws2k} := w_{ks2}$	$g_{ws2k} = -0.27 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.5$	$g_{ws2} := g_{ws2k} \cdot \gamma_f$	$g_{ws2} = -0.405 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

RAZEM OBC. Z DACHU NA RZUT POŁACI:

$$q_{kdach} := \frac{g_{1k} + g_{2k} + g_{3k} + g_{4k} + g_{5k}}{\cos(\alpha)} + g_{sk} + g_{wpk} \quad q_{kdach} = 3.538 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{dach} := \frac{g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + g_5}{\cos(\alpha)} + g_s + g_{wp} \quad q_{dach} = 5.091 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \frac{q_{dach}}{q_{kdach}} = 1.439$$

$$q_{kdach} \cdot 3.6 \cdot \text{m} = 12.736 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

ŚCIANY - OBCIĄŻENIA

Obciążenie na 1 m² ściany zewnętrznej z tynkiem

Tynk cementowo -wapienny - 1.5 cm:

$$q_{k1} := 1.5 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k1} = 0.285 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_1 := q_{k1} \cdot 1.35 \quad q_1 = 0.385 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Ściana z pustaków ceramiczny - 30 cm:

$$q_{k2} := 30 \cdot \text{cm} \cdot 12.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k2} = 3.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_2 := q_{k2} \cdot 1.35 \quad q_2 = 4.86 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Styropian 15cm :

$$q_{k3} := 15 \cdot \text{cm} \cdot 0.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k3} = 0.068 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_3 := q_{k3} \cdot 1.35 \quad q_3 = 0.091 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tynk cienkowarstwowy na sitce:

$$q_{k4} := 1.0 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k4} = 0.19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_4 := q_{k4} \cdot 1.35 \quad q_4 = 0.257 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie łączne:

Obciążenie charakterystyczne: $p_{ksc45} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3} + q_{k4}$ $p_{ksc45} = 4.143 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie obliczeniowe: $p_{sc45} := q_1 + q_2 + q_3 + q_4$ $p_{sc45} = 5.592 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie na 1 m² ściany wewnętrznej z tynkiem

Tynk cementowo -wapienny - 1.5 cm:

$$q_{k1} := 1.5 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k1} = 0.285 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_1 := q_{k1} \cdot 1.35 \quad q_1 = 0.385 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Ściana z pustaków ceramicznych - 30 cm:

$$q_{k2} := 30 \cdot \text{cm} \cdot 12.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k2} = 3.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_2 := q_{k2} \cdot 1.35 \quad q_2 = 4.86 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tynk cementowo -wapienny - 1.5 cm:

$$q_{k3} := 1.5 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k3} = 0.285 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_3 := q_{k3} \cdot 1.35 \quad q_3 = 0.385 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie łączne:

Obciążenie charakterystyczne: $p_{ksc30} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3}$ $p_{ksc30} = 4.17 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie obliczeniowe: $p_{sc30} := q_1 + q_2 + q_3$ $p_{sc30} = 5.63 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie na 1 m² ściany szklanej

Szkło - 3.0 cm:

$$q_{k1} := 3.0 \cdot \text{cm} \cdot 26.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k1} = 0.78 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_1 := q_{k1} \cdot 1.35 \quad q_1 = 1.053 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie łączne:

Obciążenie charakterystyczne: $p_{ksc3} := q_{k1}$ $p_{ksc3} = 0.78 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie obliczeniowe: $p_{sc3} := q_1$ $p_{sc3} = 1.053 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie na 1 m² ściany wewnętrznej działowej GK

Płyta GK - 1.25 cm:

$$q_{k1} := 1.25 \cdot \text{cm} \cdot 12.50 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k1} = 0.156 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_1 := q_{k1} \cdot 1.35 \quad q_1 = 0.211 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wełna mineralna twardana ruszcie stalowym:

$$q_{k2} := 10 \cdot \text{cm} \cdot 2.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k2} = 0.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_2 := q_{k2} \cdot 1.35 \quad q_2 = 0.27 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Płyta GK - 1.25 cm:

$$q_{k3} := 1.25 \cdot \text{cm} \cdot 12.50 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k3} = 0.156 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_3 := q_{k3} \cdot 1.35 \quad q_3 = 0.211 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie łączne:

Obciążenie charakterystyczne: $p_{ksc12} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3} \quad p_{ksc12} = 0.512 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie obliczeniowe: $p_{sc12} := q_1 + q_2 + q_3 \quad p_{sc12} = 0.692 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie na 1 m² ściany wewnętrznej działowej z tynkiem

Tynk cementowo -wapienny - 1.5 cm:

$$q_{k1} := 1.0 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k1} = 0.19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_1 := q_{k1} \cdot 1.35 \quad q_1 = 0.257 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Ściana z pustaków "Porotherm"- 11.5 cm:

$$q_{k2} := 11.5 \cdot \text{cm} \cdot 12.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k2} = 1.38 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_2 := q_{k2} \cdot 1.35 \quad q_2 = 1.863 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tynk cementowo -wapienny - 1.5 cm:

$$q_{k3} := 1.0 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k3} = 0.19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_3 := q_{k3} \cdot 1.35 \quad q_3 = 0.257 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie łączne:

Obciążenie charakterystyczne: $p_{ksc12} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3} \quad p_{ksc12} = 1.76 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie obliczeniowe: $p_{sc12} := q_1 + q_2 + q_3 \quad p_{sc12} = 2.376 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{ksc12} \cdot 3.30 \cdot \text{m} = 5.808 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Obciążenie na 1 m² ściany zewnętrznej

Tynk cementowo -wapienny - 1.5 cm:

$$q_{k1} := 1.5 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k1} = 0.285 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_1 := q_{k1} \cdot 1.35 \quad q_1 = 0.385 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Ściana żelbetowa - 30 cm:

$$q_{k2} := 30 \cdot \text{cm} \cdot 25.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k2} = 7.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_2 := q_{k2} \cdot 1.35 \quad q_2 = 10.125 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Styropian 15cm :

$$q_{k3} := 15.0 \cdot \text{cm} \cdot 0.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k3} = 0.068 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_3 := q_{k3} \cdot 1.35 \quad q_3 = 0.091 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Izolacja - 1.0 cm:

$$q_{k4} := 1.0 \cdot \text{cm} \cdot 15.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k4} = 0.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_4 := q_{k4} \cdot 1.35 \quad q_4 = 0.203 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie łączne:

Obciążenie charakterystyczne: $p_{ksc45z} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3} + q_{k4} \quad p_{ksc45z} = 8.002 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie obliczeniowe: $p_{sc45z} := q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad p_{sc45z} = 10.803 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie na 1 m² ściany zewnętrznej

Tynk cementowo-wapienny - 1.5 cm:

$$q_{k1} := 1.5 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k1} = 0.285 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_1 := q_{k1} \cdot 1.35 \quad q_1 = 0.385 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Ściana żelbetowa - 30 cm:

$$q_{k2} := 30 \cdot \text{cm} \cdot 25.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k2} = 7.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_2 := q_{k2} \cdot 1.35 \quad q_2 = 10.125 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Styropian 15cm :

$$q_{k3} := 15.0 \cdot \text{cm} \cdot 0.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k3} = 0.068 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_3 := q_{k3} \cdot 1.35 \quad q_3 = 0.091 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tynk - 1.0 cm:

$$q_{k4} := 1.0 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k4} = 0.19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_4 := q_{k4} \cdot 1.35 \quad q_4 = 0.257 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie łączne:

Obciążenie charakterystyczne: $p_{ksc45w} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3} + q_{k4} \quad p_{ksc45w} = 8.043 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie obliczeniowe: $p_{sc45w} := q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad p_{sc45w} = 10.857 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie na 1 m² ściany żelbetowej

Ściana żelbetowa - 25 cm:

$$q_{k1} := 25.0 \cdot \text{cm} \cdot 25.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k1} = 6.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_1 := q_{k1} \cdot 1.35 \quad q_1 = 8.438 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie łączne:

Obciążenie charakterystyczne: $p_{ksc25z} := q_{k1} \quad p_{ksc25z} = 6.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie obliczeniowe: $p_{sc25z} := q_1$

$$p_{sc25z} = 8.438 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ ZE ŚCIAN

Obciążenie charakterystyczne poziom +2.88

oś 5,6 $q_{kdach} \cdot 3.60 \cdot \text{m} = 12.736 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

oś 4 $q_{kdach} \cdot 2.25 \cdot \text{m} = 7.96 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad q_{kdach} \cdot 0.8 \cdot \text{m} = 2.83 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

oś D,E $p_{ksc45} \cdot 3.00 \cdot \text{m} + p_{ksc45z} \cdot 0.30 \cdot \text{m} = 14.828 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

oś D,E $p_{ksc45} \cdot 2.50 \cdot \text{m} + p_{ksc45z} \cdot 0.30 \cdot \text{m} = 12.757 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

oś D,E $p_{ksc45} \cdot 1.20 \cdot \text{m} + p_{ksc45z} \cdot 0.30 \cdot \text{m} = 7.372 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

oś D,E $p_{ksc45} \cdot 0.50 \cdot \text{m} = 2.071 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Beton C25/30 $f_{cd} := 16.7 \cdot \text{MPa}$ $f_{ck} := 25.0 \cdot \text{MPa}$

Stal A-IIIIN $f_{yd} := 420 \cdot \text{MPa}$ $f_{yk} := 210 \cdot \text{GPa}$

P1., P2. PŁYTA ŻELBETOWA - gr.16cm

<u>Zestawienie obciążeń.</u>	Wartość charakterystyczna.	Wsp.obc.	Wartość obliczeniowa.
Płyty cementowo-włóknowe 2,5cm			
$p_{1k} := 19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.025 \cdot \text{m}$	$p_{1k} = 0.475 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.35$	$p_1 := p_{1k} \cdot \gamma_f$ $p_1 = 0.641 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Folia 0.5cm:			
$p_{2k} := 12 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.5 \cdot \text{cm}$	$p_{2k} = 0.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.35$	$p_2 := p_{2k} \cdot \gamma_f$ $p_2 = 0.081 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Płyta z wełny 1cm :			
$p_{3k} := 1.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.01 \cdot \text{m}$	$p_{3k} = 0.012 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.35$	$p_3 := p_{3k} \cdot \gamma_f$ $p_3 = 0.016 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Płyta żelbetowa 16cm			
$p_{4k} := 25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.16 \cdot \text{m}$	$p_{4k} = 4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.35$	$p_4 := p_{4k} \cdot \gamma_f$ $p_4 = 5.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Tynk cem-wap 1.0cm:			
$p_{5k} := 19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.01 \cdot \text{m}$	$p_{5k} = 0.19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.35$	$p_5 := p_{5k} \cdot \gamma_f$ $p_5 = 0.257 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Obc. użytkowe:			
$p_{6k} := 2.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$p_{6k} = 2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_f := 1.5$	$p_6 := p_{6k} \cdot \gamma_f$ $p_6 = 3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Razem na 1m² płyty:

$p_{1k} + p_{2k} + p_{3k} + p_{5k} = 0.737 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	- obc. charakterystyczne stałe bez ciężaru płyty
$p_{ksp16} := p_{1k} + p_{2k} + p_{3k} + p_{4k} + p_{5k} + p_{6k}$ $p_{ksp16} = 6.737 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	- obc. charakterystyczne stałe całkowite
$p_1 + p_2 + p_3 + p_5 = 0.995 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	- obc. obliczeniowe stałe bez ciężaru płyty
$p_{6k} = 2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	- obc. charakterystyczne zmienne
$i := 1 \dots 6$ $p_{sp16'} := \left(\sum_i p_i \right) \cdot 1$ $p_{sp16'} = 9.395 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	- stropy bez ścianek działowych
średni wsp..obc. dla stropu :	$\frac{p_{sp16'}}{p_{ksp16}} = 1.395$

P3 PŁYTA ŻELBETOWA - gr.15cm

Zestawienie obciążeń.

Wartość charakterystyczna.

Wsp.obc.

Wartość obliczeniowa.

Papa 2x:

$$p_{1k} := 0.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_{1k} = 0.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\gamma_f := 1.35$$

$$p_1 := p_{1k} \cdot \gamma_f$$

$$p_1 = 0.203 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Styropian w spadku 6-10cm:

$$p_{2k} := 0.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 8.0 \cdot \text{cm}$$

$$p_{2k} = 0.036 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\gamma_f := 1.35$$

$$p_2 := p_{2k} \cdot \gamma_f$$

$$p_2 = 0.049 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Styropian 6cm :

$$p_{3k} := 0.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.061 \cdot \text{m}$$

$$p_{3k} = 0.027 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\gamma_f := 1.35$$

$$p_3 := p_{3k} \cdot \gamma_f$$

$$p_3 = 0.037 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Płyta żelbetowa 15cm

$$p_{4k} := 25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.15 \cdot \text{m}$$

$$p_{4k} = 3.75 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\gamma_f := 1.35$$

$$p_4 := p_{4k} \cdot \gamma_f$$

$$p_4 = 5.063 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tynk cem-wap 1.0cm:

$$p_{5k} := 19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.01 \cdot \text{m}$$

$$p_{5k} = 0.19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\gamma_f := 1.35$$

$$p_5 := p_{5k} \cdot \gamma_f$$

$$p_5 = 0.257 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Śnieg+ Obc. użytkowe:

$$p_{6k} := S_{k1} + 0.50 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_{6k} = 1.748 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\gamma_f := 1.5$$

$$p_6 := p_{6k} \cdot \gamma_f$$

$$p_6 = 2.622 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Razem na 1m² płyty:

$$p_{1k} + p_{2k} + p_{3k} + p_{5k} = 0.403 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- obc. charakterystyczne stałe bez ciężaru płyty

$$p_{ksp15} := p_{1k} + p_{2k} + p_{3k} + p_{4k} + p_{5k} + p_{6k} \quad p_{ksp15} = 5.901 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- obc. charakterystyczne stałe całkowite

$$p_1 + p_2 + p_3 + p_5 = 0.545 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- obc. obliczeniowe stałe bez ciężaru płyty

$$p_{6k} = 1.748 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- obc. charakterystyczne zmienne

$$i := 1 \dots 6 \quad p_{sp15'} := \left(\sum_i p_i \right) \cdot 1$$

$$p_{sp15'} = 8.229 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- stropy bez ścianek działowych

$$\text{średni wsp. obc. dla stropu :} \quad \frac{p_{sp15'}}{p_{ksp15}} = 1.394$$

SCIANA ŻELBETOWA chłodni 3.60m

Wymiary ściany: $H_{sc} := 3.60 \cdot m$ $t := 40 \cdot cm$ $b := 1 \cdot m$ $h := 30 \cdot cm$ $h_0 := h - 5 \cdot cm$ $h_0 = 0.25 \cdot m$

Obciążenie naziemem: $q_n := 2.00 \cdot \frac{kN}{m^2}$

Parametry gruntu zasypowego: żwir $\gamma_z := 20.1 \cdot \frac{kN}{m^3}$ $\Phi_{uz} := 16 \cdot deg$ $I_L := 0.10$ $C_u := 20 \cdot kPa$

Parametry gruntu rodzimego: Gлина: $\gamma_{gl} := 20.10 \cdot \frac{kN}{m^3}$ $\Phi_u := 16.0 \cdot deg$ $I_L := 0.10$ $C_u := 20 \cdot kPa$

Beton C25/30 $f_{cd} := 16.7 \cdot MPa$ $f_{ck} := 25.0 \cdot MPa$

Stal A-IIIIN $f_{yd} := 420 \cdot MPa$ $f_{yk} := 210 \cdot GPa$

PASMO DO GŁĘBOKOŚCI $H := H_{sc}$ $H = 3.6 \cdot m$

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ:

1. Boczne parcia jednostkowe gruntu na 1mb bieżący ściany:

$$\gamma_f := 1.2$$

$$p_n := \left[q_n \cdot \left(\tan(45 \cdot deg - 0.5 \cdot \Phi_{uz}) \right)^2 \right] \cdot \gamma_f \quad p_n = 1.363 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$p_l := \left[\gamma_z \cdot H \cdot \left(\tan(45 \cdot deg - 0.5 \cdot \Phi_{uz}) \right)^2 \right] \cdot \gamma_f \quad p_l = 49.307 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$p := \left[\gamma_{gl} \cdot H \cdot \left(\tan(45 \cdot deg - 0.5 \cdot \Phi_u) \right)^2 \right] \cdot \gamma_f \quad p = 49.307 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

Sila od parcia:

od naziomu:

$$Z_n := p_n \cdot H \cdot 1 \cdot m \quad Z_n = 4.906 \cdot kN$$

od gruntu:

$$Z_l := (p \cdot H \cdot 1 \cdot m) \cdot 0.5 \quad Z_l = 88.753 \cdot kN$$

$$H = 3.6 \cdot m \quad e_l := \frac{H}{3} \quad e_l = 1.2 \cdot m \quad e_n := \frac{H}{2} \quad e_n = 1.8 \cdot m$$

Moment przesłowy:

$$M_{pmax} := \frac{p_n \cdot 1 \cdot m \cdot H^2}{8} + 0.064 \cdot (p \cdot 1 \cdot m \cdot H^2) \quad M_{pmax} = 43.105 \cdot kN \cdot m$$

$$b = 1 \cdot m \quad h_0 = 0.25 \cdot m \quad \xi_{gr} := 0.60 \quad \mu_{min} := 0.10 \cdot \% \quad F_{amin} := \mu_{min} \cdot b \cdot h_0 \quad F_{amin} = 2.5 \cdot cm^2$$

$$F_a := \frac{M_{pmax}}{f_{yd} \cdot 0.5 \cdot h_0} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \frac{M_{pmax}}{b \cdot h_0^2 \cdot f_{cd}}} \right)^{(0-1)} \quad F_a = 4.194 \cdot cm^2$$

Przyjęto :

$$\phi := 12 \cdot mm \quad c_o \quad l_1 := 20 \cdot cm \quad F_a := \frac{100 \cdot cm}{l_1} \cdot \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} \quad F_a = 5.655 \cdot cm^2$$

$$\mu_a := \frac{F_a}{b \cdot h_0} \quad \mu_a = 0.226 \cdot \% > 0.15\%$$

Zbrojenie min dla rysy 0.3mm :

dla $\phi 16$ $\delta_{s16} := 240 \cdot MPa$ dla $\phi 10$ $\delta_{s10} := 320 \cdot MPa$ zginanie: $k_c := 0.4$ $k := 1.0$ $b = 1 \cdot m$ $h = 0.3 \cdot m$

dla $\phi 12$ $\delta_{s12} := 280 \cdot MPa$ dla $\phi 8$ $\delta_{s8} := 360 \cdot MPa$ $f_{ctm} := 2.2 \cdot MPa$ $F_{roz} := k_c \cdot k \cdot f_{ctm} \cdot \left(\frac{b \cdot h \cdot 0.5}{\delta_{s12}} \right)$ $F_{roz} = 4.714 \cdot cm^2$

$$\phi := 12 \cdot mm \quad c_o \quad l_1 := 20 \cdot cm \quad F_{roz} := \frac{100 \cdot cm}{l_1} \cdot \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} \quad F_{roz} = 5.655 \cdot cm^2$$

$$\mu_{roz} := \frac{F_{roz}}{b \cdot h_0} \quad \mu_{roz} = 0.226 \cdot \% > 0.15\%$$

PŁYTA ŻELBETOWA FUNDAMENTOWA GR 30cm :

Beton B30	$R_b := 16.7 \cdot \text{MPa}$	$R_{bk} := 25.0 \cdot \text{MPa}$	$R_{bzk} := 1.80 \cdot \text{MPa}$	$R_{bz} := 1.20 \cdot \text{MPa}$	$E_b := 31.0 \cdot \text{GPa}$
Stal A- IIIIN	$R_a := 420 \cdot \text{MPa}$	$E_a := 210 \cdot \text{GPa}$	$\xi_{gr} := 0.55$		

Współczynnik podatności podłoża (wsp. Winklera) nacisk jednostkowy powodujący osiadanie podłoża o 1cm .

Grunt:	$I_D > 0.68$	$v_1 := 0.25$	$\delta_1 := 0.84$
Piaski:	$I_D < 0.33$	$v_2 := 0.30$	$\delta_2 := 0.74$
Pyły, piaski gliniaste	$I_L < 0.2$	$v_2 := 0.30$	$\delta_2 := 0.74$
Gliny, Iły półzwaite	$I_L = 0.0$	$v_3 := 0.20$	$\delta_3 := 0.90$
Gliny, twar.d.plas, plast	$0.2 < I_L < 0.5$	$v_4 := 0.35$	$\delta_4 := 0.63$
Iły, twar.d.plas, plast	$0.2 < I_L < 0.5$	$v_5 := 0.40$	$\delta_5 := 0.47$
$L := 4.55 \cdot \text{m} \quad B := 0.95 \cdot \text{m}$			

Koło: $\omega_1 := 1$

Prostokąt:

$$\frac{L}{B} = 4.789 < 2 \quad \omega_2 := \left[1.12 + \left[\left(\frac{L}{B} - 1 \right) \cdot 0.41 \right] \right] \quad \omega_2 = 2.674$$

$$2 < \frac{L}{B} = 4.789$$

$$< 5 \quad \omega_5 := 1.53 + \left(\frac{L}{B} - 2 \right) \cdot 0.19 \quad \omega_5 = 2.06$$

Przyjęto:

$$\omega := \omega_5 \quad \omega = 2.06$$

$$\delta := \delta_3 \quad \delta = 0.9$$

$$v := v_3 \quad v = 0.2$$

$$M_0 := 35.0 \cdot \text{MPa}$$

$$E_0 := \delta \cdot M_0 \quad E_0 = 31.5 \cdot \text{MPa}$$

$$k_z := \frac{E_0}{\omega \cdot B \cdot (1 - v^2)} \quad k_z = 1.677 \cdot 10^4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

FUNDAMENTY ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Oś 2

DANE:

$$\text{Obciążenie z dachu (rzut):} \quad q_{\text{dach}} = 5.091 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{\text{dach}} \cdot 2.44 \cdot \text{m} = 12.421 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Obciążenie ze stropu:} \quad p_{\text{sp16'}} = 9.395 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sp16'}} \cdot 2.10 \cdot \text{m} = 19.729 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. sciany 45cm :} \quad p_{\text{sc45}} = 5.592 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45}} \cdot 2.50 \cdot \text{m} = 13.981 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. wieńców 30cm :} \quad p_{\text{sc45w}} = 10.857 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45w}} \cdot 0.30 \cdot \text{m} = 3.257 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. sciany fundamentowej gr 30 :} \quad p_{\text{sc45z}} = 10.803 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45z}} \cdot 1.10 \cdot \text{m} = 11.884 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

RAZEM (Ciężar 1mb budynku):

$$N_{\text{rs}} := q_{\text{dach}} \cdot 2.44 \cdot \text{m} + (p_{\text{sc45}} \cdot 2.50 \cdot \text{m}) \cdot 1 + (p_{\text{sp16'}} \cdot 2.10 \cdot \text{m}) \cdot 1 + p_{\text{sc45w}} \cdot 0.30 \cdot \text{m} + p_{\text{sc45z}} \cdot 1.10 \cdot \text{m}$$
$$N_{\text{rs}} = 61.272 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Oś 2, 4 pomiędzy osią A i B

DANE:

$$\text{Obciążenie z dachu (rzut):} \quad q_{\text{dach}} = 5.091 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{\text{dach}} \cdot 2.44 \cdot \text{m} = 12.421 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Obciążenie ze stropu:} \quad p_{\text{sp16'}} = 9.395 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sp16'}} \cdot 2.10 \cdot \text{m} = 19.729 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. sciany 45cm :} \quad p_{\text{sc45z}} = 10.803 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45z}} \cdot 2.50 \cdot \text{m} = 27.008 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. wieńców 30cm :} \quad p_{\text{sc45w}} = 10.857 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45w}} \cdot 0.30 \cdot \text{m} = 3.257 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. sciany fundamentowej gr 30 :} \quad p_{\text{sc45z}} = 10.803 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45z}} \cdot 0.80 \cdot \text{m} = 8.643 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

RAZEM (Ciężar 1mb budynku):

$$N_{\text{rs}} := q_{\text{dach}} \cdot 2.44 \cdot \text{m} + (p_{\text{sc45z}} \cdot 2.50 \cdot \text{m}) \cdot 1 + (p_{\text{sp16'}} \cdot 2.10 \cdot \text{m}) \cdot 1 + p_{\text{sc45w}} \cdot 0.30 \cdot \text{m} + p_{\text{sc45z}} \cdot 0.80 \cdot \text{m}$$
$$N_{\text{rs}} = 71.059 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Oś 3

DANE:

$$\text{Obciążenie z dachu (rzut):} \quad q_{\text{dach}} = 5.091 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{\text{dach}} \cdot 2.44 \cdot \text{m} = 12.421 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Obciążenie ze stropu:} \quad p_{\text{sp16'}} = 9.395 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sp16'}} \cdot 2.10 \cdot \text{m} = 19.729 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Obciążenie ze stropu:} \quad p_{\text{sp15'}} = 8.229 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sp15'}} \cdot 1.43 \cdot \text{m} = 11.768 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. ściany 45cm :} \quad p_{\text{sc45}} = 5.592 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45}} \cdot 2.50 \cdot \text{m} = 13.981 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. wieńców 30cm :} \quad p_{\text{sc45w}} = 10.857 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45w}} \cdot 0.30 \cdot \text{m} = 3.257 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. ściany fundamentowej gr 30 :} \quad p_{\text{sc45z}} = 10.803 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45z}} \cdot 1.10 \cdot \text{m} = 11.884 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

RAZEM (Ciężar 1mb budynku):

$$N_{\text{rs}} := q_{\text{dach}} \cdot 2.44 \cdot \text{m} + (p_{\text{sc45}} \cdot 2.50 \cdot \text{m}) \cdot 1 + (p_{\text{sp16'}} \cdot 2.10 \cdot \text{m}) \cdot 1 + (p_{\text{sp15'}} \cdot 1.43 \cdot \text{m}) \cdot 1 + p_{\text{sc45w}} \cdot 0.30 \cdot \text{m} + p_{\text{sc45z}} \cdot 1.10 \cdot \text{m}$$
$$N_{\text{rs}} = 73.04 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Oś 5

DANE:

$$\text{Obciążenie z dachu (rzut):} \quad q_{\text{dach}} = 5.091 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{\text{dach}} \cdot 3.64 \cdot \text{m} = 18.53 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Obciążenie ze stropu:} \quad p_{\text{sp16'}} = 9.395 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sp16'}} \cdot 1.60 \cdot \text{m} = 15.032 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Obciążenie ze stropu:} \quad p_{\text{sp15'}} = 8.229 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sp15'}} \cdot 0.53 \cdot \text{m} = 4.361 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. ściany 45cm :} \quad p_{\text{sc45z}} = 10.803 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45z}} \cdot 3.35 \cdot \text{m} = 36.191 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. wieńców 30cm :} \quad p_{\text{sc45w}} = 10.857 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45w}} \cdot 0.30 \cdot \text{m} = 3.257 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. ściany fundamentowej gr 30 :} \quad p_{\text{sc45z}} = 10.803 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45z}} \cdot 1.10 \cdot \text{m} = 11.884 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

RAZEM (Ciężar 1mb budynku):

$$N_{\text{rs}} := q_{\text{dach}} \cdot 3.64 \cdot \text{m} + (p_{\text{sc45z}} \cdot 3.35 \cdot \text{m}) \cdot 1 + (p_{\text{sp16'}} \cdot 1.60 \cdot \text{m}) \cdot 1 + (p_{\text{sp15'}} \cdot 0.53 \cdot \text{m}) \cdot 1 + p_{\text{sc45w}} \cdot 0.30 \cdot \text{m} + p_{\text{sc45z}} \cdot 1.10 \cdot \text{m}$$
$$N_{\text{rs}} = 89.255 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Oś 6

DANE:

$$\text{Obciążenie z dachu (rzut):} \quad q_{\text{dach}} = 5.091 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{\text{dach}} \cdot 3.64 \cdot \text{m} = 18.53 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Obciążenie ze stropu:} \quad p_{\text{sp16}} = 9.395 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sp16}} \cdot 1.60 \cdot \text{m} = 15.032 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. sciany 45cm :} \quad p_{\text{sc45}} = 5.592 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45}} \cdot 3.35 \cdot \text{m} = 18.734 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. wieńców 30cm :} \quad p_{\text{sc45w}} = 10.857 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45w}} \cdot 0.30 \cdot \text{m} = 3.257 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. sciany fundamentowej gr 30 :} \quad p_{\text{sc45z}} = 10.803 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45z}} \cdot 1.50 \cdot \text{m} = 16.205 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

RAZEM (Ciężar 1mb budynku):

$$N_{\text{rs}} := q_{\text{dach}} \cdot 3.64 \cdot \text{m} + (p_{\text{sc45}} \cdot 3.35 \cdot \text{m}) \cdot 1 + (p_{\text{sp16}} \cdot 1.60 \cdot \text{m}) \cdot 1 + p_{\text{sc45w}} \cdot 0.30 \cdot \text{m} + p_{\text{sc45z}} \cdot 1.50 \cdot \text{m}$$

$$N_{\text{rs}} = 71.758 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Oś A

DANE:

$$\text{C. sciany 45cm :} \quad p_{\text{sc45}} = 5.592 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45z}} \cdot 1.10 \cdot \text{m} = 11.884 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Obciążenie ze stropu:} \quad p_{\text{sp16}} = 9.395 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sp16}} \cdot 1.80 \cdot \text{m} = 16.911 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. sciany 45cm :} \quad p_{\text{sc45z}} = 10.803 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45z}} \cdot 2.50 \cdot \text{m} = 27.008 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. wieńców 30cm :} \quad p_{\text{sc45w}} = 10.857 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45w}} \cdot 0.60 \cdot \text{m} = 6.514 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. sciany fundamentowej gr 30 :} \quad p_{\text{sc45z}} = 10.803 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45z}} \cdot 0.70 \cdot \text{m} = 7.562 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

RAZEM (Ciężar 1mb budynku):

$$N_{\text{rs}} := p_{\text{sc45z}} \cdot 1.10 \cdot \text{m} + (p_{\text{sc45z}} \cdot 2.50 \cdot \text{m}) \cdot 1 + (p_{\text{sp16}} \cdot 1.80 \cdot \text{m}) \cdot 1 + p_{\text{sc45w}} \cdot 0.60 \cdot \text{m} + p_{\text{sc45z}} \cdot 0.80 \cdot \text{m}$$

$$N_{\text{rs}} = 70.96 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Oś B

DANE:

$$\text{C. sciany 45cm :} \quad p_{\text{sc45}} = 5.592 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45z}} \cdot 3.70 \cdot \text{m} = 39.972 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. sciany 45cm :} \quad p_{\text{sc45z}} = 10.803 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45z}} \cdot 2.50 \cdot \text{m} = 27.008 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. wieńców 30cm :} \quad p_{\text{sc45w}} = 10.857 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45w}} \cdot 0.60 \cdot \text{m} = 6.514 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{C. sciany fundamentowej gr 30 :} \quad p_{\text{sc45z}} = 10.803 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{\text{sc45z}} \cdot 0.70 \cdot \text{m} = 7.562 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

RAZEM (Ciężar 1mb budynku):

$$N_{\text{rs}} := p_{\text{sc45z}} \cdot 3.70 \cdot \text{m} + (p_{\text{sc45z}} \cdot 2.50 \cdot \text{m}) \cdot 1 + p_{\text{sc45w}} \cdot 0.60 \cdot \text{m} + p_{\text{sc45z}} \cdot 1.10 \cdot \text{m}$$

$$N_{\text{rs}} = 85.379 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Oś D

DANE:

Obciążenie ze stropu:	$p_{sp16'} = 9.395 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$p_{sp16'} \cdot 2.70 \cdot \text{m} = 25.366 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
C. sciany 45cm :	$p_{sc45} = 5.592 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$p_{sc45} \cdot 2.50 \cdot \text{m} = 13.981 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
C. wieńców 30cm :	$p_{sc45w} = 10.857 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$p_{sc45w} \cdot 0.30 \cdot \text{m} = 3.257 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
C. sciany fundamentowej gr 30 :	$p_{sc45z} = 10.803 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$p_{sc45z} \cdot 1.10 \cdot \text{m} = 11.884 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

RAZEM (Ciężar 1mb budynku):

$$N_{rs} := (p_{sc45} \cdot 2.50 \cdot \text{m}) \cdot 1 + (p_{sp16'} \cdot 2.70 \cdot \text{m}) \cdot 1 + p_{sc45w} \cdot 0.30 \cdot \text{m} + p_{sc45z} \cdot 1.10 \cdot \text{m} \quad N_{rs} = 54.488 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Oś E

DANE:

C. sciany 45cm :	$p_{sc45} = 5.592 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$p_{sc45} \cdot 1.10 \cdot \text{m} = 6.152 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Obciążenie ze stropu:	$p_{sp16'} = 9.395 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$p_{sp16'} \cdot 1.20 \cdot \text{m} = 11.274 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
C. sciany 45cm :	$p_{sc45} = 5.592 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$p_{sc45} \cdot 2.50 \cdot \text{m} = 13.981 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
C. wieńców 30cm :	$p_{sc45w} = 10.857 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$p_{sc45w} \cdot 0.60 \cdot \text{m} = 6.514 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
C. sciany fundamentowej gr 30 :	$p_{sc45z} = 10.803 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$p_{sc45z} \cdot 1.50 \cdot \text{m} = 16.205 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

RAZEM (Ciężar 1mb budynku):

$$N_{rs} := p_{sc45} \cdot 1.10 \cdot \text{m} + (p_{sc45} \cdot 2.50 \cdot \text{m}) \cdot 1 + (p_{sp16'} \cdot 1.20 \cdot \text{m}) \cdot 1 + p_{sc45w} \cdot 0.60 \cdot \text{m} + p_{sc45z} \cdot 1.50 \cdot \text{m} \quad N_{rs} = 54.126 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

OBLICZENIA PŁYT STROPOWYCH I BELEK

1.1. Dane płyt

Symbol	Grubość	Pole powierzchni	Poziom pł. środk.	Materiał
1	160mm	121,46m ²	+0,08m	C25/30
2	150mm	3,26m ²	+0,08m	C20/25
2	150mm	19,47m ²	+0,08m	C25/30
3	150mm	16,54m ²	-0,08m	C25/30

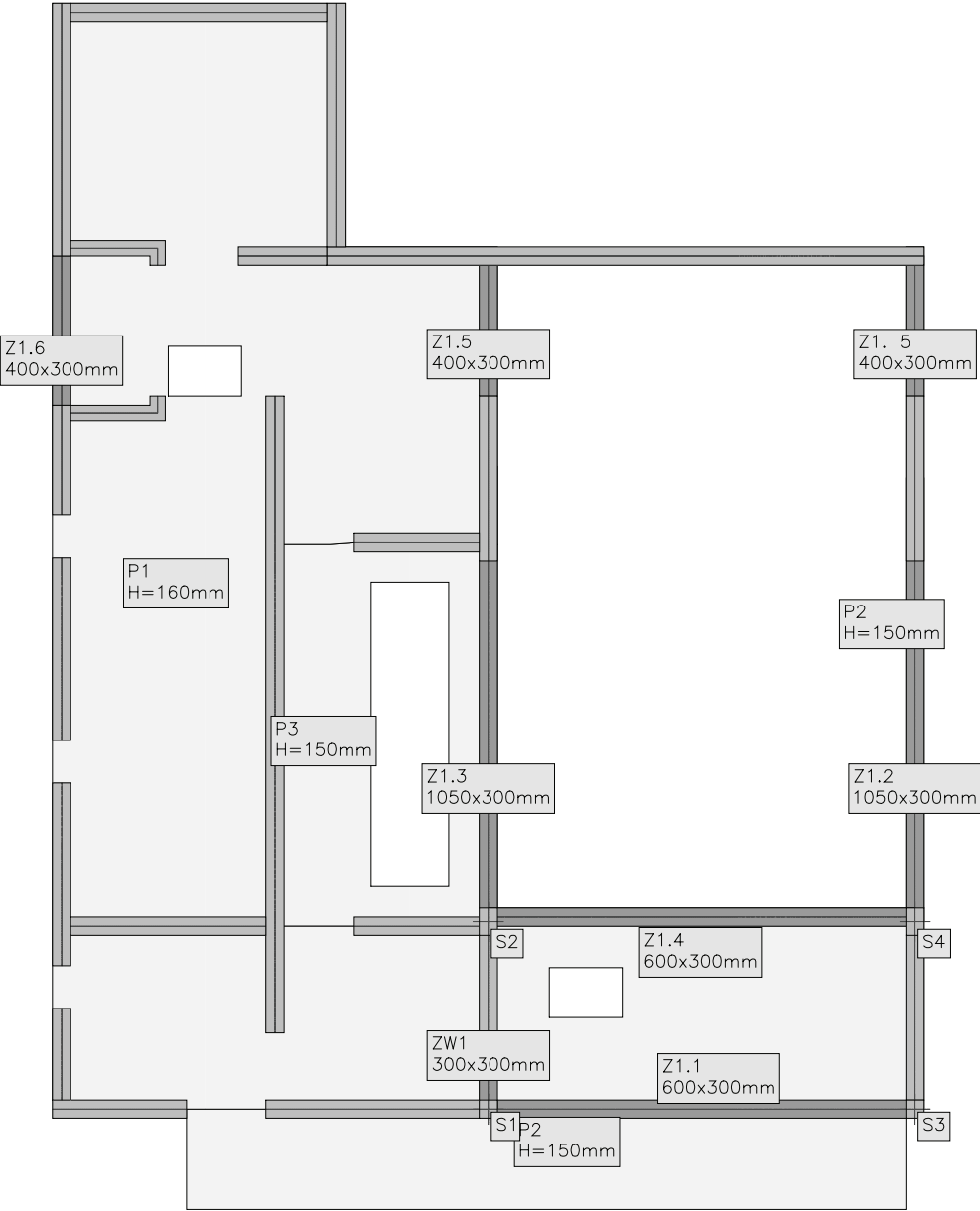
1.2. Dane żebier

Symbol	Przekrój	Szer. wsp. b_{eff}	Całk. długość	Poziom osi oboj.	Materiał
1. 5	400x300mm	0,00m	2,30m	+0,20m	C25/30
1. 1	600x300mm	0,00m	7,15m	+0,30m	C25/30
1. 2	1080x300mm	0,00m	7,28m	+0,54m	C25/30
1. 3	1080x300mm	0,00m	7,78m	+0,54m	C25/30
1. 4	600x300mm	0,00m	7,00m	+0,30m	C25/30
1. 5	400x300mm	0,00m	2,30m	+0,20m	C25/30
1. 6	400x300mm	0,00m	2,45m	+0,20m	C25/30
W1	300x300mm	0,00m	1,25m	+0,15m	C25/30

1.3. Dane słupów

Symbol	Przekrój	wys. L_d	wys. L_g	X	Y	Kąt obr.	Materiał	Typ połączenia
1	300x300mm	2,80m	-	7,15	0,15	0,00°	C25/30	przegubowe
2	450x300mm	2,80m	-	7,15	3,23	0,00°	C25/30	przegubowe
3	300x300mm	2,80m	-	14,15	0,15	0,00°	C25/30	przegubowe
4	450x300mm	2,80m	-	14,15	3,23	0,00°	C25/30	przegubowe

1.4. Model konstrukcyjny



1.1. Grupy obciążeń

Symbol	Nazwa	Rodzaj	Znaczenie	γ_{f1}	γ_{f2}	Ψ_d
c.w.	ciężar własny	stałe		1,35	1	1
A	Stałe	zmienne	1	1,35		1
D	Dach	stałe		1,43	1	1
B	Użytkowe	zmienne	1	1,5		1

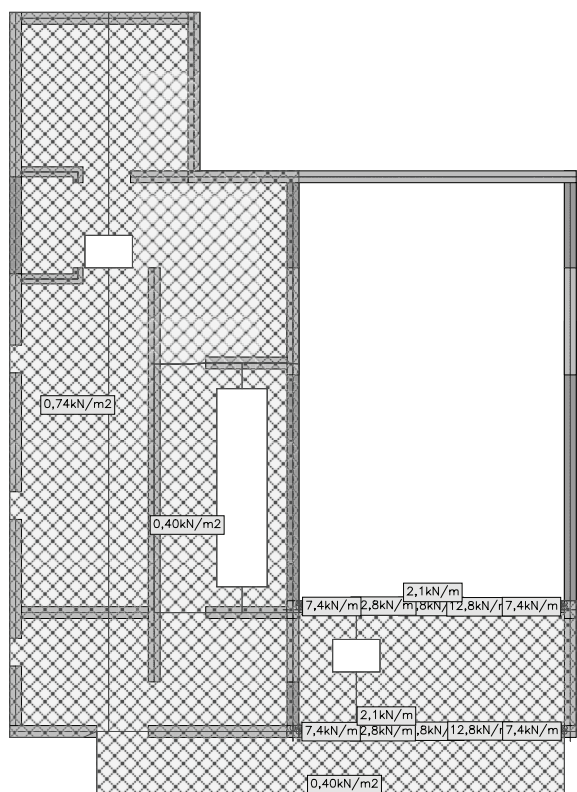
1.2. Lista obciążeń

Lp.	Grupa	Rodzaj	γ_{f1}	γ_{f2}	Wartość obc.	Współrzedne
1	A	nóż	1,35	1	7,4kN/m	(8,93; 0,14)
					7,4kN/m	(7,30; 0,15)
2	A	nóż	1,35	1	7,4kN/m	(12,36; 0,17)
					7,4kN/m	(14,00; 0,15)
3	A	nóż	1,35	1	12,8kN/m	(9,91; 0,15)
					12,8kN/m	(8,93; 0,14)
4	A	nóż	1,35	1	7,4kN/m	(8,96; 3,31)
					7,4kN/m	(7,30; 3,30)
5	A	nóż	1,35	1	2,1kN/m	(7,30; 3,39)
					2,1kN/m	(14,00; 3,39)
6	A	nóż	1,35	1	2,1kN/m	(7,15; 0,24)
					2,1kN/m	(14,00; 0,24)
7	A	nóż	1,35	1	7,4kN/m	(12,34; 3,30)
					7,4kN/m	(14,00; 3,30)
8	A	nóż	1,35	1	14,8kN/m	(11,36; 3,29)
					14,8kN/m	(9,91; 3,32)
9	A	nóż	1,35	1	14,8kN/m	(9,91; 0,15)
					14,8kN/m	(11,39; 0,16)
10	A	nóż	1,35	1	12,8kN/m	(9,91; 3,32)
					12,8kN/m	(8,96; 3,31)
11	A	nóż	1,35	1	12,8kN/m	(11,39; 0,16)
					12,8kN/m	(12,36; 0,17)
12	A	nóż	1,35	1	12,8kN/m	(11,36; 3,29)
					12,8kN/m	(12,34; 3,30)
13	A	cała płyta	1,35	1	0,74kN/m ²	płyta "1"
14	A	cała płyta	1,35	1	0,40kN/m ²	płyta "2"
15	A	cała płyta	1,35	1	0,40kN/m ²	płyta "3"
16	B	cała płyta	1,5	1	2,00kN/m ²	płyta "1"
17	B	cała płyta	1,5	1	1,75kN/m ²	płyta "3"
18	B	cała płyta	1,5	1	1,75kN/m ²	płyta "2"
19	D	nóż	1,43	1	12,8kN/m	(14,15; 0,15)

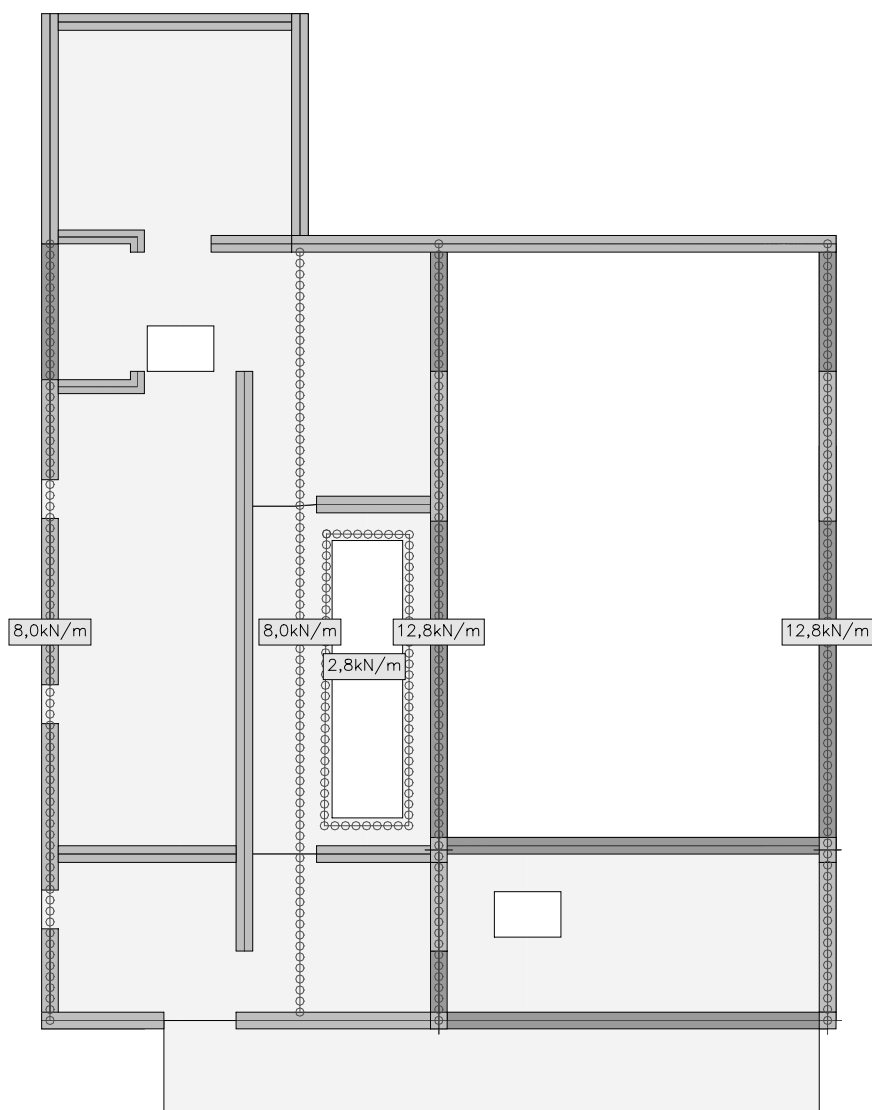
					12,8kN/m	(14,15; 14,15)
20	D	nóż	1,43	1	12,8kN/m	(7,15; 0,15)
					12,8kN/m	(7,15; 14,15)
21	D	nóż	1,43	1	8,0kN/m	(4,65; 14,00)
					8,0kN/m	(4,65; 0,30)
22	D	nóż	1,43	1	8,0kN/m	(0,15; 14,15)
					8,0kN/m	(0,15; 0,15)
23	D	nóż	1,43	1	2,8kN/m	(5,13; 8,92)
					2,8kN/m	(5,09; 3,66)
					2,8kN/m	(6,61; 3,66)
					2,8kN/m	(6,62; 8,91)
					2,8kN/m	(5,13; 8,92)

1.3. Schematy obciążeń dla poszczególnych grup

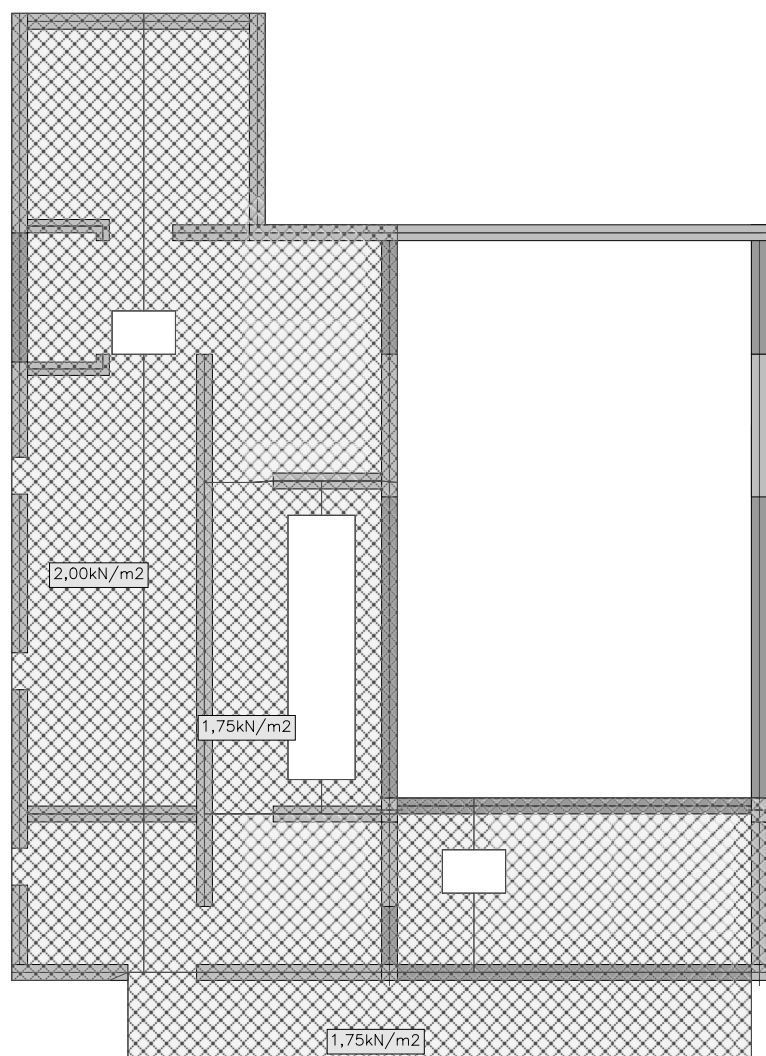
Grupa A



Grupa D



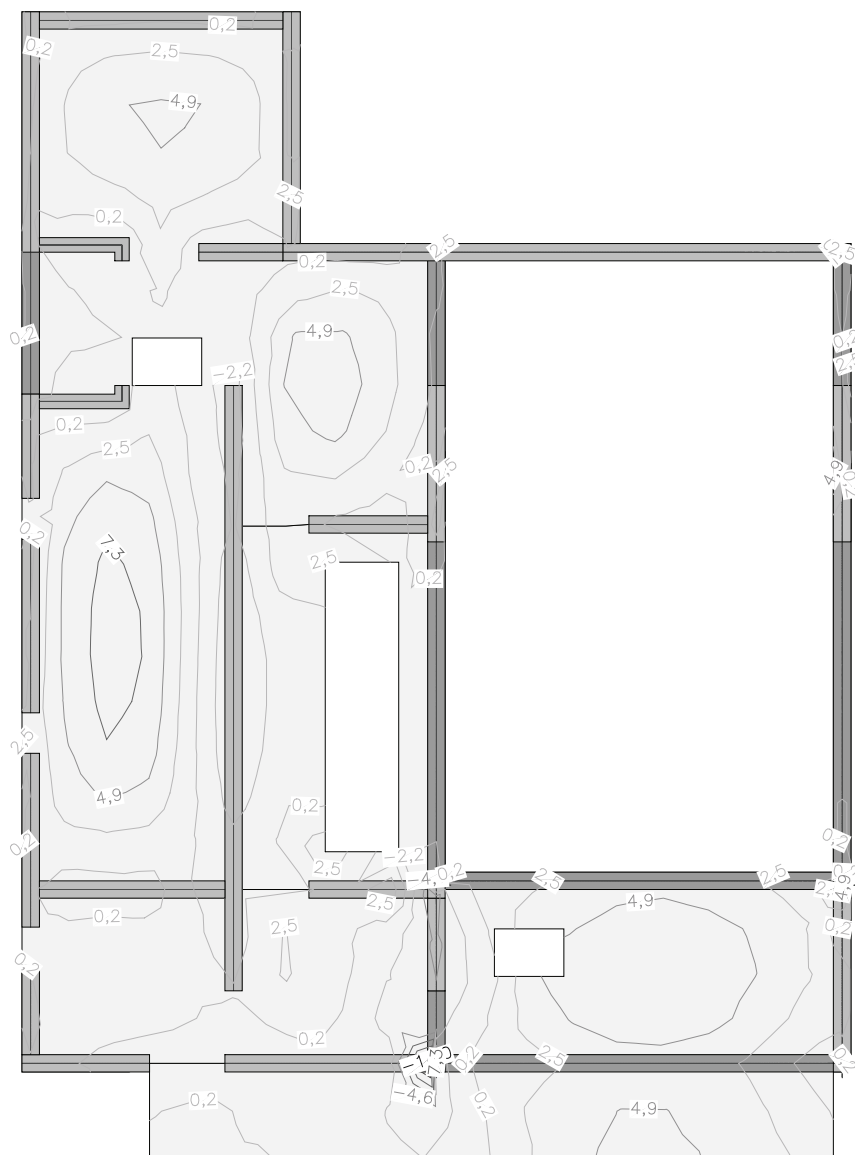
Grupa B



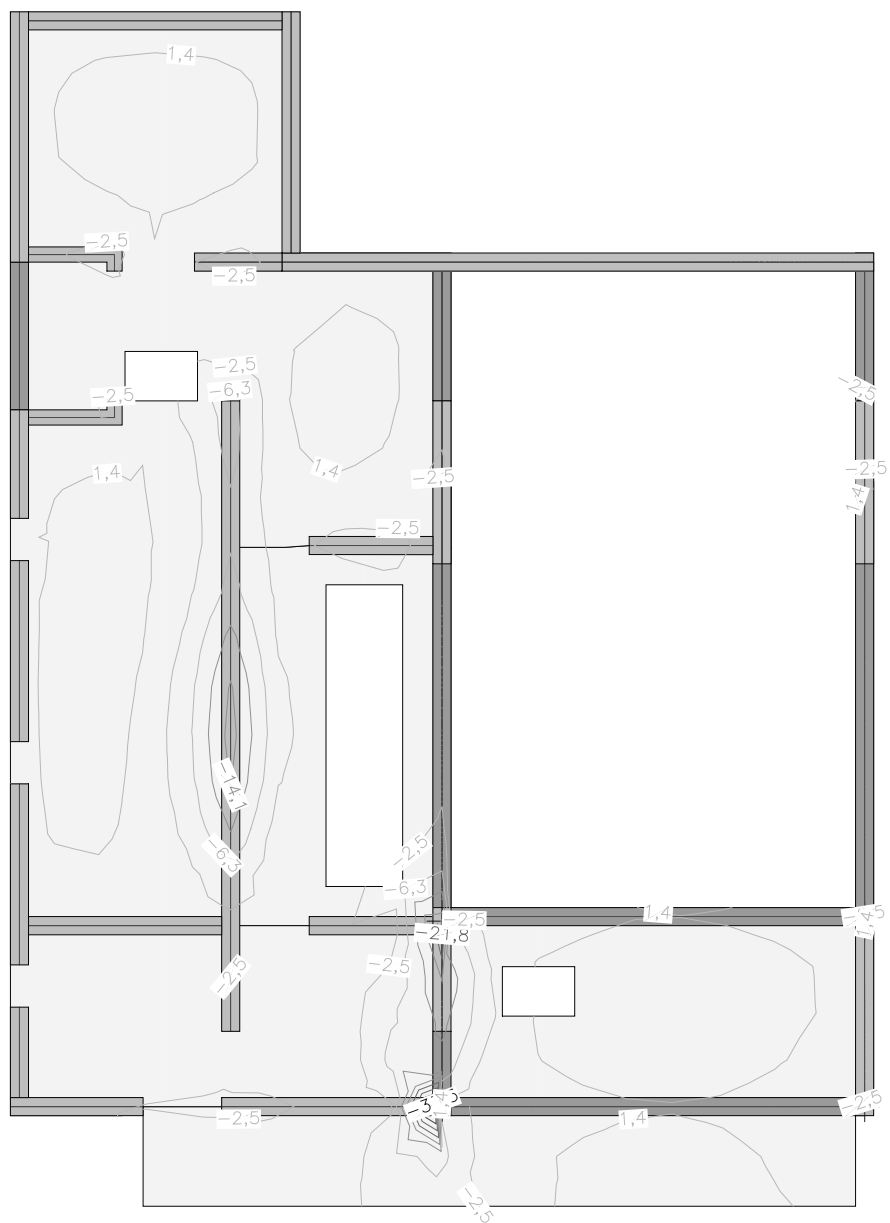
2. Analiza

2.1. Płyty - miarodajne momenty zginające M_{ux}

Wartości maksymalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:100

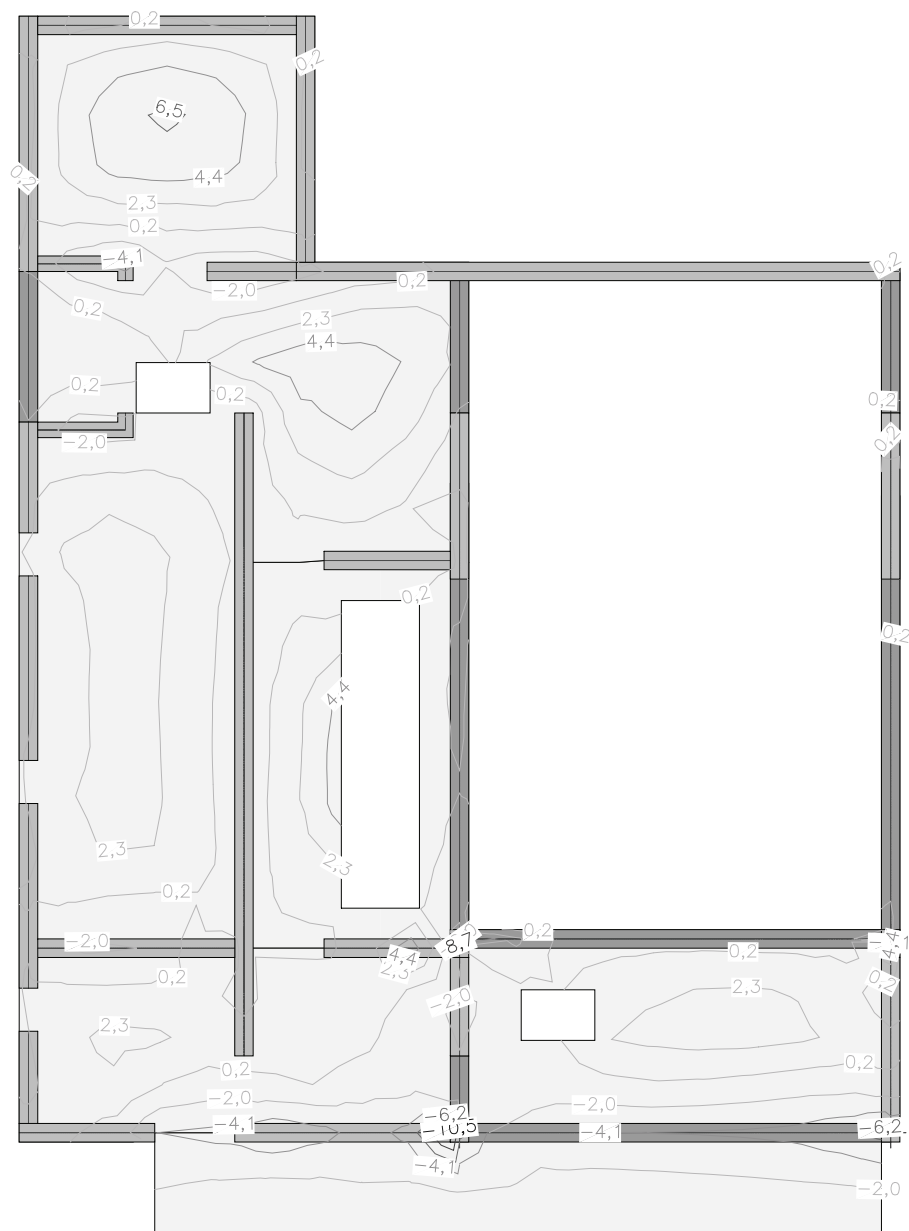


Wartości minimalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:100

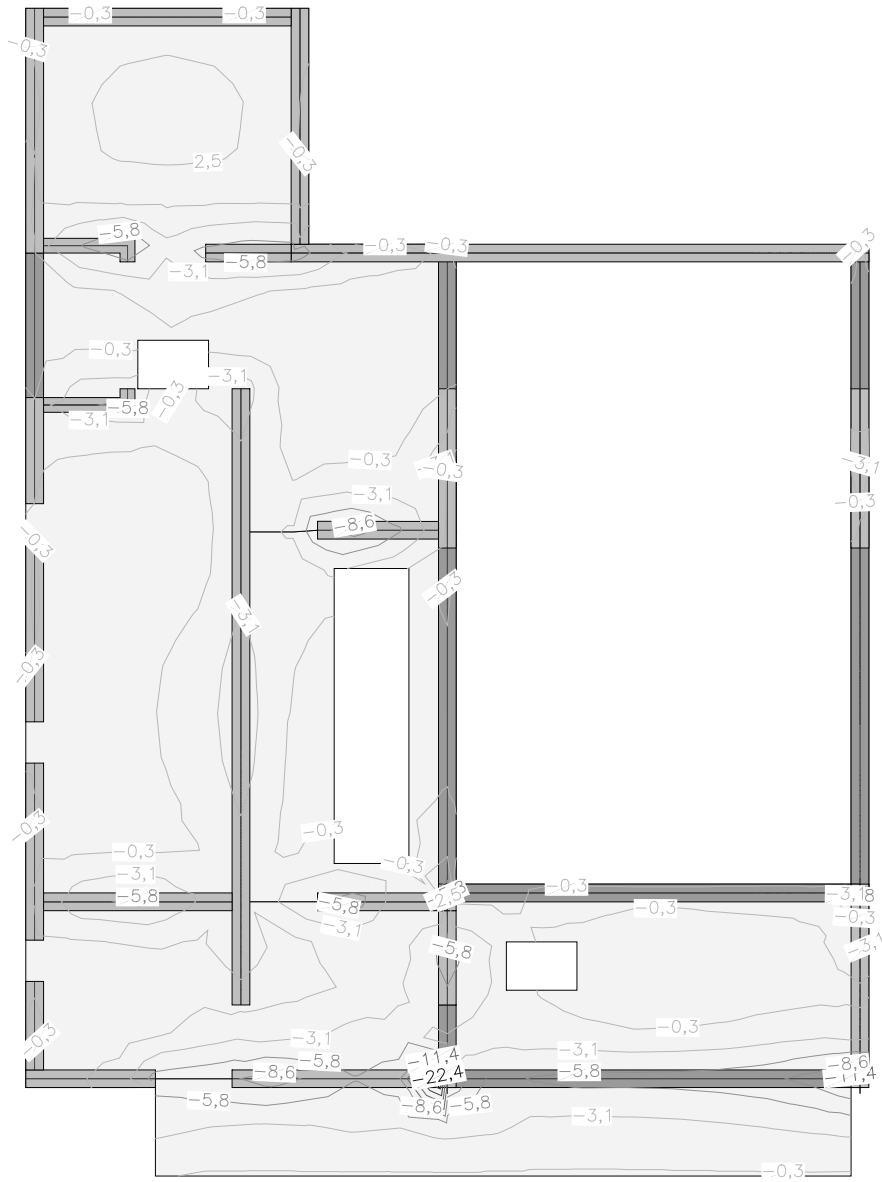


2.2. Płyty - miarodajne momenty zginające M_{uy}

Wartości maksymalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:100

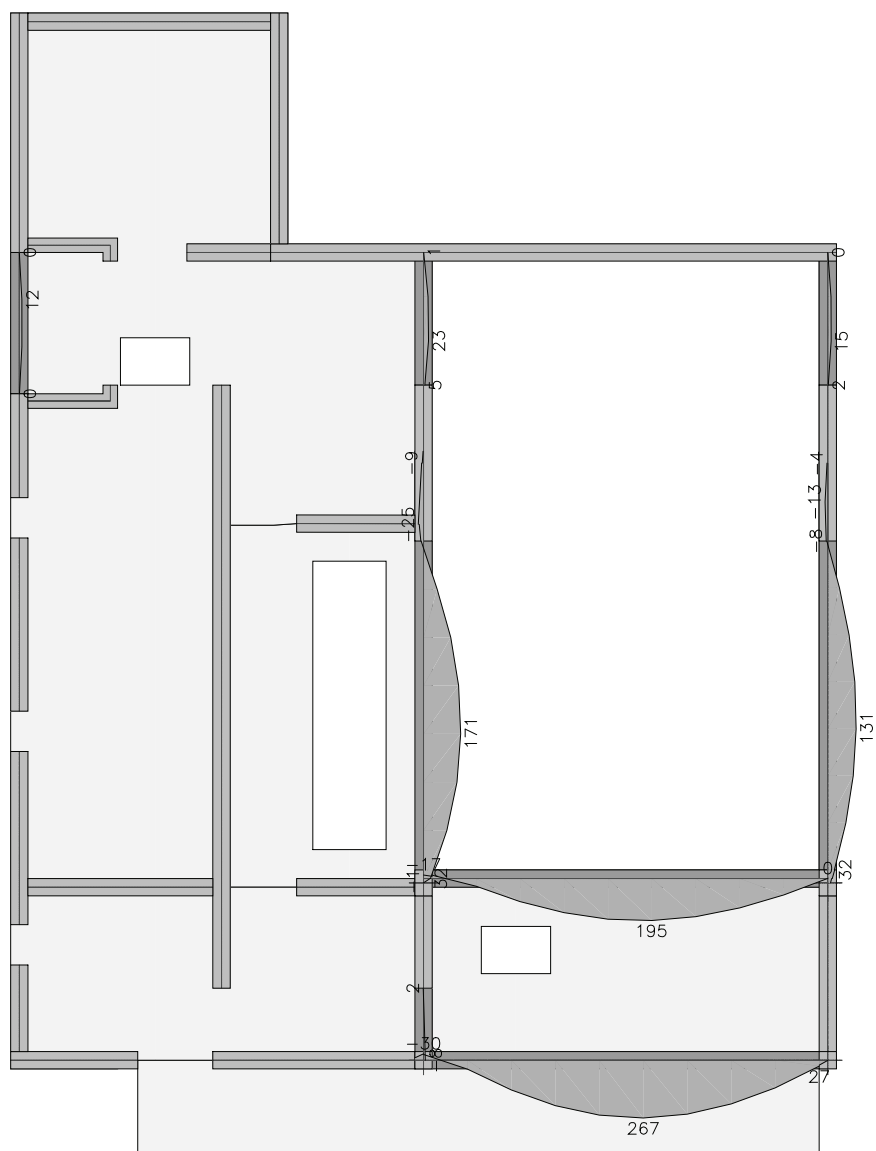


Wartości minimalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:100

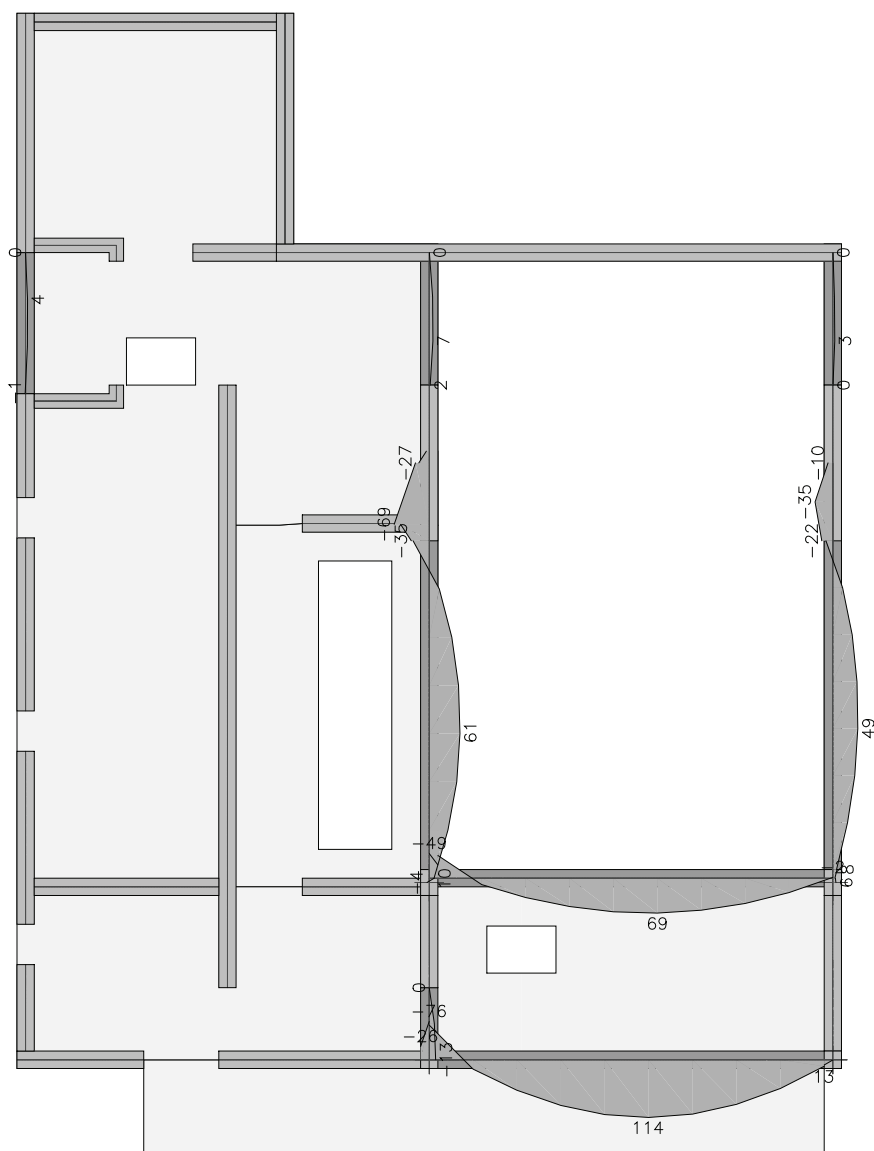


2.3. Żebra - momenty zginające M

Wartości maksymalne [kNm] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:100

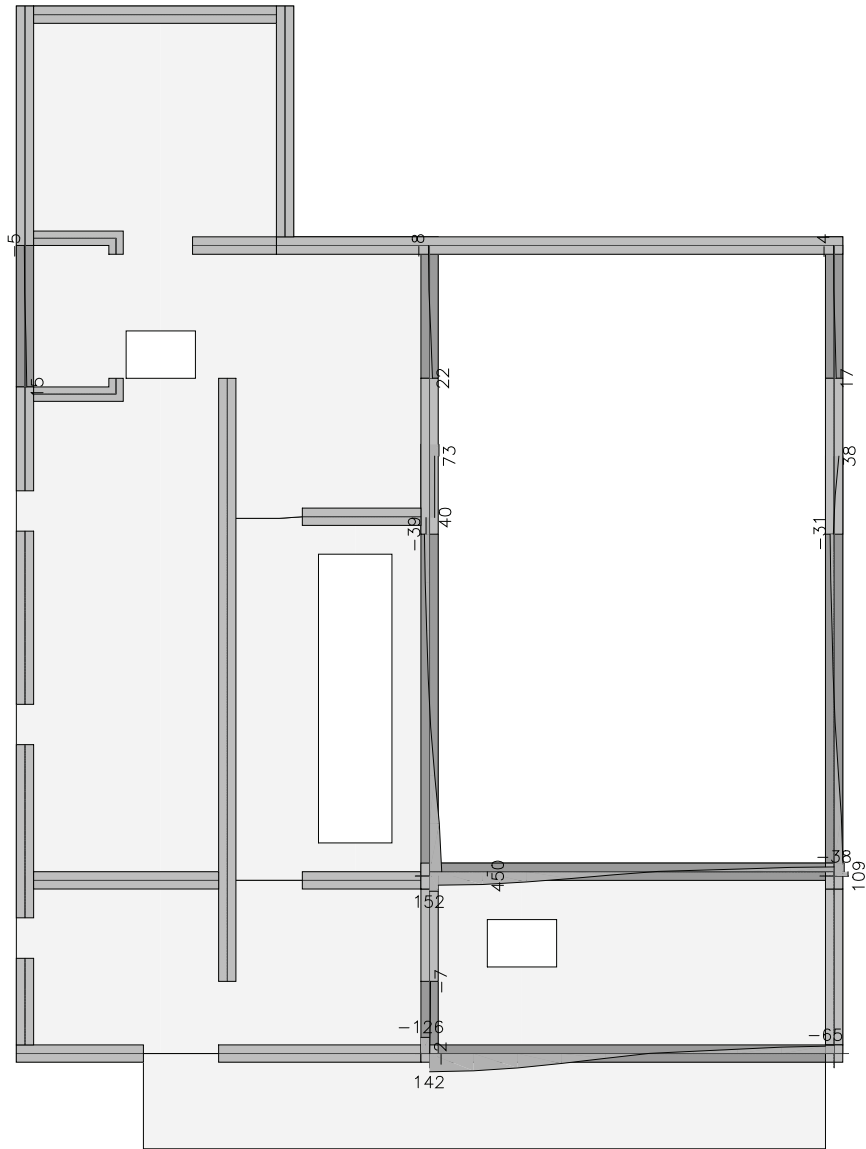


Wartości minimalne [kNm] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:100

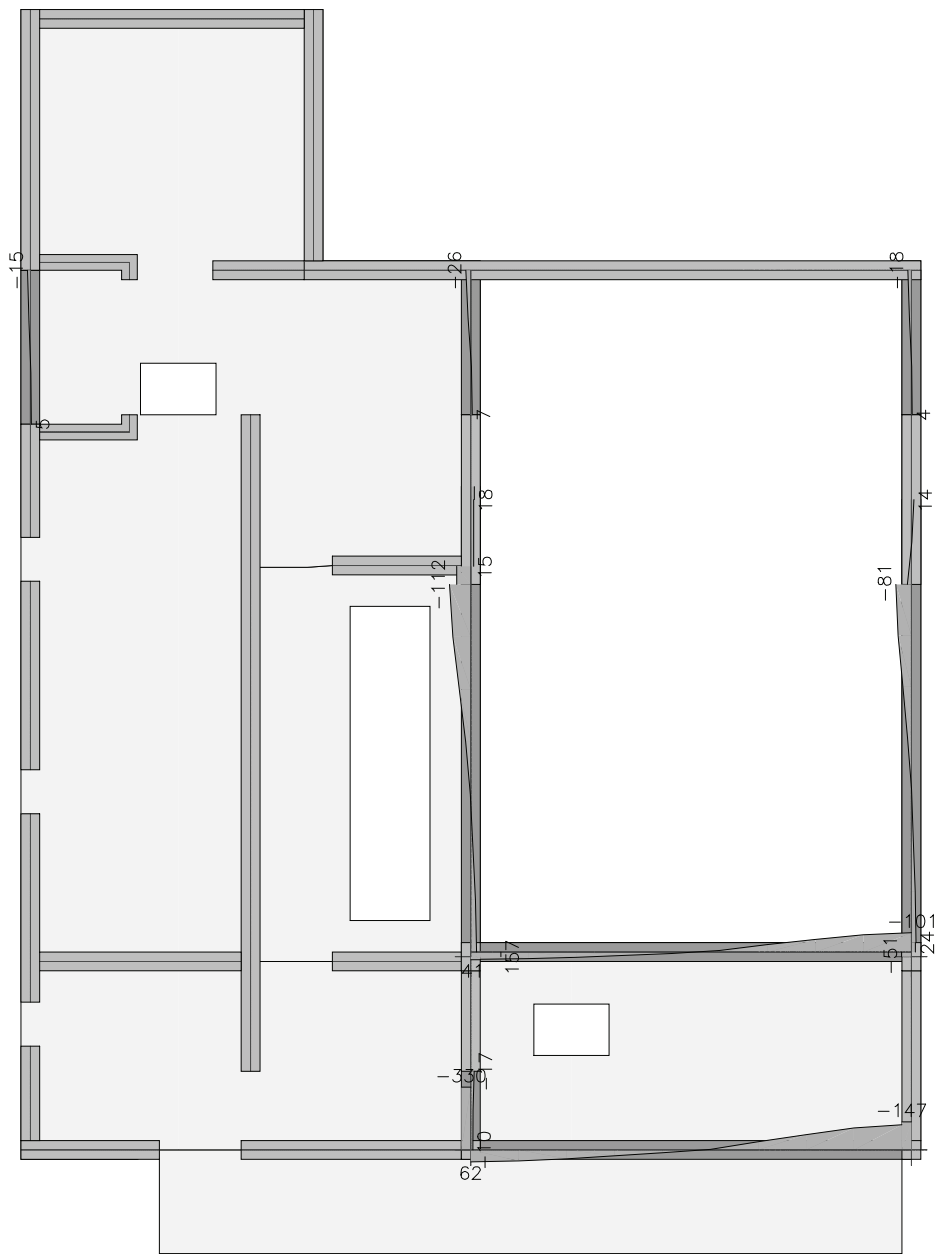


2.4. Żebra - siły tnące T

Wartości maksymalne [kN] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:100

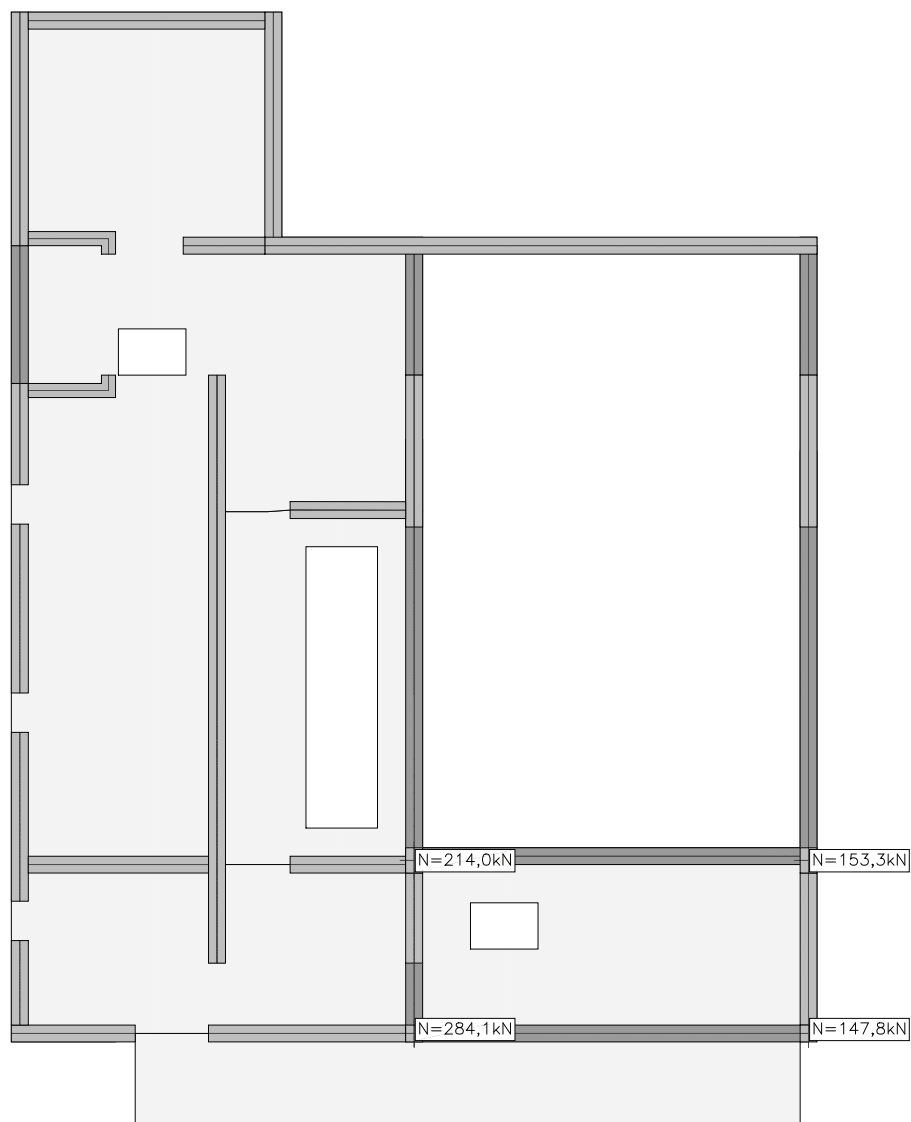


Wartości minimalne [kN] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:100



2.6. Słupy - reakcje

Wartości maksymalne - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:100

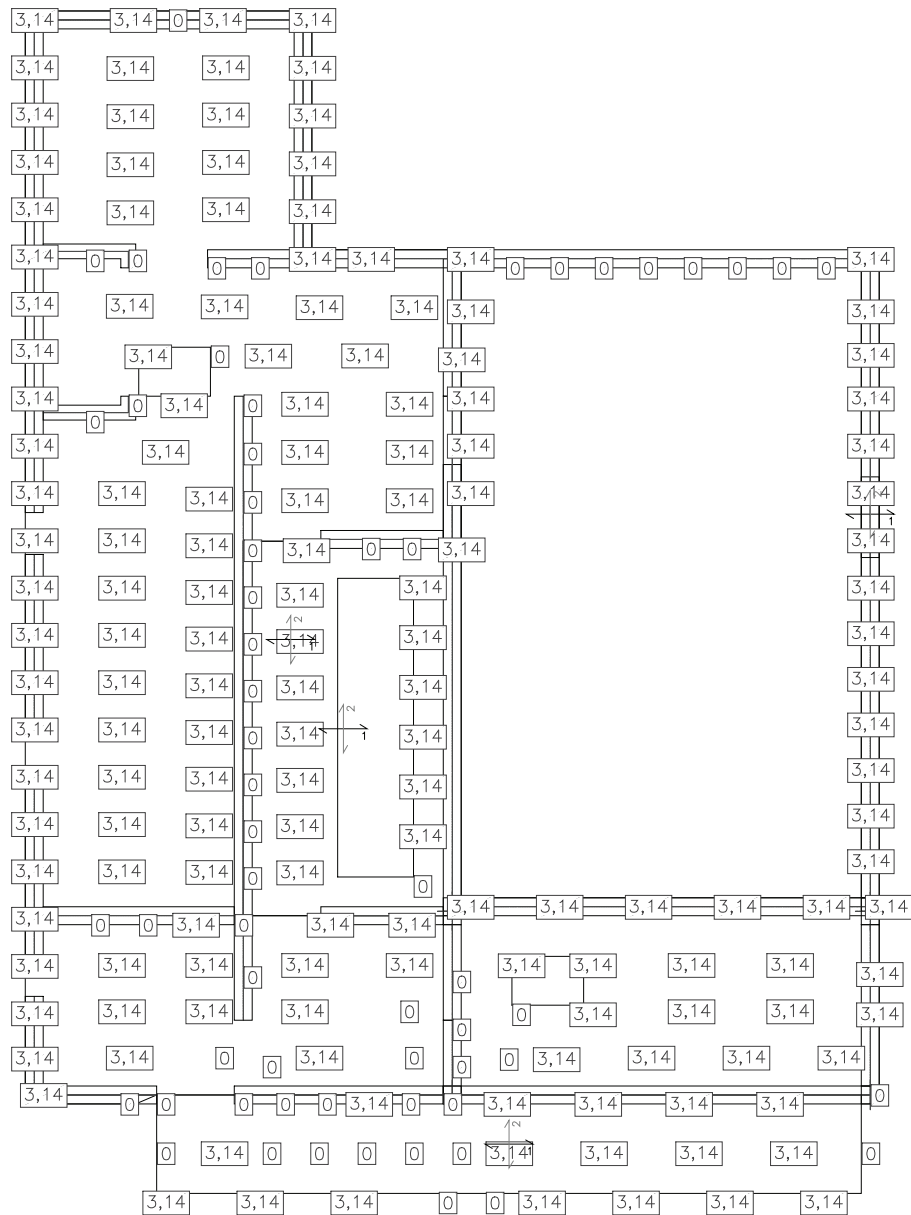


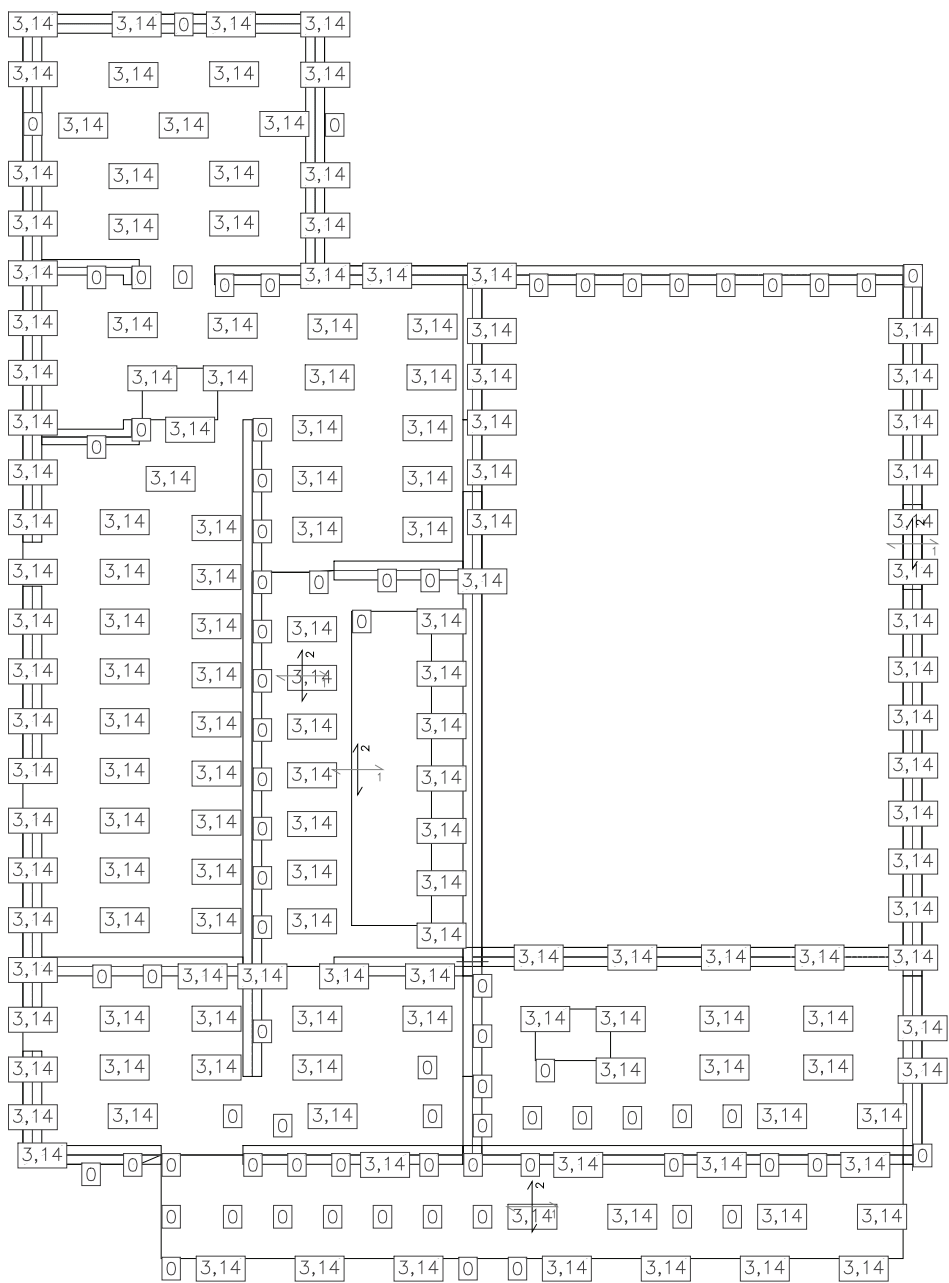
3. Wymiarowanie

3.1. Zbrojenie obliczone w płytach

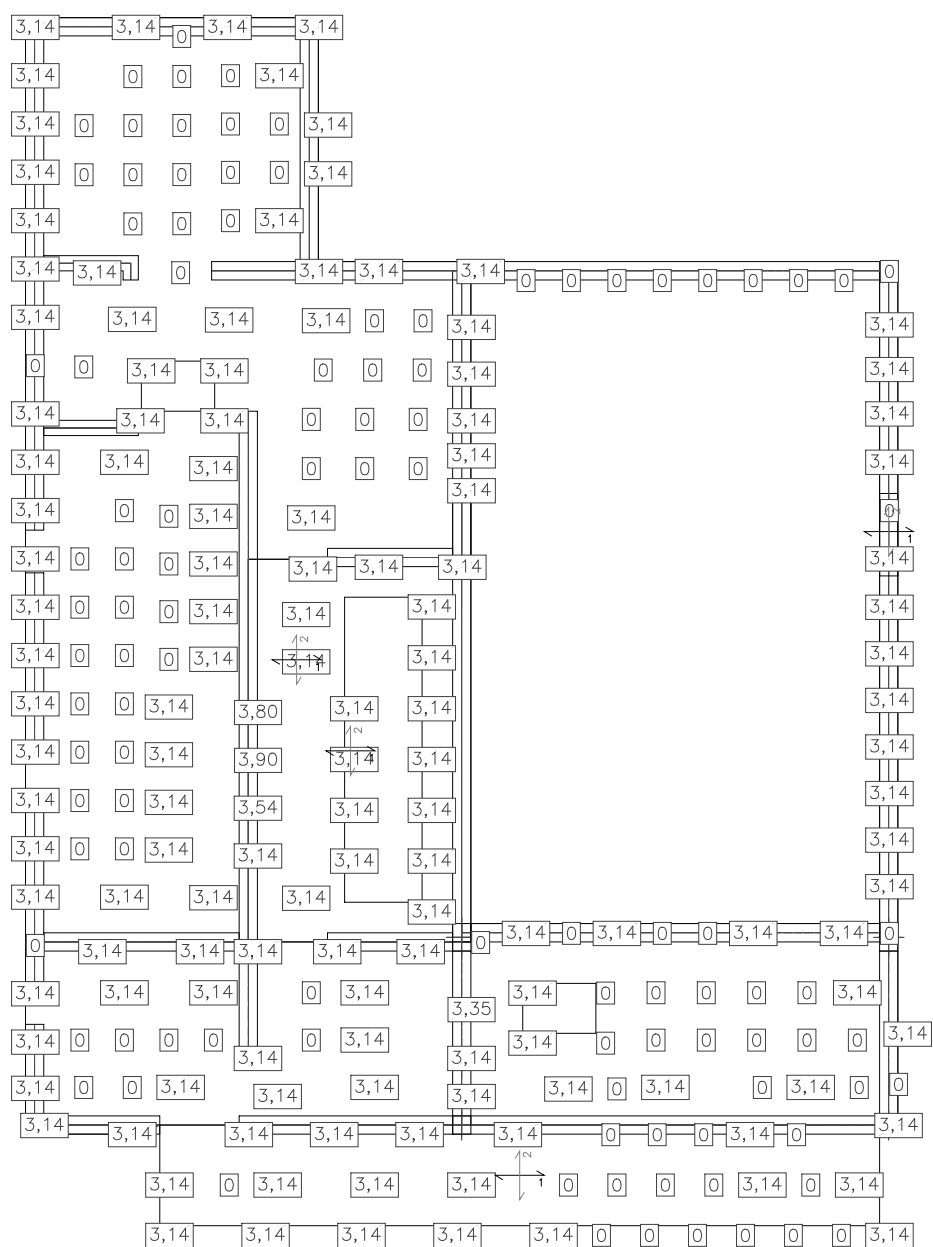
Zbrojenie dolne - kierunek 1 [cm²/mb]

Skala rys. 1:100



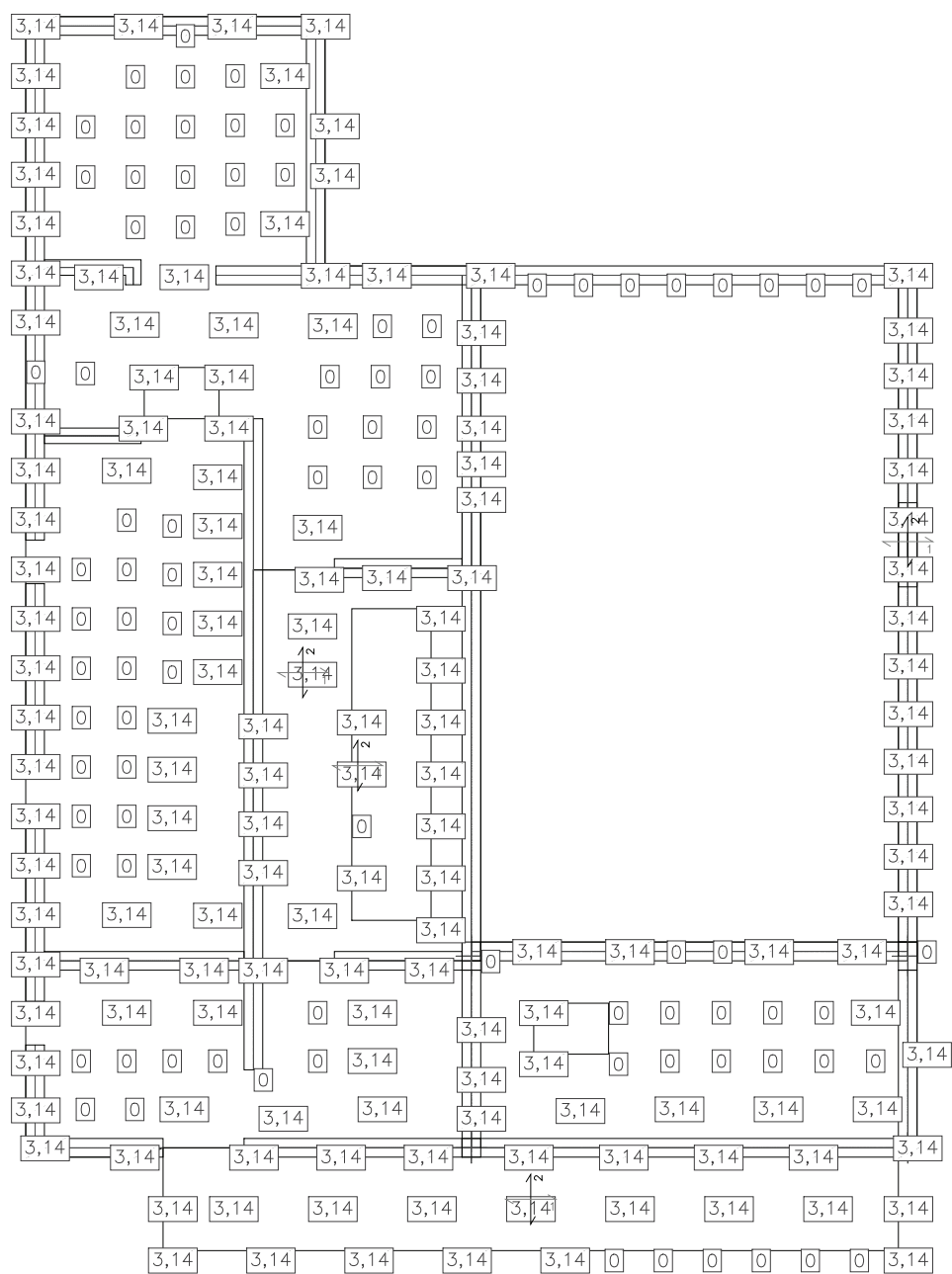


Skala rys. 1:100



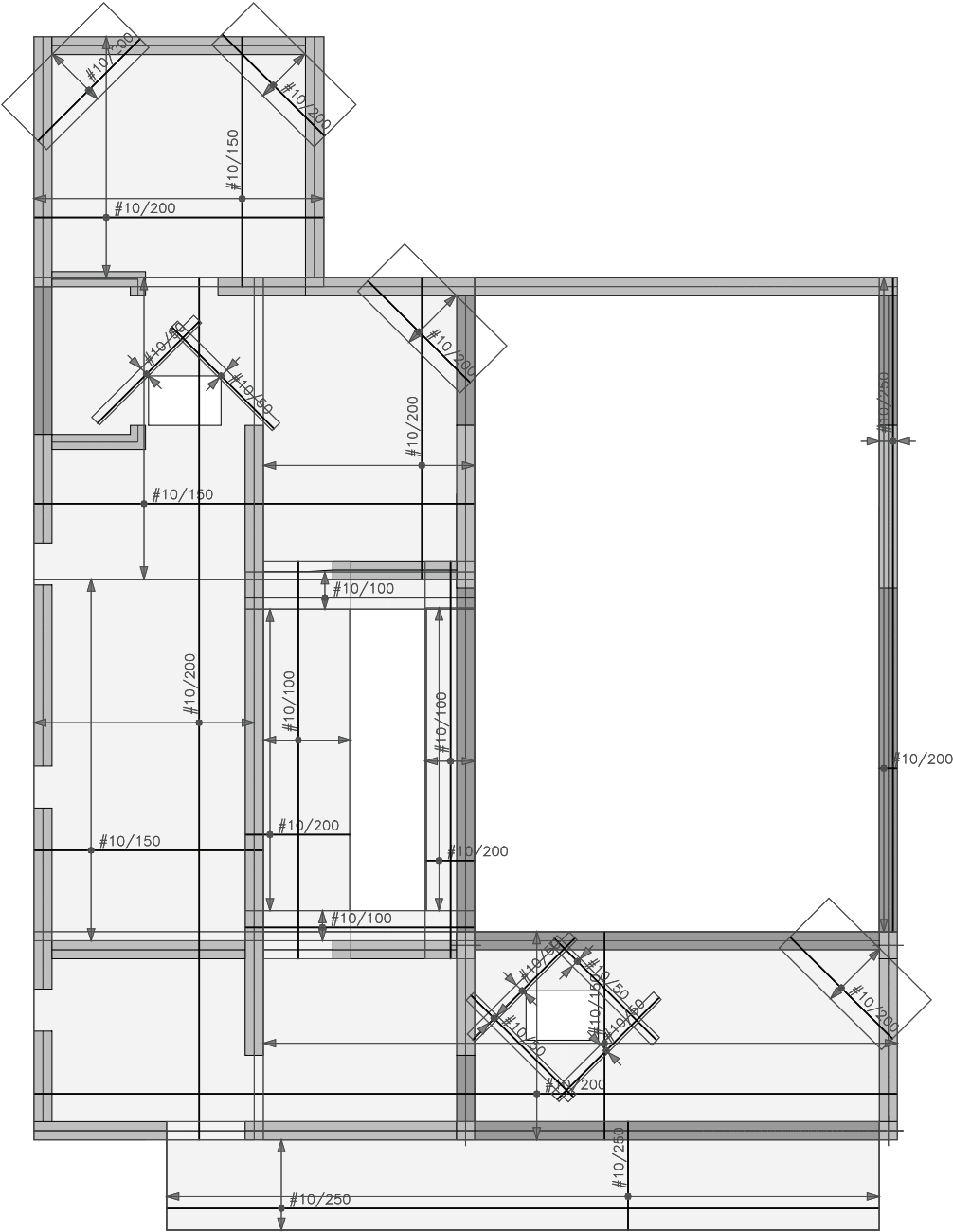
Zbrojenie górne - kierunek 2 [cm2/mb]

Skala rys. 1:100

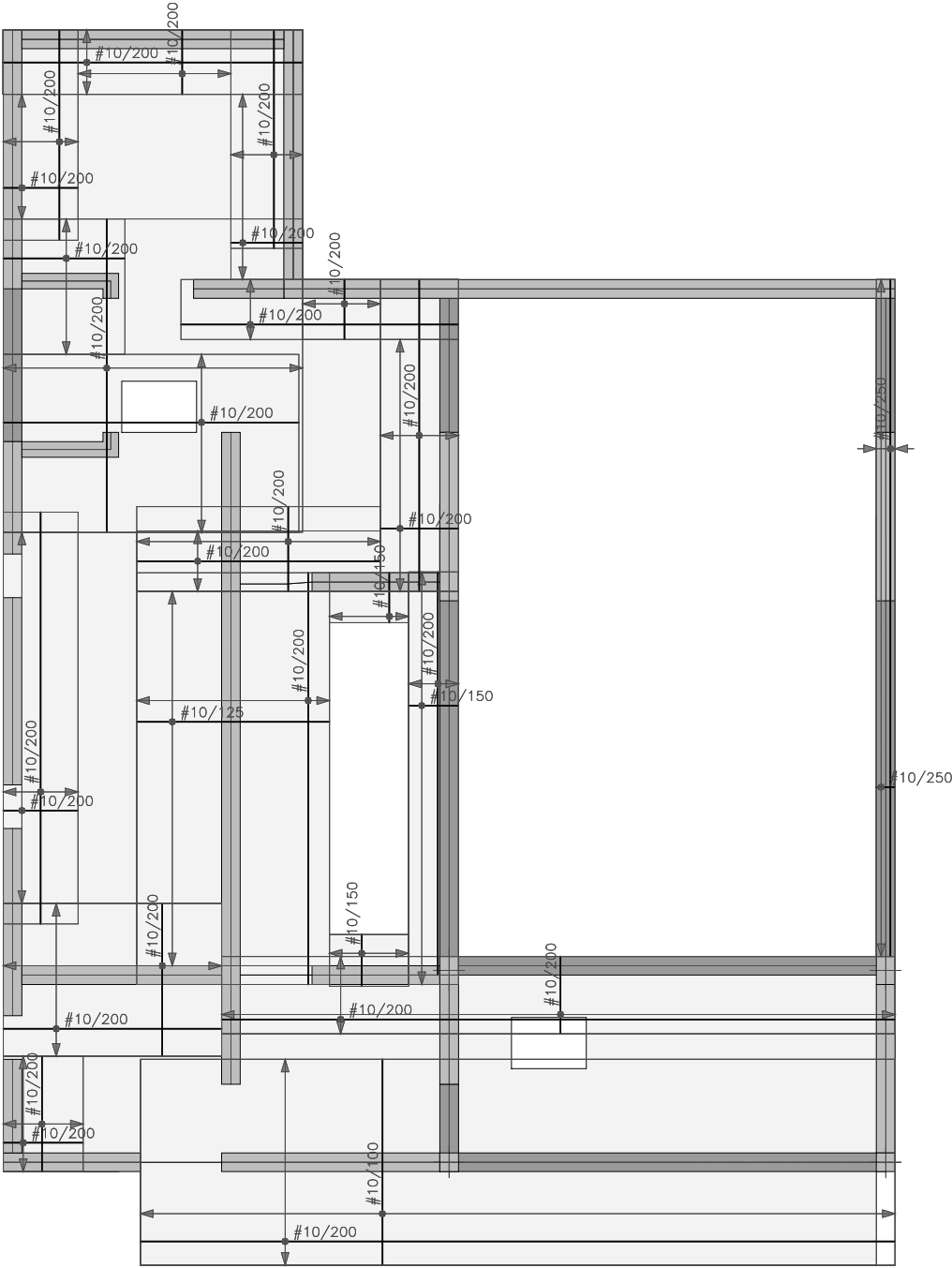


3.2. Schemat rozmieszczenia zbrojenia zadanego w płytach

Zbrojenie dolne



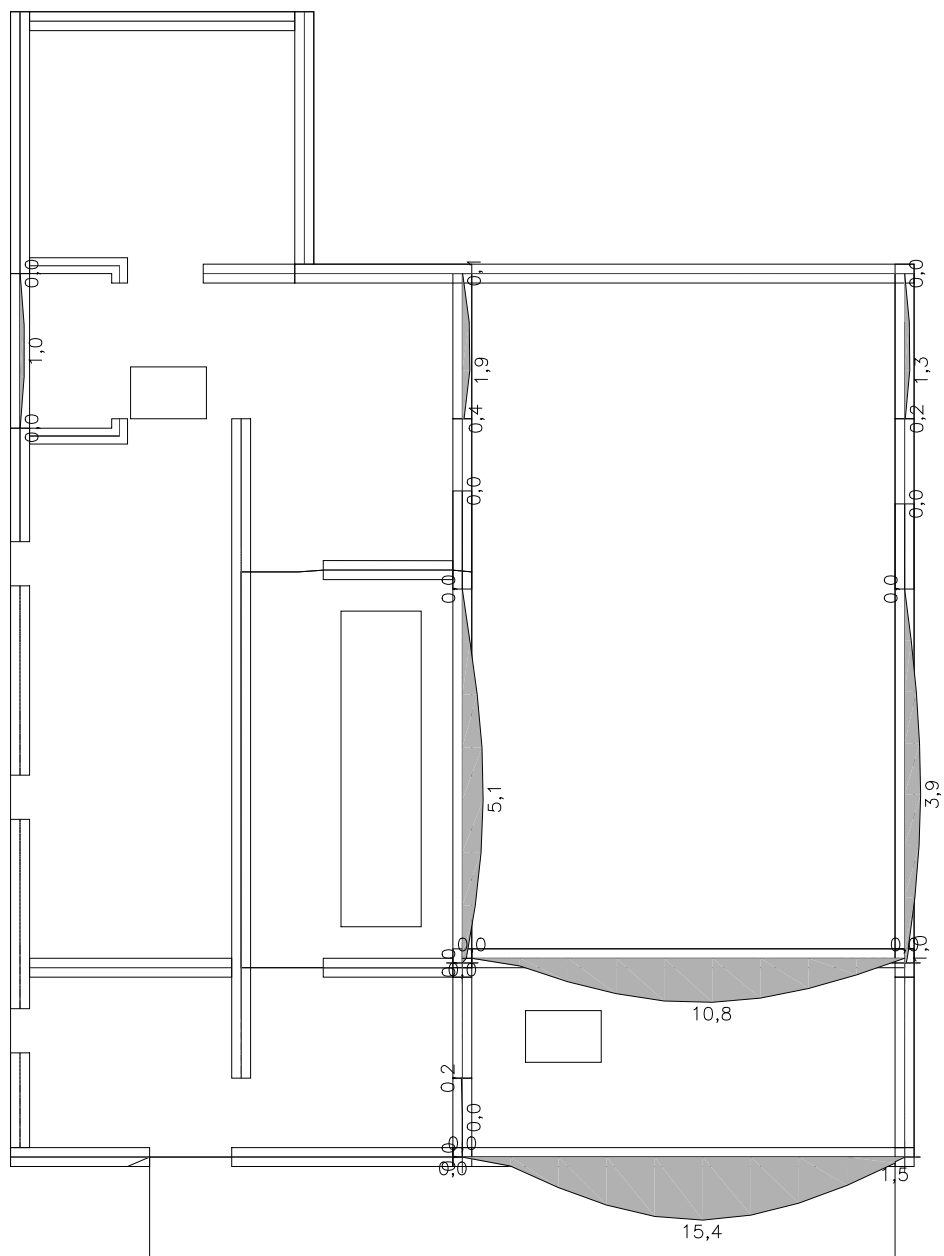
Zbrojenie górne



3.3. Zbrojenie obliczone w żebrach - wykresy

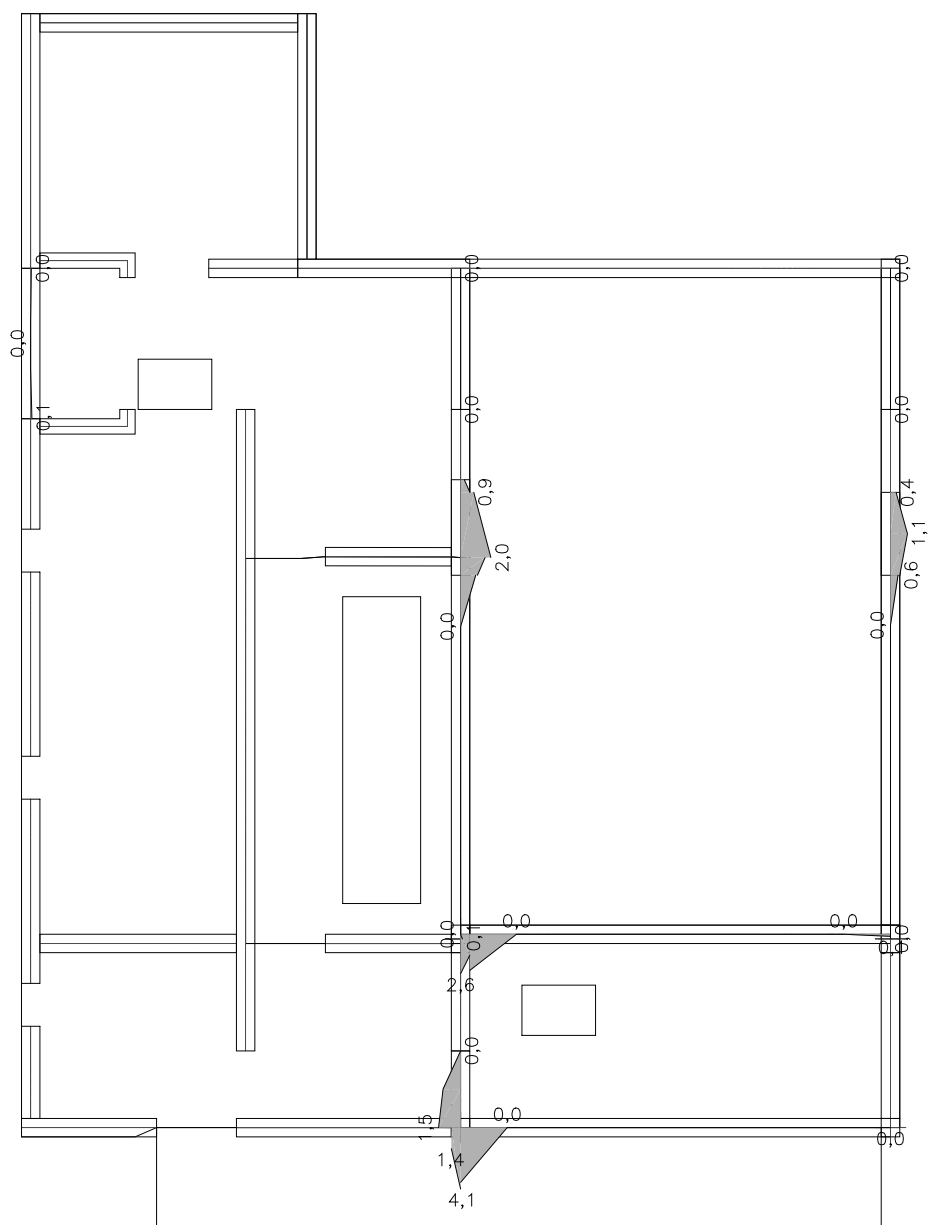
Zbrojenie dolne [cm²]

Skala rys. 1:100



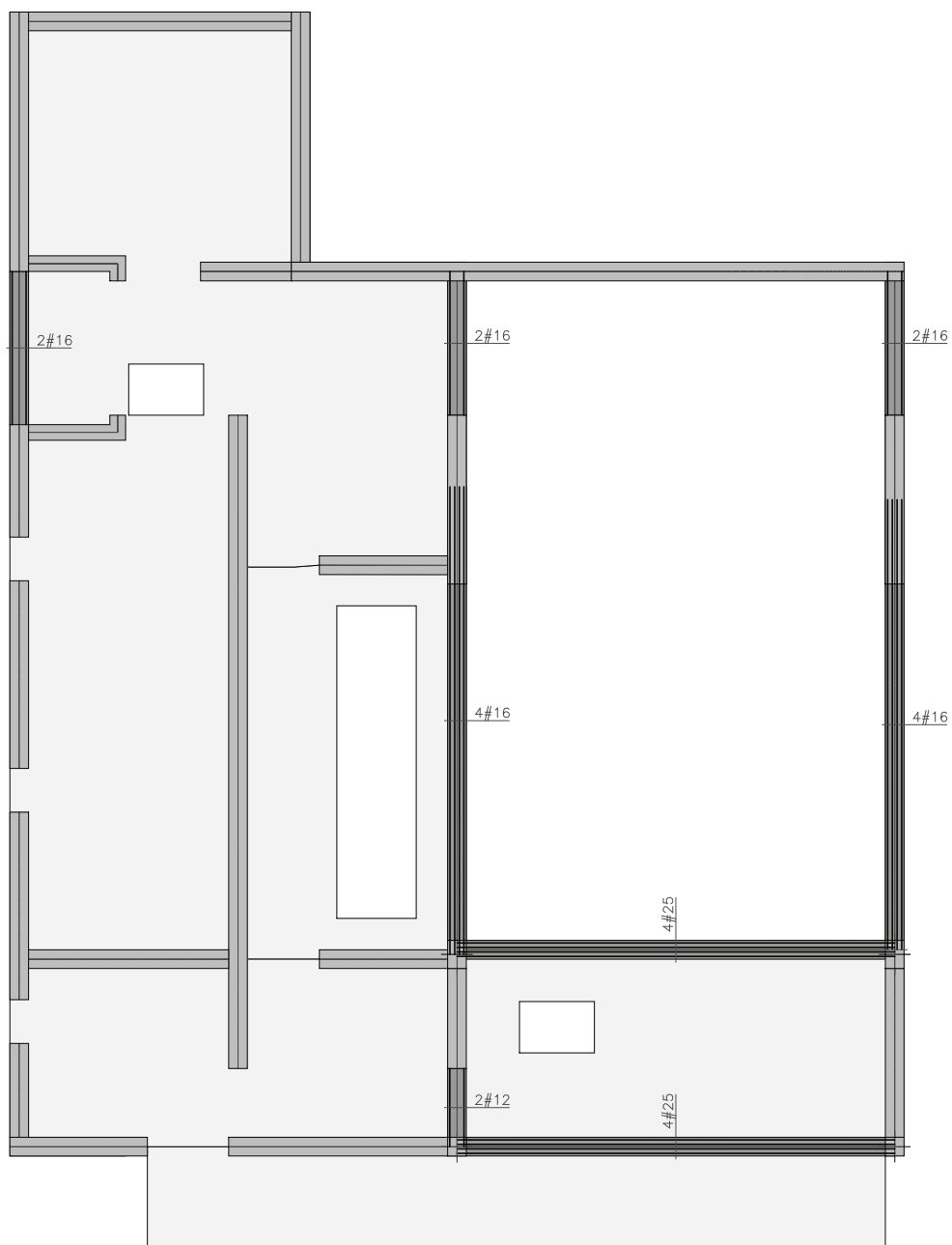
Zbrojenie górne [cm²]

Skala rys. 1:100

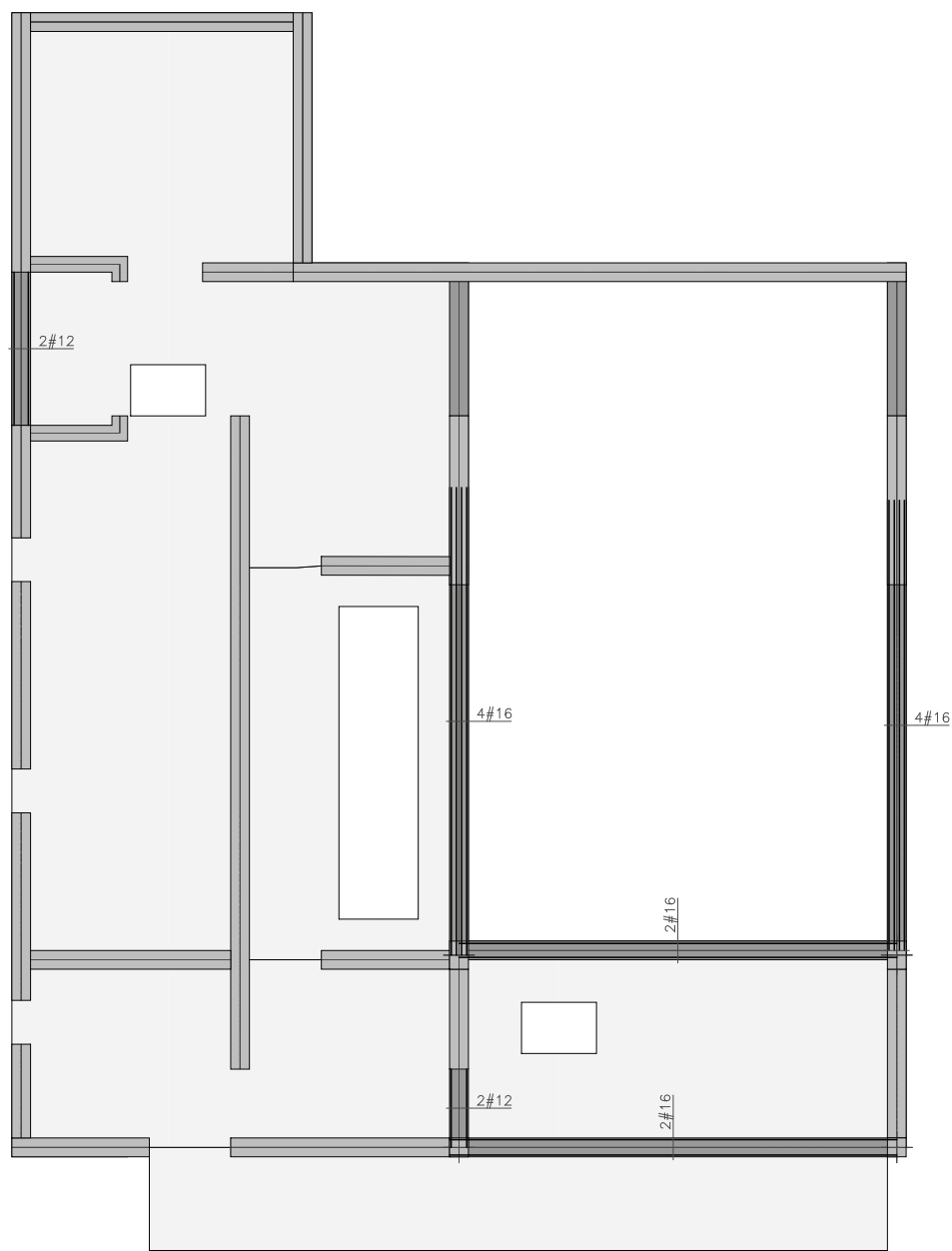


3.4. Schemat rozmieszczenia zbrojenia zadanego w żebrach

Zbrojenie dolne



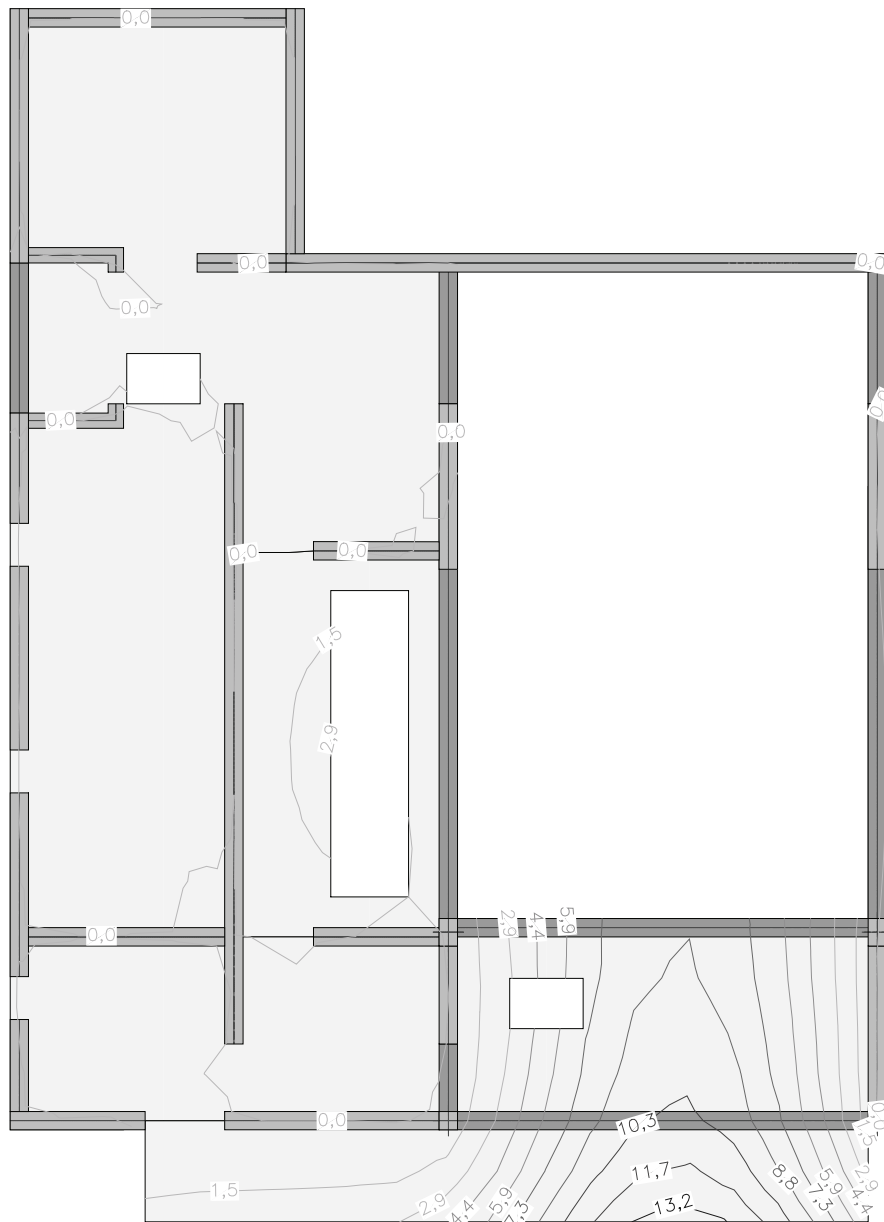
Zbrojenie górne



4. Analiza stanu granicznego użyteczności

4.1. Płyty - SGU - przemieszczenia w

[mm] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: B, D, c.własny, A) Skala rys. 1:100

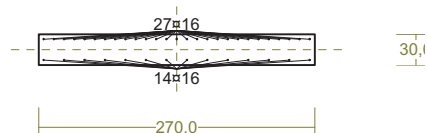


Wyniki wymiarowania elementu żelbetowego SC3

wg PN-EN-1992

Cechy przekroju:

zadanie słup, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,15$ m, $x_b=2,15$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=30,0, \quad b=270,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: C25/30

$$f_{ck}=25,0 \text{ MPa}, f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 25,0 / 1,40 = 17,9 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=8100 \text{ cm}^2, J_{cy}=607500 \text{ cm}^4, J_{cz}=49207500 \text{ cm}^4$$

STAL: fyk=500

$$f_{yk}=500 \text{ MPa}, \gamma_s=1,15, f_{yd}=435 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 435 / 200000) = 0,617$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=82,44 \text{ cm}^2, \rho=100 (A_{s1}+A_{s2}) / A_c = 100 \times 82,44 / 8100 = 1,02 \%,$$

$$J_{sy}=8577 \text{ cm}^4, J_{sz}=513883 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: słup, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,15$ m, $x_b=2,15$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW A (a)**

$$\text{Momenty zginające: } M_y = 109,005 \text{ kNm}, \quad M_z = 0,000 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne: } V_z = 50,700 \text{ kN}, \quad V_y = 0,000 \text{ kN},$$

$$\text{Siła osiowa: } N = -146,003 \text{ kN} = N_{Ed},$$

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

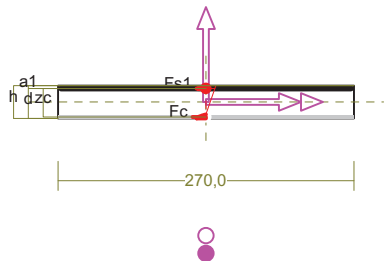
$$e_{0z} = M_y / N = (109,005) / (-146,003) = -0,747 \text{ m},$$

$$M_{Edy} = (e_{0z} + e_{az} + e_{2z}) N = 1,000 \times (-0,021 - 0,747) \times (-146,003) = 112,033 \text{ kNm},$$

Zbrojenie wymagane:

(zadanie słup, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=4,30$ m)

- dla kombinacji [CW A (a)] grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Ed} = -178,656 \text{ kN},$$

$$M_{Ed} = \sqrt{(M_{Edy})^2 + (M_{Edz})^2} = \sqrt{(247,045^2 + 0,000^2)} = 247,045 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 17,9 \text{ MPa}, f_{yd} = 435 \text{ MPa} = f_{td},$$

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

$$A_{s1} = 19,81 \text{ cm}^2 \Rightarrow (10 \times 16 = 20,11 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 19,81 \text{ cm}^2,$$

$$\rho = 100 \times A_s / A_c =$$

$$100 \times 19,81 / 8100 = 0,24 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 30,0, d = 27,2, x = 3,7 (\xi = 0,136),$$

$$a_1 = 2,8, a_c = 1,3, z_c = 25,9, A_{cc} = 1000 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c = -1,58 \text{ ‰}, \varepsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -1039,773, F_{s1} = 861,117,$$

$$M_c = 141,989, M_{s1} = 105,056,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -1039,773 + (861,117) = -178,656 \text{ kN} (N_{Ed} = -178,656 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 141,989 + (105,056) = 247,045 \text{ kNm} (M_{Ed} = 247,045 \text{ kNm})$$

Długości wyboczeniowe pręta:

zadanie słup, pręt nr 1

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:

podatności węzłów ustalone według zasad mechaniki:

$$\kappa_a = 0,000 \Rightarrow k_1 = \kappa_a / (1 - \kappa_a) = 0,000 / (1 - 0,000) = 0,000,$$

$$\kappa_b = 1,000 \Rightarrow k_2 = \kappa_b / (1 - \kappa_b) = 1,000 / (1 - 1,000) = 2,500\text{E}+9,$$

długość efektywna dla elementu nieusztynwionego:

$$\mu_1 = \sqrt{1 + 10 k_1 k_2 / (k_1 + k_2)} = \sqrt{[1 + 10 \times 0,000 \times 2,500\text{E}+9 / (0,000 + 2,500\text{E}+9)]} = 1,000$$

$$\mu_2 = [1 + k_1 / (1 + k_1)] [1 + k_2 / (1 + k_2)] = [1 + 0,000 / (1 + 0,000)] \times [1 + 2,500\text{E}+9 / (1 + 2,500\text{E}+9)] = 2,000$$

$$l_0 = \max \{ \mu_1 ; \mu_2 \} l = \max \{ 1,000 ; 2,000 \} l = 2,000 \times 4,300 = 8,600 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

przyjęte podatności węzłów:

$$\kappa_a = 1,000 \Rightarrow k_1 = \kappa_a / (1 - \kappa_a) = 1,000 / (1 - 1,000) = \text{INF},$$

$$\kappa_b = 1,000 \Rightarrow k_2 = \kappa_b / (1 - \kappa_b) = 1,000 / (1 - 1,000) = \text{INF},$$

długość efektywna dla elementu usztynwionego:

$$l_0 = 0,5l \sqrt{[1 + k_1 / (0,45 + k_1)] [1 + k_2 / (0,45 + k_2)]} = 0,5 \times 4,300 \times \sqrt{(1+1) \times (1+1)} = 1,000 \times 4,300 = 4,300 \text{ m}$$

Efekty drugiego rzędu:

zadanie słup, pręt nr 1

- w płaszczyźnie ustroju:

Mimośród niezamierzony (imperfekcja geometryczna) dla przyjętej liczby elementów pionowych wpływających na rozpatrywany efekt $m = 1$:

$$a_m = \sqrt{0,5(1+1/m)} = \sqrt{0,5 \times (1+1/1)} = 1,000$$

$$a_h = 2 / \sqrt{l} = 2 / \sqrt{4,300} = 0,964; \quad 2/3 \leq a_h \leq 1$$

Przyjęto $a_h = 0,964$.

$$\theta_i = \theta_0 a_h a_m = 1/200 \times 0,964 \times 1,000 = 0,00482$$

$$e_i = 0,5 \theta_i l_0 = 0,5 \times 0,00482 \times 8,600 = 0,0207 \text{ m}$$

Mimośród statyczny:

$$e_0 = M_{Ed, \max} / N_{Ed} = 218,010 / (-178,656) = -1,220 \text{ m}$$

Mimośród drugiego rzędu wyznaczony metodą nominalnej krzywizny:

$$\omega = A_s f_{yd} / (A_c f_{cd}) = 82,4 \times 435 / (8100,0 \times 17,9) = 0,247$$

$$n_u = 1 + \omega = 1 + 0,247 = 1,247$$

$$n = N_{Ed} / (A_c f_{cd}) = 178,656 / (8100,0 \times 17,9) \times 10 = 0,012$$

$$K_r = (n_u - n) / (n_u - n_{bal}) = (1,247 - 0,012) / (1,247 - 0,4) = 1,458; \quad K_r \leq 1$$

Przyjęto $K_r = 1,000$.

$$\lambda = l_0 / i = 8,600 / 0,087 = 99,304$$

$$\beta = 0,35 + f_{ck} / 200 - \lambda / 150 = 0,35 + 25,0/200 - 99,304/150 = -0,1870$$

$$\varphi_{ef} = \varphi(\infty, t_0) M_{0E_{qp}} / M_{0E_d} = 2,000 \times 161,489 / 218,010 = 0,000$$

$$K_\varphi = 1 + \beta \varphi_{ef} = 1 + -0,1870 \times 0,000 = 1,000; \quad K_\varphi \geq 1$$

Przyjęto $K_\varphi = 1,000$.

$$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 435 / 2,0 \times 10^5 = 0,00217$$

$$d = 0,5 h + i_s = 0,5 \times 0,300 + 0,102 = 0,252$$

$$1/r_0 = \varepsilon_{yd} / (0,45 d) = 0,00217 / (0,45 \times 0,252) = 0,0192$$

$$1/r = K_r K_\varphi 1/r_0 = 1,000 \times 1,000 \times 0,0192 = 0,0192$$

Mimośród drugiego rzędu obliczony przy założeniu współczynnika rozkładu krzywizny $c = 10,000$.

$$e_2 = (1/r) l_0^2 / c = 0,0192 \times 8,600^2 / 10,000 = 0,142 \text{ m}$$

Mimośród całkowity:

$$e_{tot} = e_0 + e_i + e_2 = -1,220 - 0,021 - 0,142 = -1,383 \text{ m}$$

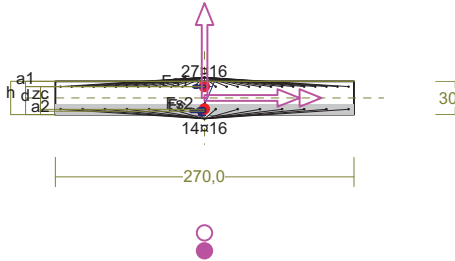
- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:

Zaniechano uwzględniania dodatkowych mimośrodków siły osiowej.

Nośność przekroju prostopadłego:

zadanie słup, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 0,00 \text{ m}$, $x_b = 4,30 \text{ m}$

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



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Ed} = -178,656 \text{ kN},$$

$$M_{Ed} = \sqrt{(M_{Edy})^2 + (M_{Edz})^2} = \sqrt{(247,045^2 + 0,000^2)} = 247,045 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 17,9 \text{ MPa}, f_{yd} = 435 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1} = 54,29 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} = 28,15 \text{ cm}^2,$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 82,44 \text{ cm}^2,$$

$$100 \times 82,44 / 8100 = 1,02 \%$$

$$\rho = 100 \times A_s / A_c =$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 30,0, d = 25,2, x = 9,1 (\xi = 0,360),$$

$$a_1 = 4,8, a_2 = 4,8, a_c = 3,1, z_c = 22,1, A_{cc} = 2450 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c = -0,54 \text{ ‰}, \varepsilon_{s2} = -0,25 \text{ ‰}, \varepsilon_{s1} = 0,95 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -1069,226, F_{s1} = 1032,540, F_{s2} = -141,972,$$

$$M_c = 127,245, M_{s1} = 105,319, M_{s2} = 14,481,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$N_{Rd} = |-418,133| \text{ kN} > N_{Ed} = F_c + F_{s1} + F_{s2} = |-1069,226 + (1032,540) + (-141,972)| = |-178,656| \text{ kN}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie słup, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi = 8 \text{ mm}$ ze stali $f_{yk} = 400$, dla której $f_{ywd} = 348 \text{ MPa}$.

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: $x_a = 0,0$ $x_b = 430,0 \text{ cm}$

Maksymalny podłużny rozstaw strzemion dla belek:

$$s_{l,max} = 0,75 d (1 + \cot \alpha) = 0,75 \times 252 \times (1 + 0,000) = 189$$

przyjęto $s_{l,max} = 189 \text{ mm}$.

Maksymalny poprzeczny rozstaw ramion strzemion dla belek:

$$s_{b,max} = 0,75 d = 0,75 \times 252 = 189 \quad s_{b,max} \leq 600 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{b,max} = 189 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstaw strzemion dla słupów:

$$s_{cl,max} = 20 \phi = 20 \times 16,0 = 320,0 \text{ mm}.$$

$$s_{cl,max} = \min \{h; b\} = \min \{2700,0; 300,0\} = 300,0$$

$$s_{cl,max} \leq 400 \text{ mm}$$

$$\text{przyjęto } s_{cl,max} = 300,0 \text{ mm}.$$

Na odcinkach w pobliżu połączeń z belkami lub płytami oraz połączeń na zakład należy zastosować mniejszy rozstaw strzemion $0,6 s_{cl,max} = 180,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 15-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,6 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 7,54 / (18,6 \times 270,0 \times 1,000) = 0,00150$$

$$\rho_w = 0,00150 > 0,00080 = \rho_{w \min}$$

Ścinanie

zadanie słup, pręt nr 1, przekrój: $x_a=4,30$ m, $x_b=0,00$ m, obciążenia: CW A (a)

Siły przekrojowe: $N_{Ed} = -113,350$;
 $V_{Ed} = 50,700$ kN

Nośność elementów niewymagających zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{28,15}{270,0 \times 25,2} = 0,00414; \quad \rho_l \leq 0,02$$

Przyjęto $\rho_l = 0,00414$.

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_C = 113,350 / 8100,00 \times 10 = 0,14 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd} = 3,58 \text{ MPa}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = 0,14$ MPa.

$$k = 1 + \sqrt{200/d} = 1 + \sqrt{200/25,2} = 1,891 \quad k \leq 2,0$$

Przyjęto $k = 1,891$

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,18 / 1,4 = 0,129$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,035 \times 1,891^{3/2} \times 25^{1/2} = 0,455$$

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d =$$

$$= [0,129 \times 1,891 \times (100 \times 0,00414 \times 25)^{1/3} + 0,15 \times 0,14] \times 270,0 \times 25,2 \times 10^{-1} = 374,680 \text{ kN}$$

lecz nie mniej niż

$$V_{Rd,c} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = (0,455 + 0,15 \times 0,14) \times 270,0 \times 25,2 \times 10^{-1} = 323,878 \text{ kN}$$

Przyjęto $V_{Rd,c} = 374,680$ kN

$$V_{Ed} = 50,700 < 374,680 = V_{Rd,c}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie słup, pręt nr 1, obciążenia: CW A (a)

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 0,000$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Ed}| (\cot \theta - \cot \alpha) = 0,5 \times 50,700 \times (1,000 - 0,000) = 50,700 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 1032,540 + 50,700 = 1083,240 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 1032,540 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 1032,540$ kN

$$F_{td} = 1032,540 < 2360,292 = 54,29 \times 435 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Ograniczenie naprężeń (SGU)

zadanie słup, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=4,30$ m, obciążenia: CW A

Ograniczenie naprężeń w betonie od charakterystycznej kombinacji obciążeń ze względu na możliwość wystąpienia rys podłużnych, mikrorys i wysokiego pęczania:

$$\sigma_{ck} = 6,313 < 25,000 = 1,00 \times 25,0 = k_1 f_{ck}$$

Ograniczenie naprężeń w betonie od quasi-stałej kombinacji obciążeń ze względu na możliwość wystąpienia pęczania nieliniowego:

$$\sigma_{cqs} = 6,313 < 11,250 = 0,45 \times 25,0 = k_2 f_{ck}$$

Ograniczenie naprężeń rozciągających w zbrojeniu od charakterystycznej kombinacji obciążeń ze względu na możliwość wystąpienia niedopuszczalnego zarysowania lub deformacji:

$$\sigma_{sk} = 135,366 < 400,000 = 0,80 \times 500 = k_3 f_{yk}$$

Zarysowanie

zadanie słup, pręt nr 1, obciążenia: CW A

Położenie przekroju:

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

Siły przekrojowe od obc. quasi-stałych:

$$M_{Ed} = -161,489 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = -132,338 \text{ kN} \quad e = 124,1 \text{ cm}$$

$$V_{Ed} = 37,556 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 270,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 30,0 - 4,8 = 25,2 \text{ cm}$$

$$A_c = 8100 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 40500 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$\sigma_c = N_{Ed} / bh = -132,338 / (270,0 \times 30,0) \times 10 = 0,163 \text{ Mpa}$$

$$k_c = 0,4 \left(1 - \frac{\sigma_c}{k_1 h / h^* f_{ct,eff}} \right) = 0,4 \times [1 - 0,163 / (0,800 \times 30,0 / 30,0 \times 2,60)] = 0,383; \quad k_c \leq 1,0$$

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_c / \sigma_s =$$

$$= 0,383 \times 1,0 \times 2,60 \times 4050 / 500 = 8,07 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 54,29 > 8,07 = A_{s,min}$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 40500 \times 10^{-3} = 105,300 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{2,6}{124,1 / 40500,00 - 1 / 8100,00} \times 10^{-1} = -88,412 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 132,338 > 88,412 = N_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,500$.

$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 54,29 / 1808 = 0,03003$$

Dla rozstawu prętów zbrojenia wynoszącego 100,2 mm, który jest nie większy niż $5(c+\phi/2)$

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 3,400 \times 40,0 + 0,800 \times 0,500 \times 0,425 \times 16 / 0,03003 = 226,57 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = [\sigma_s - k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})] / E_s =$$

$$= [144,2 - 0,400 \times 2,60 / 0,03003 \times (1 + 200000 / 31000 \times 0,03003)] / 200000 = 0,00051$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} \leq 0,6 \sigma_s / E_s = 0,6 \times 144,2 / 200000 = 0,00043$$

Przejęto $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,00051$.

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 226,57 \times 0,00051 = 0,12 \text{ mm}$$

$$w_k = \mathbf{0,12} < \mathbf{0,3} = w_{lim}$$

Ugięcia

zadanie słup, pręt nr 1, obciążenia: CW A

Ugięcia wyznaczono dla obciążeń quasi-stałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(\infty, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(\infty, t_0)} = \frac{31000}{1 + 2,000} = 10333 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 40500 \times 10^{-3} = 105,300 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Ed} = -161,489 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność elementu z uwzględnieniem pełzania betonu:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M = -161,489 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 15,5 \text{ cm} \quad I_I = 770752 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 9,9 \text{ cm} \quad I_{II} = 347457 \text{ cm}^4$$

Sztywność elementu niezarysowanego:

$$B_I = E_{c,eff} I_I = 10333 \times 770752 \times 10^{-5} = 79644 \text{ kNm}^2$$

Sztywność elementu w pełni zarysowanego:

$$B_{II} = E_{c,eff} I_{II} = 10333 \times 347457 \times 10^{-5} = 35904 \text{ kNm}^2$$

Sztywność elementu:

$$\zeta = 1 - \beta (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2 = 1 - \beta (M_{cr} / M)^2 = 1 - 0,50 \times (105,300 / 161,489)^2 = 0,787$$

$$1/B = \zeta 1/B_{II} + (1 - \zeta) 1/B_I$$

$$B = \frac{B_{II}}{\zeta + (1 - \zeta) B_{II} / B_I} = \frac{35904}{0,787 + (1 - 0,787) \times 35904 / 79644} = 40650 \text{ kNm}^2$$

Ugięcia.

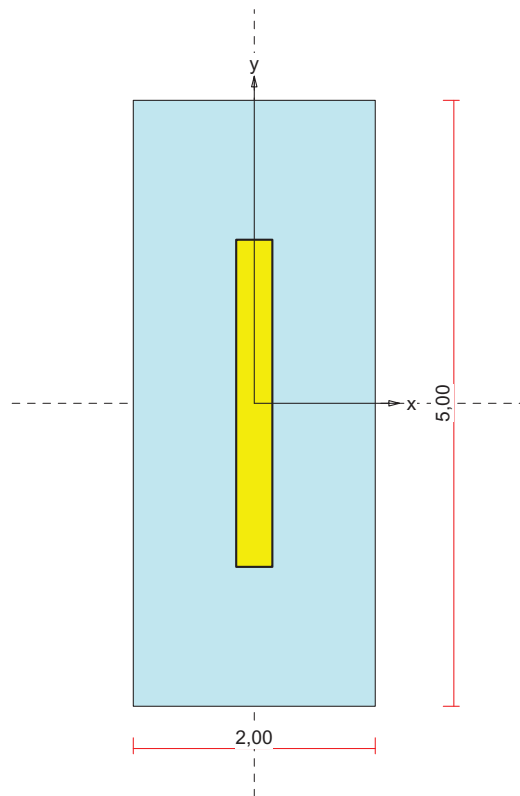
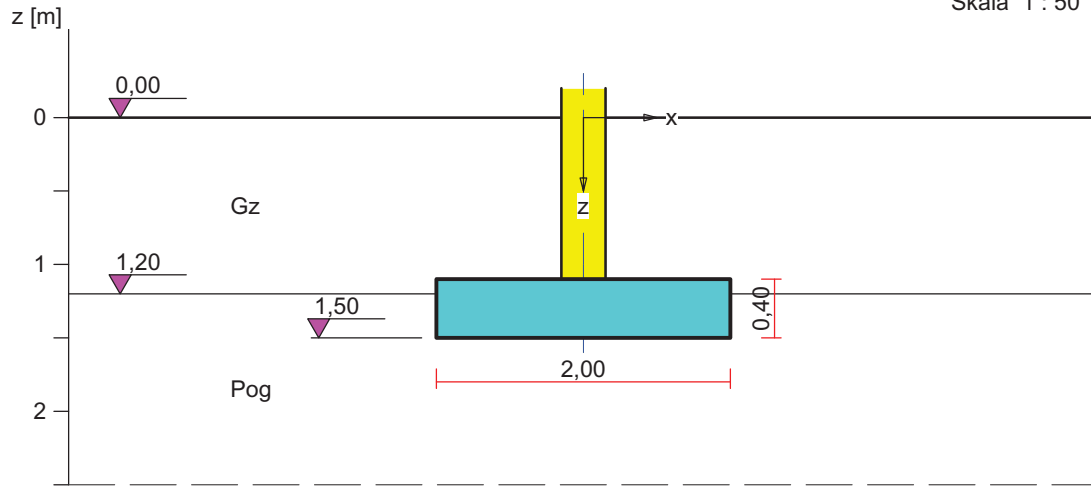
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 4,300 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 20,2 \text{ mm}$$

$$a = \mathbf{20,2} < \mathbf{28,7} = a_{lim}$$

FUNDAMENTY STOPA OŚ 6

Skala 1 : 50



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	1,20	Gлина zwięzła	brak wody
2	1,20	nieokreśl.	Поспółка gliniasta	brak wody

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**
Wymiary słupa: $b = 0,30$ m, $l = 2,70$ 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

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,90$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	γ
	obciążenia *	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[–]
1	D	179,0	0,0	0,0	0,00	215,00	1,20

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

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**
Klasa betonu: B30, nazwa stali: RB 500,
Średnica prętów zbrojeniowych:
na kierunku x: $d_x = 12,0$ mm, na kierunku y: $d_y = 12,0$ 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, $B_y = 5,00$ 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 mimośrodków

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	1,50	0,25	0,99

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 2,00$ m, $B_y = 5,00$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,50$ m.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 179,00$ kN, mimośrodów wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,60$ m,

siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,60$ m,

moment: $M_x = 0,00$ kNm, moment: $M_y = 215,00$ kNm.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 357,82$ kN/m, momenty: $M_{Gx} = 0,00$ kNm/m, $M_{Gy} = 0,00$ kNm/m.

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 179,00 + 357,82 = 536,82 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 179,00 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 0,60 + 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -179,00 \cdot 0,00 + 0,00 \cdot 0,60 + 215,00 + 0,00 = 215,00 \text{ kNm}.$$

215,00 kNm.

Mimośrodów sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 215,00/536,89 = 0,40 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/536,89 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,20 + 0,00 = 0,20 \text{ m} < 0,250.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 2,00 - 2 \cdot 0,40 = 1,20 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 5,00 - 2 \cdot 0,00 = 5,00 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,91 \text{ t/m}^3,$$

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

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,91 \cdot 9,81 \cdot 1,50 = 28,08 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 17,20 \cdot 0,90 = 15,48^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 23,04 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,65 \quad N_C = 11,28, \quad N_D = 4,13.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\operatorname{tg} \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/536,82 = 0,00, \quad \operatorname{tg} \delta_x / \operatorname{tg} \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2769 = 0,000,$$

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

$$\operatorname{tg} \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/536,82 = 0,00, \quad \operatorname{tg} \delta_y / \operatorname{tg} \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2769 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,20 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 19,42 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_x/B'_y = 0,94, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_x/B'_y = 1,07, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_x/B'_y = 1,36$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 2700,02 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 2970,10 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 536,82 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 2700,02 = 2187,01 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Stan graniczny II

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

Osiadanie pierwotne: $s' = 0,02 \text{ cm}$.

Osiadanie wtórne: $s'' = 0,00 \text{ cm}$.

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $\lambda = 0$.

Osiadanie: $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,02 + 0 \cdot 0,00 = 0,02 \text{ cm}$,

8. Zbrojenie stopy

Zbrojenie główne na kierunku x:

Średnica prętów: $\phi = 12 \text{ mm}$.

Konieczna liczba prętów: $L_{xs} = 18$.

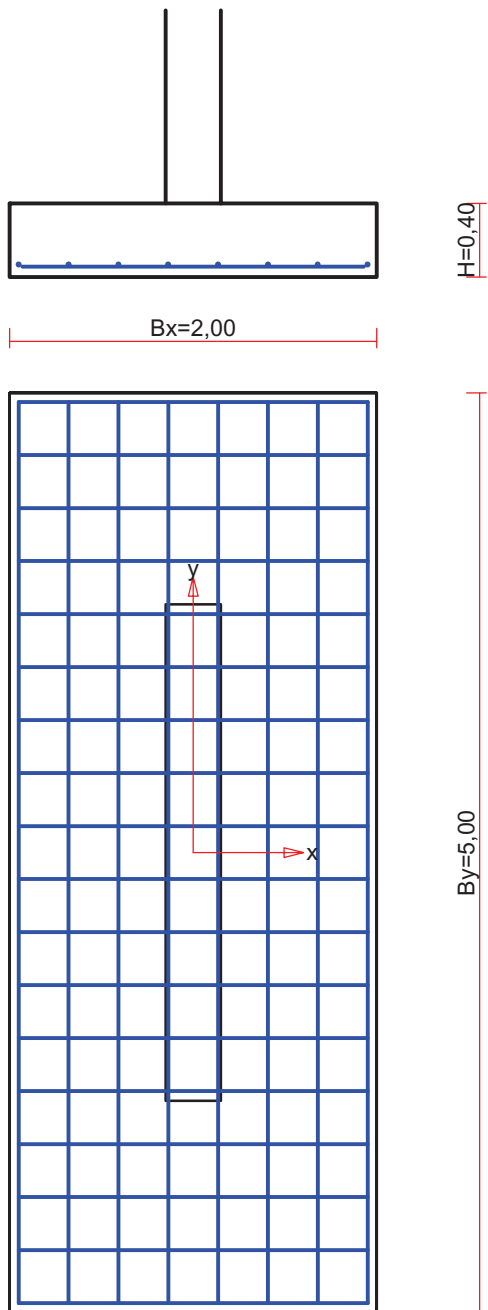
Przyjęta liczba prętów: $L_{xr} = 26$ co 20 cm .

Zbrojenie główne na kierunku y:

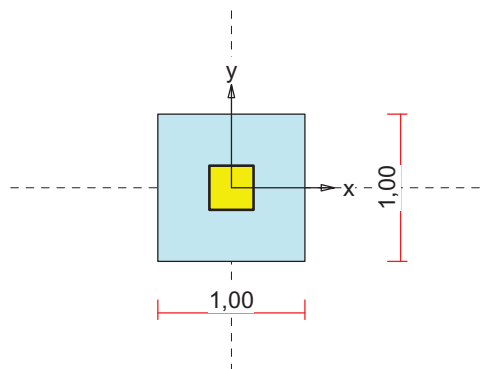
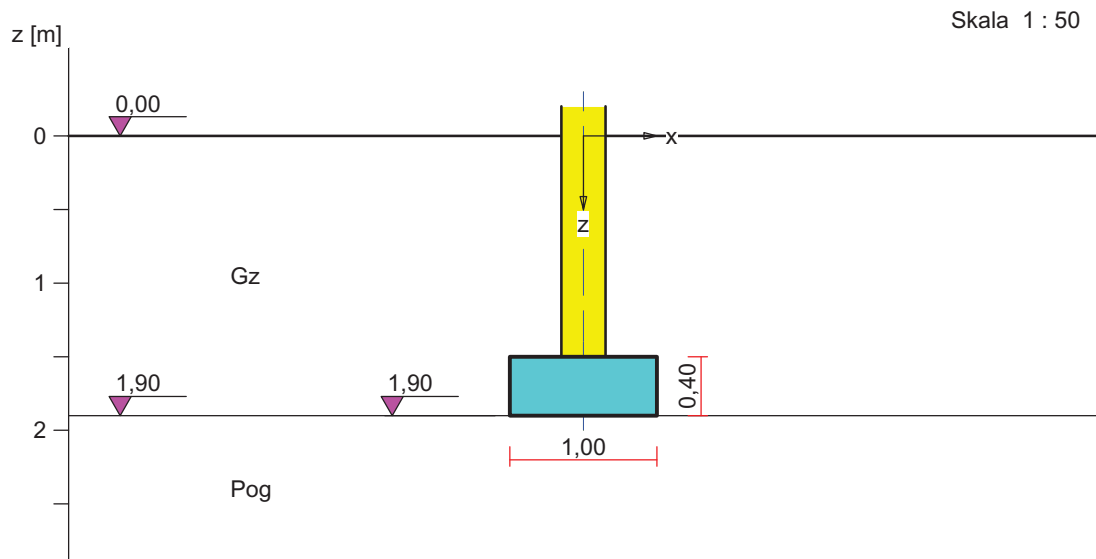
Średnica prętów: $\phi = 12 \text{ mm}$.

Konieczna liczba prętów: $L_{ys} = 8$.

Przyjęta liczba prętów: $L_{yr} = 11$ co 20 cm .



STOPA PROSTOKĄTNA OŚ D, E



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	1,90	Gлина zwięzła	brak wody
2	1,90	nieokreśl.	Pospółka gliniasta	brak wody

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,30 \text{ m}$, $l = 0,30 \text{ m}$,

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

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,90 \text{ m}$.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	γ
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	291,0	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: B30, nazwa stali: RB 500,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x: $d_x = 12,0 \text{ mm}$, na kierunku y: $d_y = 12,0 \text{ mm}$,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,90 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,00 \text{ m}$, $B_y = 1,00 \text{ m}$,

Wysokość: $H = 0,40 \text{ m}$,

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

6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	1,90	0,58	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,00 \text{ m}$, $B_y = 1,00 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,90 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 291,00 \text{ kN}$, mimośrodowość wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$,
 siła pozioma: $H_x = 0,00 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,00 \text{ m}$,
 siła pozioma: $H_y = 0,00 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,00 \text{ m}$,
 moment: $M_x = 0,00 \text{ kNm}$, moment: $M_y = 0,00 \text{ kNm}$.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 44,54 \text{ kN/m}$, momenty: $M_{Gx} = 0,00 \text{ kNm/m}$, $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 291,00 + 44,54 = 335,54 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 291,00 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 1,00 + 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -291,00 \cdot 0,00 + 0,00 \cdot 1,00 + 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}.$$

kNm.

Mimośrodość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/335,54 = 0,00 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/335,54 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,000 + 0,000 = 0,000 \text{ m} < 0,250.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

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

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,89 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,90 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,89 \cdot 9,81 \cdot 1,90 = 35,23 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 17,20 \cdot 0,90 = 15,48^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 23,04 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,65 \quad N_C = 11,28, \quad N_D = 4,13.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/335,54 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2769 = 0,000,$$

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

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/335,54 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2769 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,20 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 19,42 \text{ kN/m}^3.$$

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:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 710,75 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNB_y} = B_x \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{C_y} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{D_y} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{B_y}) = 710,75 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 335,54 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNB_x}, Q_{fNB_y}) = 0,81 \cdot 710,75 = 575,70 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Stan graniczny II

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

Osiadanie pierwotne: $s' = 0,42 \text{ cm.}$

Osiadanie wtórne: $s'' = 0,00 \text{ cm.}$

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $\lambda = 0.$

Osiadanie: $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,42 + 0 \cdot 0,00 = 0,42 \text{ cm,}$

8. Zbrojenie stopy

Zbrojenie główne na kierunku x:

Średnica prętów: $\phi = 12 \text{ mm.}$

Konieczna liczba prętów: $L_{xs} = 5.$

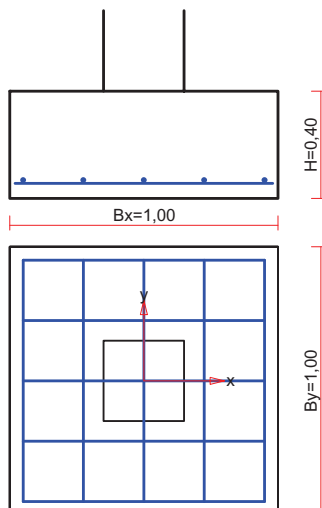
Przyjęta liczba prętów: $L_{xr} = 5$ co $22,5 \text{ cm.}$

Zbrojenie główne na kierunku y:

Średnica prętów: $\phi = 12 \text{ mm.}$

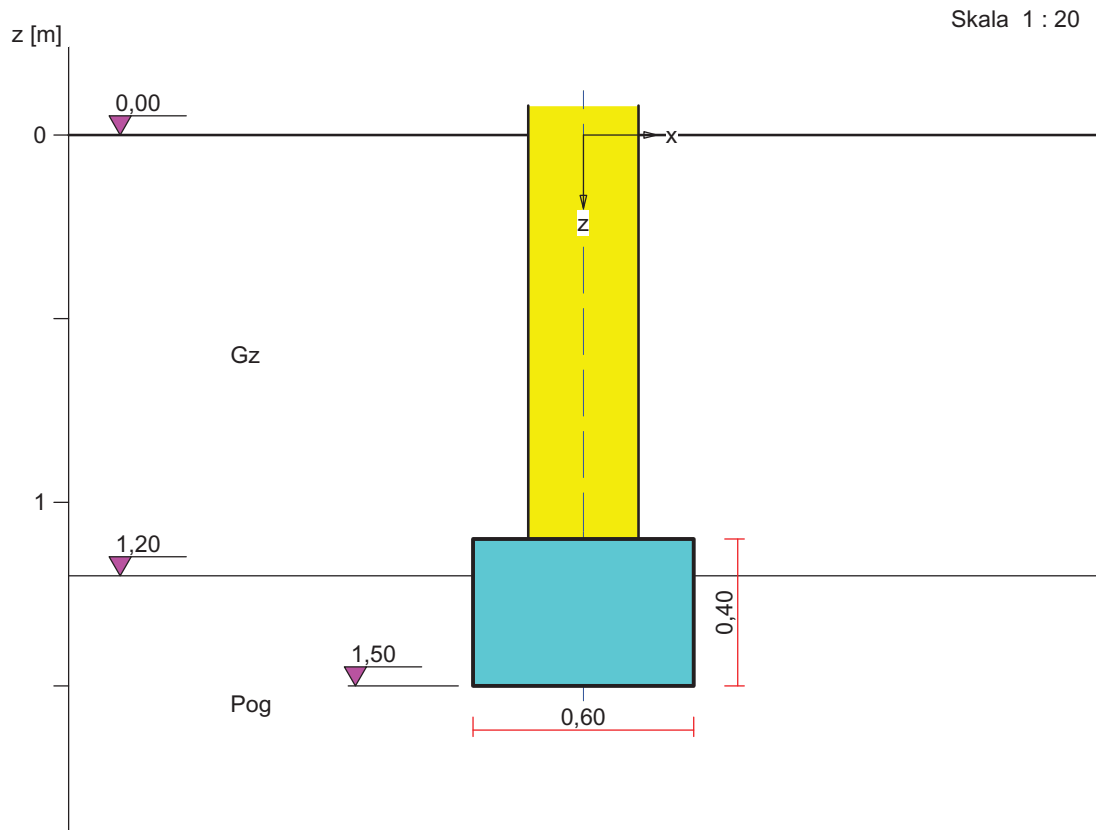
Konieczna liczba prętów: $L_{ys} = 5.$

Przyjęta liczba prętów: $L_{yr} = 5$ co $22,5 \text{ cm.}$



ŁAWY FUNDAMENTOWE OSIE 2,3,4,A

Nazwa fundamentu: ława



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	1,20	Gлина zwięzła	brak wody
2	1,20	nieokreśl.	Pospółka gliniasta	brak wody

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: ściana

Szerokość: $b = 0,30 \text{ m}$, długość: $l = 14,60 \text{ m}$,

Współrzędne końców osi ściany:

$x_1 = 0,00 \text{ m}$, $y_1 = -7,30 \text{ m}$, $x_2 = 0,00 \text{ m}$, $y_2 = 7,30 \text{ m}$,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,90 \text{ m}$.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ
	obciążenia*	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	73,0	0,0	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: $d_x = 14,0 \text{ mm}$, na kierunku y: $d_y = 14,0 \text{ mm}$,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,50 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B = 0,60 \text{ m}$, $L = 14,60 \text{ m}$,

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	1,50	0,46	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,60 \text{ m}$, $L = 14,60 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,50 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 73,00 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = 0,00 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,60 \text{ m}$,

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

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:
siła pionowa: $G = 14,63 \text{ kN/m}$, moment: $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (73,00 + 14,63 | 10,74) \cdot 14,60 = 1279,44 | 1222,55 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-73,00 \cdot 0,00 + 0,00 | 0,00) \cdot 14,60 = 0,00 | 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 1222,55 = 0,00 \text{ m}.$$

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

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,60 - 2 \cdot 0,00 = 0,60 \text{ m}, \quad L' = L = 14,60 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,91 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,50 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,91 \cdot 9,81 \cdot 1,50 = 28,08 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 17,20 \cdot 0,90 = 15,48^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 25,60 \cdot 0,90 = 23,04 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,65 \quad N_C = 11,28, \quad N_D = 4,13.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\tan \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 14,60 / 1279,44 = 0,0000, \quad \tan \delta / \tan \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,2769 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,20 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 19,42 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,01, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,06.$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' L' (m_C N_C c_{u(r)} i_C + m_D N_D \rho_{D(r)} g D_{\min} i_D + m_B N_B \rho_{B(r)} g B' i_B) = 3448,31 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1279,44 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 3448,31 = 2793,13 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Stan graniczny II

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

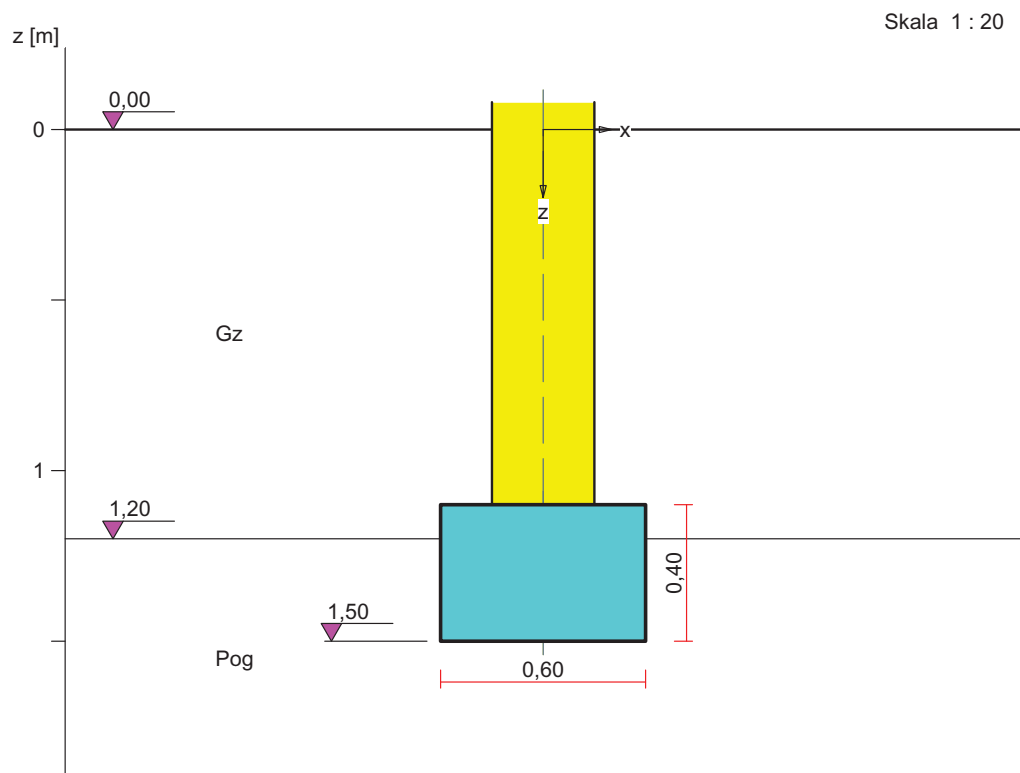
Osiadanie pierwotne: $s' = 0,19 \text{ cm}$.

Osiadanie wtórne: $s'' = 0,00 \text{ cm}$.

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $\lambda = 0$.

Osiadanie: $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,19 + 0 \cdot 0,00 = 0,19 \text{ cm}$,

ŁAWY FUNDAMENTOWE OŚ 5,6



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = 0,00 \text{ m}$,

Projektowany względny poziom terenu: $z_{tp} = 0,00 \text{ m}$.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt.
	[m]	[m]		[m]
1	0,00	1,20	Gлина zwięzła	brak wody
2	1,20	nieokreśl.	Pospółka gliniasta	brak wody

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość: $b = 0,30 \text{ m}$, długość: $l = 14,60 \text{ m}$,

Współrzędne końców osi ściany:

$x_1 = 0,00 \text{ m}, \quad y_1 = -7,30 \text{ m}, \quad x_2 = 0,00 \text{ m}, \quad y_2 = 7,30 \text{ m},$
 Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 0,00^\circ$.

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,90 \text{ m}$.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H _x	M _y	γ
	obciążenia*	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	89,3	0,0	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: $d_x = 14,0 \text{ mm}$, na kierunku y: $d_y = 14,0 \text{ mm}$,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,50 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B = 0,60 \text{ m}, \quad L = 14,60 \text{ m}$,

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	1,50	0,54	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,60 \text{ m}, \quad L = 14,60 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,50 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 89,30 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = 0,00 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,60 \text{ m}$,

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

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

siła pionowa: $G = 14,63 \text{ kN/m}$, moment: $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (89,30 + 14,63 \mid 10,74) \cdot 14,60 = 1517,42 \mid 1460,53 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-89,30 \cdot 0,00 + 0,00 \mid 0,00) \cdot 14,60 = 0,00 \mid 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 1460,53 = 0,00 \text{ m.}$$

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

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,60 - 2 \cdot 0,00 = 0,60 \text{ m,} \quad L' = L = 14,60 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,91 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,50 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,91 \cdot 9,81 \cdot 1,50 = 28,08 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 17,20 \cdot 0,90 = 15,48^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 25,60 \cdot 0,90 = 23,04 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 0,65 \quad N_C = 11,28, \quad N_D = 4,13.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\tan \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 14,60 / 1517,42 = 0,0000, \quad \tan \delta / \tan \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,2769 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,20 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 19,42 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,01, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,06.$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' \cdot L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 3448,31 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1517,42 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 3448,31 = 2793,13 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Stan graniczny II

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

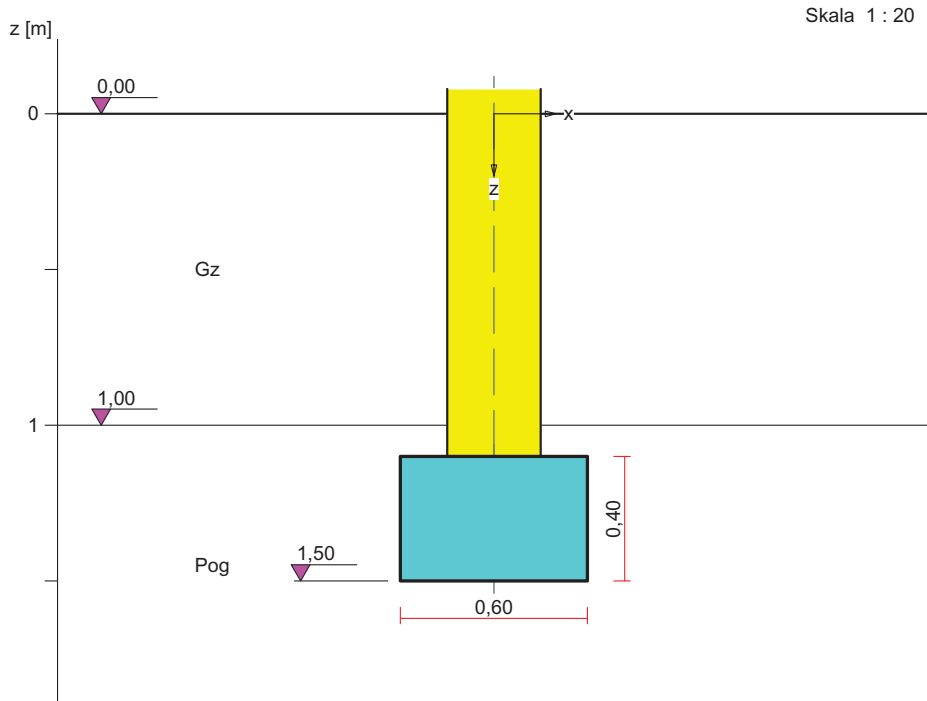
Osiadanie pierwotne: $s' = 0,24 \text{ cm.}$

Osiadanie wtórne: $s'' = 0,00 \text{ cm.}$

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $\lambda = 0.$

Osiadanie: $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,24 + 0 \cdot 0,00 = 0,24 \text{ cm,}$

ŁAWA FUNDAMENTOWA OŚ B



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	1,00	Gлина zwięzła	brak wody
2	1,00	nieokreśl.	Pospółka gliniasta	brak wody

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość: $b = 0,30$ m, długość: $l = 14,60$ m,

Współrzędne końców osi ściany:

$x_1 = 0,00$ m, $y_1 = -7,30$ m, $x_2 = 0,00$ m, $y_2 = 7,30$ m,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,90$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H _x	M _y	γ
	obciążenia*	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	85,4	0,0	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 przebicie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,50$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B = 0,60$ m, $L = 14,60$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ m, mimośród: $E = 0,00$ m.

6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	1,50	0,52	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,60$ m, $L = 14,60$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,50$ m.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 85,40$ kN/m, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 0,00$ kN/m, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,60$ m,

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

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

siła pionowa: $G = 14,67$ kN/m, moment: $M_{Gy} = 0,00$ kNm/m.

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (85,40 + 14,67 \mid 10,76) \cdot 14,60 = 1460,99 \mid 1403,93 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-85,40 \cdot 0,00 + 0,00 \mid 0,00) \cdot 14,60 = 0,00 \mid 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 1403,93 = 0,00 \text{ m.}$$

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

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,60 - 2 \cdot 0,00 = 0,60 \text{ m, } L' = L = 14,60 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,92 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,50 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,92 \cdot 9,81 \cdot 1,50 = 28,25 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 17,20 \cdot 0,90 = 15,48^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 25,60 \cdot 0,90 = 23,04 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 0,65 \quad N_C = 11,28, \quad N_D = 4,13.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 14,60 / 1460,99 = 0,0000, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,2769 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,20 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 19,42 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,01, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,06.$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' \cdot L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 3455,09 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1460,99 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 3455,09 = 2798,62 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Stan graniczny II

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

$$\text{Osiadanie pierwotne: } s' = 0,23 \text{ cm.}$$

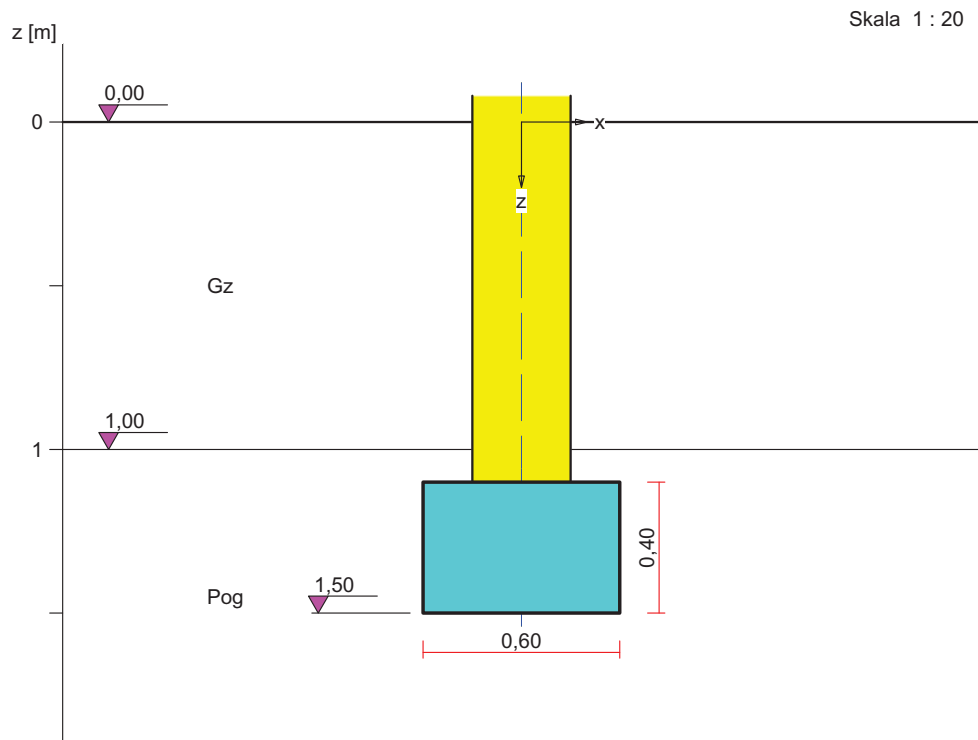
$$\text{Osiadanie wtórne: } s'' = 0,00 \text{ cm.}$$

$$\text{Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: } \lambda = 0.$$

$$\text{Osiadanie: } s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,23 + 0 \cdot 0,00 = 0,23 \text{ cm,}$$

ŁAWY FUNDAMENTOWE OŚ D,E

Nazwa fundamentu: ława



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	1,00	Gлина zwięzła	brak wody
2	1,00	nieokreśl.	Pospółka gliniasta	brak wody

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość: $b = 0,30$ m, długość: $l = 7,30$ m,

Współrzędne końców osi ściany:

$x_1 = 0,00$ m, $y_1 = -3,65$ m, $x_2 = 0,00$ m, $y_2 = 3,65$ m,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,90$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H _x	M _y	γ
	obciążenia*	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	54,4	0,0	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 przebicie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,50$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B = 0,60$ m, $L = 7,30$ 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	1,50	0,35	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,60$ m, $L = 7,30$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,50$ m.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 54,40$ kN/m, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 0,00$ kN/m, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,60$ m,

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

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

siła pionowa: $G = 14,67$ kN/m, moment: $M_{Gy} = 0,00$ kNm/m.

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (54,40 + 14,67 \mid 10,76) \cdot 7,30 = 504,20 \mid 475,67 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-54,40 \cdot 0,00 + 0,00 \mid 0,00) \cdot 7,30 = 0,00 \mid 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 475,67 = 0,00 \text{ m.}$$

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

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,60 - 2 \cdot 0,00 = 0,60 \text{ m, } L' = L = 7,30 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,92 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,50 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,92 \cdot 9,81 \cdot 1,50 = 28,25 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 17,20 \cdot 0,90 = 15,48^0,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 25,60 \cdot 0,90 = 23,04 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 0,65 \quad N_C = 11,28, \quad N_D = 4,13.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 7,30 / 504,20 = 0,0000, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,2769 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,20 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 19,42 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

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

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' \cdot L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 1772,71 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 504,20 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 1772,71 = 1435,90 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Stan graniczny II

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

$$\text{Osiadanie pierwotne: } s' = 0,13 \text{ cm.}$$

$$\text{Osiadanie wtórne: } s'' = 0,00 \text{ cm.}$$

$$\text{Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: } \lambda = 0.$$

$$\text{Osiadanie: } s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,13 + 0 \cdot 0,00 = 0,13 \text{ cm,}$$