

OBLICZENIA STATYCZNE

Zestawienie obciążeń

0.1. Pokrycie

Rodzaj: ciężar

Typ: stałe

0.1.1. Pokrycie

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 0,96 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 1,15 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,86 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Składniki obciążenia:

Blacha dachówkowa na deskowaniu

$$Q_k = 0,350 \text{ kN/m}^2 = 0,35 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,42 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,32 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Wetna mineralna

$$Q_k = 1,2 \text{ kN/m}^3 \cdot 24 \text{ cm} = 0,29 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,35 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,26 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Płyty gipsowo-kartonowe

$$Q_k = 12,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 2 \cdot 12,5 \text{ mm} = 0,30 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,36 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,27 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Ruszt stalowy

$$Q_k = (2,0 / 1,00 + 0,12 \cdot (0,22 + 0,00)) \cdot 1,00 \cdot 0,01 \text{ kN/m}^2 = 0,02 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,02 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,02 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

0.2. Śnieg

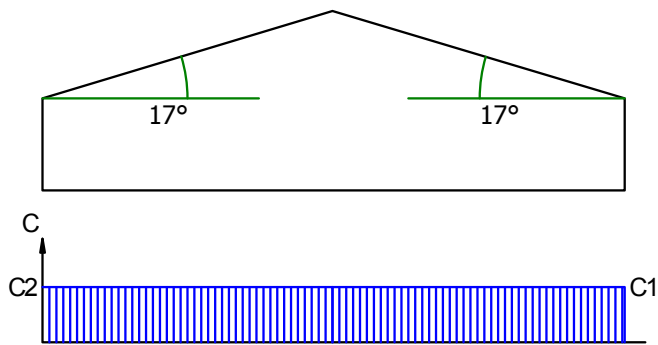
Rodzaj: śnieg

Typ: zmienne

0.2.1. Śnieg

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu $q_k = 1,60 \text{ kN/m}^2$ przyjęto zgodnie ze zmianą do normy Az1, jak dla strefy IV.

Współczynnik kształtu $C = 0,80$ jak dla dachu dwuspadowego przy obciążeniu dla pokryć i płatwi.



Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 1,6 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 1,28 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 1,92 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

0.3. Wiatr

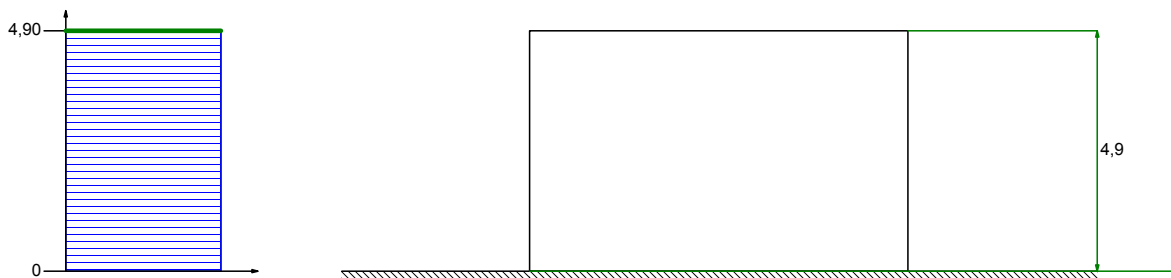
Rodzaj: wiatr

Typ: zmienne

0.3.1. Wiatr (Wariant I strona nawietrzna)

Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy I .

Współczynnik ekspozycji $C_e = 1,00$ przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu $z = 4,90 \text{ m}$. Ponieważ $H/L \leq 2$ przyjęto stały po wysokości rozkład współczynnika ekspozycji C_e o wartości jak dla punktu najwyższego.

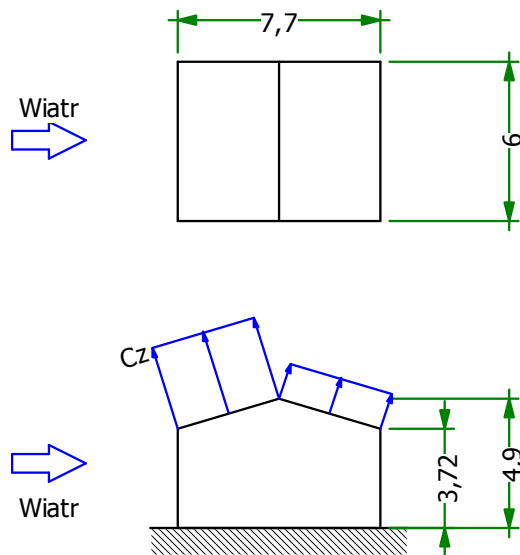


Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0,20$; okres drgań własnych $T = 0,20 \text{ s}$).

Współczynnik aerodynamiczny C połaci nawietrznej dachu dwuspadowego ($\alpha = 17^\circ$) wg wariantu I równy jest $C = C_z - C_w = -0,90$, gdzie:

$C_z = -0,90$ jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego,

$C_w = 0,00$ jest współczynnikiem ciśnienia wewnętrznego.



Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \cdot (-0,90 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,41 \text{ kN/m}^2.$$

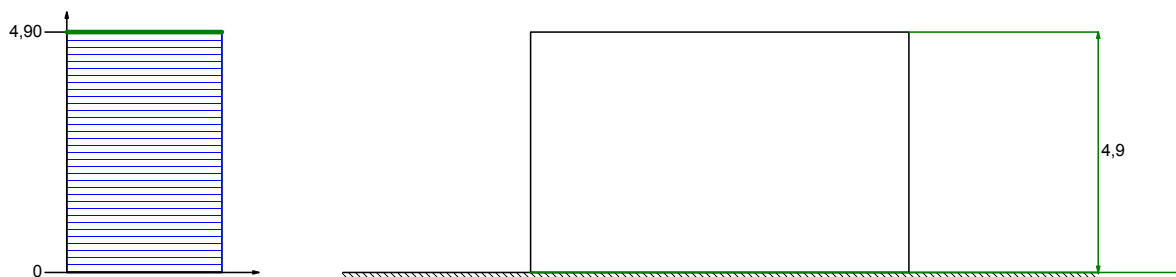
Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = -0,53 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,30.$$

0.3.2. Wiatr (Wariant I strona zawietrzna)

Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy I.

Współczynnik ekspozycji $C_e = 1,00$ przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu $z = 4,90 \text{ m}$. Ponieważ $H/L \leq 2$ przyjęto stały po wysokości rozkład współczynnika ekspozycji C_e o wartości jak dla punktu najwyższego.

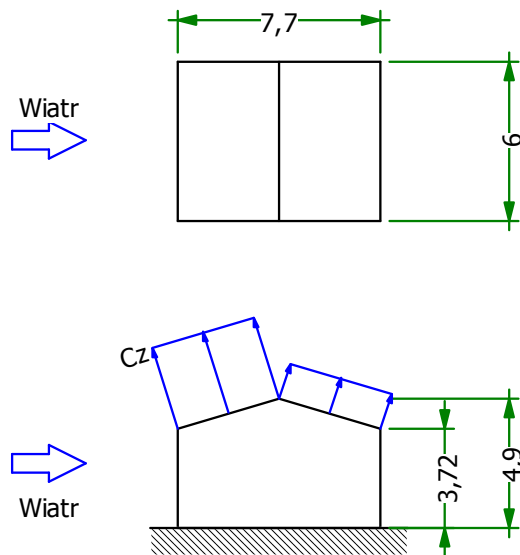


Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0,20$; okres drgań własnych $T = 0,20 \text{ s}$).

Współczynnik aerodynamiczny C połaci zawietrznej dachu dwuspadowego ($\alpha = 17^\circ$) wg wariantu I równy jest $C = C_z - C_w = -0,40$, gdzie:

$C_z = -0,40$ jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego,

$C_w = 0,00$ jest współczynnikiem ciśnienia wewnętrznego.



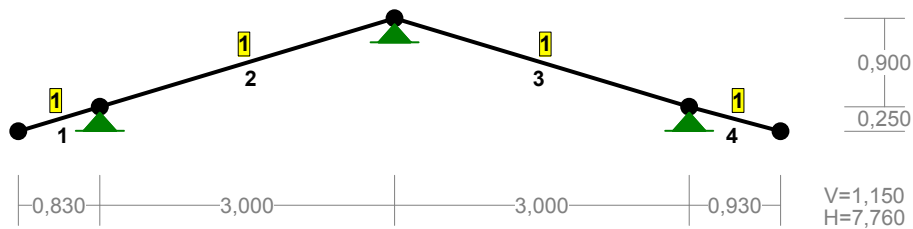
Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \cdot (-0,40 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,18 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = -0,23 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,30.$$

Poz.1 Płatwie



PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx [m]:	Ly [m]:	L [m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,830	0,250	0,867	1,000	1 B 16,0x8,0
2	00	2	3	3,000	0,900	3,132	1,000	1 B 16,0x8,0
3	00	3	4	3,000	-0,900	3,132	1,000	1 B 16,0x8,0
4	00	4	5	0,930	-0,250	0,963	1,000	1 B 16,0x8,0

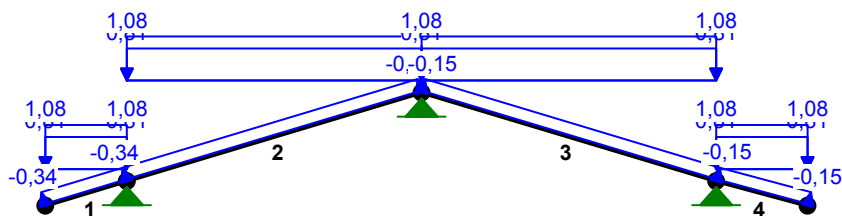
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	128,0	2731	683	341	341	16,0	45 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
45 Drewno C24	11000	24,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: A ""						
				Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,81	0,81	0,00	0,87
	0.1.1. Pokrycie $p=0,96*0,840$					
2	Liniowe-Y	0,0	0,81	0,81	0,00	3,13
	0.1.1. Pokrycie $p=0,96*0,840$					
3	Liniowe-Y	0,0	0,81	0,81	0,00	3,13
	0.1.1. Pokrycie $p=0,96*0,840$					
4	Liniowe-Y	0,0	0,81	0,81	0,00	0,96
	0.1.1. Pokrycie $p=0,96*0,840$					
Grupa: B ""						
				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	0,87
	0.2.1. Śnieg $p=1,28*0,840$					
2	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	3,13
	0.2.1. Śnieg $p=1,28*0,840$					
3	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	3,13
	0.2.1. Śnieg $p=1,28*0,840$					
4	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	0,96
	0.2.1. Śnieg $p=1,28*0,840$					
Grupa: C ""						
				Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	16,8	-0,34	-0,34	0,00	0,87
	0.3.1. Wiatr (Wariant I strona nawietrzna) $p=-0,41*0,840$					
2	Liniowe	16,8	-0,34	-0,34	0,00	3,13
	0.3.1. Wiatr (Wariant I strona nawietrzna) $p=-0,41*0,840$					
3	Liniowe	-15,1	-0,15	-0,15	0,00	3,13
	0.3.2. Wiatr (Wariant I strona zawietrzna) $p=-0,18*0,840$					
4	Liniowe	-15,1	-0,15	-0,15	0,00	0,96
	0.3.2. Wiatr (Wariant I strona zawietrzna) $p=-0,18*0,840$					

=====

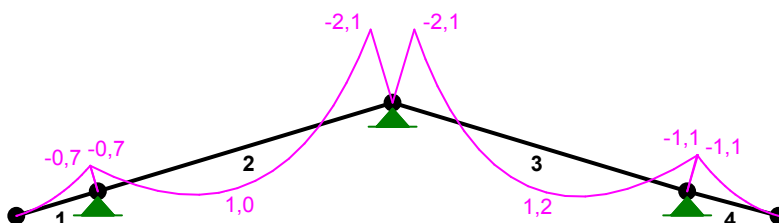
W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

=====

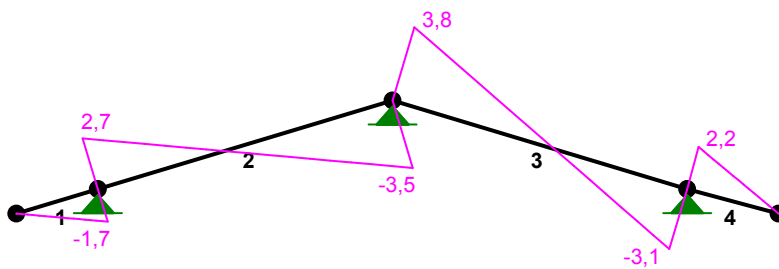
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A -""	Zmienne	1	1,00
B -""	Zmienne	1	1,00
C -""	Zmienne	1	1,00

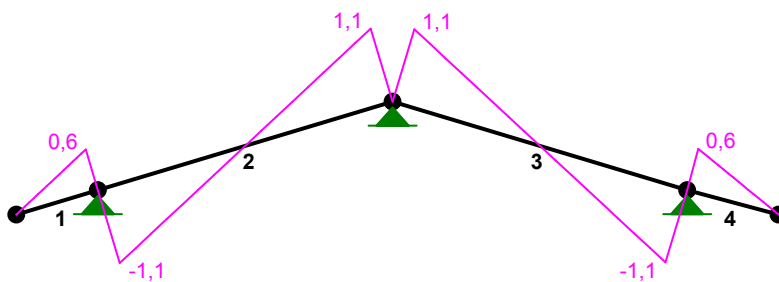
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:

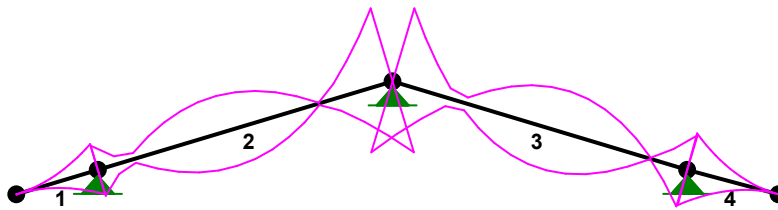


SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	-0,0	0,0	0,0
	1,00	0,867	-0,7	-1,7	0,6
2	0,00	0,000	-0,7	2,7	-1,1
	0,43	1,346	1,0*	-0,0	-0,2
	1,00	3,132	-2,1	-3,5	1,1
3	0,00	0,000	-2,1	3,8	1,1
	0,55	1,725	1,2*	-0,0	-0,1
	1,00	3,132	-1,1	-3,1	-1,1
4	0,00	0,000	-1,1	2,2	0,6
	1,00	0,963	0,0	0,0	-0,0

* = Wartości ekstremalne

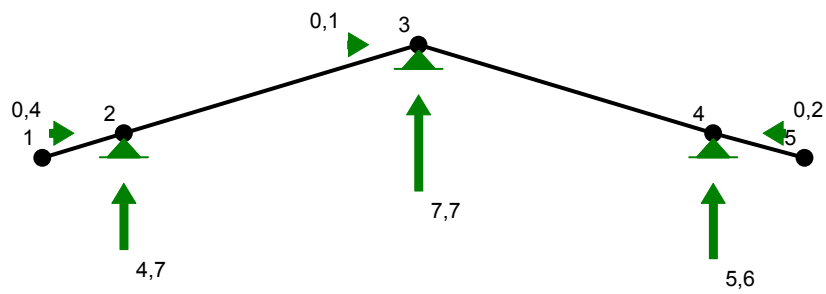
NAPRĘŻENIA:**NAPRĘŻENIA:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	x/L:	x [m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		
45 Drewno C24					
1	0,00	0,000	0,0	-0,0	0,000
	1,00	0,867	2,2	-2,1	0,093*
2	0,00	0,000	2,1	-2,3	0,094
	1,00	3,132	6,3	-6,1	0,264*
3	0,00	0,000	6,3	-6,1	0,264*
	1,00	3,132	3,0	-3,2	0,132
4	0,00	0,000	3,1	-3,0	0,130*
	1,00	0,963	-0,0	0,0	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



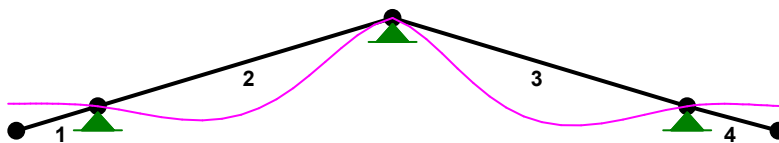
REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
2	0,4	4,7	4,7	
3	0,1	7,7	7,7	
4	-0,2	5,6	5,6	

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Węzeł:	Ux [m]:	Uy [m]:	Wypadkowe [m]:	Fi [rad] ([deg]):
1	-0,00040	0,00134	0,00139	-0,00143 (-0,082)
2	-0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00214 (-0,123)
3	-0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00027 (-0,015)
4	0,00000	-0,00000	0,00000	0,00214 (0,123)
5	0,00033	0,00121	0,00125	0,00102 (0,058)

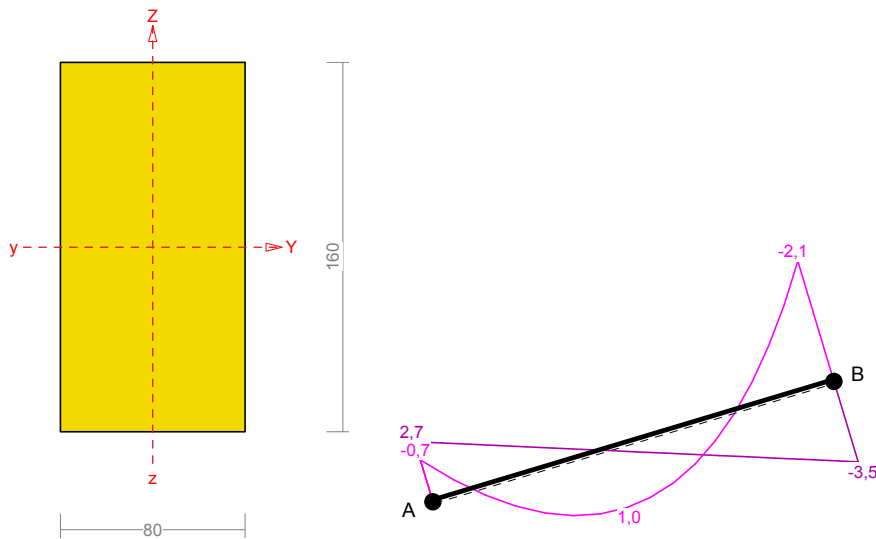
PRZEMIESZCZENIA:



DEFORMACJE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	Wa [m]:	Wb [m]:	FIa [deg]:	FIb [deg]:	f [m]:	L/f:
1	0,0014	-0,0000	-0,082	-0,123	0,0001	11864,1
2	-0,0000	0,0000	-0,123	-0,015	0,0024	1284,9
3	-0,0000	-0,0000	-0,015	0,123	0,0028	1111,2
4	-0,0000	0,0012	0,123	0,058	0,0001	7536,6

Wymiarowanie - Pręt nr 2



Przekrój: 1 "B 16,0x8,0"

Wymiary przekroju:

$$h=160,0 \text{ mm} \quad b=80,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=2730,7; \quad J_{zg}=682,7 \text{ cm}^4; \quad A=128,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,6; \quad i_z=2,3 \text{ cm}; \quad W_y=341,3; \quad W_z=170,7 \text{ cm}^3.$$

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).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

$$f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,23 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

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

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,57 \text{ m}$; $x_b=1,57 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABC”.

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

$$l_d = 1,00 \times 3132 + 160 + 160 = 3452 \text{ mm}$$

$$\lambda_{\text{rel,m}} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,\text{mean}}}{G_{\text{mean}}}} = \sqrt{\frac{3452 \times 160 \times 11,08}{3,142 \times 80^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,405$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,0 / 341,33 \times 10^3 = 2,9 < 11,1 = 1,000 \times 11,08 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a = 1,57$ m; $x_b = 1,57$ m, przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,9}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,3 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{2,9}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,2 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a = 1,57$ m; $x_b = 1,57$ m, przy obciążeniach „ABC”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,4 / 128,0 \times 10 = 0,1 \text{ MPa}$$

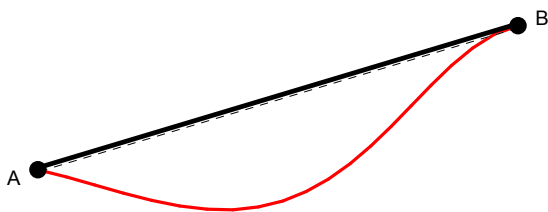
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 128,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,1^2 + 0,0^2} = 0,1 < 1,2 = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a = 1,57$ m; $x_b = 1,57$ m, przy obciążeniach „ABC”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 20,9 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,1 \times [1 + 19,2 \times (160,0/3132)^2] (1 + 0,60) = -0,1 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych („ABC”):

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

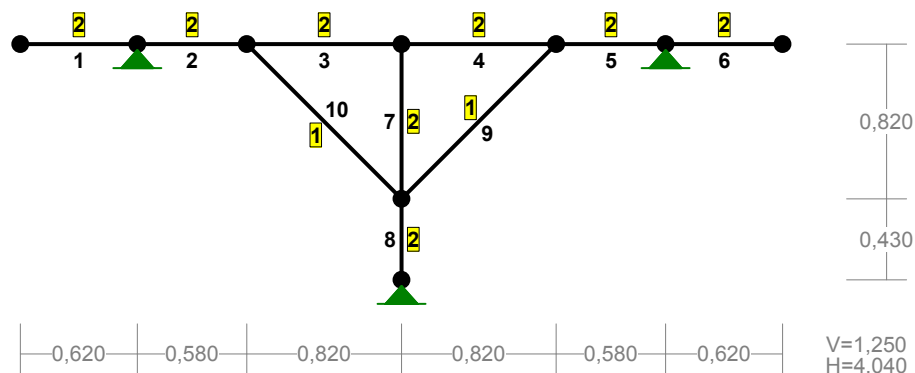
$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -1,6 \times [1 + 19,2 \times (160,0/3132)^2] (1 + 0,60) = -2,8 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -0,1 + -2,8 = 2,9 < 20,9 = u_{\text{net,fin}}$$

Poz. 2 Płatew



PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,620	0,000	0,620	1,000	2 B 14,0x14,0
2	00	2	3	0,580	0,000	0,580	1,000	2 B 14,0x14,0
3	00	3	4	0,820	0,000	0,820	1,000	2 B 14,0x14,0
4	00	4	5	0,820	0,000	0,820	1,000	2 B 14,0x14,0
5	00	5	6	0,580	0,000	0,580	1,000	2 B 14,0x14,0
6	00	6	7	0,620	0,000	0,620	1,000	2 B 14,0x14,0
7	00	4	8	0,000	-0,820	0,820	1,000	2 B 14,0x14,0
8	00	8	9	0,000	-0,430	0,430	1,000	2 B 14,0x14,0
9	00	8	5	0,820	0,820	1,160	1,000	1 B 10,0x10,0
10	00	8	3	-0,820	0,820	1,160	1,000	1 B 10,0x10,0

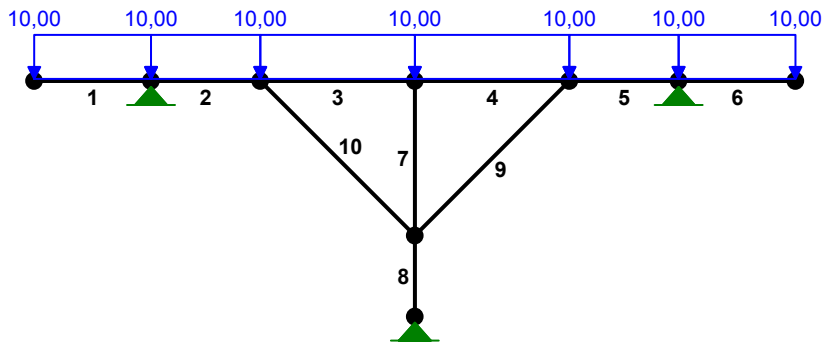
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	100,0	833	833	167	167	10,0	45 Drewno C24
2	196,0	3201	3201	457	457	14,0	45 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
45 Drewno C24	11000	24,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

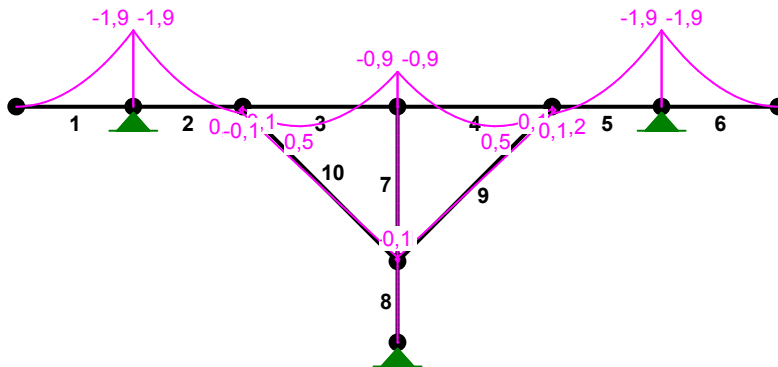
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	C ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Liniowe	0,0	10,00	10,00	0,00	0,62
2	Liniowe	0,0	10,00	10,00	0,00	0,58
3	Liniowe	0,0	10,00	10,00	0,00	0,82
4	Liniowe	0,0	10,00	10,00	0,00	0,82
5	Liniowe	0,0	10,00	10,00	0,00	0,58
6	Liniowe	0,0	10,00	10,00	0,00	0,62

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

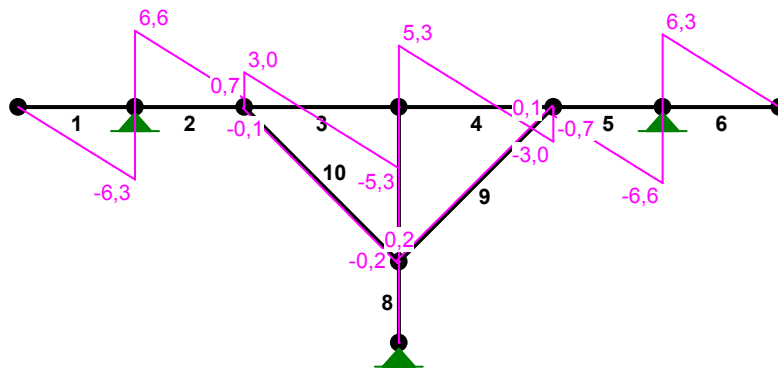
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł. C - ""	Zmienne	1	1,00
			1,10
			1,00

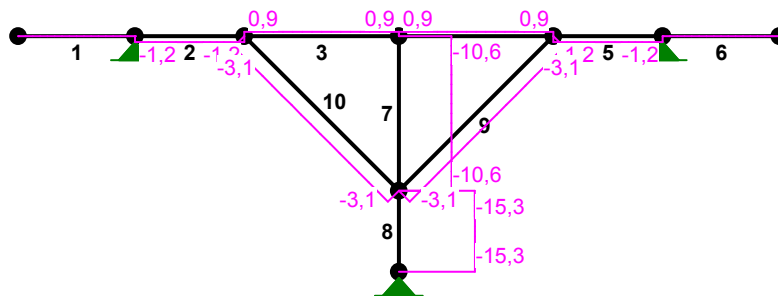
MOMENTY:



TNĄCE :



NORMALNE :



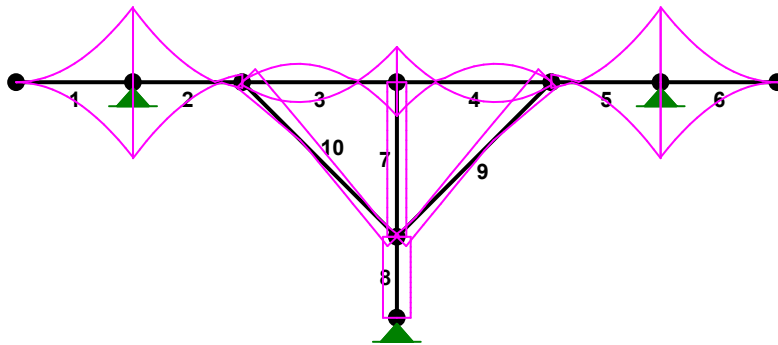
SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+C

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	-0,0	-0,0	-0,0
	1,00	0,620	-1,9	-6,3	-0,0
2	0,00	0,000	-1,9	6,6	-1,2
	1,00	0,580	0,2	0,7	-1,2
3	0,00	0,000	0,1	3,0	0,9
	0,36	0,295	0,5*	0,0	0,9
	1,00	0,820	-0,9	-5,3	0,9
4	0,00	0,000	-0,9	5,3	0,9
	0,64	0,525	0,5*	-0,0	0,9
	0,64	0,522	0,5*	0,0	0,9
	1,00	0,820	0,1	-3,0	0,9
5	0,00	0,000	0,2	-0,7	-1,2
	1,00	0,580	-1,9	-6,6	-1,2
6	0,00	0,000	-1,9	6,3	0,0
	1,00	0,620	0,0	-0,0	0,0
7	0,00	0,000	0,0	0,0	-10,6
	1,00	0,820	0,0	0,0	-10,6
8	0,00	0,000	0,0	-0,0	-15,3

	1,00	0,430	0,0	-0,0	-15,3
9	0,00	0,000	-0,1	0,2	-3,1
	1,00	1,160	0,1	0,1	-3,1
10	0,00	0,000	0,1	-0,2	-3,1
	1,00	1,160	-0,1	-0,1	-3,1

* = Wartości ekstremalne

NAPREŻENIA:



NAPREŻENIA: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+C

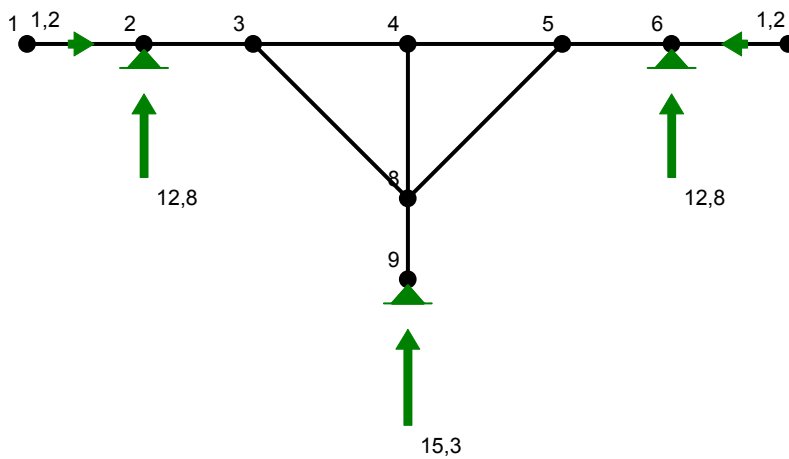
Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		

45 Drewno C24

1	0,00	0,000	0,0	-0,0	0,000
	1,00	0,620	4,2	-4,2	0,177*
2	0,00	0,000	4,2	-4,3	0,179*
	1,00	0,580	-0,4	0,3	0,018
3	0,00	0,000	-0,1	0,2	0,007
	1,00	0,820	2,0	-1,9	0,083*
4	0,00	0,000	2,0	-1,9	0,083*
	1,00	0,820	-0,1	0,2	0,007
5	0,00	0,000	-0,4	0,3	0,018
	1,00	0,580	4,2	-4,3	0,179*
6	0,00	0,000	4,2	-4,2	0,177*
	1,00	0,620	-0,0	0,0	0,000
7	0,00	0,000	-0,5	-0,5	0,022
	1,00	0,820	-0,5	-0,5	0,023*
8	0,00	0,000	-0,8	-0,8	0,033
	1,00	0,430	-0,8	-0,8	0,033*
9	0,00	0,000	0,1	-0,7	0,031
	1,00	1,160	-1,0	0,4	0,043*
10	0,00	0,000	-0,7	0,1	0,031
	1,00	1,160	0,4	-1,0	0,043*

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+C

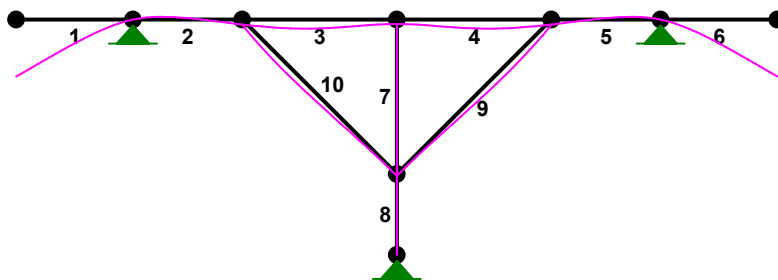
Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
2	1,2	12,8	12,9	
6	-1,2	12,8	12,9	
9	0,0	15,3	15,3	

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+C

Węzeł:	Ux [m]:	Uy [m]:	Wypadkowe [m]:	Fi [rad] ([deg]):
1	-0,00000	-0,00093	0,00093	0,00179 (0,102)
2	-0,00000	-0,00000	0,00000	0,00065 (0,037)
3	-0,00000	-0,00008	0,00008	-0,00034 (-0,020)
4	-0,00000	-0,00007	0,00007	-0,00000 (-0,000)
5	0,00000	-0,00008	0,00008	0,00034 (0,020)
6	0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00065 (-0,037)
7	0,00000	-0,00093	0,00093	-0,00179 (-0,102)
8	-0,00000	-0,00003	0,00003	0,00000 (0,000)
9	-0,00000	-0,00000	0,00000	0,00000 (0,000)

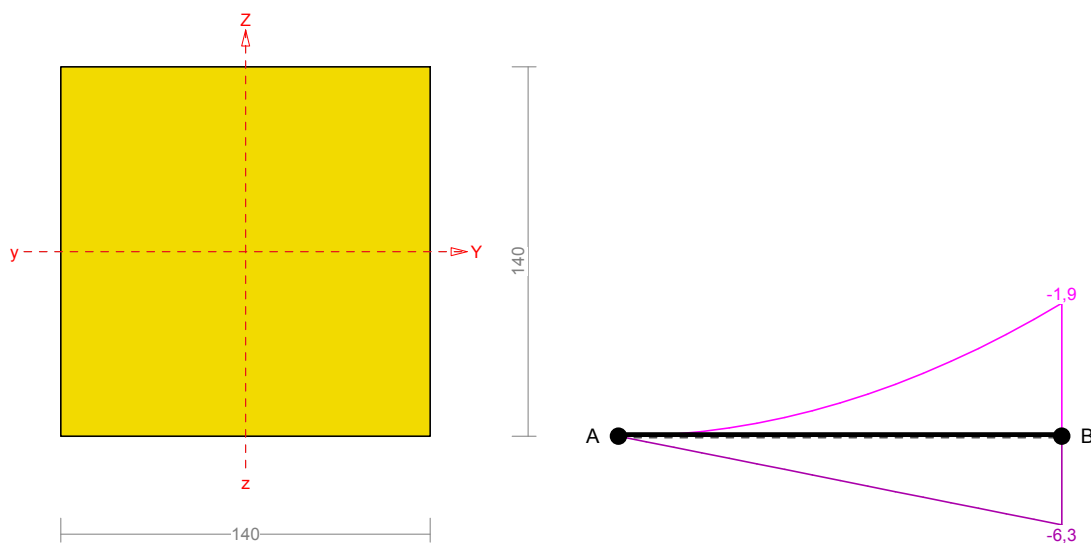
PRZEMIESZCZENIA:



DEFORMACJE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+C

Pręt:	Wa [m]:	Wb [m]:	F1a [deg]:	F1b [deg]:	f [m]:	L/f:
1	-0,0009	-0,0000	0,102	0,037	0,0001	7439,2
2	-0,0000	-0,0001	0,037	-0,020	0,0001	8321,8
3	-0,0001	-0,0001	-0,020	0,000	0,0001	11406,8
4	-0,0001	-0,0001	-0,000	0,020	0,0001	11406,8
5	-0,0001	0,0000	0,020	-0,037	0,0001	8321,8
6	-0,0000	-0,0009	-0,037	-0,102	0,0001	7439,2
7	-0,0000	-0,0000	-0,000	0,000	0,0000	1,54E+15
8	-0,0000	0,0000	0,000	0,000	0,0000	2,52E+15
9	-0,0000	-0,0001	0,000	0,020	0,0001	18417,9
10	0,0000	0,0001	0,000	-0,020	0,0001	18417,9

Wymiarowanie - Pręt nr 1**Przekrój: 2 "B 14,0x14,0"**

Wymiary przekroju:

$$h=140,0 \text{ mm} \quad b=140,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=3201,3; \quad J_z=3201,3 \text{ cm}^4; \quad A=196,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,0; \quad i_z=4,0 \text{ cm}; \quad W_y=457,3; \quad W_z=457,3 \text{ cm}^3.$$

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*).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

$$f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,23 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,62 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „C”.

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

$$l_d = 1,00 \times 620 + 140 + 140 = 900 \text{ mm}$$

$$\lambda_{\text{rel,m}} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,\text{mean}}}{G_{\text{mean}}}} = \sqrt{\frac{900 \times 140 \times 11,08}{3,142 \times 140^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,111$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,9 / 457,33 \times 10^3 = 4,2 < 11,1 = 1,000 \times 11,08 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,62 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „C”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,2}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,4 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{4,2}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,3 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,62 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „C”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 6,3 / 196,0 \times 10 = 0,5 \text{ MPa}$$

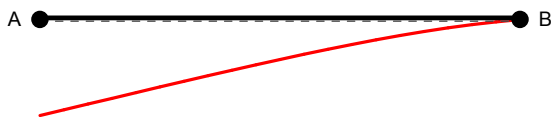
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 196,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,5^2 + 0,0^2} = 0,5 < 1,2 = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=0,62 \text{ m}$, przy obciążeniach „C”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 4,1 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/620)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/620)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („C”):

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = -0,9 \times [1 + 19,2 \times (140,0/620)^2](1 + 0,60) = -2,9 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/620)^2](1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = 0,0 + -2,9 = \mathbf{2,9} < \mathbf{4,1} = u_{net,fin}$$

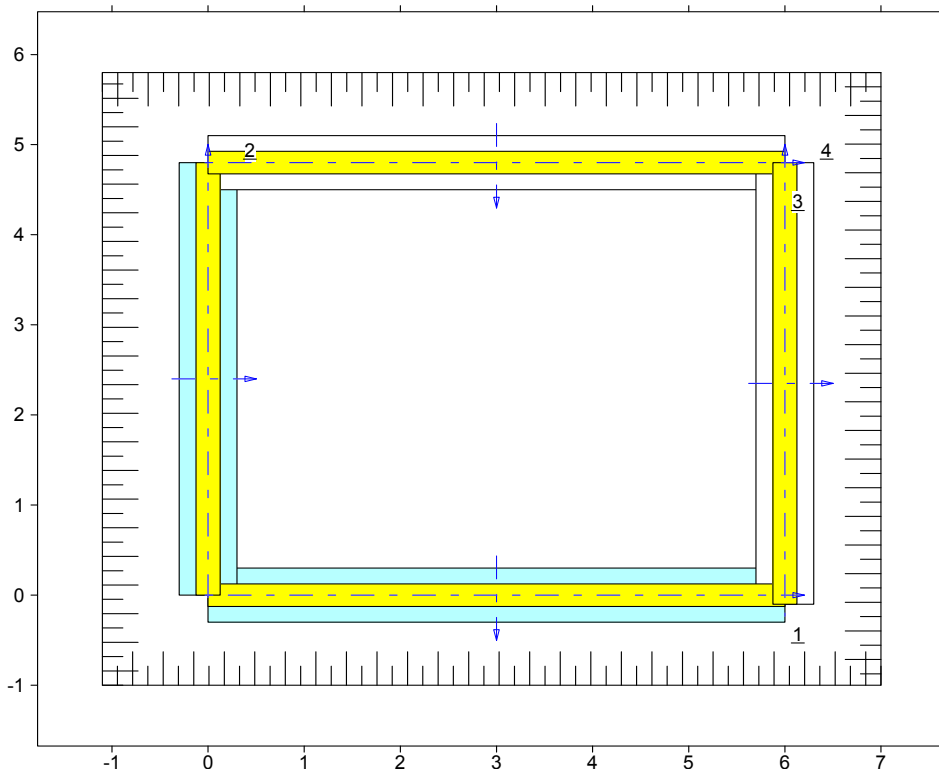
Poz. 3 Fundamenty

Zestawienie obciążeń na ścianę w osi 1-1 i 2-2

- z dachu		7,15 kN/m
- ściana 3,02x0,25x18,0x1,1 + 0,03x19,0x3,02x1,3 + 0,12x0,45x3,02x1,2 =		15,76 kN/m
- ściana fundamentowa	0,25x1,0x24,0x1,1 =	6,60 kN/m
- wieniec żelbetowy	0,25x0,6x25,0x1,1 =	4,12 kN/m
- ze stropu	9,0x0,6 =	5,40 kN/m
- łąwa fundamentowa	0,6x0,4x25,0x1,1 =	6,10 kN/m
Razem =		45,12 kN/m

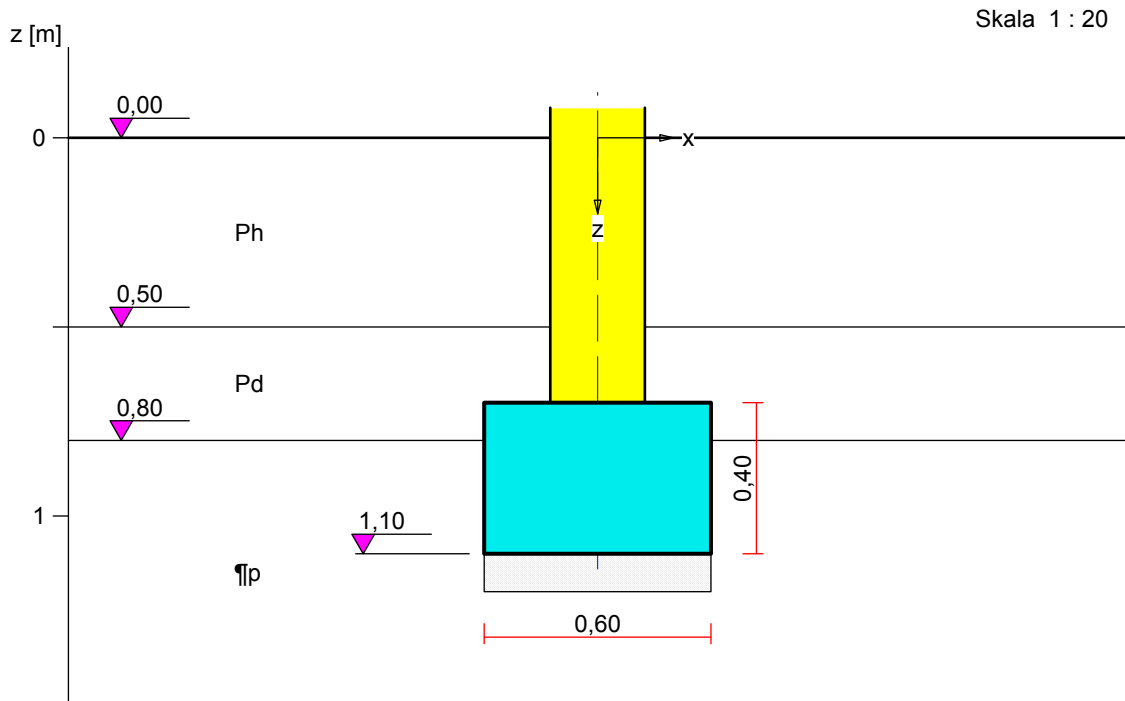
Zestawienie obciążeń na ścianę w osi A-A i B-B

- z dachu		6,00 kN/m
- ściana 4,50x0,25x18,0x1,1 + 0,03x19,0x4,50x1,3 + 0,45x4,50x1,2 =		26,38 kN/m
- ściana fundamentowa	0,25x1,0x24,0x1,1 =	6,60 kN/m
- wieniec żelbetowy	0,25x0,30x25,0x1,1 =	2,06 kN/m
- ze stropu	9,0x4,55x0,5 =	20,50 kN/m
- łąwa fundamentowa	0,6x0,4x25,0x1,1 =	6,10 kN/m
Razem =		67,64 kN/m



FUNDAMENT 1. ŁAWA

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 [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	0,00	0,50	Piasek próchniczny	brak wody
2	0,50	0,30	Piasek drobny	brak wody
3	0,80	nieokreśl.	Pył piaszczysty	brak wody

1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol gruntu	I_D [-]	I_L [-]	ρ [t/m ³]	stopień wilgotn.	c_u [kPa]	Φ_u [°]	M_0 [kPa]	M [kPa]
Ph	0,40		1,55	m.wilg.	0,00	29,9	51257	64072
Pd	0,40		1,65	m.wilg.	0,00	29,9	51257	64072
flp		0,20	2,10		17,00	14,8	29401	49001

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość: $b = 0,25$ m, długość: $l = 6,00$ m,

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, \quad y_1 = 0,00 \text{ m},$$

$$x_2 = 6,00 \text{ m}, \quad y_2 = 0,00 \text{ m},$$

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

3. Warstwa wyrównawcza pod fundamentem

Grubość: $h = 0,10$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $\gamma_{\text{wv char}} = 22,00$ kN/m³,

4. Obciążenie od konstrukcji

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

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ
	obciążenia*	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D+K	45,1	0,0	0,00	1,20

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

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

5. 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.

6. Wymiary fundamentu

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

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B = 0,60$ m, $L = 6,00$ m,

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

7. Stan graniczny I

7.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D+K	1,10	0,51	0,00

7.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,60$ m, $L = 6,00$ m.

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

Rodzaj obciążenia: D+K,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	Ex	γ	Obc. obl. G	Mom. obl. M_G
	[kN/m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kNm/m]
Fundament	5,89	0,00	1,10	6,47	0,00
Grunt - pole 1	1,90	-0,21	1,20	2,28	-0,48
Grunt - pole 2	1,90	0,21	1,20	2,28	0,48
			Suma	11,03	0,00

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 45,12$ kN/m, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00$ m,

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

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

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (45,12 + 11,03) \cdot 6,00 = 336,88 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-45,12 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 6,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 336,88 = 0,00 \text{ m.}$$

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

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,60 - 2 \cdot 0,00 = 0,60 \text{ m,} \quad L' = L = 6,00 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,55 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,10 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,55 \cdot 9,81 \cdot 1,10 = 16,78 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 14,80 \cdot 0,90 = 13,32^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 17,00 \cdot 0,90 = 15,30 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 0,42 \quad N_C = 9,98, \quad N_D = 3,36.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 6,00 / 336,88 = 0,0000, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,2368 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,10 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,54 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,97, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,03, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,15.$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 816,34 \text{ kN.}$$

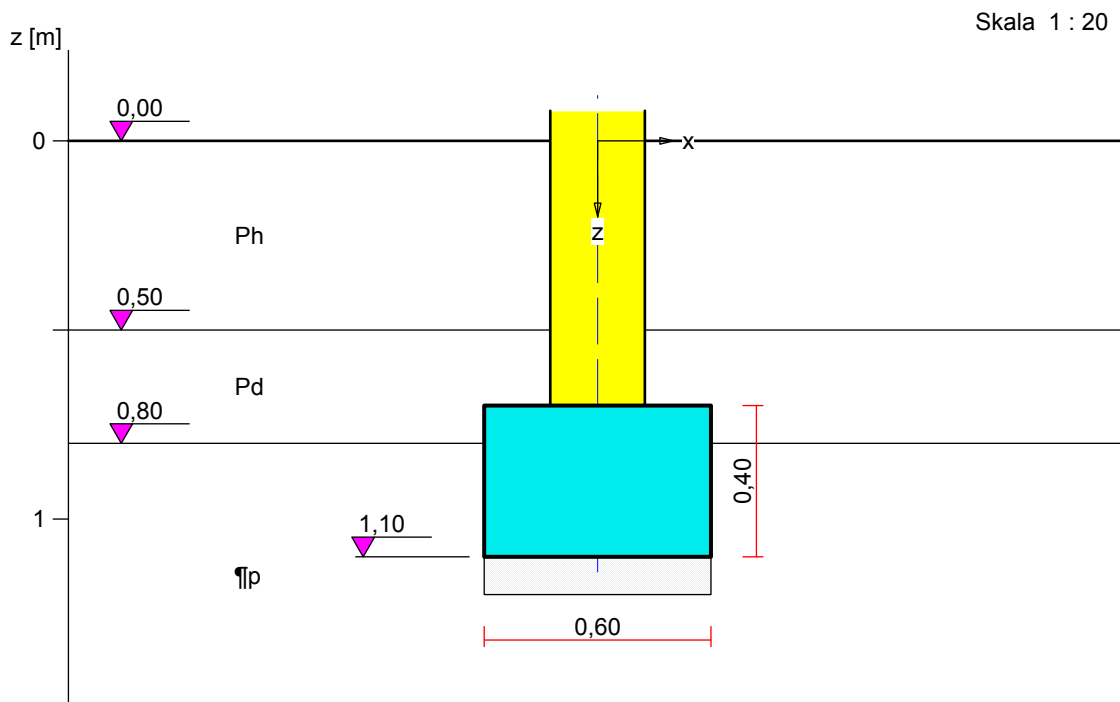
Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 336,88 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 816,34 = 661,24 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

FUNDAMENT 2. ŁAWA

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 stopu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	0,00	0,50	Piasek próchniczny	brak wody
2	0,50	0,30	Piasek drobny	brak wody
3	0,80	nieokreśl.	Pył piaszczysty	brak wody

1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol gruntu	I_D [-]	I_L [-]	ρ [t/m ³]	stopień wilgotn.	c_u [kPa]	Φ_u [^o]	M_0 [kPa]	M [kPa]
Ph	0,40		1,55	m.wilg.	0,00	29,9	51257	64072
Pd	0,40		1,65	m.wilg.	0,00	29,9	51257	64072
flp		0,20	2,10		17,00	14,8	29401	49001

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: ściana

Szerokość: $b = 0,25$ m, długość: $l = 4,80$ m,

Współrzędne końców osi ściany:

$x_1 = 0,00$ m, $y_1 = 0,00$ m,

$$x_2 = 0,00 \text{ m}, \quad y_2 = 4,80 \text{ m},$$

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

3. Warstwa wyrównawcza pod fundamentem

Grubość: $h = 0,10 \text{ m}$,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $\gamma_{\text{wv char}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$,

4. Obciążenie od konstrukcji

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

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ
	obciążenia*	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D+K	67,6	0,0	0,00	1,20

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

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

5. 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.

6. Wymiary fundamentu

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

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B = 0,60 \text{ m}$, $L = 4,80 \text{ m}$,

Wysokość: $H = 0,40 \text{ m}$, mimośród: $E = 0,00 \text{ m}$.

7. Stan graniczny I

7.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D+K	1,10	0,70	0,00

7.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,60 \text{ m}$, $L = 4,80 \text{ m}$.

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

Rodzaj obciążenia: D+K,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	Ex	γ	Obc. obl. G	Mom. obl. M_G
	[kN/m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kNm/m]
Fundament	5,89	0,00	1,10	6,47	0,00
Grunt - pole 1	1,90	-0,21	1,20	2,28	-0,48
Grunt - pole 2	1,90	0,21	1,20	2,28	0,48
			Suma	11,03	0,00

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 67,64 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00 \text{ m}$,

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

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (67,64 + 11,03) \cdot 4,80 = 377,60 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-67,64 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 4,80 = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 377,60 = 0,00 \text{ m}.$$

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

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,60 - 2 \cdot 0,00 = 0,60 \text{ m}, \quad L' = L = 4,80 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(t)} = 1,55 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,10 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(t)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,55 \cdot 9,81 \cdot 1,10 = 16,78 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(t)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 14,80 \cdot 0,90 = 13,32^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(t)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 17,00 \cdot 0,90 = 15,30 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,42 \quad N_C = 9,98, \quad N_D = 3,36.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 4,80 / 377,60 = 0,0000, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(t)} = 0,0000 / 0,2368 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,10 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,54 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,97, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,04, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,19.$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(t)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(t)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(t)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 662,38 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 377,60 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 662,38 = 536,53 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Opracował:

mgr inż. Cz. Hryniewicz