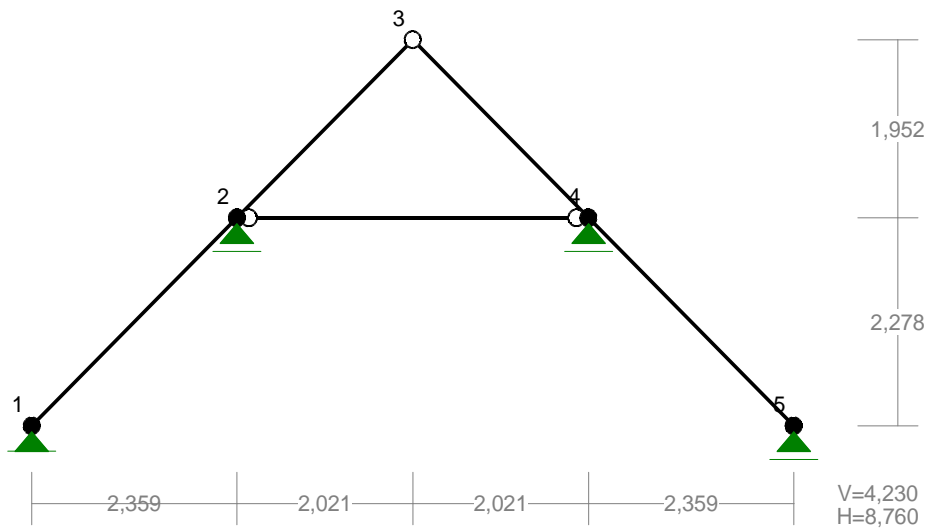


2.0 Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

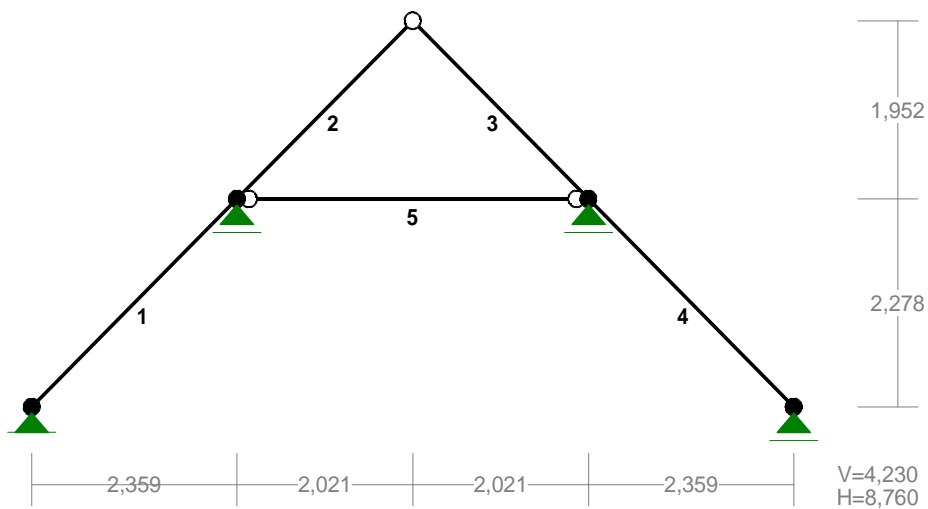
2.1. Dworek

2.1.1 Wiązar dachowy

WĘZŁY:



PRĘTY:



PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	2,359	2,278	3,279	1,000	2 B 18,0x8,0
2	01	2	3	2,021	1,952	2,810	1,000	2 B 18,0x8,0
3	10	3	4	2,021	-1,952	2,810	1,000	2 B 18,0x8,0
4	00	4	5	2,359	-2,278	3,279	1,000	2 B 18,0x8,0
5	11	2	4	4,042	0,000	4,042	1,000	1 B 14,0x7,0

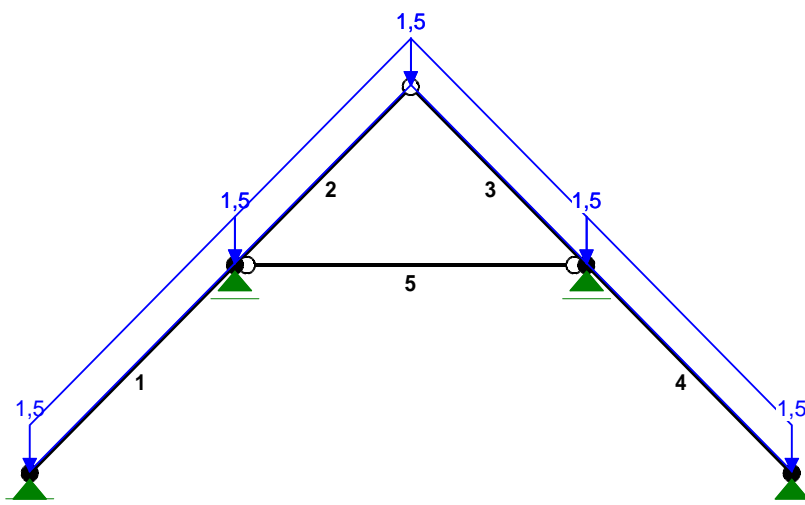
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	98,0	1601	400	229	229	14,0	46 Drewno C30
2	144,0	3888	768	432	432	18,0	46 Drewno C30

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
46 Drewno C30	12000	30,000	5,00E-06

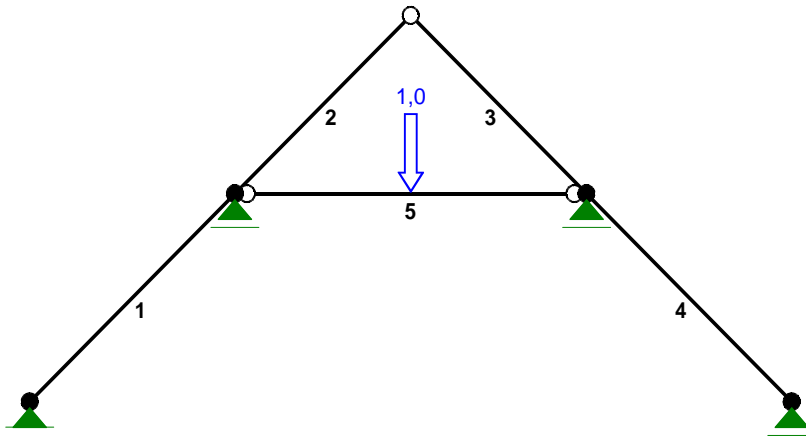
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A "warstwy"			Stałe	γf= 1,20	
1	Liniowe	0,0	1,45	1,45	0,00	3,28
2	Liniowe	0,0	1,45	1,45	0,00	2,81
3	Liniowe	0,0	1,45	1,45	0,00	2,81
4	Liniowe	0,0	1,45	1,45	0,00	3,28

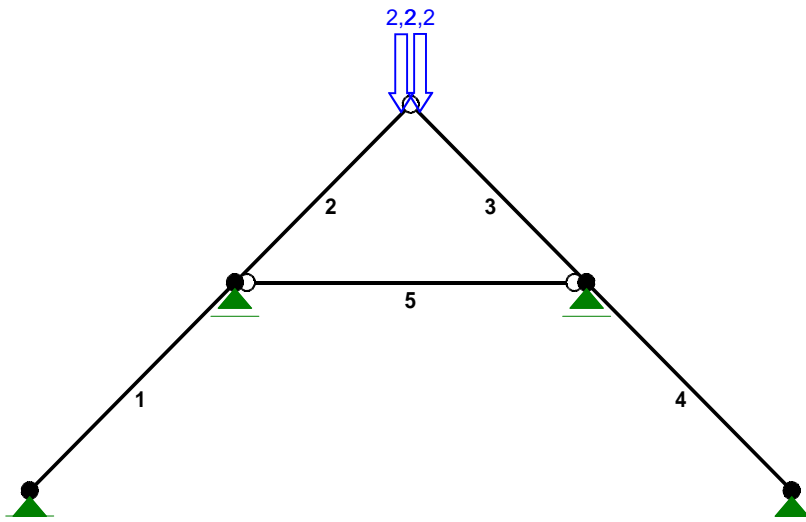
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	B "użytkowe"			Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
5	Skupione	0,0	1,00		2,02	

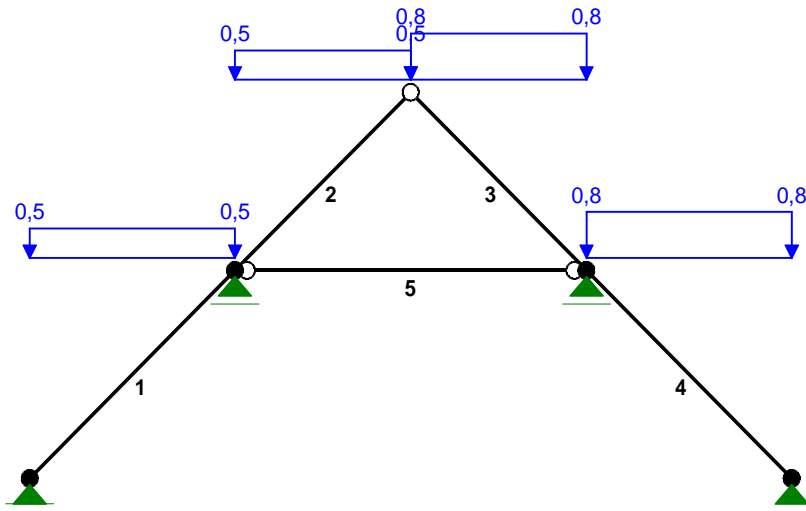
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	C "reakcje"			Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
2	Skupione	0,0	2,20		2,66	
3	Skupione	0,0	2,20		0,15	

OBCIĄŻENIA:

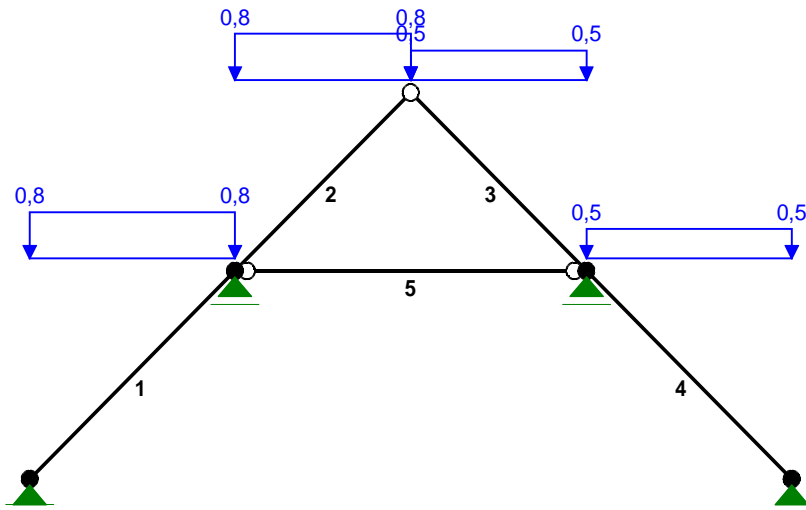


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa:	S	"śnieg I"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$		
1	Liniowe-Y	0,0	0,49	0,49	0,00	3,28	
2	Liniowe-Y	0,0	0,49	0,49	0,00	2,81	
3	Liniowe-Y	0,0	0,75	0,75	0,00	2,81	
4	Liniowe-Y	0,0	0,75	0,75	0,00	3,28	

OBCIĄŻENIA:



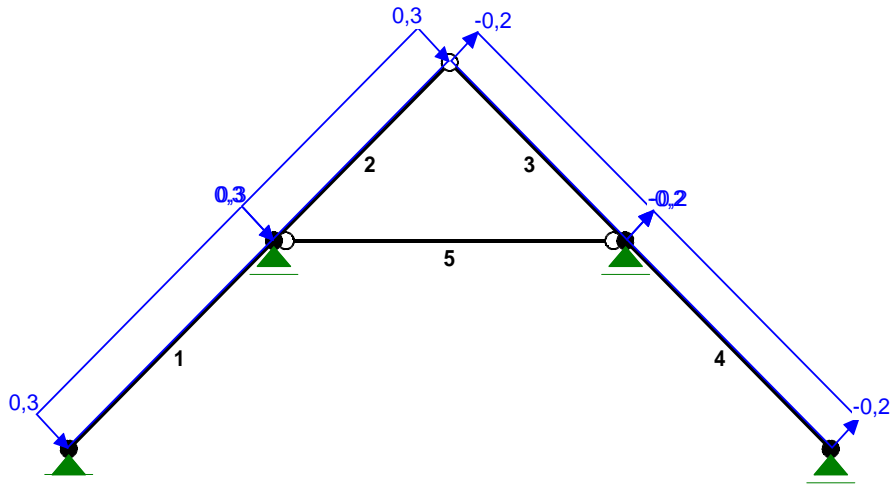
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa:	T	"śnieg II"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$		
1	Liniowe-Y	0,0	0,75	0,75	0,00	3,28	
2	Liniowe-Y	0,0	0,75	0,75	0,00	2,81	
3	Liniowe-Y	0,0	0,49	0,49	0,00	2,81	

4 Liniowe-Y 0,0 0,49 0,49 0,00 3,28

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	W "wiatr p-s"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	44,0	0,26	0,26	0,00	3,28
2	Liniowe	44,0	0,26	0,26	0,00	2,81
3	Liniowe	-44,0	-0,23	-0,23	0,00	2,81
4	Liniowe	-44,0	-0,23	-0,23	0,00	3,28

=====

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - "warstwy"	Stałe		1,20
B - "użytkowe"	Zmienne	1 0,35	1,20
C - "reakcje"	Zmienne	1 0,70	1,00
S - "śnieg I"	Zmienne	1 0,00	1,50
T - "śnieg II"	Zmienne	1 0,00	1,50
W - "wiatr p-s"	Zmienne	1 0,00	1,50

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "warstwy"	ZAWSZE

B - "użytkowe"
 C - "reakcje"
 S - "śnieg I"

EWENTUALNIE
 EWENTUALNIE
 EWENTUALNIE
 Nie występuje z: T

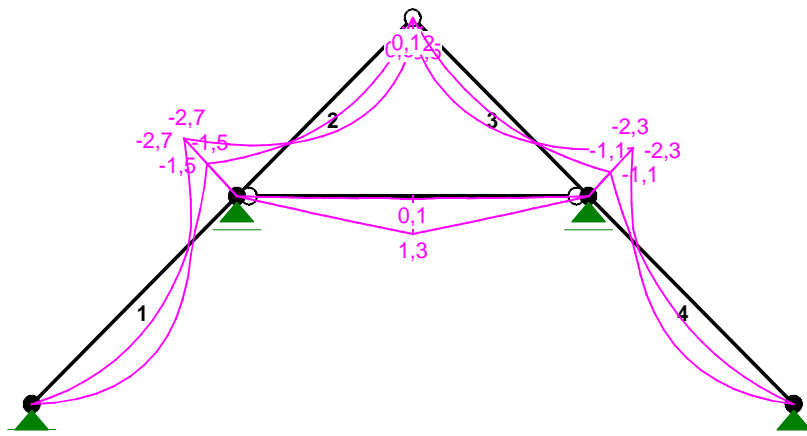
T - "śnieg II"

EWENTUALNIE
 Nie występuje z: S

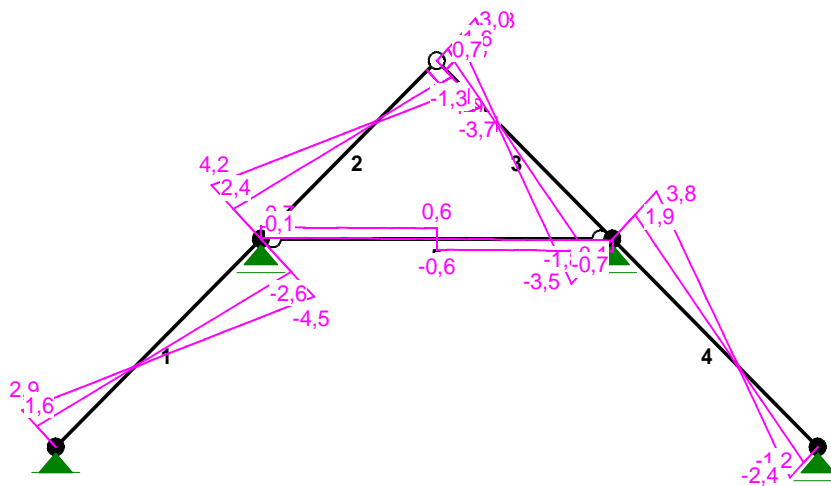
W - "wiatr p-s"

EWENTUALNIE

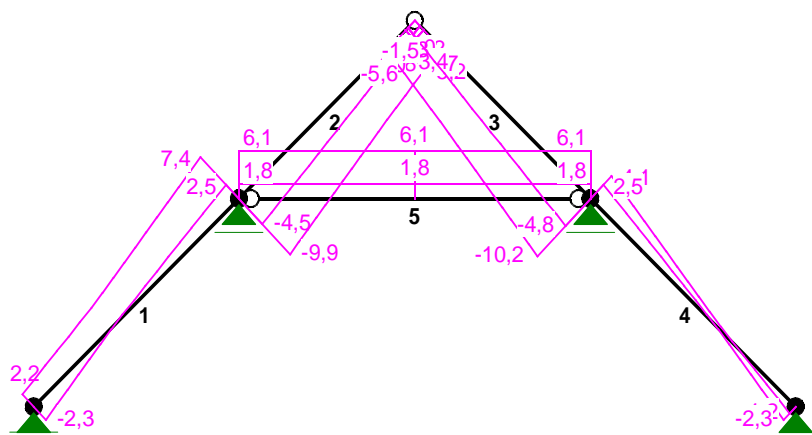
MOMENTY-OBWIEDNIE :



TNĄCE-OBWIEDNIE :



NORMALNE-OBWIEDNIE :



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

Pręt: x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	1,230	1,8*	0,1	3,7 ATW
	3,279	-2,7*	-4,5	7,4 ACTW
	3,279	-2,7	-4,5*	7,4 ACTW
	3,279	-2,7	-4,5	7,4* ACTW
	0,000	0,0	2,4	-2,3* AT
2	1,826	1,2*	0,1	-6,2 ACTW
	0,000	-2,7*	4,2	-9,5 ACTW
	0,000	-2,7	4,2*	-9,5 ACTW
	2,810	0,0	-1,7	-1,0* AW
	0,000	-2,3	3,5	-9,9* ACT
3	0,979	1,0*	-0,1	-6,5 ACS
	2,810	-2,3*	-3,5	-9,9 ACS
	2,810	-2,3	-3,5*	-9,9 ACS
	0,000	0,0	1,3	-1,3* A
	2,810	-1,9	-2,9	-10,2* ACSW
4	2,050	1,5*	-0,1	-0,1 ABS
	0,000	-2,3*	3,8	3,6 ACS
	0,000	-2,3	3,8*	3,6 ACS
	0,000	-1,9	3,1	4,1* ACSW
	3,279	-0,0	-2,4	-2,3* AS
5	2,021	1,3*	0,6	6,1 ABCTW
	0,000	0,0*	0,1	6,1 ACTW
	0,000	0,0	0,7*	6,1 ABCTW
	4,042	0,0	-0,7	6,1* ABCSW
	2,021	1,3	0,6	6,1* ABCSW
	0,000	0,0	0,1	6,1* ACSW
	4,042	0,0	-0,7	1,8* AB
	2,021	1,3	0,6	1,8* AB
	0,000	0,0	0,1	1,8* A

= Max/Min

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,0*	3,3	3,3		AT
	0,0*	2,3	2,3		AC
	0,0*	2,3	2,3		A
	-3,1*	1,1	3,2		ATW
	-3,1*	0,0	3,1		ACW
	-3,1*	0,0	3,1		AW
	0,0	3,3*	3,3		AT
	-3,1	0,0*	3,1		ACW
	0,0	3,3	3,3*		AT
2	-0,0*	18,8	18,8		ABCTW
	-0,0*	8,7	8,7		A
	-0,0	18,8*	18,8		ABCTW
	-0,0	8,7*	8,7		A
	-0,0	18,8	18,8*		ABCTW
4	-0,0*	15,3	15,3		ABCS
	0,0*	8,4	8,4		AW
	-0,0*	8,7	8,7		A
	-0,0	15,3*	15,3		ABCS
	0,0	8,4*	8,4		AW
	-0,0	15,3	15,3*		ABCS
5	0,0*	3,3	3,3		AS
	0,0*	1,7	1,7		ACW
	-0,0*	2,3	2,3		A
	0,0	3,3*	3,3		AS
	0,0	1,7*	1,7		ACW
	0,0	3,3	3,3*		AS

* = Max/Min

Pręt nr 1

Zadanie: dach1

Przekrój: 2 "B 18,0x8,0"

Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \text{ mm } b=80,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=3888,0; J_{yg}=768,0 \text{ cm}^4; A=144,00 \text{ cm}^2; i_x=5,2; i_y=2,3 \text{ cm}; W_x=432,0; W_y=192,0 \text{ cm}^3.$$

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 C30.**

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 13,85 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 8,31 \text{ MPa}$$

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

$$f_{t,90,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 10,62 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 5,70$$

$$f_{c,90,d} = 2,63 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$E_{0,\text{mean}} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,\text{mean}} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{\text{mean}} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=3,28 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach "ACTW".

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 144,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 7,4 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,5} < \mathbf{8,31} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=3,28 \text{ m}$, przy obciążeniach "AT".

– długość wybocheniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,831 \times 3,279 = 2,725 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 3,279 = 3,279 \text{ m}$$

Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 2,725 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 3,279 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,725 / 0,0520 = 52,45$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 3,279 / 0,0231 = 142,00$$

$$\sigma_{c,\text{crit},y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (52,45)^2 = 28,71 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,\text{crit},z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (142,00)^2 = 3,92 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{\text{rel},y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,\text{crit},y}} = \sqrt{23 / 28,71} = 0,895$$

$$\lambda_{\text{rel},z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,\text{crit},z}} = \sqrt{23 / 3,92} = 2,424$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},y} - 0,5) + \lambda_{\text{rel},y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,895 - 0,5) + (0,895)^2] = 0,940$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},z} - 0,5) + \lambda_{\text{rel},z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (2,424 - 0,5) + (2,424)^2] = 3,629$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{\text{rel},y}^2}) = 1 / (0,940 + \sqrt{0,940^2 - 0,895^2}) = 0,815$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{\text{rel},z}^2}) = 1 / (3,629 + \sqrt{3,629^2 - 2,424^2}) = 0,158$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 144,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 2,3 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,2} < \mathbf{1,68} = 0,158 \times 10,62 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,23 \text{ m}$; $x_b=2,05 \text{ m}$, przy obciążeniach "AT":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,815 \times 10,62} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} + \frac{3,5}{13,85} = \mathbf{0,257 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,158 \times 10,62} + \frac{0,0}{13,85} + 0,7 \times \frac{3,5}{13,85} = \mathbf{0,183 < 1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=3,28$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ACTW".

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

$$l_d = 1,00 \times 3279 + 180 + 180 = 3639 \text{ mm}$$

$$\lambda_{\text{rel,m}} = \sqrt{\frac{l_d l f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{3639 \times 180 \times 13,85}{3,142 \times 80^2 \times 8000}} \times \sqrt[4]{\frac{12000}{750}} = 0,475$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,7 / 432,00 \times 10^3 = \mathbf{6,3 < 13,8} = 1,000 \times 13,85 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=3,28$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ACTW":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,5}{8,31} + \frac{6,3}{13,85} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,5 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,5}{8,31} + 0,7 \times \frac{6,3}{13,85} + \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,4 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,23$ m; $x_b=2,05$ m, przy obciążeniach "AT":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{10,62^2} + \frac{3,5}{13,85} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,3 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{10,62^2} + 0,7 \times \frac{3,5}{13,85} + \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,2 < 1}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,43$ m; $x_b=1,84$ m, przy obciążeniach "ATW".

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 16,4 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{\text{net,fin}} = 24,6$ mm.

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = -1,7 \times [1 + 19,2 \times (180,0/3279)^2](1 + 0,60) = -2,9 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("TW"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Długotrwałe** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = -1,0 \times [1 + 19,2 \times (180,0/3279)^2](1 + 0,50) = -1,6 \text{ mm}$$

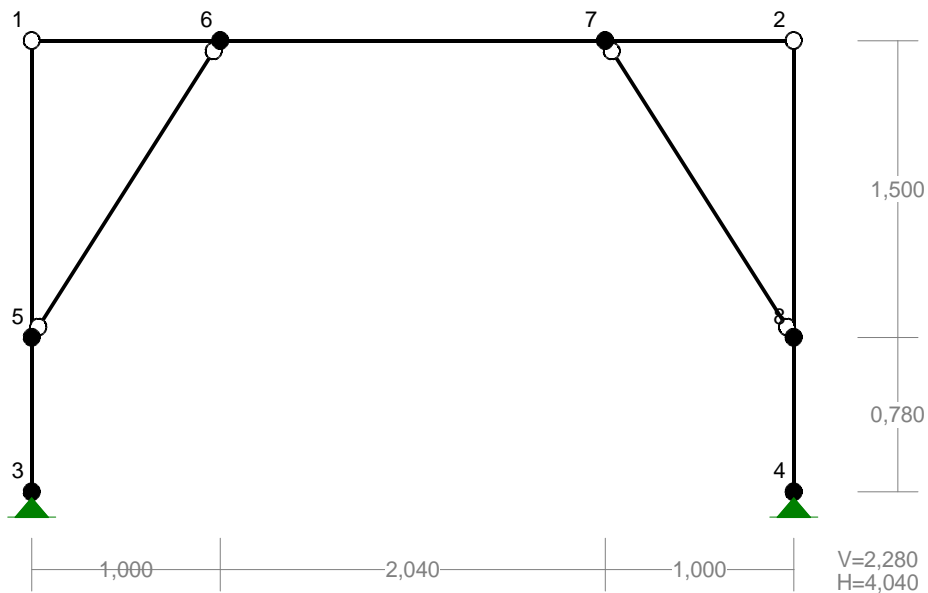
$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1+k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,50) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

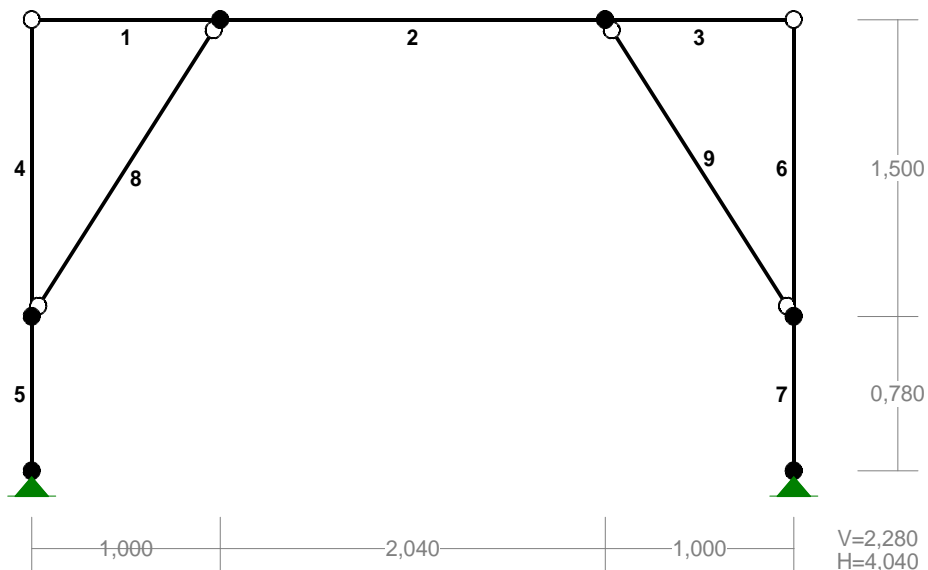
$$u_{z,fin} = -2,9 + -1,6 = 4,5 < 24,6 = u_{net,fin}$$

2.1.2 Rama stolcowa

WEZŁY:



PRĘTY:



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	10	1	6	1,000	0,000	1,000	1,000	2 B 15,0x15,0
2	00	6	7	2,040	0,000	2,040	1,000	2 B 15,0x15,0
3	01	7	2	1,000	0,000	1,000	1,000	2 B 15,0x15,0
4	10	1	5	0,000	-1,500	1,500	1,000	3 B 15,0x15,0
5	00	5	3	0,000	-0,780	0,780	1,000	3 B 15,0x15,0
6	10	2	8	0,000	-1,500	1,500	1,000	3 B 15,0x15,0
7	00	8	4	0,000	-0,780	0,780	1,000	3 B 15,0x15,0
8	11	5	6	1,000	1,500	1,803	1,000	1 B 14,0x14,0
9	11	8	7	-1,000	1,500	1,803	1,000	1 B 14,0x14,0

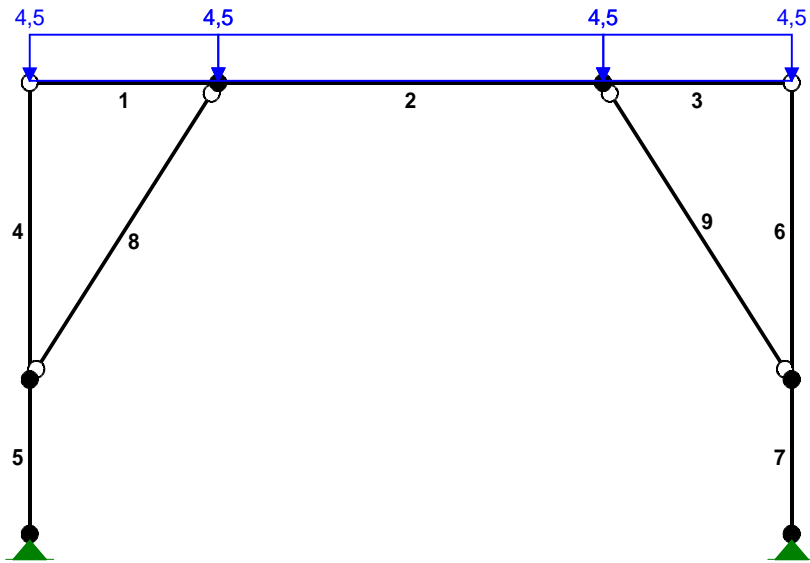
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	196,0	3201	3201	457	457	14,0	46 Drewno C30
2	225,0	4219	4219	563	563	15,0	46 Drewno C30
3	225,0	4219	4219	563	563	15,0	46 Drewno C30

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
46 Drewno C30	12000	30,000	5,00E-06

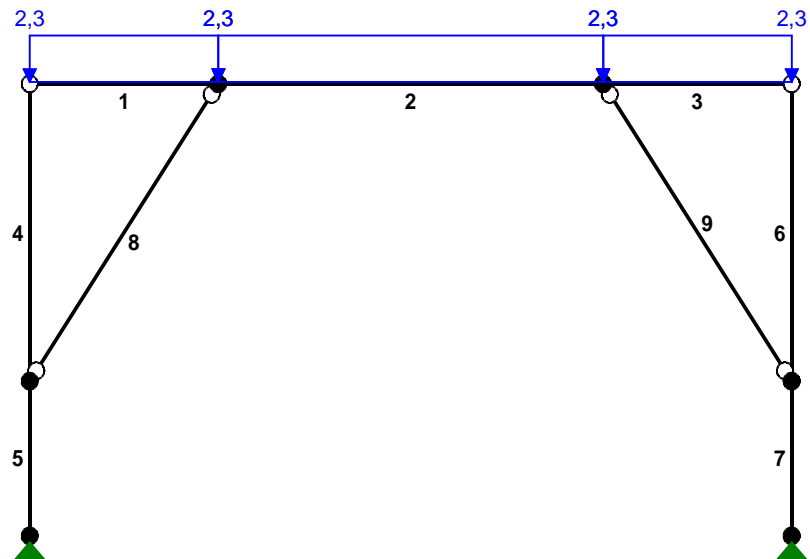
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A "warstwy"			Stałe	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	4,52	4,52	0,00	1,00
2	Liniowe	0,0	4,52	4,52	0,00	2,04
3	Liniowe	0,0	4,52	4,52	0,00	1,00

OBCIĄŻENIA:

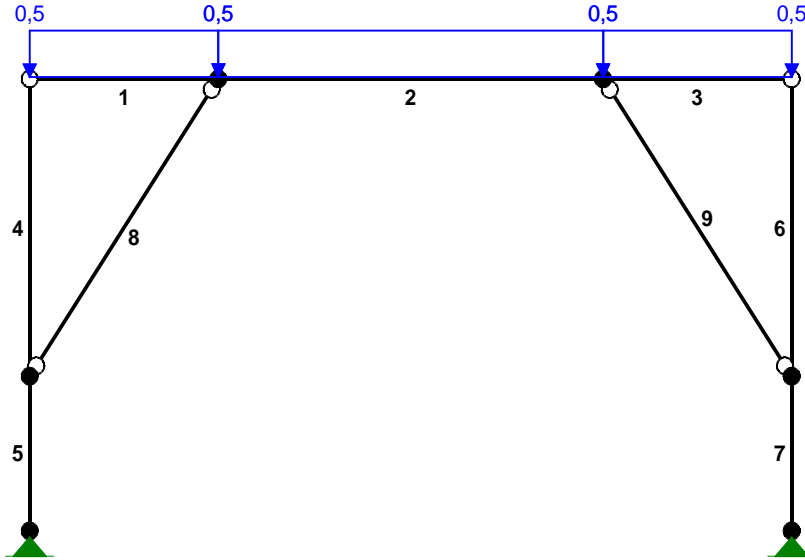


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	S "śnieg"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	

1	Liniowe	0,0	2,33	2,33	0,00	1,00
2	Liniowe	0,0	2,33	2,33	0,00	2,04
3	Liniowe	0,0	2,33	2,33	0,00	1,00

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	W	"wiatr p"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	0,54	0,54	0,00	1,00
2	Liniowe	0,0	0,54	0,54	0,00	2,04
3	Liniowe	0,0	0,54	0,54	0,00	1,00

=====

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - "warstwy"	Stałe		1,20
S - "śnieg"	Zmienne	1	0,00
W - "wiatr p"	Zmienne	1	0,00

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE

A - "warstwy"

ZAWSZE

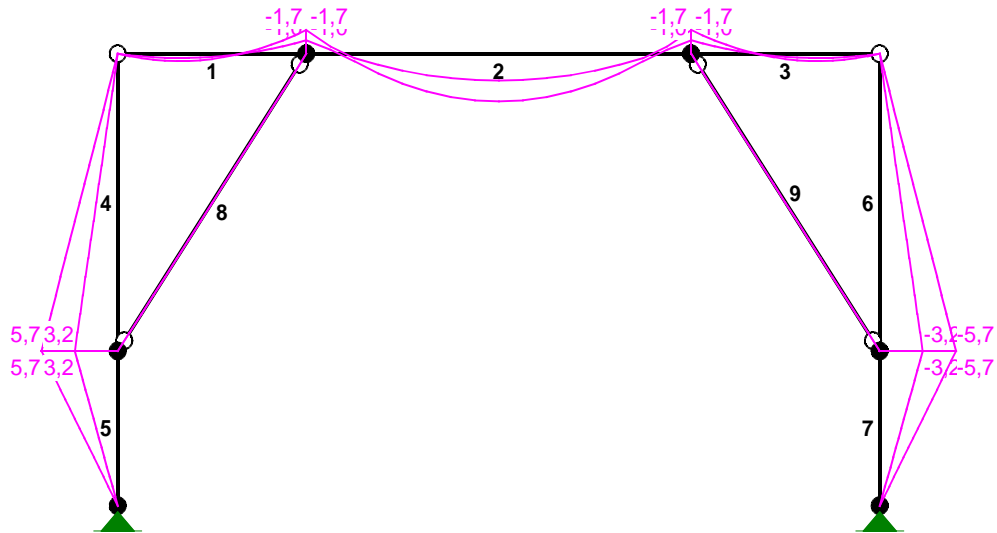
S - "śnieg"

EWENTUALNIE

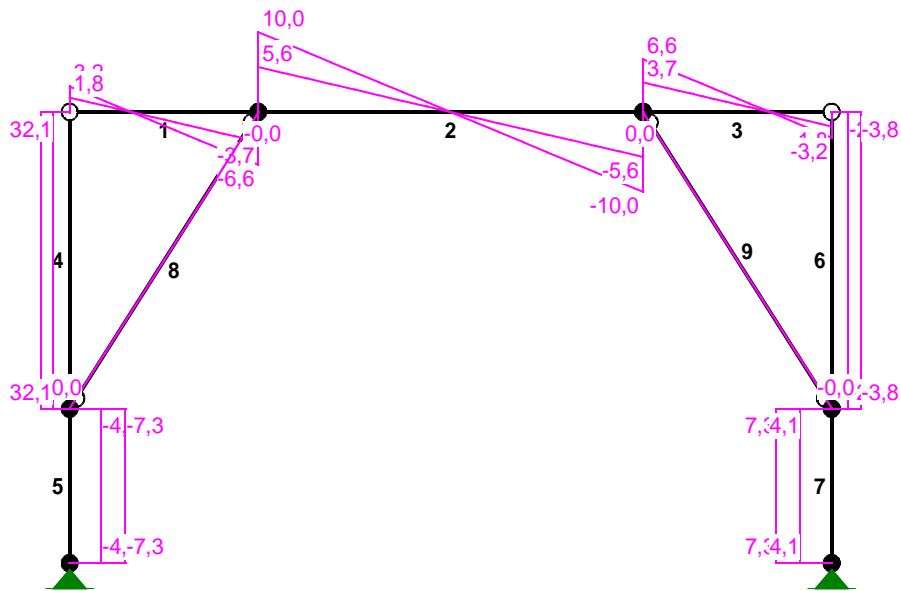
W - "wiatr p"

EWENTUALNIE

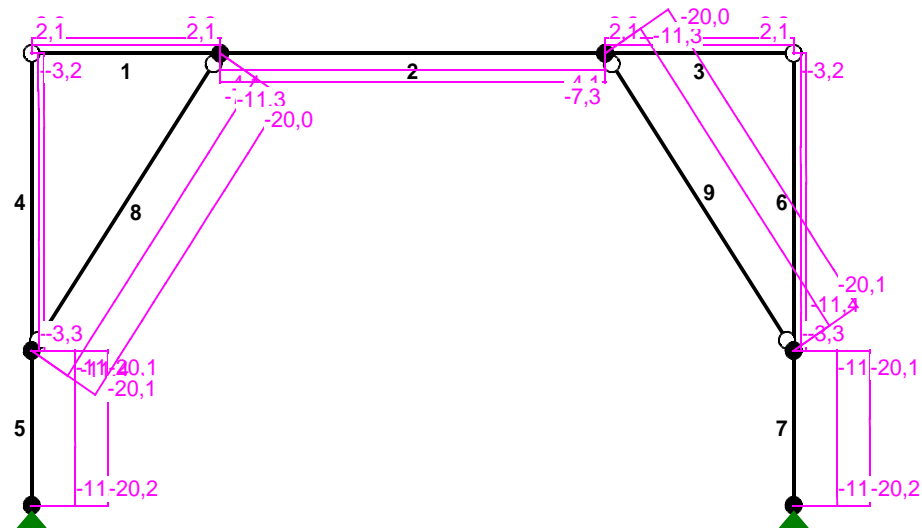
MOMENTY-OBWIEDNIE :



TNĄCE-OBWIEDNIE :



NORMALNE-OBWIEDNIE :



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

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,313	0,5*	0,1	3,8	ASW
	1,000	-1,7*	-6,6	3,8	ASW
	1,000	-1,7	-6,6*	3,8	ASW
	1,000	-1,7	-6,6	3,8*	ASW
	0,313	0,5	0,1	3,8*	ASW
	1,000	-1,0	-3,7	2,1*	A
	0,313	0,3	0,1	2,1*	A
	2	1,020	3,4*	-0,0	-7,3
0,000		-1,7*	10,0	-7,3	ASW
0,000		-1,7	10,0*	-7,3	ASW
0,000		-1,0	5,6	-4,1*	A
1,020		1,9	-0,0	-4,1*	A
0,000		-1,7	10,0	-7,3*	ASW
1,020		3,4	-0,0	-7,3*	ASW
3		0,688	0,5*	-0,1	3,8
	0,000	-1,7*	6,6	3,8	ASW
	0,000	-1,7	6,6*	3,8	ASW
	0,000	-1,7	6,6	3,8*	ASW
	0,688	0,5	-0,1	3,8*	ASW
	0,000	-1,0	3,7	2,1*	A
	0,688	0,3	-0,1	2,1*	A
	4	1,500	5,7*	3,8	-3,3
0,000		0,0*	3,8	-3,2	ASW
1,500		5,7	3,8*	-3,3	ASW
0,000		0,0	3,8*	-3,2	ASW
0,000		0,0	2,1	-1,8*	A
1,500		5,7	3,8	-3,3*	ASW
5		0,000	5,7*	-7,3	-20,1
	0,780	0,0*	-7,3	-20,2	ASW
	0,000	5,7	-7,3*	-20,1	ASW
	0,780	0,0	-7,3*	-20,2	ASW
	0,000	3,2	-4,1	-11,4*	A

	0,780	0,0	-7,3	-20,2*	ASW
6	0,000	0,0*	-3,8	-3,2	ASW
	1,500	-5,7*	-3,8	-3,3	ASW
	0,000	0,0	-3,8*	-3,2	ASW
	1,500	-5,7	-3,8*	-3,3	ASW
	0,000	0,0	-2,1	-1,8*	A
	1,500	-5,7	-3,8	-3,3*	ASW
7	0,780	-0,0*	7,3	-20,2	ASW
	0,000	-5,7*	7,3	-20,1	ASW
	0,780	-0,0	7,3*	-20,2	ASW
	0,000	-5,7	7,3*	-20,1	ASW
	0,000	-3,2	4,1	-11,4*	A
	0,780	-0,0	7,3	-20,2*	ASW
	0,000	0,0*	0,0	-20,1	ASW
8	0,000	0,0*	0,0	-20,1	ASW
	1,803	0,0*	-0,0	-20,0	ASW
	0,000	0,0	0,0*	-20,1	ASW
	1,803	0,0	-0,0*	-20,0	ASW
	1,803	0,0	-0,0	-11,3*	A
	0,000	0,0	0,0	-20,1*	ASW
	0,000	0,0*	-0,0	-20,1	ASW
	1,803	0,0*	0,0	-20,0	ASW
9	0,901	-0,0*	0,0	-20,1	ASW
	0,000	0,0	-0,0*	-20,1	ASW
	1,803	0,0	0,0*	-20,0	ASW
	1,803	0,0	0,0	-11,3*	A
	0,000	0,0	-0,0	-20,1*	ASW
	0,000	0,0*	-0,0	-20,1	ASW
	1,803	0,0*	0,0	-20,0	ASW
	0,000	0,0	0,0	-11,3*	A

* = Max/Min

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
3	7,3*	20,2	21,5		ASW
	4,1*	11,5	12,2		A
	7,3	20,2*	21,5		ASW
	4,1	11,5*	12,2		A
	7,3	20,2	21,5*		ASW
	4	-4,1*	11,5	12,2	
4	-7,3*	20,2	21,5		ASW
	-7,3	20,2*	21,5		ASW
	-4,1	11,5*	12,2		A
	-7,3	20,2	21,5*		ASW

* = Max/Min

Pręt nr 2

Zadanie: ramal

Przekrój: 2 "B 15,0x15,0"

Wymiary przekroju:

$$h=150,0 \text{ mm} \quad b=150,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=4218,8; \quad J_{yg}=4218,8 \text{ cm}^4; \quad A=225,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=4,3; \quad i_y=4,3 \text{ cm}; \quad W_x=562,5; \quad W_y=562,5 \text{ cm}^3.$$

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).

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

Cechy drewna: **Drewno C30.**

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

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

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

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

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

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

$$E_{0,mean} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=2,04 \text{ m}$, przy obciążeniach "ASW".

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

$$l_c = \mu l = 0,762 \times 2,040 = 1,554 \text{ m}$$

- długość wybozeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,040 = 2,040 \text{ m}$$

Długości wybozeniowe dla wybożenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 1,554 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 2,040 \text{ m}$$

Współczynniki wybozeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,554 / 0,0433 = 35,90$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,040 / 0,0433 = 47,11$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (35,90)^2 = 61,27 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (47,11)^2 = 35,57 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23/61,27} = 0,613$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23/35,57} = 0,804$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,613 - 0,5) + (0,613)^2] = 0,699$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,804 - 0,5) + (0,804)^2] = 0,854$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,699 + \sqrt{0,699^2 - 0,613^2}) = 0,966$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,854 + \sqrt{0,854^2 - 0,804^2}) = 0,877$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 225,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 7,3 / 225,00 \times 10 = \mathbf{0,3} < \mathbf{9,31} = 0,877 \times 10,62 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,02 \text{ m}$; $x_b=1,02 \text{ m}$, przy obciążeniach "ASW":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,3}{0,966 \times 10,62} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} + \frac{6,1}{13,85} = \mathbf{0,469} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,3}{0,877 \times 10,62} + \frac{0,0}{13,85} + 0,7 \times \frac{6,1}{13,85} = \mathbf{0,341} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,02 \text{ m}$; $x_b=1,02 \text{ m}$, przy obciążeniach "ASW".

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

$$l_d = 1,00 \times 2040 + 150 + 150 = 2340 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2340 \times 150 \times 13,85}{3,142 \times 150^2 \times 8000}} \times \sqrt[4]{\frac{12000}{750}} = 0,185$$

Wartość współczynnika zwiczenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 3,4 / 562,50 \times 10^3 = \mathbf{6,1} < \mathbf{13,8} = 1,000 \times 13,85 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,02 \text{ m}$; $x_b=1,02 \text{ m}$, przy obciążeniach "AW":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{3,9}{13,85} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,3} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{3,9}{13,85} + \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,2} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,02 \text{ m}$; $x_b=1,02 \text{ m}$, przy obciążeniach "ASW":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,3^2}{10,62^2} + \frac{6,1}{13,85} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,4} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,3^2}{10,62^2} + 0,7 \times \frac{6,1}{13,85} + \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,3} < \mathbf{1}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,02 \text{ m}$; $x_b=1,02 \text{ m}$, przy obciążeniach "ASW".

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 10,2 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{\text{def}}) = -2,7 \times [1 + 19,2 \times (150,0/2040)^2](1 + 0,60) = -4,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (150,0/2040)^2](1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("SW"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Długotrwałe** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{\text{def}}) = -1,7 \times [1 + 19,2 \times (150,0/2040)^2](1 + 0,50) = -2,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (150,0/2040)^2](1 + 0,50) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -4,8 + -2,8 = \mathbf{7,6} < \mathbf{10,2} = u_{\text{net,fin}}$$

Pręt nr 4

Zadanie: rama 1

Przekrój: 3 "B 15,0x15,0"

Wymiary przekroju:

$$h=150,0 \text{ mm} \quad b=150,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=4218,8; \quad J_{yg}=4218,8 \text{ cm}^4; \quad A=225,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=4,3; \quad i_y=4,3 \text{ cm}; \quad W_x=562,5; \quad W_y=562,5 \text{ cm}^3.$$

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*).

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 13,85 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 8,31 \text{ MPa}$$

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

$$f_{t,90,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 10,62 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 5,70$$

$$f_{c,90,d} = 2,63 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$E_{0,\text{mean}} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,\text{mean}} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{\text{mean}} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 4

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

wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=1,50$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ASW".

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

$$l_c = \mu l = 1,043 \times 1,500 = 1,564 \text{ m}$$

- długość wybozeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

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

Długości wybozeniowe dla wybożenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 1,564 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 1,500 \text{ m}$$

Współczynniki wybozeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,564 / 0,0433 = 36,13$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,500 / 0,0433 = 34,64$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (36,13)^2 = 60,48 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (34,64)^2 = 65,80 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23 / 60,48} = 0,617$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23 / 65,80} = 0,591$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,617 - 0,5) + (0,617)^2] = 0,702$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,591 - 0,5) + (0,591)^2] = 0,684$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,702 + \sqrt{0,702^2 - 0,617^2}) = 0,964$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,684 + \sqrt{0,684^2 - 0,591^2}) = 0,973$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 225,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 3,3 / 225,00 \times 10 = \mathbf{0,1} < \mathbf{10,24} = 0,964 \times 10,62 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,50$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ASW":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,1}{0,964 \times 10,62} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} + \frac{10,2}{13,85} = \mathbf{0,748} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,1}{0,973 \times 10,62} + \frac{0,0}{13,85} + 0,7 \times \frac{10,2}{13,85} = \mathbf{0,528} < \mathbf{1}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,22$ m; $x_b=0,28$ m, przy obciążeniach "ASW".

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 10,0 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -2,2 \times [1 + 19,2 \times (150,0/1500)^2] (1 + 0,60) = -4,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (150,0/1500)^2](1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("SW"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Długotrwała** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = -1,4 \times [1 + 19,2 \times (150,0/1500)^2](1 + 0,50) = -2,5 \text{ mm}$$

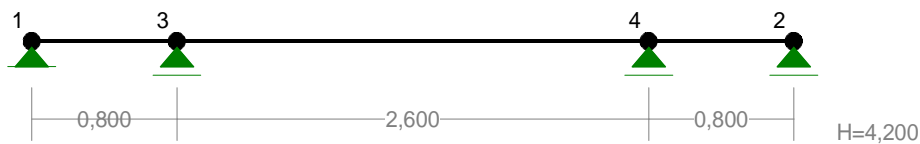
$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (150,0/1500)^2](1 + 0,50) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

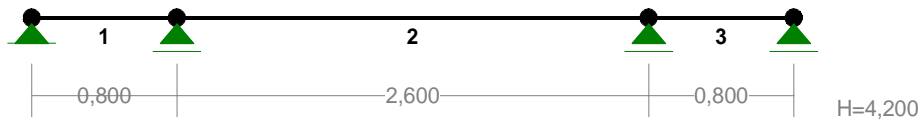
$$u_{z,fin} = -4,3 + -2,5 = \mathbf{6,7} < \mathbf{10,0} = u_{net,fin}$$

2.1.3 Belka balkonu

WĘZŁY:



PRĘTY:



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	3	0,800	0,000	0,800	1,000	1 B 20,0x16,0
2	00	3	4	2,600	0,000	2,600	1,000	1 B 20,0x16,0
3	00	4	2	0,800	0,000	0,800	1,000	1 B 20,0x16,0

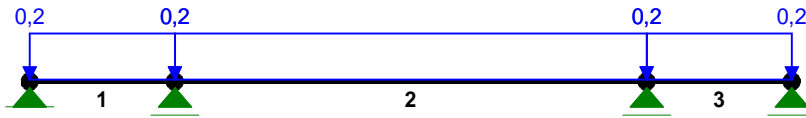
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Material:
1	320,0	10667	6827	1067	1067	20,0	46 Drewno C30

STAŁE MATERIAŁOWE:

Material:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]

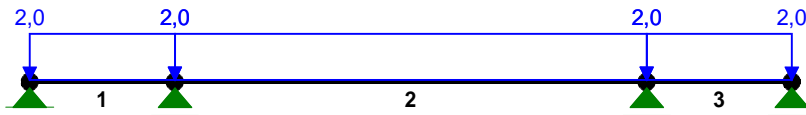
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A "deski"			Stałe	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	0,23	0,23	0,00	0,80
2	Liniowe	0,0	0,23	0,23	0,00	2,60
3	Liniowe	0,0	0,23	0,23	0,00	0,80

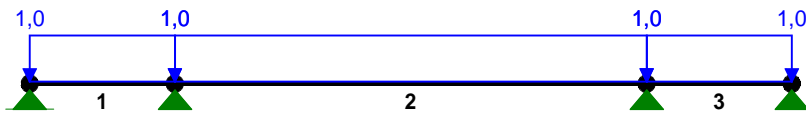
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	B "zmiennie"			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe	0,0	2,00	2,00	0,00	0,80
2	Liniowe	0,0	2,00	2,00	0,00	2,60
3	Liniowe	0,0	2,00	2,00	0,00	0,80

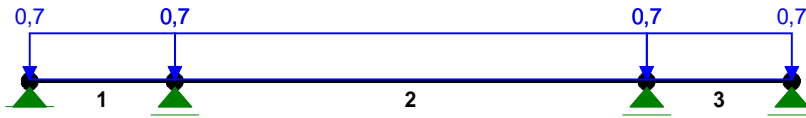
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	C "barierka"			Stałe	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	1,00	1,00	0,00	0,80
2	Liniowe	0,0	1,00	1,00	0,00	2,60
3	Liniowe	0,0	1,00	1,00	0,00	0,80

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	S "śnieg"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	0,72	0,72	0,00	0,80
2	Liniowe	0,0	0,72	0,72	0,00	2,60
3	Liniowe	0,0	0,72	0,72	0,00	0,80

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

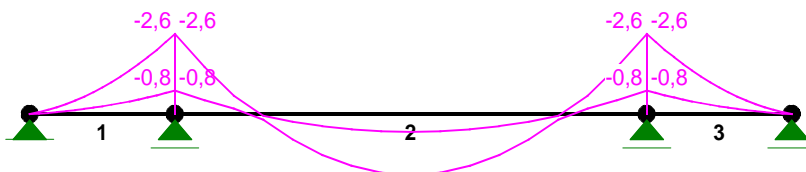
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - "deski"	Stałe		1,20
B - "zmienne"	Zmienne	1	0,60
C - "barierka"	Stałe		1,20
S - "śnieg"	Zmienne	1	0,00

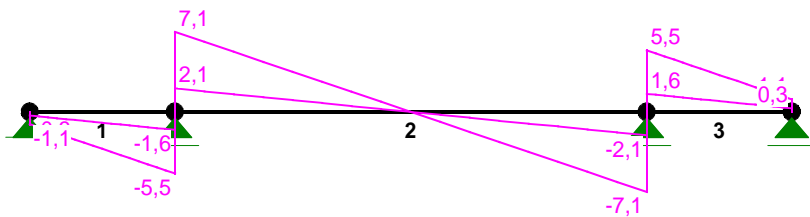
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "deski"	ZAWSZE
C - "barierka"	ZAWSZE
B - "zmienne"	EWENTUALNIE
S - "śnieg"	EWENTUALNIE

MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



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

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000	0,0*	-0,3	0,0	AC
	0,800	-2,6*	-5,5	0,0	ABCS
	0,800	-2,6	-5,5*	0,0	ABCS
	0,800	-2,6	-5,5	0,0*	ABCS
	0,000	-0,0	-0,5	0,0*	ACS
	0,800	-2,6	-5,5	0,0*	ABCS
	0,000	-0,0	-0,5	0,0*	ACS
	2	1,300	2,0*	-0,0	0,0
2	0,000	-2,6*	7,1	0,0	ABCS
	0,000	-2,6	7,1*	0,0	ABCS
	0,000	-2,6	7,1	0,0*	ABCS
	1,300	2,0	-0,0	0,0*	ABCS
	0,000	-2,6	7,1	0,0*	ABCS
	1,300	2,0	-0,0	0,0*	ABCS
	3	0,800	0,0*	0,3	0,0
3	0,000	-2,6*	5,5	0,0	ABCS
	0,000	-2,6	5,5*	0,0	ABCS
	0,000	-2,6	5,5	0,0*	ABCS
	0,800	0,0	1,1	0,0*	ABCS
	0,000	-2,6	5,5	0,0*	ABCS
	0,800	0,0	1,1	0,0*	ABCS

* = Max/Min

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,0*	-0,3	0,3		AC
	0,0*	-1,1	1,1		ABCS
	0,0	-0,3*	0,3		AC
	0,0	-1,1*	1,1		ABCS
	0,0	-1,1	1,1*		ABCS
2	0,0*	-0,3	0,3		AC
	0,0*	-1,1	1,1		ABCS
	0,0	-0,3*	0,3		AC
	0,0	-1,1*	1,1		ABCS
	0,0	-1,1	1,1*		ABCS
3	0,0*	12,6	12,6		ABCS
	0,0*	3,7	3,7		AC

	0,0	12,6*	12,6	ABCS
	0,0	3,7*	3,7	AC
	0,0	12,6	12,6*	ABCS
4	0,0*	12,6	12,6	ABCS
	0,0*	3,7	3,7	AC
	0,0	12,6*	12,6	ABCS
	0,0	3,7*	3,7	AC
	0,0	12,6	12,6*	ABCS

* = Max/Min

Pręt nr 2

Zadanie: balkon

Przekrój: 1 "B 20,0x16,0"

Wymiary przekroju:

$$h=200,0 \text{ mm} \quad b=160,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=10666,7; \quad J_{yg}=6826,7 \text{ cm}^4; \quad A=320,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=5,8; \quad i_y=4,6 \text{ cm}; \quad W_x=1066,7; \quad W_y=853,3 \text{ cm}^3.$$

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 C30.**

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 13,85 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 8,31 \text{ MPa}$$

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

$$f_{t,90,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 10,62 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 5,70$$

$$f_{c,90,d} = 2,63 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,60 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABCS".

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

$$l_d = 1,00 \times 2600 + 200 + 200 = 3000 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{3000 \times 200 \times 13,85}{3,142 \times 160^2 \times 8000}} \times \sqrt[4]{\frac{12000}{750}} = 0,227$$

Wartość współczynnika zwichtwienia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,6 / 1066,67 \times 10^3 = 2,5 < 13,8 = 1,000 \times 13,85 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,60$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABCS":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,5}{13,85} + 0,7 \times \frac{0,0}{13,85} = 0,2 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{2,5}{13,85} + \frac{0,0}{13,85} = 0,1 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,30$ m; $x_b=1,30$ m, przy obciążeniach "ABCS".

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 17,3 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,2 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2600)^2] (1 + 0,60) = -0,4 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2600)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("BS"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Długotrwałe** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

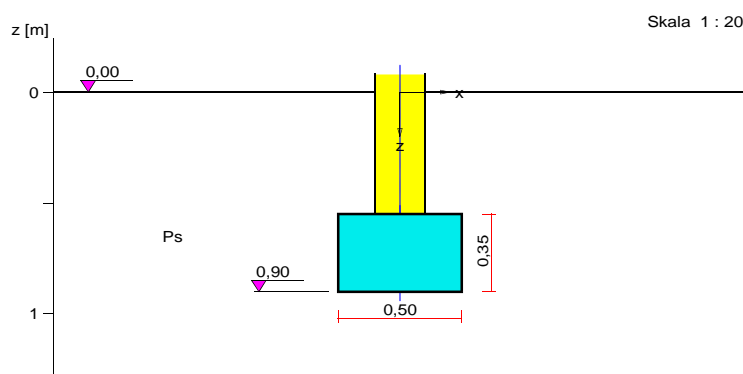
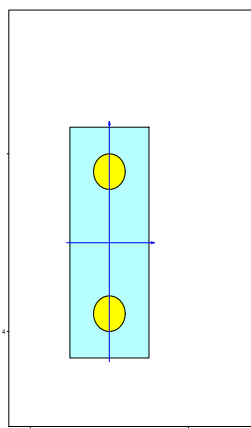
$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,4 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2600)^2] (1 + 0,50) = -0,7 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2600)^2] (1 + 0,50) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -0,4 + -0,7 = 1,0 < 17,3 = u_{\text{net,fin}}$$

2.1.4 Fundament



Fundament nr 1

Klasa fundamentu: **ława**,

Typ konstrukcji: **rząd słupów o przekrojach kołowych**,

Położenie fundamentu względem układu globalnego:

Wymiary podstawy fundamentu: $B = 0,50$ m, $L = 1,30$ m,

Współrzędne końców osi fundamentu:

$$x_{0f} = 7,50 \text{ m}, \quad y_{0f} = 4,10 \text{ m},$$

$$x_{1f} = 7,50 \text{ m}, \quad y_{1f} = 4,90 \text{ m},$$

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

1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

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

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom	Grubość	Nazwa gruntu	Poz. wody	I_D/I_L	Stopień
	stropu [m]	warstwy [m]		gruntowej [m]		wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek średni	brak wody	0,50	wilg.

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **rząd słupów o przekrojach kołowych**

Liczba słupów: $n = 2$, odległość skrajnych słupów: $s = 0,80$ m,

Współrzędne środka skrajnych słupów:

$$x_1 = 7,50 \text{ m}, \quad y_1 = 4,10 \text{ m}, \quad x_2 = 7,50 \text{ m}, \quad y_2 = 4,90 \text{ m},$$

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

Średnica pojedynczego słupa: $d = 0,20$ m.

3. Obciążenie od konstrukcji

Poziom redukcji obciążenia: $z_{obc} = 0,55$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	10,0	0,0	0,00	1,20

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: RB 500 W,

Średnica prętów zbrojeniowych: $d_x = 12,0$ mm, $d_y = 12,0$ mm,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

5. Wymiary fundamentu

Poziom posadowienia: $z_f = 0,90$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość: $B = 0,50$ m, wysokość: $H = 0,35$ 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	0,90	0,10	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,50$ m, $L = 1,30$ m.

Poziom posadowienia: $H = 0,90$ m.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 10,00$ kN/m, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 0,00$ kN/m, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,35$ m,

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

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

siła pionowa: $G = 8,31$ kN/m, moment: $M_{Gy} = 0,00$ kNm/m.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (10,00 + 8,31) \cdot 1,30 = 23,81 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-10,00 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 1,30 = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 23,81 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_r = 0,00 \text{ m} < 0,13 \text{ m.}$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_{\square} = B - 2 \cdot e_r = 0,50 - 2 \cdot 0,00 = 0,50 \text{ m, } L_{\square} = L = 1,30 \text{ m.}$$

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

średnia gęstość obl.: $\rho_{D(r)} = 1,67$ t/m³, min. wysokość: $D_{\min} = 0,90$ m,

obciążenie: $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,67 \cdot 9,81 \cdot 0,90 = 14,70$ kPa.

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 29,70^0, \quad \text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 7,18 \quad N_C = 29,43, \quad N_D = 17,79.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 1,30 / 23,81 = 0,0000, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,5704 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,85 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 16,33 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B \square / L \square = 0,90, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B \square / L \square = 1,12, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B \square / L \square = 1,58$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B \square L \square (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B \square \cdot i_B) = 302,47$$

kN.

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 23,81 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 302,47 = 245,00 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Stan graniczny II

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne: $s \square = 0,01 \text{ cm.}$

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

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

Osiadanie całkowite: $s = s \square + \lambda \cdot s \square \square = 0,01 + 0 \cdot 0,00 = 0,01 \text{ cm,}$

Sprawdzenie warunku osiadania:

Dopuszczalne osiadanie: $s_{\text{dop}} = 3,00 \text{ cm.}$

$$s = 0,01 \text{ cm} < s_{\text{dop}} = 3,00 \text{ cm}$$

Wniosek: Warunek osiadania jest spełniony.

KONIEC OBLICZEŃ