

OBLICZENIA STATYCZNE

Do ekspertyzy technicznej konstrukcyjnej budynku zlokalizowanego w Radomiu przy ul. Okulickiego 9.

Poz. 1.0. Dach.

Dach zrealizowany został w technologii drewnianej jako więźba dachowa płatwiowo – krokwiowa wykonana z drewna sosnowego z łączeniami na kołki z drewna twardego i połączenia ciesielskie. Realizacja XIX wiek.

Poz. 1.1. Deskowanie.

$$\alpha = 20^0$$

$$\cos\alpha = 0,94$$

Deskowanie ażurowe z desek sosnowych gr. 25 mm.

Zestawienie obciążeń:

- 2 x papa	2 x 0,06/0,94	- 0,15 kN/m ² x 1,35 - 0,20 kN/m ²
- blacha	0,00065 x 78,5 /0,94	- 0,06 kN/m ² x 1,35 - 0,08 kN/m ²
- deskowanie	0,025 x 0,75 x 6,5 / 0,94	- 0,15 kN/m ² x 1,35 - 0,20 kN/m ²
		<hr/>
		$g_c = 0,36 \text{ kN/m}^2$
		$g_0 = 0,48 \text{ kN/m}^2$
		$\gamma = 1,35$
- śnieg	0,8 x 0,9	- 0,72 kN/m ² x 1,50 - 1,08 kN/m ²
$C_z = 0,015 \times 35,0 - 0,20 = 0,325$		
- wiatr	0,3 x 0,325	- 0,10 kN/m ² x 1,50 - 0,15 kN/m ²

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

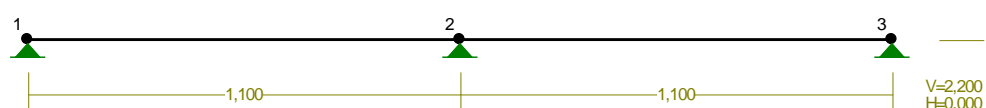
Zestawienie dla deskowania ażurowego – wariant I.

$$g_1 = 0,20 \times 0,36 = 0,07 \text{ kN/m} \quad \gamma = 1,35$$

$$s_1 = 0,20 \times 0,72 = 0,15 \text{ kN/m} \quad \gamma = 1,50$$

$$w_1 = 0,20 \times 0,10 = 0,02 \text{ kN/m} \quad \gamma = 1,50$$

WEZŁY:



WEZŁY:

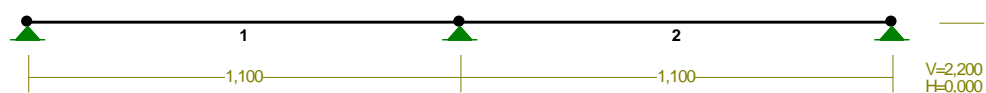
Nr: X [m]: Y [m]:

1 0,000 0,000

2 1,100 0,000

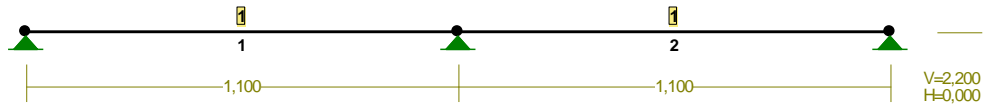
3 2,200 0,000

PRĘTY:



Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

PRZEKROJE PRĘTÓW:



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 0 1 1,100 0,000 1,100 1,000 1 B 2,5x15

2 00 1 2 1,100 0,000 1,100 1,000 1 B 2,5x15

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

1 37,5 703 20 16 16 2,5 1,3E+2 Drewno C16

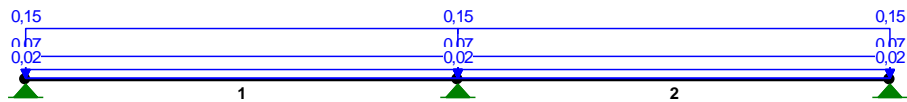
STAŁE MATERIAŁOWE:

Material: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:

[kN/mm²] [N/mm²] [1/K]

129 Drewno C16 8 16,000 5,0E-6

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\square_G = 1,35/1,00$

Grupa: A "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

1 Liniowe 0,0 0,07 0,07 0,00 1,10

2 Liniowe 0,0 0,07 0,07 0,00 1,10

Grupa: B "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

1 Liniowe 0,0 0,15 0,15 0,00 1,10

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

1	Liniowe	0,0	0,02	0,02	0,00	1,10
2	Liniowe	0,0	0,15	0,15	0,00	1,10
2	Liniowe	0,0	0,02	0,02	0,00	1,10

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

RM_Win v. 11.114 licencja nr 1747

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa: Znaczenie: ☐: ☐0/☐1/☐2:

CW-"Ciężar własny" Stałe 1,35/1,00

A -"" Zmienne 1 1,50 1/1/1

B -"" Zmienne 1 1,50 1/1/1

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.: Relacje:

A -"" EWENTUALNIE

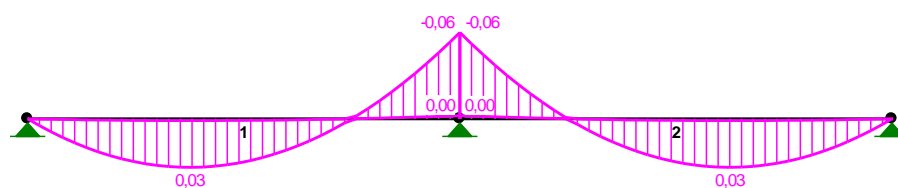
B -"" EWENTUALNIE

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

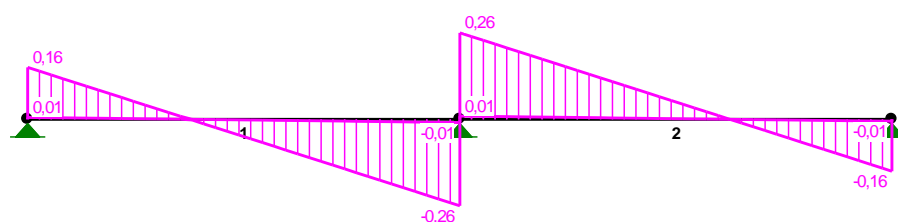
Nr: Specyfikacja:

1 ZAWSZE : CW
 EWENTUALNIE: A+B

MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]: Kombinacja obciążeń:

1	0,412	0,03*	0,00	0,00	CW AB (a)
	1,100	-0,06*	-0,26	0,00	CW AB (a)
	1,100	-0,06	-0,26*	0,00	CW AB (a)
	1,100	-0,06	-0,26	0,00*	CW AB (a)
	0,412	0,03	0,00	0,00*	CW AB (a)
	1,100	-0,06	-0,26	0,00*	CW AB (a)
	0,412	0,03	0,00	0,00*	CW AB (a)
2	0,687	0,03*	0,00	0,00	CW AB (a)
	0,000	-0,06*	0,26	0,00	CW AB (a)
	0,000	-0,06	0,26*	0,00	CW AB (a)
	0,000	-0,06	0,26	0,00*	CW AB (a)
	0,687	0,03	0,00	0,00*	CW AB (a)
	0,000	-0,06	0,26	0,00*	CW AB (a)
	0,687	0,03	0,00	0,00*	CW AB (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	0,00*	0,16	0,16	CW AB (a)
	0,00*	0,16	0,16	CW AB (b)
	0,00*	0,01	0,01	cw (a)

	0,00*	0,01	0,01	CW (a)
	0,00	0,16*	0,16	CW AB (a)
	0,00	0,16*	0,16	CW AB (b)
	0,00	0,01*	0,01	cw (a)
	0,00	0,16	0,16*	CW AB (a)
2	0,00*	0,52	0,52	CW AB (a)
	0,00*	0,52	0,52	CW AB (b)
	0,00*	0,02	0,02	cw (a)
	0,00*	0,03	0,03	CW (a)
	0,00*	0,02	0,02	CW (b)
	0,00	0,52*	0,52	CW AB (a)
	0,00	0,52*	0,52	CW AB (b)
	0,00	0,02*	0,02	cw (a)
	0,00	0,52	0,52*	CW AB (a)
3	0,00*	0,16	0,16	CW AB (a)
	0,00*	0,16	0,16	CW AB (b)
	0,00*	0,01	0,01	cw (a)
	0,00*	0,01	0,01	CW (a)
	0,00	0,16*	0,16	CW AB (a)
	0,00	0,16*	0,16	CW AB (b)
	0,00	0,01*	0,01	cw (a)
	0,00	0,16	0,16*	CW AB (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	0,00*	0,10	0,10	CW AB
	0,00*	0,01	0,01	CW
	0,00	0,10*	0,10	CW AB
	0,00	0,01*	0,01	CW
	0,00	0,10	0,10*	CW AB
2	0,00*	0,35	0,35	CW AB
	0,00*	0,02	0,02	CW
	0,00	0,35*	0,35	CW AB
	0,00	0,02*	0,02	CW
	0,00	0,35	0,35*	CW AB
3	0,00*	0,10	0,10	CW AB
	0,00*	0,01	0,01	CW
	0,00	0,10*	0,10	CW AB
	0,00	0,01*	0,01	CW
	0,00	0,10	0,10*	CW AB

* = Wartości ekstremalne

DEFORMACJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia char.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt: L/f: Kombinacja obciążeń:

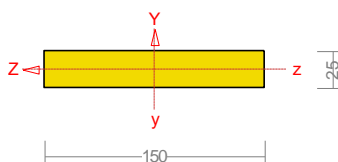
1 855,1 CW AB

2 855,1 CW AB

Pręt nr 1

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.21 licencja nr 1747)

Zadanie:



Przekrój: 1 „B 2,5x15”

Wymiary przekroju:

$$h=25,0 \text{ mm} \quad b=150,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=703,1; \quad J_{zg}=19,5 \text{ cm}^4; \quad A=37,50 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,3; \quad i_z=0,7 \text{ cm}; \quad W_y=93,8; \quad W_z=15,6 \text{ cm}^3.$$

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).

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

$$k_{h,m} = \min [(150/25)^{0,2}; 1,3] = 1,300$$

$$k_{h,t} = \min [(150/25)^{0,2}; 1,3] = 1,300$$

Cechy drewna: **Drewno C16.**

$$f_{m,k} = 1,300 \times 16,00 = 20,80$$

$$f_{t,0,k} = 1,300 \times 8,50 = 11,05$$

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

$$f_{c,0,k} = 17,00$$

$$f_{c,90,k} = 2,20$$

$$f_{v,k} = 3,20$$

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

$$E_{90,mean} = 270 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 5400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 500 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 310 \text{ kg/m}^3$$

$$f_{m,d} = 9,600 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = 5,100 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 7,846 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = 1,015 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1,477 \text{ MPa}$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,550$ m; $x_b=0,550$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·(A+B) (a)”.
Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 1100,0 + 150 + 150 = 1400,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 25^2}{150 \times 1400,0} \times 5400 = 12,536 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{20,80 / 12,536} = 1,288 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \quad k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} = 0,594$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0 / 93,75 \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{5,702} = 0,594 \times 9,600 = k_{crit} f_{m,d} \quad (6.33)$$

Nośność dla $x_a=0,550$ m; $x_b=0,550$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·(A+B) (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000}{9,600} + 0,7 \times \frac{1,833}{9,600} = \mathbf{0,134} < \mathbf{1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{0,000}{9,600} + \frac{1,833}{9,600} = \mathbf{0,191} < \mathbf{1} \quad (6.18)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,550$ m; $x_b=0,550$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·(A+B) (a)”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 37,50) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0,05 / (1,00 \times 37,50) \times 10 = 0,021 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,000^2 + 0,021^2} = \mathbf{0,021} < \mathbf{1,477} = 1,000 \times 1,477 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=0,550$ m; $x_b=0,550$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW (a)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,298 \times 2,5^2 \times 15,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{2,806} = 1,900 \times 1,477 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,550$ m; $x_b=0,550$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A+B; Q-S: CW+A+B”
liczone od cięciwy pręta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 150 = 1100,0 / 150 = 7,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 150 = 1100,0 / 150 = 7,3 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 1,29 \times [1 + 19,20 \times (150,0/1100,0)^2] = 1,75 \text{ mm}$$

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

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

$$u_{z,\text{fin}} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 1,29 \times [1 + 19,20 \times (150,0/1100,0)^2] (1 + 0,60) = 2,79 \text{ mm}$$

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

Warunki SGU:

$$u_{z,\text{inst}} = 1,7$$

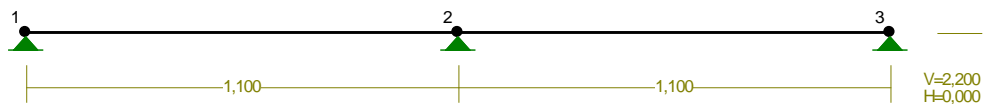
$$u_{z,\text{fin}} = 2,8 < 7,3 = u_{z,\text{fin,gr}}$$

Zestawienie dla deskowania ażurowego – wariant II – obc człowiekiem z narzędziami.

$$g_1 = 0,20 \times 0,36 = 0,07 \text{ kN/m} \quad \gamma = 1,35$$

$$P_1 = 1,00 \text{ kN} \quad \gamma = 1,50$$

WĘZŁY:



WĘZŁY:

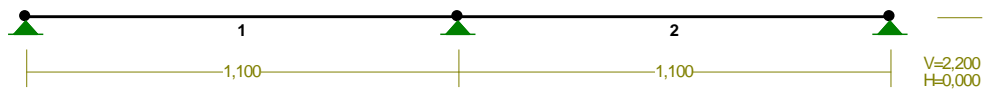
Nr: X [m]: Y [m]:

1 0,000 0,000

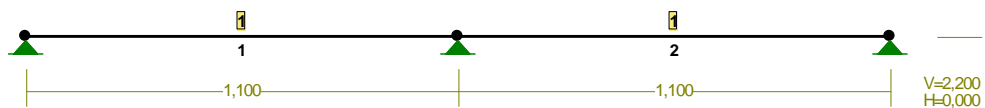
2 1,100 0,000

3 2,200 0,000

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



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 0 1 1,100 0,000 1,100 1,000 1 B 2,5x15

2 00 1 2 1,100 0,000 1,100 1,000 1 B 2,5x15

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

1 37,5 703 20 16 16 2,5 1,3E+2 Drewno C16

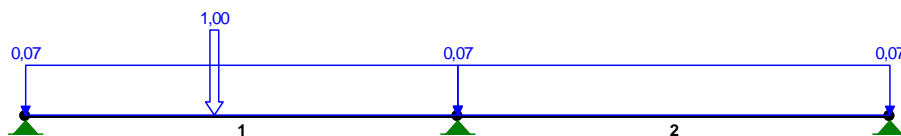
STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:

[kN/mm²] [N/mm²] [1/K]

129 Drewno C16 8 16,000 5,0E-6

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\square_G = 1,35/1,00$

Grupa: A "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

1 Liniowe 0,0 0,07 0,07 0,00 1,10

2 Liniowe 0,0 0,07 0,07 0,00 1,10

Grupa: B "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

1 Skupione 0,0 1,00 0,48

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

RM_Win v. 11.114 licencja nr 1747

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa: Znaczenie: \square : $\square_0/\square_1/\square_2$:

CW-"Ciężar własny" Stałe 1,35/1,00

A - "" Zmienne 1 1,50 1/1/1

B - "" Zmienne 1 1,50 1/1/1

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.: Relacje:

A -"" EWENTUALNIE

B -"" EWENTUALNIE

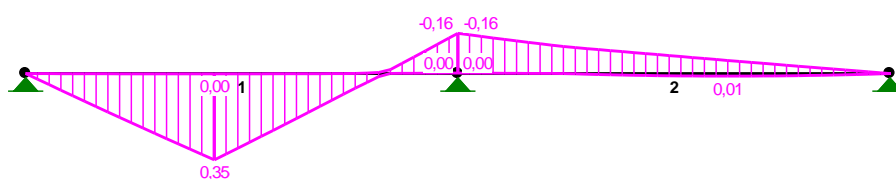
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr: Specyfikacja:

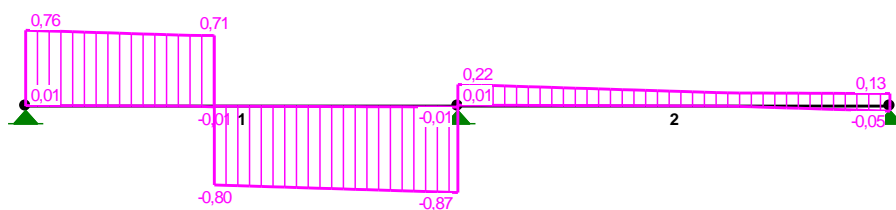
1 ZAWSZE : CW

EWENTUALNIE: A+B

MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]: Kombinacja obciążeń:

1	0,480	0,35*	-0,80	0,00	CW AB (a)
	0,480	0,35*	0,70	0,00	CW AB (a)
	1,100	-0,16*	-0,87	0,00	CW AB (a)
	1,100	-0,16	-0,87*	0,00	CW AB (a)
	1,100	-0,16	-0,87	0,00*	CW AB (a)
	0,480	0,35	0,70	0,00*	CW AB (a)
	1,100	-0,16	-0,87	0,00*	CW AB (a)
	0,480	0,35	0,70	0,00*	CW AB (a)
2	0,687	0,01*	0,00	0,00	CW A (a)
	0,000	-0,16*	0,22	0,00	CW AB (a)
	0,000	-0,16	0,22*	0,00	CW AB (a)
	0,000	-0,16	0,22	0,00*	CW AB (a)
	0,687	0,01	0,00	0,00*	CW A (a)
	0,000	-0,16	0,22	0,00*	CW AB (a)
	0,687	0,01	0,00	0,00*	CW A (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 **0,00*** 0,76 0,76 CW AB (a)

0,00* 0,76 0,76 CW AB (b)

0,00* 0,01 0,01 cw (a)

0,00* 0,01 0,01 CW (a)

 0,00 **0,76*** 0,76 CW AB (a)

 0,00 **0,76*** 0,76 CW AB (b)

 0,00 **0,01*** 0,01 cw (a)

 0,00 0,76 **0,76*** CW AB (a)

2 **0,00*** 1,09 1,09 CW AB (a)

0,00* 1,09 1,09 CW AB (b)

0,00* 0,02 0,02 cw (a)

0,00* 0,03 0,03 CW (a)

0,00* 0,02 0,02 CW (b)

 0,00 **1,09*** 1,09 CW AB (a)

 0,00 **1,09*** 1,09 CW AB (b)

 0,00 **0,02*** 0,02 cw (a)

 0,00 1,09 **1,09*** CW AB (a)

3 **0,00*** 0,05 0,05 CW A (a)

0,00* 0,05 0,05 CW A (b)

0,00* -0,13 0,13 cw B (a)

0,00*	0,01	0,01	CW (a)
0,00*	0,01	0,01	CW (b)
0,00	0,05*	0,05	CW A (a)
0,00	0,05*	0,05	CW A (b)
0,00	-0,13*	0,13	cw B (a)
0,00	-0,13	0,13*	cw B (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	0,00*	0,51	0,51	CW AB
	0,00*	0,01	0,01	CW
	0,00	0,51*	0,51	CW AB
	0,00	0,01*	0,01	CW
	0,00	0,51	0,51*	CW AB

2	0,00*	0,73	0,73	CW AB
	0,00*	0,02	0,02	CW
	0,00	0,73*	0,73	CW AB
	0,00	0,02*	0,02	CW
	0,00	0,73	0,73*	CW AB

3	0,00*	0,03	0,03	CW A
---	--------------	------	------	------

0,00*	-0,08	0,08	CW B
0,00*	0,01	0,01	CW
0,00	0,03*	0,03	CW A
0,00	-0,08*	0,08	CW B
0,00	-0,08	0,08*	CW B

* = Wartości ekstremalne

DEFORMACJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia char.: "Kombinacja obciążeń"

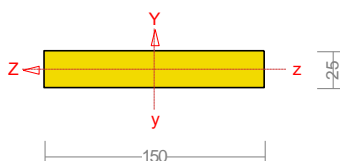
Pręt: L/f: Kombinacja obciążeń:

1	83,4	CW AB
2	231,1	CW B

Pręt nr 1

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.21 licencja nr 1747)

Zadanie: Radom Okulickiego 9 deskowanie 2



Przekrój: 1 „B 2,5x15”

Wymiary przekroju: □

$h=25,0$ mm $b=150,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=703,1$; $J_z=19,5$ cm⁴; $A=37,50$ cm²; $i_y=4,3$; $i_z=0,7$ cm; $W_y=93,8$; $W_z=15,6$ cm³.

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).

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

$$k_{h,m} = \min [(150/25)^{0,2}; 1,3] = 1,300$$

$$k_{h,t} = \min [(150/25)^{0,2}; 1,3] = 1,300$$

Cechy drewna: **Drewno C16.**

$$f_{m,k} = 1,300 \times 16,00 = 20,80 \quad f_{m,d} = 9,600 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,300 \times 8,50 = 11,05 \quad f_{t,0,d} = 5,100 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40 \quad f_{t,90,d} = 0,185 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 17,00 \quad f_{c,0,d} = 7,846 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,20 \quad f_{c,90,d} = 1,015 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,20 \quad f_{v,d} = 1,477 \text{ MPa}$$

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

$$E_{90,mean} = 270 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 5400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 500 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 310 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,550$ m; $x_b=0,550$ m; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·(A+B) (a)”.

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym*, przy obciążeniu przyłożonym *do powierzchni górnej*, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 1100,0 + 150 + 150 = 1400,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 25^2}{150 \times 1400,0} \times 5400 = 12,536 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{20,80 / 12,536} = 1,288 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \quad k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} = 0,594$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0 / 93,75 \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{5,702} = 0,594 \times 9,600 = k_{crit} f_{m,d} \quad (6.33)$$

Nośność dla $x_a=0,550 \text{ m}$; $x_b=0,550 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·(A+B) (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000}{9,600} + 0,7 \times \frac{18,976}{9,600} = \mathbf{1,384} > \mathbf{1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{0,000}{9,600} + \frac{18,976}{9,600} = \mathbf{1,977} > \mathbf{1} \quad (6.18)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,550 \text{ m}$; $x_b=0,550 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·(A+B) (a)”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 37,50) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0,8 / (0,67 \times 37,50) \times 10 = 0,480 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,000^2 + 0,480^2} = \mathbf{0,480} < \mathbf{1,477} = 1,000 \times 1,477 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=0,550$ m; $x_b=0,550$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW (a)”.

$$\tau_{\text{tor,d}} = \frac{M_{\text{tor}}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,298 \times 2,5^2 \times 15,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{2,806} = 1,900 \times 1,477 = k_{\text{shape}} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,550$ m; $x_b=0,550$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A+B; Q-S: CW+A+B” liczone od cięciwy pręta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,\text{fin,gr}} = l / 150 = 1100,0 / 150 = 7,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin,gr}} = l / 150 = 1100,0 / 150 = 7,3 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,\text{inst}} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 13,18 \times [1 + 19,20 \times (150,0/1100,0)^2] = 17,89 \text{ mm}$$

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

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,\text{fin}} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 13,18 \times [1 + 19,20 \times (150,0/1100,0)^2] (1 + 0,60) = 28,62 \text{ mm}$$

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

Warunki SGU:

$$u_{z,\text{inst}} = \mathbf{17,9}$$

$$u_{z,\text{fin}} = \mathbf{28,6} > \mathbf{7,3} = u_{z,\text{fin,gr}}$$

Poz. 1.2. Krokiew.

Zastosowano krokiewie z drewna sosnowego kl. C16 /wiek ok. 150 lat/ o przekroju 15 x 15 cm w rozstawie $a = 125$ cm.

Nachylenie połaci dachowej $\alpha = 20^\circ$

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

$$g_c = 1,25 \times 0,36 = 0,45 \text{ kN/m}$$

$$\gamma = 1,35$$

$$s_c = 1,25 \times 0,72 = 0,90 \text{ kN/m}$$

$$\gamma = 1,50$$

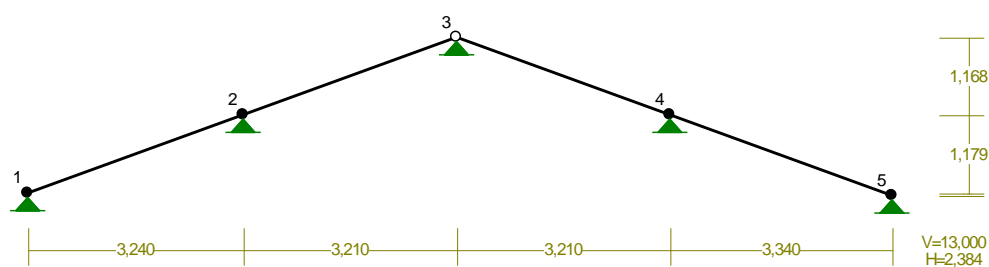
$$w_c = 1,25 \times 0,10 = 0,13 \text{ kN/m}$$

$$\gamma = 1,50$$

$$w_c = -1,25 \times 0,22 = -0,27 \text{ kN/m}$$

$$\gamma = 1,50$$

WEZŁY:

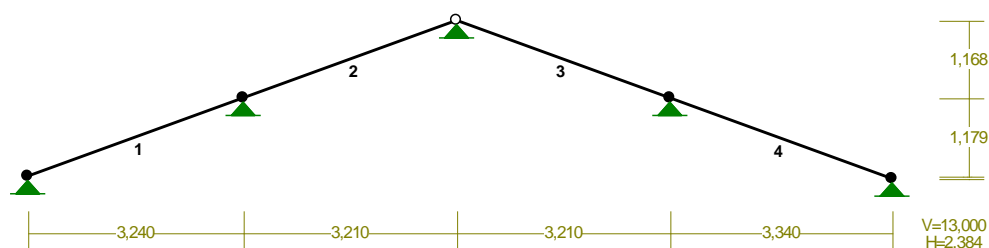


WEZŁY:

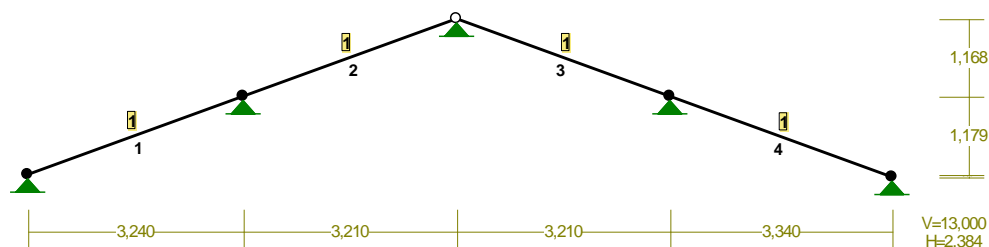
Nr: X [m]: Y [m]: Nr: X [m]: Y [m]:

1	0,000	0,037	4	9,660	1,216
2	3,240	1,216	5	13,000	0,000
3	6,450	2,384			

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



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	0	1	3,240	1,179	3,448	1,000	1 B 15x15
2	01	1	2	3,210	1,168	3,416	1,000	1 B 15x15
3	10	2	3	3,210	-1,168	3,416	1,000	1 B 15x15

4 00 3 4 3,340 -1,216 3,554 1,000 1 B 15x15

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

1 225,0 4219 4219 563 563 15,0 1,3E+2 Drewno C18

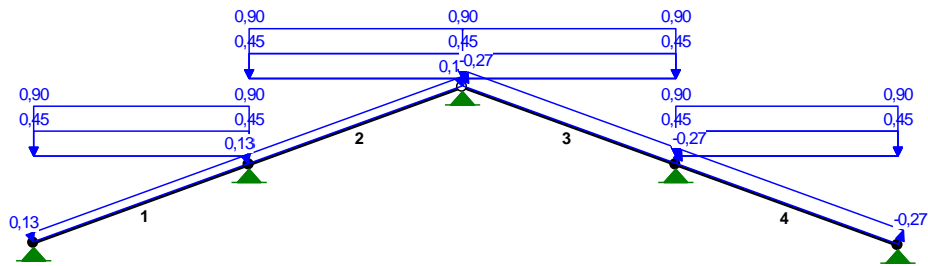
STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:

[kN/mm²] [N/mm²] [1/K]

130 Drewno C18 9 18,000 5,0E-6

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\square_G = 1,35/1,00$

Grupa: A "" Stałe $\square_G = 1,35/1,00$

1	Liniowe-Y	0,0	0,45	0,45	0,00	3,45
2	Liniowe-Y	0,0	0,45	0,45	0,00	3,42
2	Liniowe-Y	0,0	0,45	0,45	0,00	3,42
3	Liniowe-Y	0,0	0,45	0,45	0,00	3,42
3	Liniowe-Y	0,0	0,45	0,45	0,00	3,42
4	Liniowe-Y	0,0	0,45	0,45	0,00	3,55
4	Liniowe-Y	0,0	0,45	0,45	0,00	3,55

Grupa: B "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

1	Liniowe-Y	0,0	0,90	0,90	0,00	3,45
2	Liniowe-Y	0,0	0,90	0,90	0,00	3,42

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

Grupa: C ""			Zmienne	$\square_Q = 1,50$	
3	Liniowe-Y	0,0	0,90	0,90	0,00 3,42
4	Liniowe-Y	0,0	0,90	0,90	0,00 3,55

Grupa: W ""			Zmienne	$\square_Q = 1,50$	
1	Liniowe	20,0	0,13	0,13	0,00 3,45
2	Liniowe	20,0	0,13	0,13	0,00 3,42
3	Liniowe	-20,0	-0,27	-0,27	0,00 3,42
4	Liniowe	-20,0	-0,27	-0,27	0,00 3,55

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

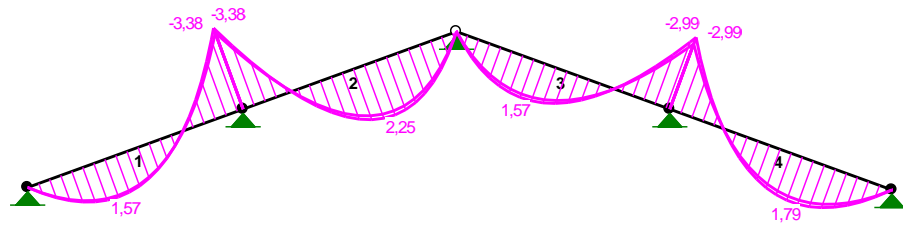
RM_Win v. 11.114 licencja nr 1747

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

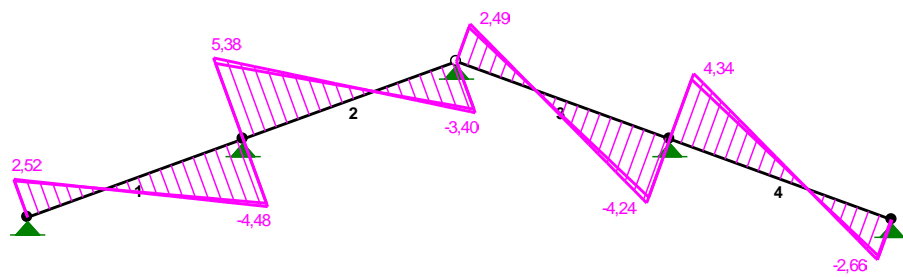
Grupa: Znaczenie: \square : $\square_0/\square_1/\square_2$:

CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,00
A -""	Stałe	1,35/1,00
B -""	Zmienne	1 1,50 1/1/1
C -""	Zmienne	1 1,50 1/1/1
W -""	Zmienne	1 1,50 1/1/1

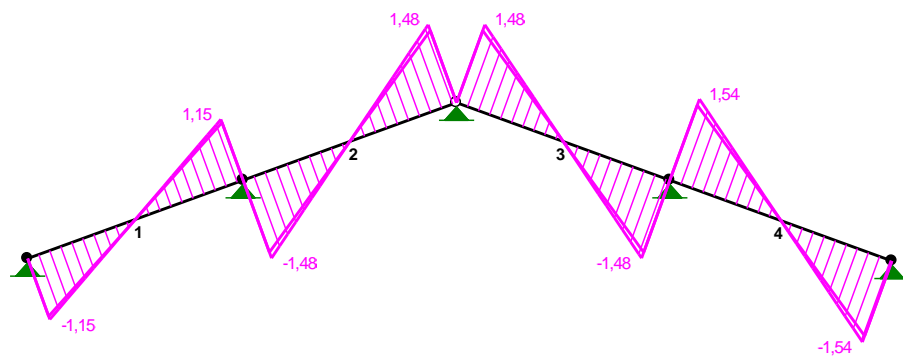
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

SILY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW ABCW

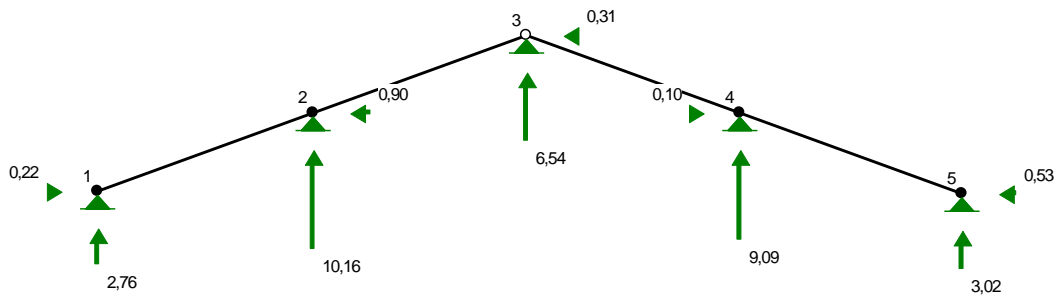
Pręt: x/L: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]:

1	a	0,00	0,000	0,00	2,52	-1,15
	b	0,00	0,000	0,00	2,41	-1,09
	a	0,36	1,239	1,57*	0,00	-0,32
	a	1,00	3,448	-3,38	-4,48	1,15
	b	1,00	3,448	-3,18	-4,26	1,09
2	a	0,00	0,000	-3,38	5,38	-1,48
	b	0,00	0,000	-3,18	5,02	-1,36
	a	0,61	2,095	2,25*	0,00	0,33
	a	1,00	3,416	0,00	-3,40	1,48
	b	1,00	3,416	0,00	-3,15	1,36
3	a	0,00	0,000	0,00	2,49	1,48
	b	0,00	0,000	0,00	2,26	1,36
	a	0,37	1,268	1,57*	-0,01	0,38
	a	1,00	3,416	-2,99	-4,24	-1,48
	b	1,00	3,416	-2,72	-3,86	-1,36
4	a	0,00	0,000	-2,99	4,34	1,54
	b	0,00	0,000	-2,72	3,95	1,42
	a	0,62	2,208	1,79*	-0,01	-0,37
	a	1,00	3,554	0,00	-2,66	-1,54

b 1,00 3,554 0,00 -2,42 -1,42

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW ABCW

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

1	a	0,22	2,76	2,77
	b	0,20	2,64	2,65
2	a	-0,90	10,16	10,20
	b	-0,86	9,56	9,59
3	a	-0,31	6,54	6,54
	b	-0,30	6,02	6,03
4	a	0,10	9,09	9,09
	b	0,05	8,29	8,29
5	a	-0,53	3,02	3,07

b -0,51 2,76 2,80

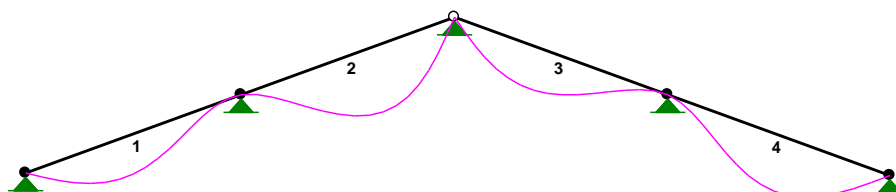
REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW ABCW

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

1	0,16	1,90	1,91
2	-0,62	7,08	7,10
3	-0,21	4,61	4,62
4	0,10	6,46	6,46
5	-0,37	2,14	2,18

PRZEMIESZCZENIA:



DEFORMACJE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW ABCW

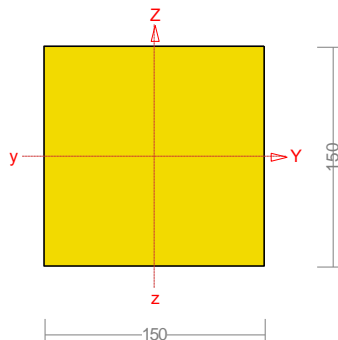
Pręt: Wa[m]: Wb[m]: Fla[deg]: Flb[deg]: f[m]: L/f:

1	0,0000	0,0000	-0,157	-0,047	0,0023	1476,7
2	0,0000	0,0000	-0,047	0,249	0,0040	857,7
3	0,0000	0,0000	-0,168	-0,015	0,0026	1335,1
4	0,0000	0,0000	-0,015	0,205	0,0033	1062,9

Pręt nr 2 - krokiew

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.21 licencja nr 1747)

Zadanie:



Przekrój: 1 „B 15x15”

Wymiary przekroju:

$h=150,0$ mm $b=150,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=4218,8$; $J_z=4218,8$ cm⁴; $A=225,00$ cm²; $i_y=4,3$; $i_z=4,3$ cm; $W_y=562,5$; $W_z=562,5$ cm³.

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 C18.**

$f_{m,k} = 1,000 \times 18,00 = 18,00$

$f_{m,d} = 8,308$ MPa

$f_{t,0,k} = 1,000 \times 10,00 = 10,00$

$f_{t,0,d} = 4,615$ MPa

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

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

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

$f_{c,0,d} = 8,308$ MPa

$f_{c,90,k} = 2,20$

$f_{c,90,d} = 1,015$ MPa

$f_{v,k} = 3,40$

$f_{v,d} = 1,569$ MPa

$$E_{0,mean} = 9000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 300 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 560 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,708 \text{ m}$; $x_b=1,708 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(B+C+W) (a)”.
Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 3415,9 + 150 + 150 = 3715,9 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 150^2}{150 \times 3715,9} \times 6000 = 188,918 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18,00 / 188,918} = 0,309 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,06 / 562,50 \times 10^3 = \mathbf{3,655} < \mathbf{8,308} = 1,000 \times 8,308 = k_{crit} f_{m,d} \quad (6.33)$$

Nośność dla $x_a=1,708 \text{ m}$; $x_b=1,708 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(B+C+W) (a)”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{3,655}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,440} < \mathbf{1} \quad (6.17)$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{3,655}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,308} < \mathbf{1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,708 \text{ m}$; $x_b=1,708 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(B+C+W) (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000^2}{8,308^2} + \frac{3,655}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,440} < \mathbf{1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000^2}{8,308^2} + 0,7 \times \frac{3,655}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,308} < \mathbf{1} \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=1,708 \text{ m}$; $x_b=1,708 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(B+C+W) (a)”.
Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0,99 / (0,67 \times 225,00) \times 10 = 0,098 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 225,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

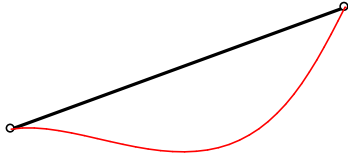
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,098^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,098} < \mathbf{1,569} = 1,000 \times 1,569 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=1,708 \text{ m}$; $x_b=1,708 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(B+C+W) (a)”.

$$\tau_{\text{tor,d}} = \frac{M_{\text{tor}}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,207 \times 15,0^2 \times 15,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{1,805} = 1,150 \times 1,569 = k_{\text{shape}} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,708$ m; $x_b=1,708$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A+B+C+W; Q-S: CW+A+B+C+W” liczone od cięciwy pręta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,\text{fin,gr}} = l / 150 = 3415,9 / 150 = 22,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin,gr}} = l / 150 = 3415,9 / 150 = 22,8 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,\text{inst}} = u_z = 3,98 \times = 3,98 \text{ mm}$$

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

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,\text{fin}} = u_z (1 + k_{\text{def}}) = 3,98 \times (1 + 0,60) = 6,37 \text{ mm}$$

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

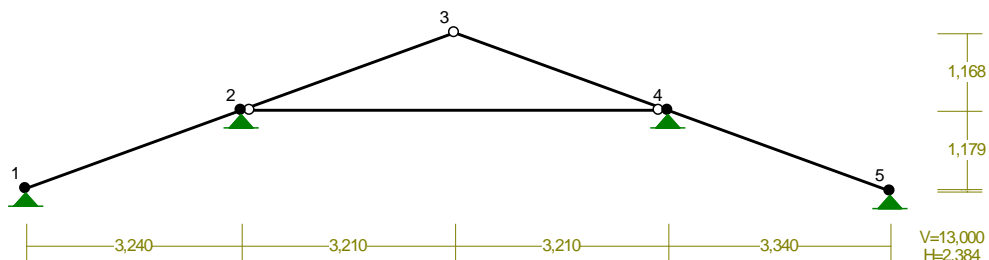
Warunki SGU:

$$u_{z,\text{inst}} = \mathbf{4,0}$$

$$u_{z,\text{fin}} = \mathbf{6,4} < \mathbf{22,8} = u_{z,\text{fin,gr}}$$

Krokiew bez podpory kalenicowej.

WĘZŁY:

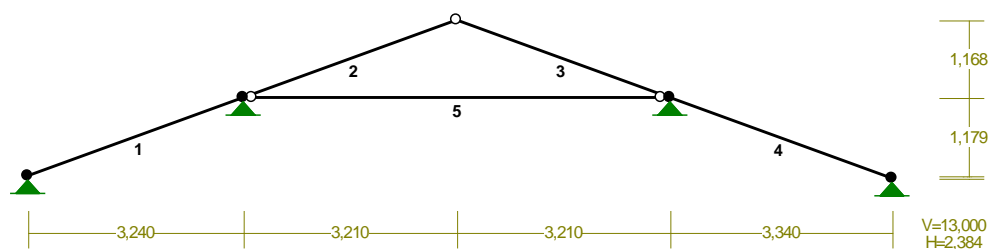


WĘZŁY:

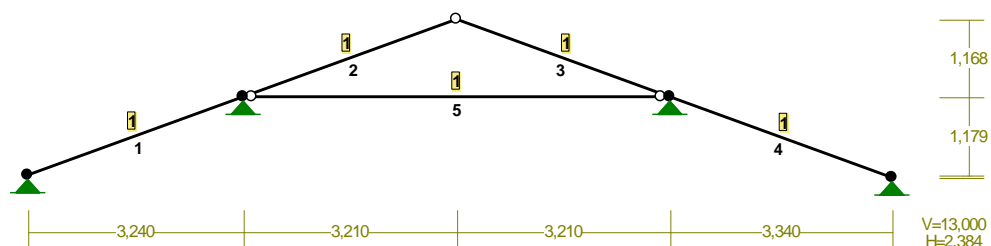
Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
-----	--------	--------	-----	--------	--------

1	0,000	0,037	4	9,660	1,216
2	3,240	1,216	5	13,000	0,000
3	6,450	2,384			

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

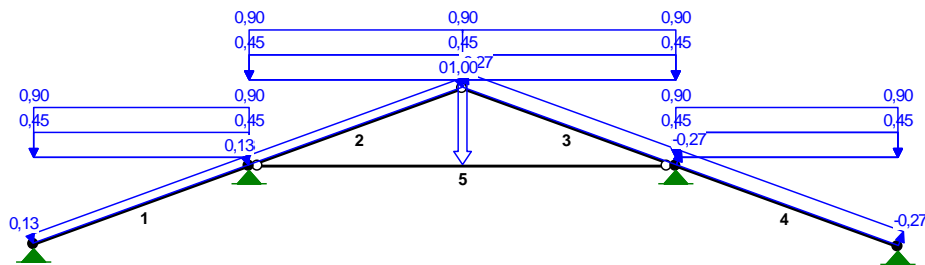
1 225,0 4219 4219 563 563 15,0 1,3E+2 Drewno C18

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:
[kN/mm²] [N/mm²] [1/K]

130 Drewno C18 9 18,000 5,0E-6

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\square_G = 1,35/1,00$

Grupa: A "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

1	Liniowe-Y	0,0	0,45	0,45	0,00	3,45
2	Liniowe-Y	0,0	0,45	0,45	0,00	3,42
2	Liniowe-Y	0,0	0,45	0,45	0,00	3,42
3	Liniowe-Y	0,0	0,45	0,45	0,00	3,42

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

3	Liniowe-Y	0,0	0,45	0,45	0,00	3,42
4	Liniowe-Y	0,0	0,45	0,45	0,00	3,55
4	Liniowe-Y	0,0	0,45	0,45	0,00	3,55
5	Skupione	0,0	1,00		3,21	

Grupa: B "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

1	Liniowe-Y	0,0	0,90	0,90	0,00	3,45
2	Liniowe-Y	0,0	0,90	0,90	0,00	3,42

Grupa: C "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

3	Liniowe-Y	0,0	0,90	0,90	0,00	3,42
4	Liniowe-Y	0,0	0,90	0,90	0,00	3,55

Grupa: W "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

1	Liniowe	20,0	0,13	0,13	0,00	3,45
2	Liniowe	20,0	0,13	0,13	0,00	3,42
3	Liniowe	-20,0	-0,27	-0,27	0,00	3,42
4	Liniowe	-20,0	-0,27	-0,27	0,00	3,55

=====

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 11.114 licencja nr 1747

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa: Znaczenie: \square : $\square_0/\square_1/\square_2$:

CW-"Ciężar własny" Stałe 1,35/1,00

A - "" Zmienne 1 1,50 1/1/1

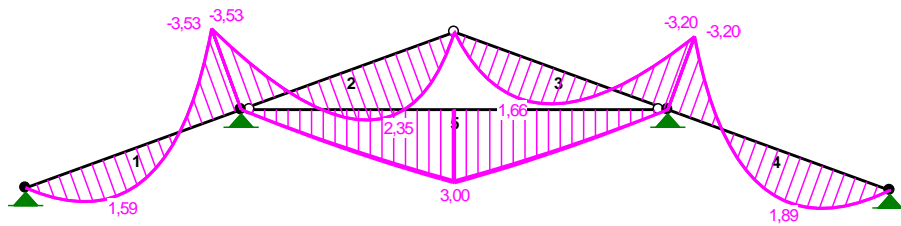
B - "" Zmienne 1 1,50 1/1/1

C - "" Zmienne 1 1,50 1/1/1

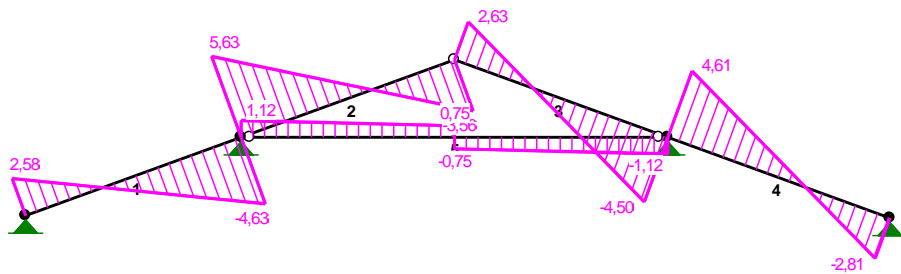
W - "" Zmienne 1 1,50 1/1/1

=====

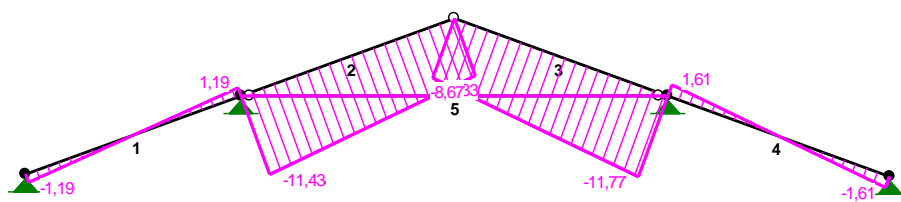
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

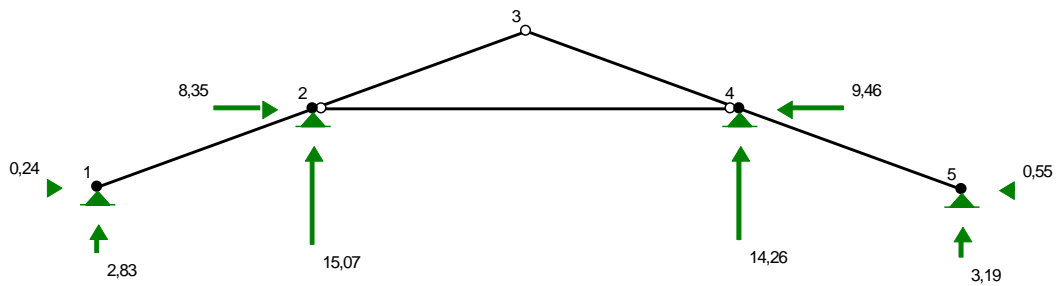
Obciążenia obl.: CW ABCW

Pręt: x/L: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]:

1	a	0,00	0,000	0,00	2,58	-1,19
	b	0,00	0,000	0,00	2,56	-1,18
	a	0,36	1,239	1,59*	-0,01	-0,33
	a	1,00	3,448	-3,53	-4,63	1,19
	b	1,00	3,448	-3,51	-4,60	1,18
2	a	0,00	0,000	-3,53	5,63	-11,43
	b	0,00	0,000	-3,51	5,59	-11,35
	a	0,61	2,095	2,35*	-0,01	-9,53
	a	1,00	3,416	0,00	-3,56	-8,33
	b	1,00	3,416	0,00	-3,54	-8,28
3	a	0,00	0,000	0,00	2,63	-8,67
	b	0,00	0,000	0,00	2,61	-8,61
	a	0,37	1,254	1,66*	0,01	-9,81
	a	1,00	3,416	-3,20	-4,50	-11,77
	b	1,00	3,416	-3,17	-4,47	-11,69
4	a	0,00	0,000	-3,20	4,61	1,61
	b	0,00	0,000	-3,17	4,57	1,60
	a	0,62	2,208	1,89*	0,00	-0,39
	a	1,00	3,554	0,00	-2,81	-1,61
	b	1,00	3,554	0,00	-2,79	-1,60
5	a	0,00	0,000	0,00	1,12	0,00
	b	0,00	0,000	0,00	1,06	0,00
	a	0,50	3,210	3,00*	0,75	0,00
	a	1,00	6,420	0,00	-1,12	0,00
	b	1,00	6,420	0,00	-1,06	0,00

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW ABCW

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

1	a	0,24	2,83	2,84
	b	0,23	2,81	2,82
2	a	8,35	15,07	17,23
	b	8,29	14,92	17,07
4	a	-9,46	14,26	17,11
	b	-9,40	14,10	16,95
5	a	-0,55	3,19	3,24
	b	-0,55	3,17	3,22

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW ABCW

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

1	0,16	1,90	1,91
2	5,60	10,12	11,57
4	-6,33	9,58	11,48
5	-0,37	2,14	2,17

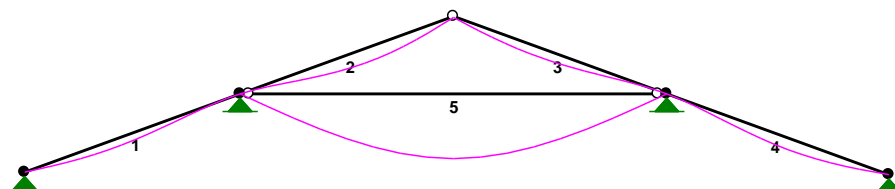
PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW ABCW

Węzeł: Ux[m]: Uy[m]: Wypadkowe[m]: Fi[rad]([deg]):

1	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00272 (-0,156)
2	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00086 (-0,049)
3	0,00000	-0,00033	0,00033	
4	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00021 (-0,012)
5	0,00000	0,00000	0,00000	0,00355 (0,204)

PRZEMIESZCZENIA:



DEFORMACJE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW ABCW

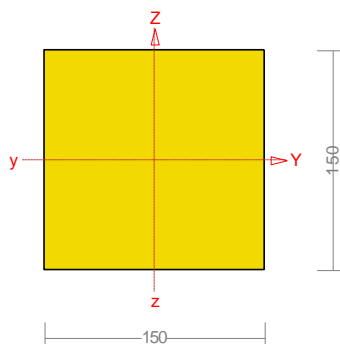
Pręt: Wa[m]: Wb[m]: FIa[deg]: FIb[deg]: f[m]: L/f:

1	0,0000	0,0000	-0,156	-0,049	0,0023	1493,1
2	0,0000	-0,0003	-0,049	0,242	0,0040	863,7
3	-0,0003	0,0000	-0,162	-0,012	0,0025	1349,3
4	0,0000	0,0000	-0,012	0,204	0,0033	1072,3
5	0,0000	0,0000	-0,531	0,531	0,0195	329,2

Pręt nr 2 – krokiew

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.21 licencja nr 1747)

Zadanie: Radom Okulickiego 9 - krokiew - stężona



Przekrój: 1 „B 15x15”

Wymiary przekroju:

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

Charakterystyka geometryczna przekroju:

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

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).

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C18.**

$$f_{m,k} = 1,000 \times 18,00 = 18,00$$

$$f_{m,d} = 8,308 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,000 \times 10,00 = 10,00$$

$$f_{t,0,d} = 4,615 \text{ MPa}$$

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

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

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

$$f_{c,0,d} = 8,308 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,20$$

$$f_{c,90,d} = 1,015 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,40$$

$$f_{v,d} = 1,569 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 9000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 300 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 560 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,000 \text{ m}$; $x_b=3,416 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·(A+B+C+W) (a)”.

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

$$l_c = \mu l = 0,820 \times 3,416 = 2,801 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 3,416 = 3,416 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,801 / 4,3301 \times 10^2 = 64,69$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 3,416 / 4,3301 \times 10^2 = 78,89$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 64,69 / \pi \times \sqrt{18/6000} = 1,128 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 78,89 / \pi \times \sqrt{18/6000} = 1,375 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,128 - 0,3) + (1,128)^2] = 1,219 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,375 - 0,3) + (1,375)^2] = 1,553 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,219 + \sqrt{1,219^2 - 1,128^2}) = 0,595 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,553 + \sqrt{1,553^2 - 1,375^2}) = 0,440 \quad (6.26)$$

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

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 11,43 / 225,00 \times 10 = \mathbf{0,508} < \mathbf{3,651} = 0,440 \times 8,308 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,000 \text{ m}$; $x_b=3,416 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·(A+B+C+W) (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,508}{0,595 \times 8,308} + \frac{6,284}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,859} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,508}{0,440 \times 8,308} + 0,7 \times \frac{6,284}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,669} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,000 \text{ m}$; $x_b=3,416 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·(A+B+C+W) (a)”.

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni *górnej*, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 3415,9 + 150 + 150 = 3715,9 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 150^2}{150 \times 3715,9} \times 6000 = 188,918 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18,00 / 188,918} = 0,309 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwiecznienia:

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

Warunek stateczności:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} = \frac{6,284^2}{1,000^2 \times 8,308^2} + \frac{0,508}{0,440 \times 8,308} = \mathbf{0,711} < \mathbf{1} \quad (6.35)$$

Nośność dla $x_a=0,000 \text{ m}$; $x_b=3,416 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·(A+B+C+W) (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{6,284}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,756} < \mathbf{1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{6,284}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,530} < \mathbf{1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,000 \text{ m}$; $x_b=3,416 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·(A+B+C+W) (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,508^2}{8,308^2} + \frac{6,284}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,760} < \mathbf{1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,508^2}{8,308^2} + 0,7 \times \frac{6,284}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,533} < \mathbf{1} \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=3,416$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „ $1,35 \cdot CW + 1,5 \cdot (A+B+C+W)$ (a)”.
Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 5,63 / (0,67 \times 225,00) \times 10 = 0,560 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 225,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

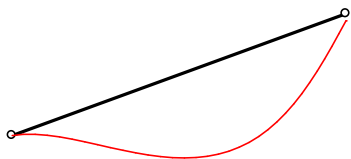
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,560^2 + 0,000^2} = 0,560 < 1,569 = 1,000 \times 1,569 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=3,416$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „ $1,35 \cdot 0,85 \cdot CW + 1,5 \cdot (A+B+C+W)$ (b)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,207 \times 15,0^2 \times 15,0} \times 10^3 = 0,000 < 1,805 = 1,150 \times 1,569 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,708$ m; $x_b=1,708$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: $CW + A + B + C + W$; Q-S: $CW + A + B + C + W$ ” liczone od cięciwy przęta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 150 = 3415,9 / 150 = 22,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 150 = 3415,9 / 150 = 22,8 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z = 3,96 \times = 3,96 \text{ mm}$$

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

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,fin} = u_z (1 + k_{def}) = 3,96 \times (1 + 0,60) = 6,33 \text{ mm}$$

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

Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = 4,0$$

$$u_{z,fin} = 6,3 < 22,8 = u_{z,fin,gr}$$

Poz. 1.3. Płatew.

Poz. 1.3.1. Płatew dla obciążenia krokwi z podpora kalenicowa.

Płatew zrealizowano z drewna sosnowego kl. C18 o przekroju 18 x 16 cm. Płatew podparta jest stolcami i wyposażona w miecze skracające jej rozpiętość. Przekrój mieczy drewnianych 16 x 16 cm. Połączenia między elementami więźby na kołki z drewna twardego i połączenia ciesielskie. Stolce opierają się na podwalinie drewnianej /sosna/ o przekroju 18 x 16 cm.

Ramę płatwiową tworzy układ stolców /17 x 18 cm/ opartych na podwalinach i płatwi podpartej przez miecze i stolce. Stolce skrajne wyposażone zostały w jednostronne miecze co powoduje ich zginanie w płaszczyźnie ramy.

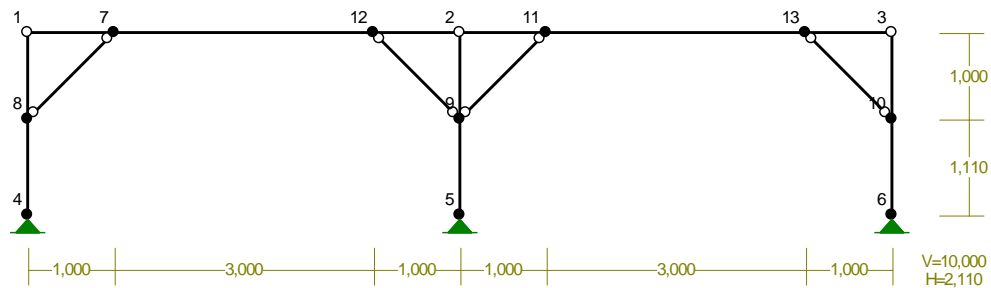
Całość konstrukcji drewnianej więźby dachowej oparta jest na drewnianej konstrukcji stropu nad parterem i murowanych ścianach nośnych budynku.

Obciążenia płatwi od krokwi.

$$V_0 = 10,16 \text{ kN} \quad V_c = \frac{10,16}{1,50} = 6,77 \text{ kN} \quad \gamma = 1,50$$

$$H_0 = 0,90 \text{ kN} \quad H_c = \frac{0,90}{1,50} = 0,60 \text{ kN} \quad \gamma = 1,50$$

WĘZŁY:



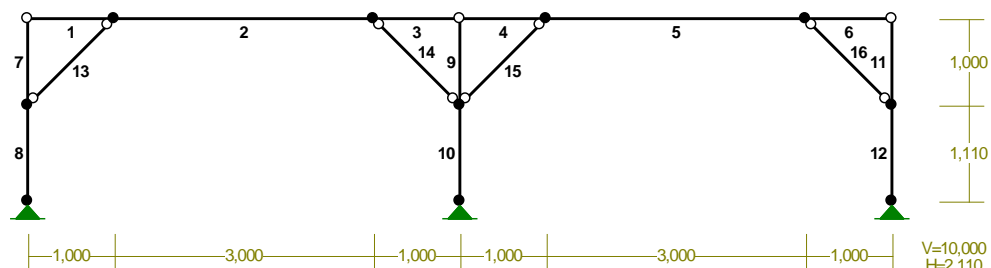
WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
-----	--------	--------	-----	--------	--------

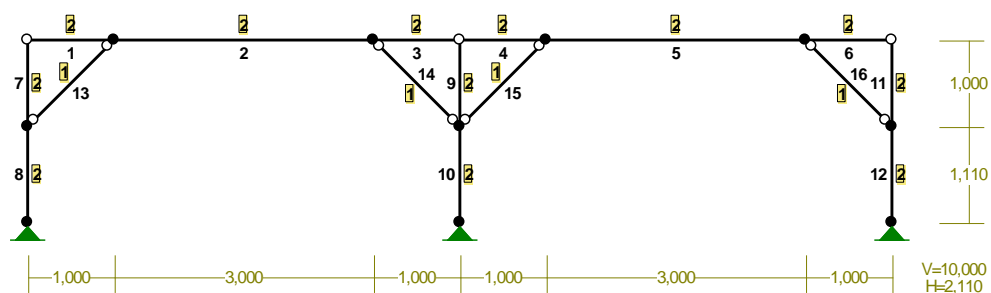
1	0,000	2,110	8	0,000	1,110
2	5,000	2,110	9	5,000	1,110
3	10,000	2,110	10	10,000	1,110
4	0,000	0,000	11	6,000	2,110
5	5,000	0,000	12	4,000	2,110
6	10,000	0,000	13	9,000	2,110

7 1,000 2,110

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] I_x[cm⁴] I_y[cm⁴] W_g[cm³] W_d[cm³] h[cm] Materiał:

1 256,0 5461 5461 683 683 16,0 1,3E+2 Drewno C18

2 288,0 7776 6144 864 864 18,0 1,3E+2 Drewno C18

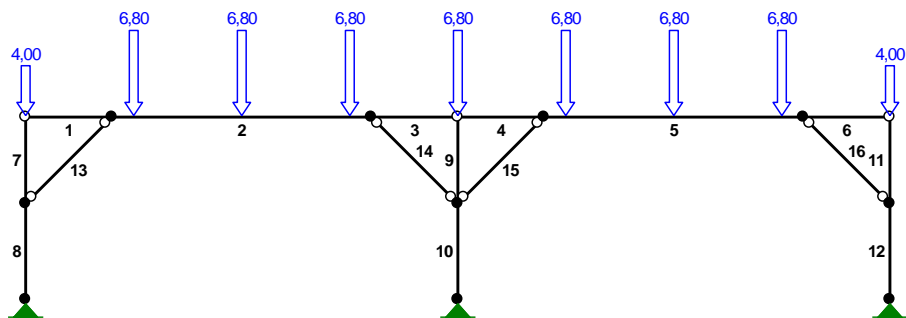
STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:

[kN/mm²] [N/mm²] [1/K]

130 Drewno C18 9 18,000 5,0E-6

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\square_G = 1,35/1,00$

Grupa: A "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

1	Skupione	0,0	4,00	0,00
2	Skupione	0,0	6,80	0,25
2	Skupione	0,0	6,80	1,50

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

2	Skupione	0,0	6,80	2,75
3	Skupione	0,0	6,80	1,00
5	Skupione	0,0	6,80	0,25
5	Skupione	0,0	6,80	1,50
5	Skupione	0,0	6,80	2,75
6	Skupione	0,0	4,00	1,00

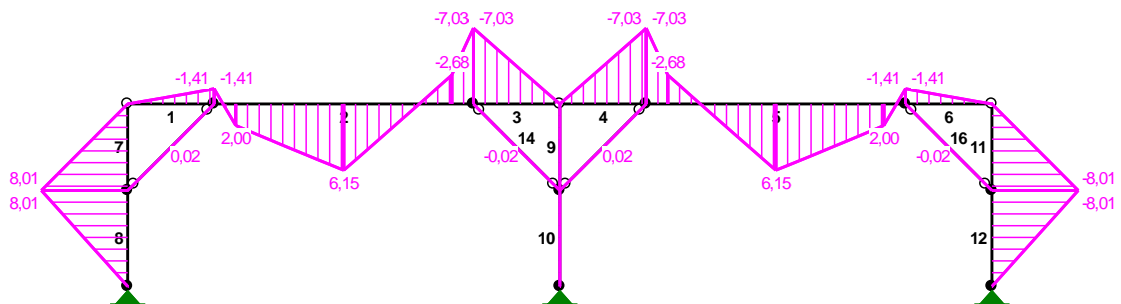
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa: Znaczenie: □: □0/□1/□2:

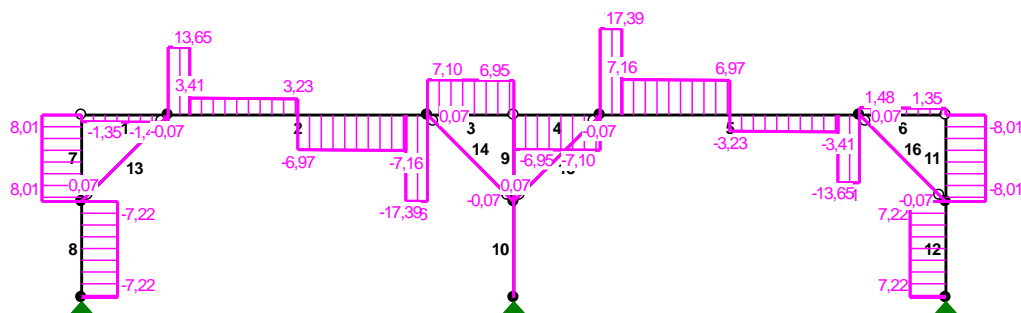
CW-"Ciężar własny" Stałe 1,35/1,00

A -"" Zmienne 1 1,50 1/1/1

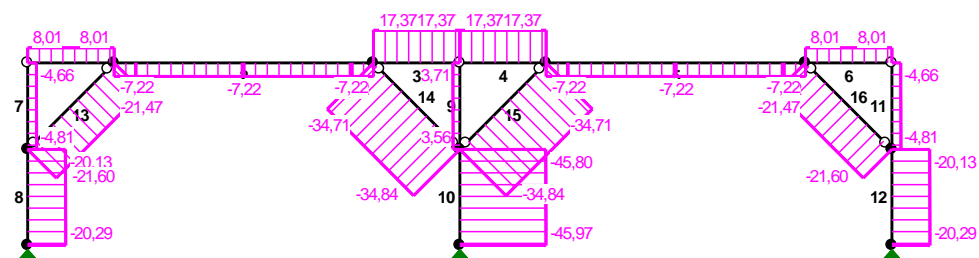
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW A

Pręt: x/L: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]:

1	a	0,00	0,000	0,00	-1,34	8,01
	b	0,00	0,000	0,00	-1,35	7,98
	a	1,00	1,000	-1,41	-1,48	8,01

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

	b	1,00	1,000	-1,41	-1,47	7,98
2	a	0,00	0,000	-1,41	13,65	-7,22
	b	0,00	0,000	-1,41	13,62	-7,19
	a	0,50	1,500	6,15*	-6,97	-7,22
	a	0,50	1,500	6,15*	3,23	-7,22
	b	0,50	1,500	6,13	3,23	-7,19*
	a	1,00	3,000	-7,03	-17,39	-7,22
	b	1,00	3,000	-7,01	-17,35	-7,19
3	a	0,00	0,000	-7,03	7,10	17,37
	b	0,00	0,000	-7,01	7,07	17,31
	a	1,00	1,000	0,00	6,95	17,37
	b	1,00	1,000	0,00	6,94	17,31
4	a	0,00	0,000	0,00	-6,95	17,37
	b	0,00	0,000	0,00	-6,94	17,31
	a	1,00	1,000	-7,03	-7,10	17,37
	b	1,00	1,000	-7,01	-7,07	17,31
5	a	0,00	0,000	-7,03	17,39	-7,22
	b	0,00	0,000	-7,01	17,35	-7,19
	a	0,50	1,500	6,15*	6,97	-7,22
	b	0,50	1,500	6,13	6,97	-7,19*
	a	1,00	3,000	-1,41	-13,65	-7,22
	b	1,00	3,000	-1,41	-13,62	-7,19
6	a	0,00	0,000	-1,41	1,48	8,01

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

	b	0,00	0,000	-1,41	1,47	7,98
	a	1,00	1,000	0,00	1,34	8,01
	b	1,00	1,000	0,00	1,35	7,98
7	a	0,00	0,000	0,00	8,01	-4,66
	b	0,00	0,000	0,00	7,98	-4,65
	a	1,00	1,000	8,01	8,01	-4,81
	b	1,00	1,000	7,98	7,98	-4,78
8	a	0,00	0,000	8,01	-7,22	-20,13
	b	0,00	0,000	7,98	-7,19	-20,03
	a	1,00	1,110	0,00	-7,22	-20,29
	b	1,00	1,110	0,00	-7,19	-20,17
9	a	0,00	0,000	0,00	0,00	3,71
	b	0,00	0,000	0,00	0,00	3,69
	a	1,00	1,000	0,00	0,00	3,56
	b	1,00	1,000	0,00	0,00	3,56
10	a	0,00	0,000	0,00	0,00	-45,80
	b	0,00	0,000	0,00	0,00	-45,60
	a	1,00	1,110	0,00	0,00	-45,97
	b	1,00	1,110	0,00	0,00	-45,74
11	a	0,00	0,000	0,00	-8,01	-4,66
	b	0,00	0,000	0,00	-7,98	-4,65
	a	1,00	1,000	-8,01	-8,01	-4,81

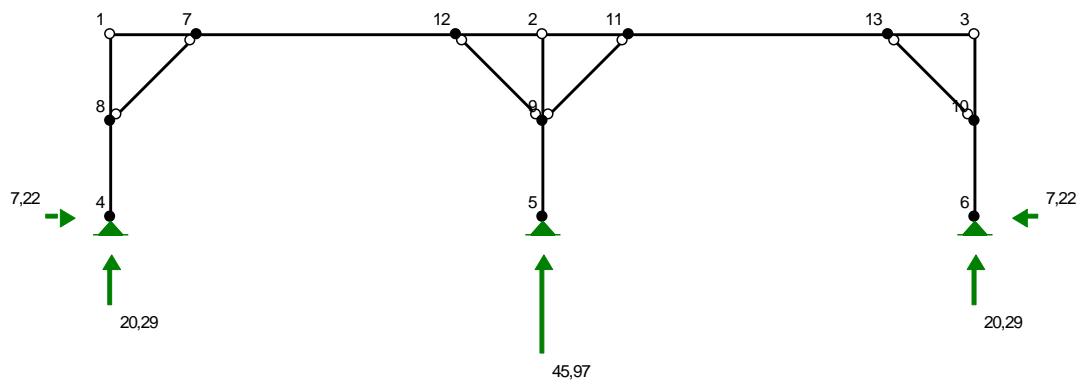
Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

	b	1,00	1,000	-7,98	-7,98	-4,78
12	a	0,00	0,000	-8,01	7,22	-20,13
	b	0,00	0,000	-7,98	7,19	-20,03
	a	1,00	1,110	0,00	7,22	-20,29
	b	1,00	1,110	0,00	7,19	-20,17
13	a	0,00	0,000	0,00	0,07	-21,60
	b	0,00	0,000	0,00	0,06	-21,51
	a	0,51	0,724	0,02*	0,00	-21,53
	a	0,49	0,696	0,02*	0,00	-21,53
	a	1,00	1,414	0,00	-0,07	-21,47
	b	1,00	1,414	0,00	-0,06	-21,40
14	a	0,00	0,000	0,00	-0,07	-34,84
	b	0,00	0,000	0,00	-0,06	-34,71
	a	0,51	0,724	-0,02*	0,00	-34,77
	a	0,49	0,696	-0,02*	0,00	-34,77
	a	1,00	1,414	0,00	0,07	-34,71
	b	1,00	1,414	0,00	0,06	-34,60
15	a	0,00	0,000	0,00	0,07	-34,84
	b	0,00	0,000	0,00	0,06	-34,71
	a	0,51	0,724	0,02*	0,00	-34,77
	a	0,49	0,696	0,02*	0,00	-34,77
	a	1,00	1,414	0,00	-0,07	-34,71
	b	1,00	1,414	0,00	-0,06	-34,60

16	a	0,00	0,000	0,00	-0,07	-21,60
	b	0,00	0,000	0,00	-0,06	-21,51
	a	0,51	0,724	-0,02*	0,00	-21,53
	a	0,49	0,696	-0,02*	0,00	-21,53
	a	1,00	1,414	0,00	0,07	-21,47
	b	1,00	1,414	0,00	0,06	-21,40

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW A

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

4	a	7,22	20,29	21,54
	b	7,19	20,17	21,41
5	a	0,00	45,97	45,97

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

	b	0,00	45,74	45,74
6	a	-7,22	20,29	21,54
	b	-7,19	20,17	21,41

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW A

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

4	4,82	13,59	14,42
5	0,00	30,76	30,76
6	-4,82	13,59	14,42

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu

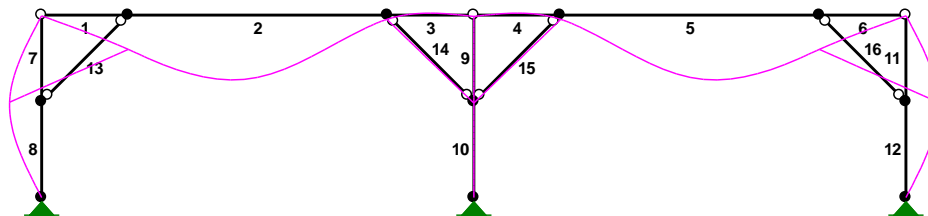
Obciążenia char.: CW A

Węzeł: Ux[m]: Uy[m]: Wypadkowe[m]: Fi[rad]([deg]):

1	-0,00001	-0,00007	0,00007	
2	0,00000	-0,00012	0,00012	
3	0,00001	-0,00007	0,00007	
4	0,00000	0,00000	0,00000	0,00397 (0,227)
5	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000 (0,000)
6	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00397 (-0,227)

7	0,00001	-0,00303	0,00303	-0,00340 (-0,195)
8	-0,00284	-0,00006	0,00284	-0,00028 (-0,016)
9	0,00000	-0,00013	0,00013	0,00000 (0,000)
10	0,00284	-0,00006	0,00284	0,00028 (0,016)
11	0,00004	-0,00038	0,00038	-0,00249 (-0,142)
12	-0,00004	-0,00038	0,00038	0,00249 (0,142)
13	-0,00001	-0,00303	0,00303	0,00340 (0,195)

PRZEMIESZCZENIA:



DEFORMACJE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW A

Pręt: Wa[m]: Wb[m]: Fla[deg]: Flb[deg]: f[m]: L/f:

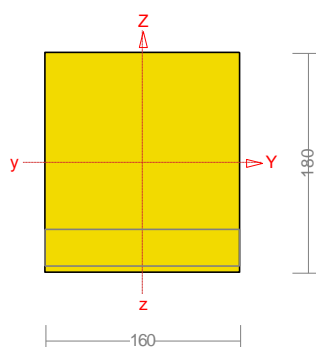
1	-0,0001	-0,0030	-0,157	-0,195	0,0001	11891,8
2	-0,0030	-0,0004	-0,195	0,142	0,0038	780,4
3	-0,0004	-0,0001	0,142	-0,049	0,0004	2337,0
4	-0,0001	-0,0004	0,049	-0,142	0,0004	2337,0
5	-0,0004	-0,0030	-0,142	0,195	0,0038	780,4

6	-0,0030	-0,0001	0,195	0,157	0,0001	11891,8
7	0,0000	-0,0028	-0,235	-0,016	0,0005	2039,9
8	-0,0028	0,0000	-0,016	0,227	0,0006	1837,7
9	0,0000	0,0000	0,000	0,000	0,0000	2,30E+17
10	0,0000	0,0000	0,000	0,000	0,0000	2,09E+17
11	0,0000	0,0028	0,235	0,016	0,0005	2039,9
12	0,0028	0,0000	0,016	-0,227	0,0006	1837,7
13	0,0020	-0,0021	-0,168	-0,166	0,0000	194021,1
14	0,0001	0,0003	0,009	0,007	0,0000	194021,1
15	-0,0001	-0,0003	-0,009	-0,007	0,0000	194021,1
16	-0,0020	0,0021	0,168	0,166	0,0000	194021,1

Pręt nr 2

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.21 licencja nr 1747)

Zadanie:



Przekrój: 2 „B 18x16”

Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \text{ mm} \quad b=160,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=7776,0; \quad J_{zg}=6144,0 \text{ cm}^4; \quad A=288,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=5,2; \quad i_z=4,6 \text{ cm}; \quad W_y=864,0; \quad W_z=768,0 \text{ cm}^3.$$

Oslabienia przekroju:

Przyjęto osłabienia przekroju otworami o powierzchni $A_o = 0,00 \text{ cm}^2$.

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 C18**.

$$\begin{aligned}
 f_{m,k} &= 1,000 \times 18,00 = 18,00 & f_{m,d} &= 8,308 \text{ MPa} \\
 f_{t,0,k} &= 1,000 \times 10,00 = 10,00 & f_{t,0,d} &= 4,615 \text{ MPa} \\
 f_{t,90,k} &= 0,40 & f_{t,90,d} &= 0,185 \text{ MPa} \\
 f_{c,0,k} &= 18,00 & f_{c,0,d} &= 8,308 \text{ MPa} \\
 f_{c,90,k} &= 2,20 & f_{c,90,d} &= 1,015 \text{ MPa} \\
 f_{v,k} &= 3,40 & f_{v,d} &= 1,569 \text{ MPa} \\
 E_{0,\text{mean}} &= 9000 \text{ MPa} \\
 E_{90,\text{mean}} &= 300 \text{ MPa} \\
 E_{0,05} &= 6000 \text{ MPa} \\
 G_{\text{mean}} &= 560 \text{ MPa} \\
 \rho_k &= 320 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=3,000 \text{ m}$; $x_b=0,000 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”.

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

$$l_c = \mu l = 0,572 \times 3,000 = 1,716 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

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

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,716 / 5,1962 \times 10^2 = 33,02$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 3,000 / 4,6188 \times 10^2 = 64,95$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 33,02 / \pi \times \sqrt{18/6000} = 0,576 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 64,95 / \pi \times \sqrt{18/6000} = 1,132 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,576 - 0,3) + (0,576)^2] = 0,693 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,132 - 0,3) + (1,132)^2] = 1,224 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,693 + \sqrt{0,693^2 - 0,576^2}) = 0,926 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,224 + \sqrt{1,224^2 - 1,132^2}) = 0,592 \quad (6.26)$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 288,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 7,22 / 288,00 \times 10 = \mathbf{0,251} < \mathbf{4,916} = 0,592 \times 8,308 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=3,000 \text{ m}$; $x_b=0,000 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,251}{0,926 \times 8,308} + \frac{8,133}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,011} > \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,251}{0,592 \times 8,308} + 0,7 \times \frac{8,133}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,736} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=3,000 \text{ m}$; $x_b=0,000 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 3000,0 + 180 + 180 = 3360,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 160^2}{180 \times 3360,0} \times 6000 = 198,095 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18,00 / 198,095} = 0,301 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} = \frac{8,133^2}{1,000^2 \times 8,308^2} + \frac{0,251}{0,592 \times 8,308} = \mathbf{1,009 > 1} \quad (6.35)$$

Nośność dla $x_a=3,000$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{8,133}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,979 < 1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{8,133}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,685 < 1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=3,000$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,251^2}{8,308^2} + \frac{8,133}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,980 < 1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,251^2}{8,308^2} + 0,7 \times \frac{8,133}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{0,686 < 1} \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=3,000$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 17,39 / (0,67 \times 288,00) \times 10 = 1,352 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 1,35 / (1,00 \times 288,00) \times 10 = 0,070 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{1,352^2 + 0,070^2} = \mathbf{1,354 < 1,569} = 1,000 \times 1,569 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=3,000$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,211 \times 16,0^2 \times 18,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000 < 1,834} = 1,169 \times 1,569 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,500$ m; $x_b=1,500$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A; Q-S: CW+A”
liczone od cięciwy przęta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 150 = 3000,0 / 150 = 20,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 150 = 3000,0 / 150 = 20,0 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 3,84 \times [1 + 19,20 \times (180,0/3000,0)^2] = 4,11 \text{ mm}$$

$$u_{y,inst} = u_y [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 1,14 \times [1 + 19,20 \times (160,0/3000,0)^2] = 1,21 \text{ mm}$$

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,fin} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 3,84 \times [1 + 19,20 \times (180,0/3000,0)^2] (1 + 0,60) = 6,58 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_y [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 1,14 \times [1 + 19,20 \times (160,0/3000,0)^2] (1 + 0,60) = 1,93 \text{ mm}$$

Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = 4,1$$

$$u_{y,inst} = 1,2$$

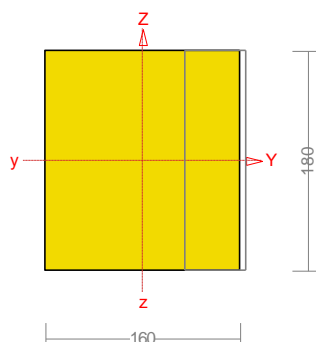
$$u_{z,fin} = 6,6 < 20,0 = u_{z,fin,gr}$$

$$u_{y,fin} = 1,9 < 20,0 = u_{y,fin,gr}$$

Pręt nr 8 – stolec skrajny

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.21 licencja nr 1747)

Zadanie:



Przekrój: 2 „B 18x16”

Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \text{ mm } b=160,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=7776,0; J_{zg}=6144,0 \text{ cm}^4; A=288,00 \text{ cm}^2; i_y=5,2; i_z=4,6 \text{ cm}; W_y=864,0; W_z=768,0 \text{ cm}^3.$$

Oslabienia przekroju:

Przyjęto osłabienia przekroju otworami o powierzchni $A_o = 90,00 \text{ cm}^2$.

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 C18.**

$$f_{m,k} = 1,000 \times 18,00 = 18,00$$

$$f_{m,d} = 8,308 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,000 \times 10,00 = 10,00$$

$$f_{t,0,d} = 4,615 \text{ MPa}$$

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

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

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

$$f_{c,0,d} = 8,308 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}
 f_{c,90,k} &= 2,20 & f_{c,90,d} &= 1,015 \text{ MPa} \\
 f_{v,k} &= 3,40 & f_{v,d} &= 1,569 \text{ MPa} \\
 E_{0,\text{mean}} &= 9000 \text{ MPa} \\
 E_{90,\text{mean}} &= 300 \text{ MPa} \\
 E_{0,05} &= 6000 \text{ MPa} \\
 G_{\text{mean}} &= 560 \text{ MPa} \\
 \rho_k &= 320 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 8

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,110$ m; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”.

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

$$l_c = \mu l = 2,438 \times 1,110 = 2,706 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,110 = 1,110 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,706 / 5,1962 \times 10^2 = 52,08$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,110 / 4,6188 \times 10^2 = 24,03$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 52,08 / \pi \times \sqrt{18/6000} = 0,908 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 24,03 / \pi \times \sqrt{18/6000} = 0,419 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,908 - 0,3) + (0,908)^2] = 0,973 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,419 - 0,3) + (0,419)^2] = 0,600 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,973 + \sqrt{0,973^2 - 0,908^2}) = 0,756 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,600 + \sqrt{0,600^2 - 0,419^2}) = 0,972 \quad (6.26)$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 198,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 20,13 / 198,00 \times 10 = \mathbf{1,017} < \mathbf{6,280} = 0,756 \times 8,308 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,110$ m; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,017}{0,756 \times 8,308} + \frac{13,484}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,785} > \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,017}{0,972 \times 8,308} + 0,7 \times \frac{13,484}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,262} > \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,110$ m; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni **górnej**, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 1110,0 + 180 + 180 = 1470,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 160^2}{180 \times 1470,0} \times 6000 = 452,789 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18,00 / 452,789} = 0,199 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{\text{crit}} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} = \frac{9,270^2}{1,000^2 \times 8,308^2} + \frac{0,699}{0,972 \times 8,308} = \mathbf{1,332 > 1} \quad (6.35)$$

Nośność dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,110$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{13,484}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,623 > 1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{13,484}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,136 > 1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,110$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,017^2}{8,308^2} + \frac{13,484}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,638 > 1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,017^2}{8,308^2} + 0,7 \times \frac{13,484}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,151 > 1} \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,110$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 7,22 / (0,67 \times 198,00) \times 10 = 0,816 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 198,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,816^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,816 < 1,569} = 1,000 \times 1,569 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,110$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

$$\tau_{\text{tor},d} = \frac{M_{\text{tor}}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,211 \times 16,0^2 \times 18,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000 < 1,834} = 1,169 \times 1,569 = k_{\text{shape}} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=0,555$ m; $x_b=0,555$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A; Q-S: CW+A”
liczone od cięciwy pręta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 150 = 1110,0 / 150 = 7,4 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 150 = 1110,0 / 150 = 7,4 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 0,60 \times [1 + 19,20 \times (180,0/1110,0)^2] = 0,91 \text{ mm}$$

$$u_{y,inst} = u_y [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 0,00 \times [1 + 19,20 \times (160,0/1110,0)^2] = 0,00 \text{ mm}$$

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,fin} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,60 \times [1 + 19,20 \times (180,0/1110,0)^2] (1 + 0,60) = 1,45 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_y [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,00 \times [1 + 19,20 \times (160,0/1110,0)^2] (1 + 0,60) = 0,00 \text{ mm}$$

Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = 0,9$$

$$u_{z,fin} = 1,5 < 7,4 = u_{z,fin,gr}$$

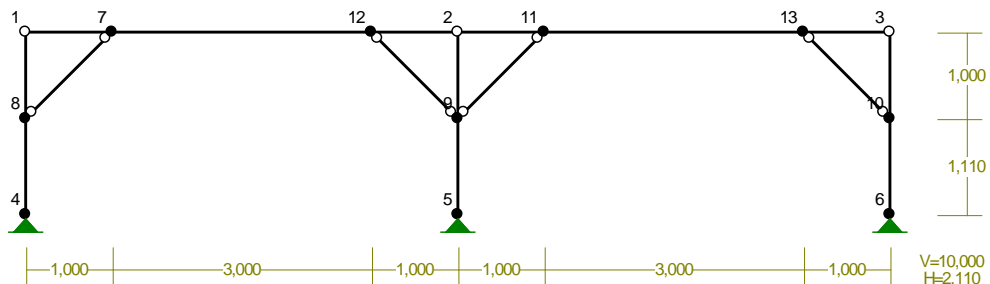
Poz. 1.3.2. Platew z obc. max.

Obciążenia od reakcji od krokwi.

$$V_c = 10,12 \text{ kN}$$

$$\gamma = 1,50$$

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr: X [m]: Y [m]: Nr: X [m]: Y [m]:

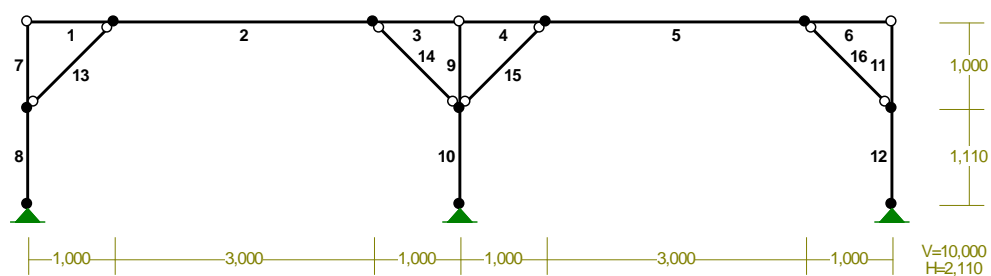
1 0,000 2,110 8 0,000 1,110

2 5,000 2,110 9 5,000 1,110

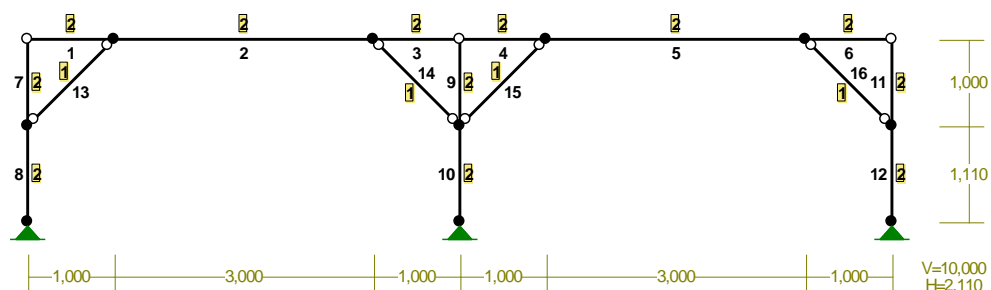
Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

3	10,000	2,110	10	10,000	1,110
4	0,000	0,000	11	6,000	2,110
5	5,000	0,000	12	4,000	2,110
6	10,000	0,000	13	9,000	2,110
7	1,000	2,110			

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] I_x[cm⁴] I_y[cm⁴] W_g[cm³] W_d[cm³] h[cm] Materiał:

1	256,0	5461	5461	683	683	16,0	1,3E+2	Drewno C18
2	288,0	7776	6144	864	864	18,0	1,3E+2	Drewno C18

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:

[kN/mm²] [N/mm²] [1/K]

130 Drewno C18	9	18,000	5,0E-6
----------------	---	--------	--------

ZESTAWIENIE MATERIAŁU:

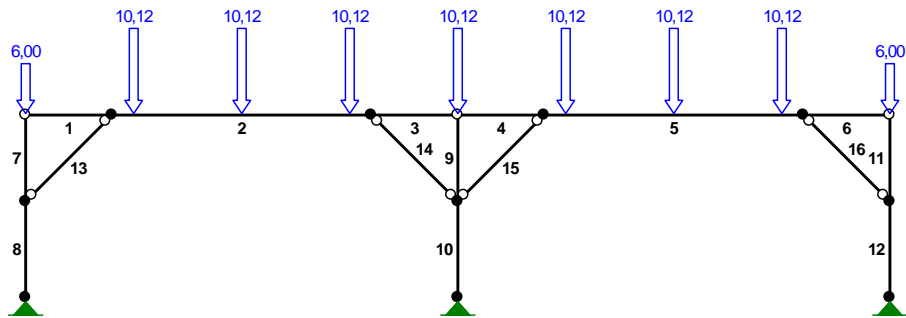
Oznaczenie: Materiał: Długość[m] Masa[t]

B 18x16	Drewno C18	7x 1,00 + 2x 3,00 +	
		3x 1,11	= 16,33 0,179

B 16x16	Drewno C18	4x 1,41	= 5,66 0,055
---------	------------	---------	--------------

MASA CAŁKOWITA USTROJU: **0,234**

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\square_G = 1,35/1,00$

Grupa: A "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

1	Skupione	0,0	6,00	0,00
2	Skupione	0,0	10,12	0,25
2	Skupione	0,0	10,12	1,50
2	Skupione	0,0	10,12	2,75
3	Skupione	0,0	10,12	1,00
5	Skupione	0,0	10,12	0,25
5	Skupione	0,0	10,12	1,50
5	Skupione	0,0	10,12	2,75
6	Skupione	0,0	6,00	1,00

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 11.114 licencja nr 1747

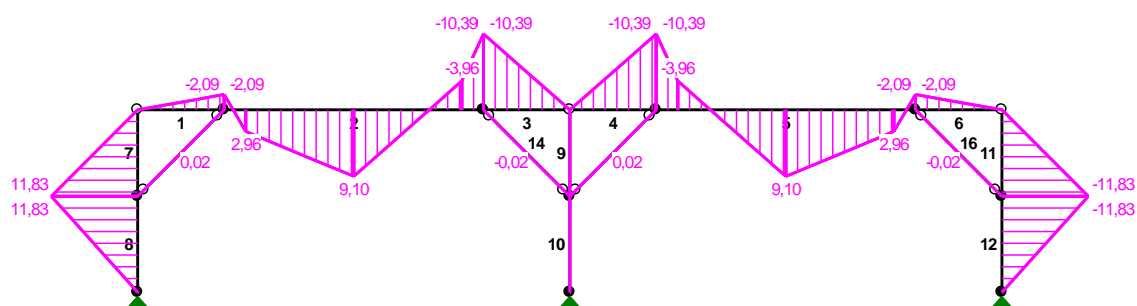
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa: Znaczenie: □: □0/□1/□2:

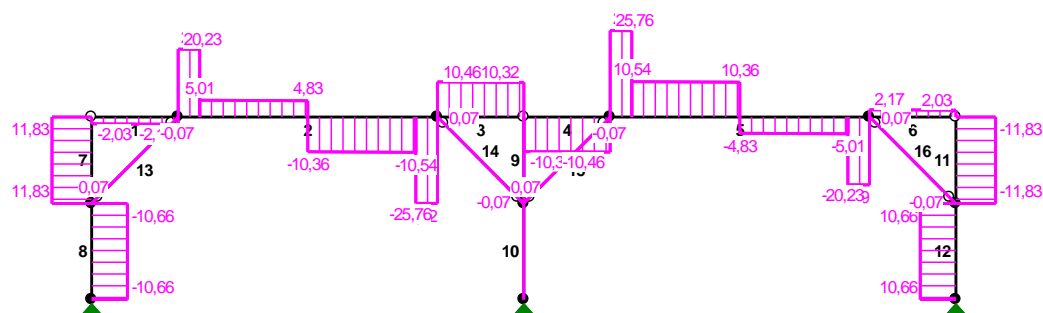
CW-"Ciężar własny" Stałe 1,35/1,00

A -"" Zmienne 1 1,50 1/1/1

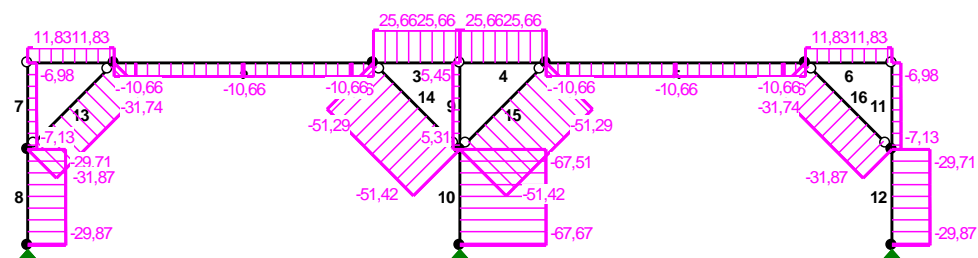
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW A

Pręt: x/L: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]:

1	a	0,00	0,000	0,00	-2,02	11,83
	b	0,00	0,000	0,00	-2,03	11,80
	a	1,00	1,000	-2,09	-2,17	11,83

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

	b	1,00	1,000	-2,09	-2,16	11,80
2	a	0,00	0,000	-2,09	20,23	-10,66
	b	0,00	0,000	-2,09	20,20	-10,63
	a	0,50	1,500	9,10*	-10,36	-10,66
	a	0,50	1,500	9,10*	4,82	-10,66
	b	0,50	1,500	9,09	4,83	-10,63*
	a	1,00	3,000	-10,39	-25,76	-10,66
	b	1,00	3,000	-10,37	-25,72	-10,63
3	a	0,00	0,000	-10,39	10,46	25,66
	b	0,00	0,000	-10,37	10,43	25,60
	a	1,00	1,000	0,00	10,32	25,66
	b	1,00	1,000	0,00	10,31	25,60
4	a	0,00	0,000	0,00	-10,32	25,66
	b	0,00	0,000	0,00	-10,31	25,60
	a	1,00	1,000	-10,39	-10,46	25,66
	b	1,00	1,000	-10,37	-10,43	25,60
5	a	0,00	0,000	-10,39	25,76	-10,66
	b	0,00	0,000	-10,37	25,72	-10,63
	a	0,50	1,500	9,10*	10,36	-10,66
	b	0,50	1,500	9,09	10,35	-10,63*
	a	1,00	3,000	-2,09	-20,23	-10,66
	b	1,00	3,000	-2,09	-20,20	-10,63
6	a	0,00	0,000	-2,09	2,17	11,83

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

	b	0,00	0,000	-2,09	2,16	11,80
	a	1,00	1,000	0,00	2,02	11,83
	b	1,00	1,000	0,00	2,03	11,80
7	a	0,00	0,000	0,00	11,83	-6,98
	b	0,00	0,000	0,00	11,80	-6,97
	a	1,00	1,000	11,83	11,83	-7,13
	b	1,00	1,000	11,80	11,80	-7,10
8	a	0,00	0,000	11,83	-10,66	-29,71
	b	0,00	0,000	11,80	-10,63	-29,61
	a	1,00	1,110	0,00	-10,66	-29,87
	b	1,00	1,110	0,00	-10,63	-29,75
9	a	0,00	0,000	0,00	0,00	5,45
	b	0,00	0,000	0,00	0,00	5,43
	a	1,00	1,000	0,00	0,00	5,30
	b	1,00	1,000	0,00	0,00	5,31
10	a	0,00	0,000	0,00	0,00	-67,51
	b	0,00	0,000	0,00	0,00	-67,31
	a	1,00	1,110	0,00	0,00	-67,67
	b	1,00	1,110	0,00	0,00	-67,45
11	a	0,00	0,000	0,00	-11,83	-6,98
	b	0,00	0,000	0,00	-11,80	-6,97
	a	1,00	1,000	-11,83	-11,83	-7,13

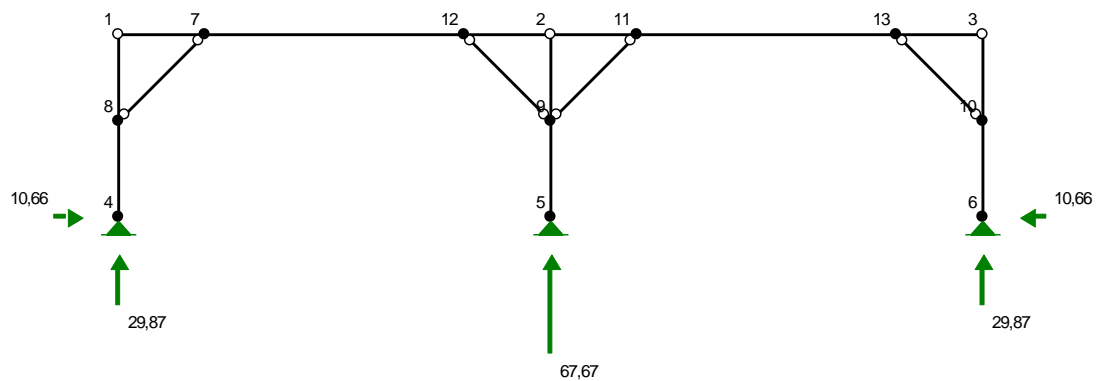
Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

	b	1,00	1,000	-11,80	-11,80	-7,10
12	a	0,00	0,000	-11,83	10,66	-29,71
	b	0,00	0,000	-11,80	10,63	-29,61
	a	1,00	1,110	0,00	10,66	-29,87
	b	1,00	1,110	0,00	10,63	-29,75
13	a	0,00	0,000	0,00	0,07	-31,87
	b	0,00	0,000	0,00	0,06	-31,78
	a	0,51	0,724	0,02*	0,00	-31,80
	a	0,49	0,696	0,02*	0,00	-31,80
	a	1,00	1,414	0,00	-0,07	-31,74
	b	1,00	1,414	0,00	-0,06	-31,67
14	a	0,00	0,000	0,00	-0,07	-51,42
	b	0,00	0,000	0,00	-0,06	-51,29
	a	0,51	0,724	-0,02*	0,00	-51,35
	a	0,49	0,696	-0,02*	0,00	-51,36
	a	1,00	1,414	0,00	0,07	-51,29
	b	1,00	1,414	0,00	0,06	-51,18
15	a	0,00	0,000	0,00	0,07	-51,42
	b	0,00	0,000	0,00	0,06	-51,29
	a	0,51	0,724	0,02*	0,00	-51,35
	a	0,49	0,696	0,02*	0,00	-51,36
	a	1,00	1,414	0,00	-0,07	-51,29
	b	1,00	1,414	0,00	-0,06	-51,18

16	a	0,00	0,000	0,00	-0,07	-31,87
	b	0,00	0,000	0,00	-0,06	-31,78
	a	0,51	0,724	-0,02*	0,00	-31,80
	a	0,49	0,696	-0,02*	0,00	-31,80
	a	1,00	1,414	0,00	0,07	-31,74
	b	1,00	1,414	0,00	0,06	-31,67

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW A

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

4	a	10,66	29,87	31,72
	b	10,63	29,75	31,59

5	a	0,00	67,67	67,67
	b	0,00	67,45	67,45
6	a	-10,66	29,87	31,72
	b	-10,63	29,75	31,59

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW A

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

4	7,12	19,98	21,21
5	0,00	45,23	45,23
6	-7,12	19,98	21,21

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu

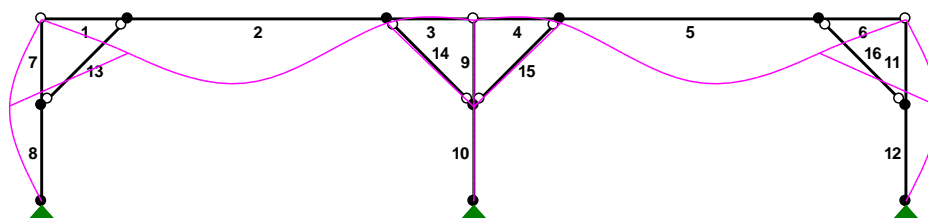
Obciążenia char.: CW A

Węzeł: Ux[m]: Uy[m]: Wypadkowe[m]: Fi[rad]([deg]):

1	-0,00001	-0,00010	0,00010	
2	0,00000	-0,00018	0,00018	
3	0,00001	-0,00010	0,00010	
4	0,00000	0,00000	0,00000	0,00586 (0,336)
5	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000 (0,000)
6	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00586 (-0,336)

7	0,00002	-0,00447	0,00447	-0,00503 (-0,288)
8	-0,00418	-0,00009	0,00419	-0,00041 (-0,023)
9	0,00000	-0,00019	0,00019	0,00000 (0,000)
10	0,00418	-0,00009	0,00419	0,00041 (0,023)
11	0,00007	-0,00056	0,00056	-0,00368 (-0,211)
12	-0,00007	-0,00056	0,00056	0,00368 (0,211)
13	-0,00002	-0,00447	0,00447	0,00503 (0,288)

PRZEMIESZCZENIA:



DEFORMACJE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW A

Pręt: Wa[m]: Wb[m]: FIa[deg]: FIb[deg]: f[m]: L/f:

1	-0,0001	-0,0045	-0,232	-0,288	0,0001	7944,8
2	-0,0045	-0,0006	-0,288	0,211	0,0057	528,0
3	-0,0006	-0,0002	0,211	-0,073	0,0006	1579,2
4	-0,0002	-0,0006	0,073	-0,211	0,0006	1579,2

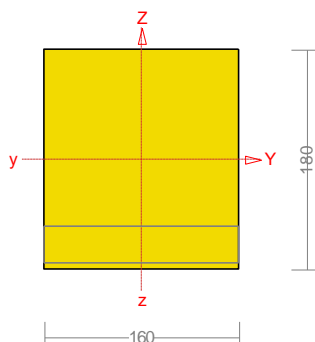
Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

5	-0,0006	-0,0045	-0,211	0,288	0,0057	528,0
6	-0,0045	-0,0001	0,288	0,232	0,0001	7944,8
7	0,0000	-0,0042	-0,347	-0,023	0,0007	1382,3
8	-0,0042	0,0000	-0,023	0,336	0,0009	1245,3
9	0,0000	0,0000	0,000	0,000	0,0000	7,00E+17
10	0,0000	0,0000	0,000	0,000	0,0000	6,20E+17
11	0,0000	0,0042	0,347	0,023	0,0007	1382,3
12	0,0042	0,0000	0,023	-0,336	0,0009	1245,3
13	0,0029	-0,0032	-0,247	-0,245	0,0000	194021,1
14	0,0001	0,0004	0,013	0,011	0,0000	194021,1
15	-0,0001	-0,0004	-0,013	-0,011	0,0000	194021,1
16	-0,0029	0,0032	0,247	0,245	0,0000	194021,1

Pręt nr 2 – płatew

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.21 licencja nr 1747)

Zadanie: Okulickiego 9 - płatew drewniana obc. max. 2022.11



Przekrój: 2 „B 18x16”

Wymiary przekroju:

$h=180,0$ mm $b=160,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{yg}=7776,0$; $J_{zg}=6144,0$ cm⁴; $A=288,00$ cm²; $i_y=5,2$; $i_z=4,6$ cm; $W_y=864,0$; $W_z=768,0$ cm³.

Oslabienia przekroju:

Przyjęto osłabienia przekroju otworami o powierzchni $A_o = 48,00$ cm².

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 C18.**

$$f_{m,k} = 1,000 \times 18,00 = 18,00$$

$$f_{m,d} = 8,308 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,000 \times 10,00 = 10,00$$

$$f_{t,0,d} = 4,615 \text{ MPa}$$

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

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

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

$$f_{c,0,d} = 8,308 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,20$$

$$f_{c,90,d} = 1,015 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,40$$

$$f_{v,d} = 1,569 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 9000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 300 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 560 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=3,000 \text{ m}$; $x_b=0,000 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”.

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

$$l_c = \mu l = 0,572 \times 3,000 = 1,716 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

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

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,716 / 5,1962 \times 10^2 = 33,02$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 3,000 / 4,6188 \times 10^2 = 64,95$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 33,02 / \pi \times \sqrt{18/6000} = 0,576 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 64,95 / \pi \times \sqrt{18/6000} = 1,132 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,576 - 0,3) + (0,576)^2] = 0,693 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,132 - 0,3) + (1,132)^2] = 1,224 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,693 + \sqrt{0,693^2 - 0,576^2}) = 0,926 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,224 + \sqrt{1,224^2 - 1,132^2}) = 0,592 \quad (6.26)$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 288,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 10,66 / 288,00 \times 10 = \mathbf{0,370} < \mathbf{4,916} = 0,592 \times 8,308 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=3,000 \text{ m}$; $x_b=0,000 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,370}{0,926 \times 8,308} + \frac{12,026}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,496} > \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,370}{0,592 \times 8,308} + 0,7 \times \frac{12,026}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,089} > \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=3,000 \text{ m}$; $x_b=0,000 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”.

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni *górnej*, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 3000,0 + 180 + 180 = 3360,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 160^2}{180 \times 3360,0} \times 6000 = 198,095 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18,00 / 198,095} = 0,301 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} = \frac{12,026^2}{1,000^2 \times 8,308^2} + \frac{0,370}{0,592 \times 8,308} = \mathbf{2,171 > 1} \quad (6.35)$$

Nośność dla $x_a=3,000 \text{ m}$; $x_b=0,000 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{12,026}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,448 > 1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{12,026}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,013 > 1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=3,000 \text{ m}$; $x_b=0,000 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,370^2}{8,308^2} + \frac{12,026}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,450 > 1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,370^2}{8,308^2} + 0,7 \times \frac{12,026}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,015 > 1} \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=3,000 \text{ m}$; $x_b=0,000 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”.
Napężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 25,76 / (0,67 \times 288,00) \times 10 = 2,002 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 1,35 / (1,00 \times 288,00) \times 10 = 0,070 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

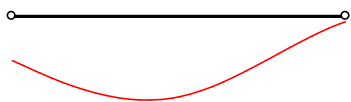
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{2,002^2 + 0,070^2} = \mathbf{2,003 > 1,569} = 1,000 \times 1,569 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=0,015 \text{ m}$; $x_b=2,985 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·CW+1,5·A (b)”.
Wzrosty:

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,211 \times 16,0^2 \times 18,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000 < 1,834} = 1,169 \times 1,569 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,500$ m; $x_b=1,500$ m; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A; Q-S: CW+A”
liczone od cięciwy pręta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 150 = 3000,0 / 150 = 20,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 150 = 3000,0 / 150 = 20,0 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 5,68 \times [1 + 19,20 \times (180,0/3000,0)^2] = 6,07 \text{ mm}$$

$$u_{y,inst} = u_y [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 1,14 \times [1 + 19,20 \times (160,0/3000,0)^2] = 1,21 \text{ mm}$$

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,fin} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 5,68 \times [1 + 19,20 \times (180,0/3000,0)^2] (1 + 0,60) = 9,72 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_y [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 1,14 \times [1 + 19,20 \times (160,0/3000,0)^2] (1 + 0,60) = 1,93 \text{ mm}$$

Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = \mathbf{6,1}$$

$$u_{y,inst} = \mathbf{1,2}$$

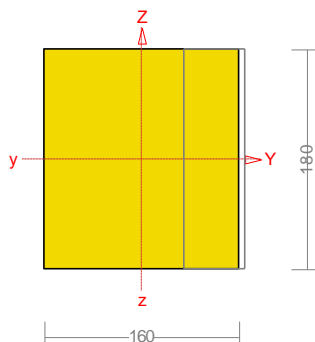
$$u_{z,fin} = \mathbf{9,7} < \mathbf{20,0} = u_{z,fin,gr}$$

$$u_{y,fin} = \mathbf{1,9} < \mathbf{20,0} = u_{y,fin,gr}$$

Pręt nr 8 – stolec skrajny

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.21 licencja nr 1747)

Zadanie: Okulickiego 9 - płatew drewniana obc. max. 2022.11



Przekrój: 2 „B 18x16”

Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \text{ mm } b=160,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=7776,0; J_{zg}=6144,0 \text{ cm}^4; A=288,00 \text{ cm}^2; i_y=5,2; i_z=4,6 \text{ cm}; W_y=864,0; W_z=768,0 \text{ cm}^3.$$

Oslabienia przekroju:

Przyjęto osłabienia przekroju otworami o powierzchni $A_o = \mathbf{90,00 \text{ cm}^2}$.

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 C18.**

$f_{m,k} = 1,000 \times 18,00 = 18,00$	$f_{m,d} = 8,308 \text{ MPa}$
$f_{t,0,k} = 1,000 \times 10,00 = 10,00$	$f_{t,0,d} = 4,615 \text{ MPa}$
$f_{t,90,k} = 0,40$	$f_{t,90,d} = 0,185 \text{ MPa}$
$f_{c,0,k} = 18,00$	$f_{c,0,d} = 8,308 \text{ MPa}$
$f_{c,90,k} = 2,20$	$f_{c,90,d} = 1,015 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 3,40$	$f_{v,d} = 1,569 \text{ MPa}$
$E_{0,mean} = 9000 \text{ MPa}$	
$E_{90,mean} = 300 \text{ MPa}$	
$E_{0,05} = 6000 \text{ MPa}$	
$G_{mean} = 560 \text{ MPa}$	
$\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$	

Sprawdzenie nośności pręta nr 8

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,000 \text{ m}$; $x_b=1,110 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”.

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

$$l_c = \mu l = 2,438 \times 1,110 = 2,706 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,110 = 1,110 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,706 / 5,1962 \times 10^2 = 52,08$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,110 / 4,6188 \times 10^2 = 24,03$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 52,08 / \pi \times \sqrt{18/6000} = 0,908 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 24,03 / \pi \times \sqrt{18/6000} = 0,419 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,908 - 0,3) + (0,908)^2] = 0,973 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,419 - 0,3) + (0,419)^2] = 0,600 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,973 + \sqrt{0,973^2 - 0,908^2}) = 0,756 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,600 + \sqrt{0,600^2 - 0,419^2}) = 0,972 \quad (6.26)$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 198,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 29,71 / 198,00 \times 10 = \mathbf{1,500} < \mathbf{6,280} = 0,756 \times 8,308 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,000 \text{ m}$; $x_b=1,110 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,500}{0,756 \times 8,308} + \frac{19,915}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{2,636} > \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,500}{0,972 \times 8,308} + 0,7 \times \frac{19,915}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,864} > \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,000 \text{ m}$; $x_b=1,110 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”.

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni *górnej*, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 1110,0 + 180 + 180 = 1470,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 160^2}{180 \times 1470,0} \times 6000 = 452,789 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18,00 / 452,789} = 0,199 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwijczenia:

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

Warunek stateczności:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} = \frac{13,691^2}{1,000^2 \times 8,308^2} + \frac{1,032}{0,972 \times 8,308} = \mathbf{2,844 > 1} \quad (6.35)$$

Nośność dla $x_a=0,000 \text{ m}$; $x_b=1,110 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{19,915}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{2,397 > 1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{19,915}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,678 > 1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,000 \text{ m}$; $x_b=1,110 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,500^2}{8,308^2} + \frac{19,915}{8,308} + 0,7 \times \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{2,430 > 1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,500^2}{8,308^2} + 0,7 \times \frac{19,915}{8,308} + \frac{0,000}{8,308} = \mathbf{1,711 > 1} \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,025 \text{ m}$; $x_b=1,085 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·CW+1,5·A (a)”:

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 10,66 / (0,67 \times 198,00) \times 10 = 1,205 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 198,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{1,205^2 + 0,000^2} = \mathbf{1,205 < 1,569} = 1,000 \times 1,569 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=0,025 \text{ m}$; $x_b=1,085 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·CW+1,5·A (b)”:

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,211 \times 16,0^2 \times 18,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000 < 1,834} = 1,169 \times 1,569 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=0,555$ m; $x_b=0,555$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A; Q-S: CW+A” liczone od cięciwy przęta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 150 = 1110,0 / 150 = 7,4 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 150 = 1110,0 / 150 = 7,4 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 0,89 \times [1 + 19,20 \times (180,0/1110,0)^2] = 1,34 \text{ mm}$$

$$u_{y,inst} = u_y [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 0,00 \times [1 + 19,20 \times (160,0/1110,0)^2] = 0,00 \text{ mm}$$

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,fin} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,89 \times [1 + 19,20 \times (180,0/1110,0)^2] (1 + 0,60) = 2,15 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_y [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,00 \times [1 + 19,20 \times (160,0/1110,0)^2] (1 + 0,60) = 0,00 \text{ mm}$$

Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = 1,3$$

$$u_{z,fin} = 2,1 < 7,4 = u_{z,fin,gr}$$

Poz. 2.0. Strop nad parterem.

Strop nad parterem zrealizowany został w technologii drewnianego stropu belkowego z podsufitką stanowiącą podkład pod tynk na trzcinie i „ślepy” pułapem stanowiącym deskowanie dla ułożenia izolacji akustycznej i termicznej w postaci polepy gr. ok. /8 cm/. „Ślepy” pułap zrealizowano z desek sosnowych ułożonych „do czoła” gr. ok. 4 cm. Podsufitka natomiast to deski ułożone „do czoła” gr. ok. 32 mm. Deski „ślepego” pułapu osadzono w falcach wyżłobionych w bocznych płaszczyznach belek nośnych stropu.

Belki główne stropu to sosnowe belki obrabiane toporami o przekroju 24 x 26 cm. Belki drewniane są w różnym stanie. Część szczególnie w części północnej frontowej /3 szt./ jest niemal całkowicie zdegradowana przez przecieki dachu oraz nieszczelności instalacji. Deskowanie w postaci „ślepego pułapu” jak i podsufitki jest przegniłe i przestało istnieć. W innych przypadkach z racji wieku obiektu i konstrukcji zauważalny jest rozwój próchnicy i działalność destrukcyjna owadów. Belki te wykazują powierzchniową próchnicę o zasięgu ok. 1,5 cm po obwodzie belek.

Z tego powodu do obliczeń sprawdzających przyjmuje się belki o przekroju 21 x 23 cm i klasie drewna C18. Rozstaw belek stropowych $a = 1,25$ m.

Na poddasze i pomieszczeń mieszkalnych zlokalizowanych na II kondygnacji budynku jest dostęp drewnianą klatką schodową z biegami policykowymi. Z tego względu przyjęto obciążenie użytkowe stropu o wartości $p_c = 1,50 \text{ kN/m}^2 > 1,25 \text{ kN/m}^2$ dla poddaszy z dostępem z klatki schodowej.

Poz. 2.1. Belka stropowa obciążenia.

Sprawdzenia nośności belki stropowej dokonuje się przy założeniu jej rozpiętości $l_0 = 7,15$ m

Zestawienie obciążeń:

- polepa	0,08 x 13,5 x 1,01	- 1,10 kN/m x 1,35 - 1,47 kN/m
- „ślepy pułap”	0,04 x 6,5 x 1,01	- 0,26 kN/m x 1,35 - 0,36 kN/m
- podsufitka	0,032 x 6,5 x 1,25	- 0,26 kN/m x 1,35 - 0,36 kN/m
- tynk na trzcinie	0,02 x 18,5 x 1,25	- 0,46 kN/m x 1,35 - 0,58 kN/m
- podłoga	0,038 x 6,5 x 1,25	- 0,31 kN/m x 1,35 - 0,42 kN/m

$$g_c = 2,39 \text{ kN/m} \quad g_0 = 3,19 \text{ kN/m}$$

$$\gamma = 1,35$$

- obc. użytkowe	1,25 x 1,50	- 1,88 kN/m x 1,50 - 2,81 kN/m
- ścianki działowe	1,25 x 0,25	- 0,32 kN/m x 1,50 - 0,47 kN/m

$$p_c = 2,20 \text{ kN/m} \quad p_0 = 3,28 \text{ kN/m}$$

$$\gamma = 1,50$$

Obciążenie od więźby dachowej.

$$P_c = 30,76 \text{ kN} \quad \gamma = 1,50$$

$$P_0 = 45,97 \text{ kN}$$

Przyjęto przekazanie obciążenia na strop za pomocą drewnianej belki podwalinowej. Belka stropu zlokalizowana bezpośrednio pod stolcem przenosi:

$$\frac{1}{2} P = 0,5 \times 30,76 = 15,38 \text{ kN} \quad \gamma = 1,50$$

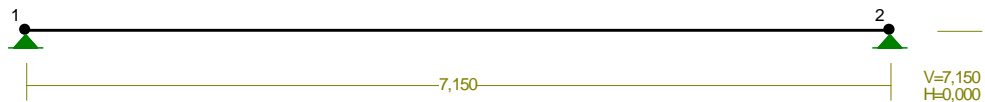
Belki zlokalizowane po sąsiedzku po

$$\frac{1}{4} P = 0,25 \times 15,38 = 7,69 \text{ kN} \quad \gamma = 1,50$$

Poz. 2.1.1. Belka stropowa pośrednia – przy założeniu pełnej sprawności /bez obciążenia więźbą dachową.

Drewno sosnowe klasy C20

WĘZŁY:



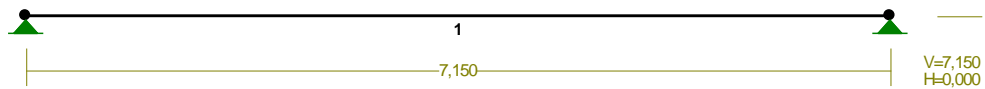
WĘZŁY:

Nr: X [m]: Y [m]:

1 0,000 0,000

2 7,150 0,000

PRĘTY:

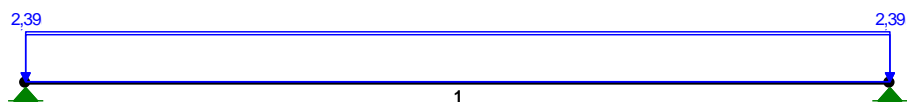


WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

1 624,0 35152 29952 2704 2704 26,0 1,3E+2 Drewno C20

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\square_G = 1,35/1,00$

Grupa: A "" Stałe $\square_G = 1,35/1,00$

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

1 Liniowe 0,0 2,39 2,39 0,00 7,15

Grupa: B "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

1 Liniowe 0,0 2,20 2,20 0,00 7,15

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 11.114 licencja nr 1747

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

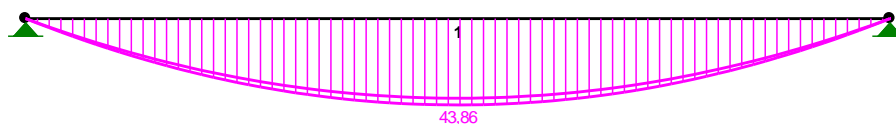
Grupa: Znaczenie: \square : $\square_0/\square_1/\square_2$:

CW-"Ciężar własny" Stałe 1,35/1,00

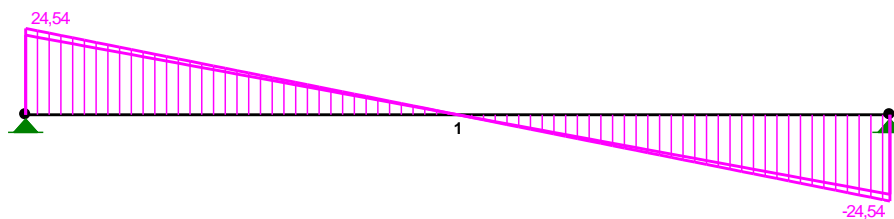
A -"" Stałe 1,35/1,00

B -"" Zmienne 1 1,50 1/1/1

MOMENTY:



TNĄCE:



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

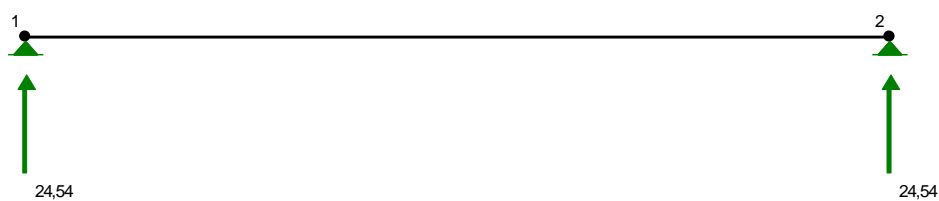
Obciążenia obl.: CW AB

Pręt: x/L: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]:

1	a	0,00	0,000	0,00	24,54	0,00
	b	0,00	0,000	0,00	22,63	0,00
	a	0,50	3,575	43,86*	0,00	0,00
	a	1,00	7,150	0,00	-24,54	0,00
	b	1,00	7,150	0,00	-22,63	0,00

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW AB

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

1 a 0,00 24,54 24,54
b 0,00 22,63 22,63
2 a 0,00 24,54 24,54
b 0,00 22,63 22,63

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AB

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

1 0,00 17,30 17,30
2 0,00 17,30 17,30

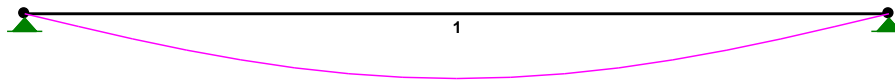
PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AB

Węzeł: Ux[m]: Uy[m]: Wypadkowe[m]: Fi[rad]([deg]):

1 0,00000 0,00000 0,00000 -0,02207 (-1,265)
2 0,00000 0,00000 0,00000 0,02207 (1,265)

PRZEMIESZCZENIA:



DEFORMACJE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AB

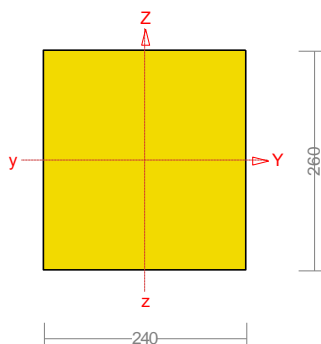
Pręt: Wa[m]: Wb[m]: Fla[deg]: Flb[deg]: f[m]: L/f:

Pręt	Wa[m]	Wb[m]	Fla[deg]	Flb[deg]	f[m]	L/f
1	0,0000	0,0000	-1,265	1,265	0,0493	145,0

Pręt nr 1 – belka stropowa o pełnej sprawności.

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.21 licencja nr 1747)

Zadanie:



Przekrój: 1 „B 26x24”

Wymiary przekroju:

$h=260,0$ mm $b=240,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{yg}=35152,0$; $J_{zg}=29952,0$ cm⁴; $A=624,00$ cm²; $i_y=7,5$; $i_z=6,9$ cm; $W_y=2704,0$; $W_z=2496,0$ cm³.

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 C20.**

$$f_{m,k} = 1,000 \times 20,00 = 20,00$$

$$f_{m,d} = 9,231 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,000 \times 11,50 = 11,50$$

$$f_{t,0,d} = 5,308 \text{ MPa}$$

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

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

$$f_{c,0,k} = 19,00$$

$$f_{c,0,d} = 8,769 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,30$$

$$f_{c,90,d} = 1,062 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,60$$

$$f_{v,d} = 1,662 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 9500 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 320 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 590 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=3,575 \text{ m}$; $x_b=3,575 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”.

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni *górnej*, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 7150,0 + 260 + 260 = 7670,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 240^2}{260 \times 7670,0} \times 6400 = 144,188 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{20,00 / 144,188} = 0,372 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwirzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 43,86 / 2704,00 \times 10^3 = \mathbf{16,220 > 9,231} = 1,000 \times 9,231 = k_{crit} f_{m,d} \quad (6.33)$$

Nośność dla $x_a=3,575 \text{ m}$; $x_b=3,575 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{16,220}{9,231} + 0,7 \times \frac{0,000}{9,231} = \mathbf{1,757 > 1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{16,220}{9,231} + \frac{0,000}{9,231} = \mathbf{1,230 > 1} \quad (6.18)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=3,575 \text{ m}$; $x_b=3,575 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+A)+1,5·B (b)”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (0,67 \times 624,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 624,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

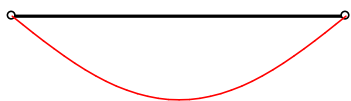
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,000^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,000 < 1,662} = 1,000 \times 1,662 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=3,575$ m; $x_b=3,575$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”.

$$\tau_{\text{tor,d}} = \frac{M_{\text{tor}}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,210 \times 24,0^2 \times 26,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{1,932} = 1,163 \times 1,662 = k_{\text{shape}} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=3,575$ m; $x_b=3,575$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A+B; Q-S: CW+A+B” liczone od cięciwy pręta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,\text{fin,gr}} = l / 150 = 7150,0 / 150 = 47,7 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin,gr}} = l / 150 = 7150,0 / 150 = 47,7 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,\text{inst}} = u_z = 49,32 \times = 49,32 \text{ mm}$$

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

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,\text{fin}} = u_z (1 + k_{\text{def}}) = 49,32 \times (1 + 0,60) = 78,91 \text{ mm}$$

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

Warunki SGU:

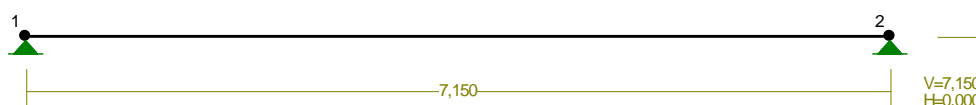
$$u_{z,\text{inst}} = \mathbf{49,3}$$

$$u_{z,\text{fin}} = \mathbf{78,9} > \mathbf{47,7} = u_{z,\text{fin,gr}}$$

Poz. 2.1.2. Belka stropowa przy uwzględnieniu destrukcji.

Zakłada się ubytek masy w wyniku próchnicy o wartości 1,5 cm obwodowo.

WĘZŁY:



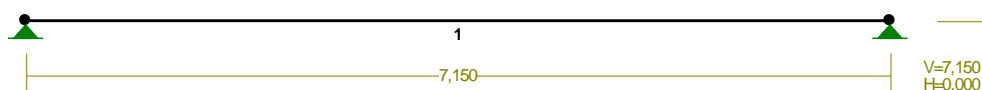
WĘZŁY:

Nr: X [m]: Y [m]:

1 0,000 0,000

2 7,150 0,000

PRĘTY:

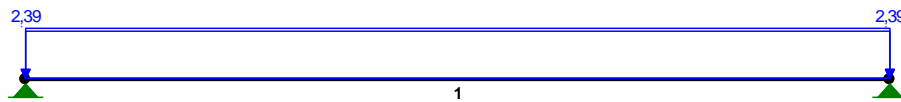


WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

2 483,0 21292 17750 1851 1851 23,0 1,3E+2 Drewno C20

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\square_G = 1,35/1,00$

Grupa: A "" Stałe $\square_G = 1,35/1,00$

1	Liniowe	0,0	2,39	2,39	0,00	7,15
---	---------	-----	------	------	------	------

Grupa: B "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

1	Liniowe	0,0	2,20	2,20	0,00	7,15
---	---------	-----	------	------	------	------

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 11.114 licencja nr 1747

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

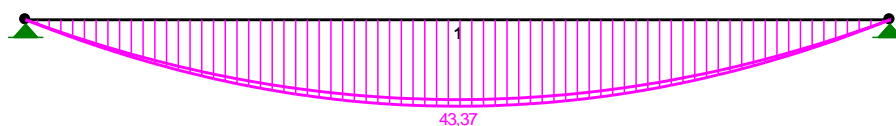
Grupa: Znaczenie: \square : $\square_0/\square_1/\square_2$:

CW-"Ciężar własny" Stałe 1,35/1,00

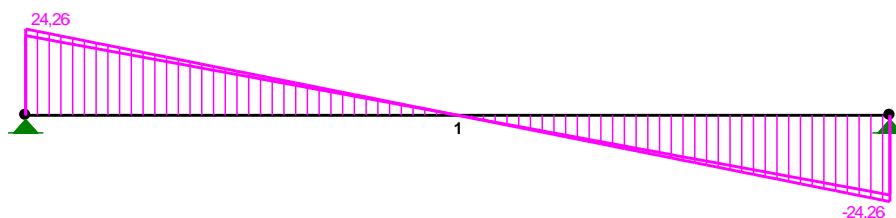
A -"" Stałe 1,35/1,00

B -"" Zmienne 1 1,50 1/1/1

MOMENTY:



TNĄCE:



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW AB

Pręt: x/L: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]:

1	a	0,00	0,000	0,00	24,26	0,00
	b	0,00	0,000	0,00	22,39	0,00
	a	0,50	3,575	43,37*	0,00	0,00

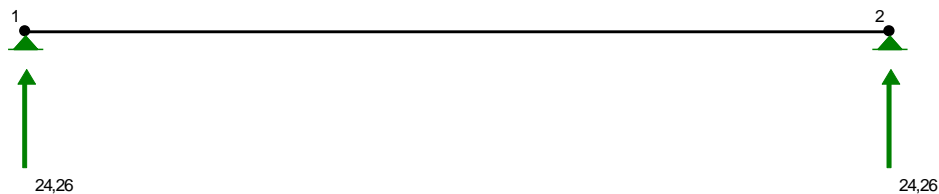
Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

a 1,00 7,150 0,00 -24,26 0,00

b 1,00 7,150 0,00 -22,39 0,00

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW AB

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

1 a 0,00 24,26 24,26

 b 0,00 22,39 22,39

2 a 0,00 24,26 24,26

 b 0,00 22,39 22,39

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AB

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

1	0,00	17,10	17,10
2	0,00	17,10	17,10

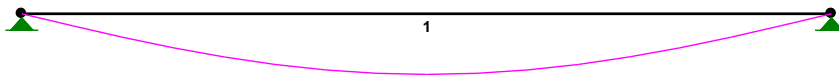
PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AB

Węzeł: Ux[m]: Uy[m]: Wypadkowe[m]: Fi[rad]([deg]):

1	0,00000	0,00000	0,00000	-0,03601 (-2,063)
2	0,00000	0,00000	0,00000	0,03601 (2,063)

PRZEMIESZCZENIA:



DEFORMACJE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AB

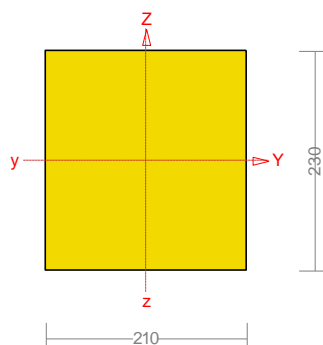
Pręt: Wa[m]: Wb[m]: Fla[deg]: Flb[deg]: f[m]: L/f:

1	0,0000	0,0000	-2,063	2,063	0,0805	88,9
---	--------	--------	--------	-------	--------	------

Pręt nr 1 – belka stropowa pośrednia poddana ubytkowi masy.

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.21 licencja nr 1747)

Zadanie:



Przekrój: 2 „B 23x21”

Wymiary przekroju:

$$h=230,0 \text{ mm} \quad b=210,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=21292,3; \quad J_{zg}=17750,3 \text{ cm}^4; \quad A=483,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=6,6; \quad i_z=6,1 \text{ cm}; \quad W_y=1851,5; \quad W_z=1690,5 \text{ cm}^3.$$

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).

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C20.**

$$f_{m,k} = 1,000 \times 20,00 = 20,00$$

$$f_{m,d} = 9,231 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,000 \times 11,50 = 11,50$$

$$f_{t,0,d} = 5,308 \text{ MPa}$$

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

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

$$f_{c,0,k} = 19,00$$

$$f_{c,0,d} = 8,769 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,30$$

$$f_{c,90,d} = 1,062 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,60$$

$$f_{v,d} = 1,662 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 9500 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 320 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 590 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=3,575 \text{ m}$; $x_b=3,575 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni **górnej**, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 7150,0 + 230 + 230 = 7610,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 210^2}{230 \times 7610,0} \times 6400 = 125,777 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{20,00 / 125,777} = 0,399 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 43,37 / 1851,50 \times 10^3 = \mathbf{23,426 > 9,231} = 1,000 \times 9,231 = k_{crit} f_{m,d} \quad (6.33)$$

Nośność dla $x_a=3,575$ m; $x_b=3,575$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{23,426}{9,231} + 0,7 \times \frac{0,000}{9,231} = \mathbf{2,538 > 1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{23,426}{9,231} + \frac{0,000}{9,231} = \mathbf{1,776 > 1} \quad (6.18)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=3,575$ m; $x_b=3,575$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (0,67 \times 483,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 483,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

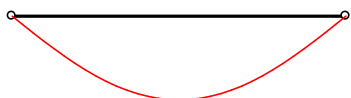
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,000^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,000 < 1,662} = 1,000 \times 1,662 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=3,575$ m; $x_b=3,575$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,210 \times 21,0^2 \times 23,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000 < 1,935} = 1,164 \times 1,662 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=3,575$ m; $x_b=3,575$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A+B; Q-S: CW+A+B”
liczone od cięciwy pręta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 150 = 7150,0 / 150 = 47,7 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 150 = 7150,0 / 150 = 47,7 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z = 80,47 \times = 80,47 \text{ mm}$$

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

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,fin} = u_z (1 + k_{def}) = 80,47 \times (1 + 0,60) = 128,75 \text{ mm}$$

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

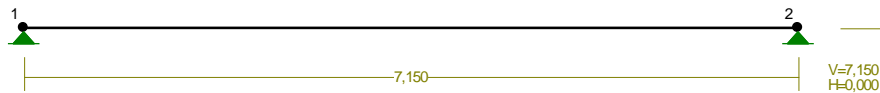
Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = \mathbf{80,5}$$

$$u_{z,fin} = \mathbf{128,8 > 47,7} = u_{z,fin,gr}$$

Poz. 2.1.3. Belka stropowa obciążona więźbą dachową.

WĘZŁY:



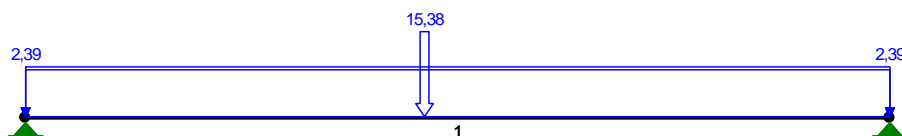
STAŁE MATERIAŁOWE:

Material: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:

[kN/mm²] [N/mm²] [1/K]

131 Drewno C20 10 20,000 5,0E-6

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\square_G= 1,35/1,00$

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

Grupa: A "" Stałe $\square_G = 1,35/1,00$

1 Liniowe 0,0 2,39 2,39 0,00 7,15

1 Skupione 0,0 15,38 3,30

Grupa: B "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

1 Liniowe 0,0 2,20 2,20 0,00 7,15

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 11.114 licencja nr 1747

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

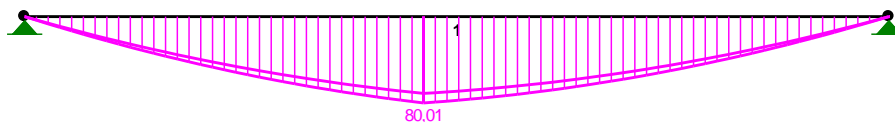
Grupa: Znaczenie: \square : $\square_0/\square_1/\square_2$:

CW-"Ciężar własny" Stałe 1,35/1,00

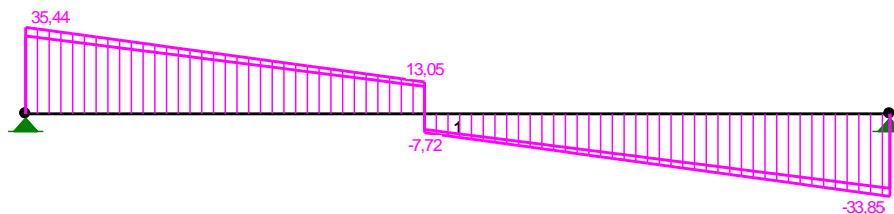
A - "" Stałe 1,35/1,00

B - "" Zmienne 1 1,50 1/1/1

MOMENTY:



TNĄCE:



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

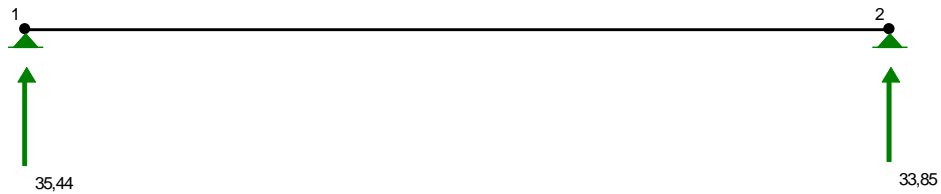
Obciążenia obl.: CW AB

Pręt: x/L: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]:

1	a	0,00	0,000	0,00	35,44	0,00
	b	0,00	0,000	0,00	31,90	0,00
	a	0,46	3,300	80,01*	13,05	0,00
	a	1,00	7,150	0,00	-33,85	0,00
	b	1,00	7,150	0,00	-30,54	0,00

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW AB

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

1	a	0,00	35,44	35,44
	b	0,00	31,90	31,90
2	a	0,00	33,85	33,85
	b	0,00	30,54	30,54

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AB

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

1	0,00	25,38	25,38
2	0,00	24,20	24,20

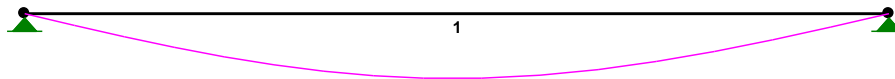
PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AB

Węzeł: Ux[m]: Uy[m]: Wypadkowe[m]: Fi[rad]([deg]):

1	0,00000	0,00000	0,00000	-0,06078 (-3,483)
2	0,00000	0,00000	0,00000	0,05955 (3,412)

PRZEMIESZCZENIA:



DEFORMACJE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AB

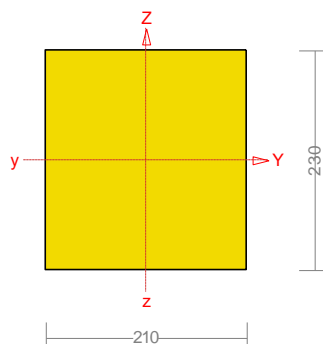
Pręt: Wa[m]: Wb[m]: FIa[deg]: FIb[deg]: f[m]: L/f:

1	0,0000	0,0000	-3,483	3,412	0,1371	52,1
---	--------	--------	--------	-------	--------	------

Pręt nr 1

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.21 licencja nr 1747)

Zadanie: Okulickiego 9 - belka obc. więźbą



Przekrój: 2 „B 23x21”

Wymiary przekroju:

$$h=230,0 \text{ mm} \quad b=210,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=21292,3; \quad J_z=17750,3 \text{ cm}^4; \quad A=483,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=6,6; \quad i_z=6,1 \text{ cm}; \quad W_y=1851,5; \quad W_z=1690,5 \text{ cm}^3.$$

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).

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C20.**

$$f_{m,k} = 1,000 \times 20,00 = 20,00$$

$$f_{m,d} = 9,231 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,000 \times 11,50 = 11,50$$

$$f_{t,0,d} = 5,308 \text{ MPa}$$

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

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

$$f_{c,0,k} = 19,00$$

$$f_{c,0,d} = 8,769 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,30$$

$$f_{c,90,d} = 1,062 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,60$$

$$f_{v,d} = 1,662 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 9500 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 320 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 590 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=3,575 \text{ m}$; $x_b=3,575 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni **górnej**, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 7150,0 + 230 + 230 = 7610,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 210^2}{230 \times 7610,0} \times 6400 = 125,777 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{20,00 / 125,777} = 0,399 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwijczenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 77,63 / 1851,50 \times 10^3 = \mathbf{41,929 > 9,231} = 1,000 \times 9,231 = k_{crit} f_{m,d} \quad (6.33)$$

Nośność dla $x_a=3,575$ m; $x_b=3,575$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{41,929}{9,231} + 0,7 \times \frac{0,000}{9,231} = \mathbf{4,542 > 1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{41,929}{9,231} + \frac{0,000}{9,231} = \mathbf{3,180 > 1} \quad (6.18)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=3,575$ m; $x_b=3,575$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 9,58 / (0,67 \times 483,00) \times 10 = 0,444 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 483,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

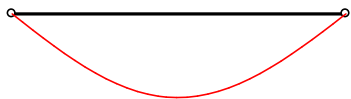
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,444^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,444 < 1,662} = 1,000 \times 1,662 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=3,575$ m; $x_b=3,575$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,210 \times 21,0^2 \times 23,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000 < 1,935} = 1,164 \times 1,662 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=3,575$ m; $x_b=3,575$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A+B; Q-S: CW+A+B”
liczone od cięciwy przęta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 150 = 7150,0 / 150 = 47,7 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 150 = 7150,0 / 150 = 47,7 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z = 137,89 \times = 137,89 \text{ mm}$$

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

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,fin} = u_z (1 + k_{def}) = 137,89 \times (1 + 0,60) = 220,63 \text{ mm}$$

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

Warunki SGU:

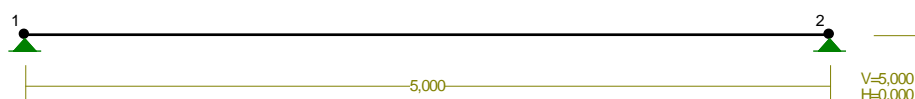
$$u_{z,inst} = \mathbf{137,9}$$

$$u_{z,fin} = \mathbf{220,6 > 47,7} = u_{z,fin,gr}$$

Poz. 2.2. Belka stropowa w układzie poprzecznym.

Poz. 2.2.1. Belka stropowa w układzie poprzecznym obciążona więźbą.

NAZWA: Okulickiego 9 - belka obc. więźbą układ poprzeczny



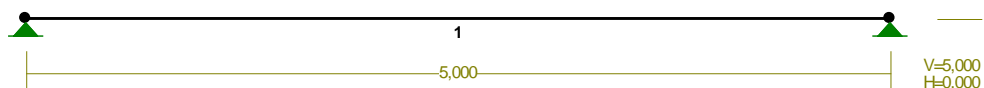
WĘZŁY:

Nr: X [m]: Y [m]:

1 0,000 0,000

2 5,000 0,000

PRĘTY:



WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] I_x[cm⁴] I_y[cm⁴] W_g[cm³] W_d[cm³] h[cm] Materiał:

2 483,0 21292 17750 1851 1851 23,0 1,3E+2 Drewno C20

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:

[kN/mm²] [N/mm²] [1/K]

131 Drewno C20 10 20,000 5,0E-6

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\square_G = 1,35/1,00$

Grupa: A "" Stałe $\square_G = 1,35/1,00$

1 Liniowe 0,0 2,39 2,39 0,00 5,00

1 Skupione 0,0 15,38 3,30

Grupa: B "" Zmienne $\square_Q = 1,50$

1 Liniowe 0,0 2,20 2,20 0,00 5,00

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 11.114 licencja nr 1747

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

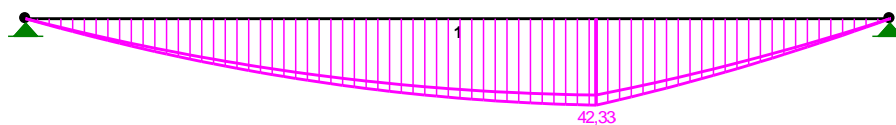
Grupa: Znaczenie: \square : $\square_0/\square_1/\square_2$:

CW-"Ciężar własny" Stałe 1,35/1,00

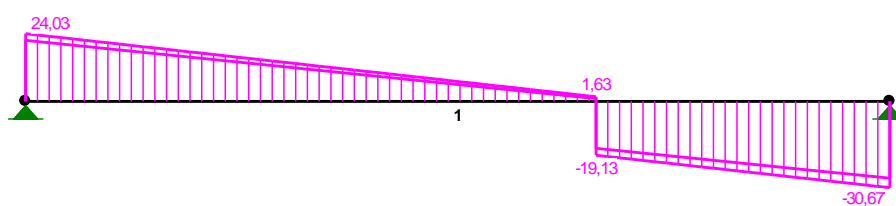
A -"" Stałe 1,35/1,00

B -"" Zmienne 1 1,50 1/1/1

MOMENTY:



TNĄCE:



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

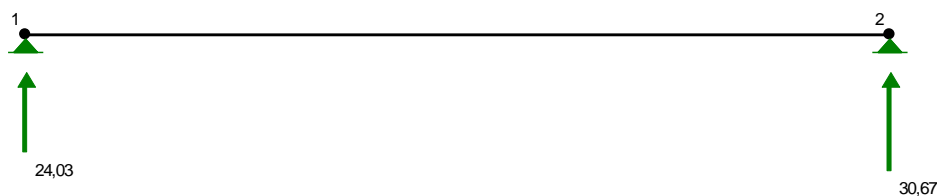
Obciążenia obl.: CW AB

Pręt: x/L: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]:

1	a	0,00	0,000	0,00	24,03	0,00
	b	0,00	0,000	0,00	21,66	0,00
	a	0,66	3,300	42,33*	-19,13	0,00
	a	0,66	3,300	42,33*	1,63	0,00
	a	1,00	5,000	0,00	-30,67	0,00
	b	1,00	5,000	0,00	-27,31	0,00

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW AB

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

1	a	0,00	24,03	24,03
	b	0,00	21,66	21,66
2	a	0,00	30,67	30,67
	b	0,00	27,31	27,31

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AB

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

1	0,00	17,19	17,19
2	0,00	22,11	22,11

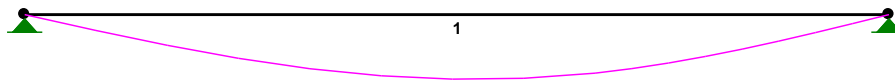
PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AB

Węzeł: Ux[m]: Uy[m]: Wypadkowe[m]: Fi[rad]([deg]):

1	0,00000	0,00000	0,00000	-0,02184 (-1,251)
2	0,00000	0,00000	0,00000	0,02412 (1,382)

PRZEMIESZCZENIA:



DEFORMACJE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW AB

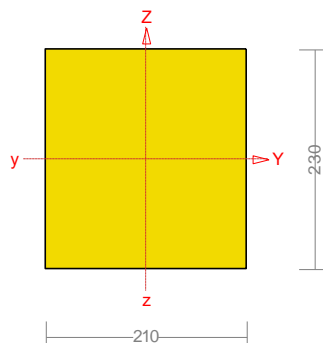
Pręt: Wa[m]: Wb[m]: Fla[deg]: Flb[deg]: f[m]: L/f:

1	0,0000	0,0000	-1,251	1,382	0,0363	137,8
---	--------	--------	--------	-------	--------	-------

Pręt nr 1 – belka stropu w układzie poprzecznym obc. więzba.

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.21 licencja nr 1747)

Zadanie: Okulickiego 9 - belka obc. więźbą układ poprzeczny



Przekrój: 2 „B 23x21”

Wymiary przekroju: □

$h=230,0 \text{ mm}$ $b=210,0 \text{ mm}$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{yg}=21292,3$; $J_{zg}=17750,3 \text{ cm}^4$; $A=483,00 \text{ cm}^2$; $i_y=6,6$; $i_z=6,1 \text{ cm}$; $W_y=1851,5$; $W_z=1690,5 \text{ cm}^3$.

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 C20.**

$$f_{m,k} = 1,000 \times 20,00 = 20,00 \quad f_{m,d} = 9,231 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,000 \times 11,50 = 11,50 \quad f_{t,0,d} = 5,308 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40 \quad f_{t,90,d} = 0,185 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 19,00 \quad f_{c,0,d} = 8,769 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,30 \quad f_{c,90,d} = 1,062 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,60 \quad f_{v,d} = 1,662 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 9500 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 320 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6400 \text{ MPa}$$

$$G_{\text{mean}} = 590 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,500 \text{ m}$; $x_b=2,500 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”.

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni *górnej*, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 5000,0 + 230 + 230 = 5460,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 210^2}{230 \times 5460,0} \times 6400 = 175,304 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{20,00 / 175,304} = 0,338 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwirzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 38,86 / 1851,50 \times 10^3 = \mathbf{20,988} > \mathbf{9,231} = 1,000 \times 9,231 = k_{crit} f_{m,d} \quad (6.33)$$

Nośność dla $x_a=2,500 \text{ m}$; $x_b=2,500 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{20,988}{9,231} + 0,7 \times \frac{0,000}{9,231} = \mathbf{2,274} > \mathbf{1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{20,988}{9,231} + \frac{0,000}{9,231} = \mathbf{1,592} > \mathbf{1} \quad (6.18)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=2,500 \text{ m}$; $x_b=2,500 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”.

Napężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 7,06 / (0,67 \times 483,00) \times 10 = 0,327 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 483,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,327^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,327} < \mathbf{1,662} = 1,000 \times 1,662 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=2,500$ m; $x_b=2,500$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”.

$$\tau_{\text{tor},d} = \frac{M_{\text{tor}}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,210 \times 21,0^2 \times 23,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{1,935} = 1,164 \times 1,662 = k_{\text{shape}} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=2,500$ m; $x_b=2,500$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A+B; Q-S: CW+A+B” liczone od cięciwy przęta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,\text{fin},\text{gr}} = l / 250 = 5000,0 / 250 = 20,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin},\text{gr}} = l / 250 = 5000,0 / 250 = 20,0 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,\text{inst}} = u_z = 36,36 \times = 36,36 \text{ mm}$$

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

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,\text{fin}} = u_z (1 + k_{\text{def}}) = 36,36 \times (1 + 0,60) = 58,18 \text{ mm}$$

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

Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = 36,4$$

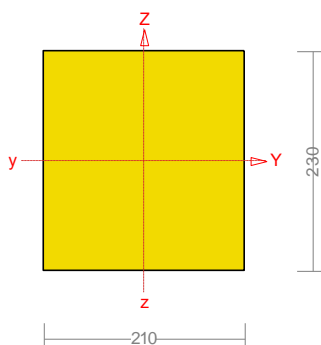
$$u_{z,fin} = 58,2 > 20,0 = u_{z,fin,gr}$$

Poz. 2.2.2. Belka pośrednia.

Pręt nr 1

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.21 licencja nr 1747)

Zadanie: Okulickiego 9 - belka pośrednia układ poprzeczny



Przekrój: 2 „B 23x21”

Wymiary przekroju:

$$h=230,0 \text{ mm} \quad b=210,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=21292,3; \quad J_{zg}=17750,3 \text{ cm}^4; \quad A=483,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=6,6; \quad i_z=6,1 \text{ cm}; \quad W_y=1851,5; \quad W_z=1690,5 \text{ cm}^3.$$

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).

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C20.**

$$f_{m,k} = 1,000 \times 20,00 = 20,00$$

$$f_{m,d} = 9,231 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,000 \times 11,50 = 11,50$$

$$f_{t,0,d} = 5,308 \text{ MPa}$$

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

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

$$f_{c,0,k} = 19,00$$

$$f_{c,0,d} = 8,769 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,30$$

$$f_{c,90,d} = 1,062 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,60$$

$$f_{v,d} = 1,662 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 9500 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 320 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 590 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,500$ m; $x_b=2,500$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni **górnej**, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 5000,0 + 230 + 230 = 5460,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 210^2}{230 \times 5460,0} \times 6400 = 175,304 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{20,00 / 175,304} = 0,338 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 21,21 / 1851,50 \times 10^3 = \mathbf{11,456 > 9,231} = 1,000 \times 9,231 = k_{crit} f_{m,d} \quad (6.33)$$

Nośność dla $x_a=2,500$ m; $x_b=2,500$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{11,456}{9,231} + 0,7 \times \frac{0,000}{9,231} = \mathbf{1,241 > 1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{11,456}{9,231} + \frac{0,000}{9,231} = \mathbf{0,869 < 1} \quad (6.18)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=2,500$ m; $x_b=2,500$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+A)+1,5·B (b)”.

Napężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (0,67 \times 483,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 483,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

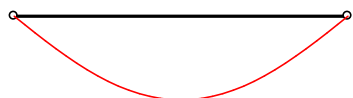
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,000^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,000 < 1,662} = 1,000 \times 1,662 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=2,500$ m; $x_b=2,500$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·B (a)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,210 \times 21,0^2 \times 23,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000 < 1,935} = 1,164 \times 1,662 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=2,500$ m; $x_b=2,500$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A+B; Q-S: CW+A+B” liczone od cięciwy pręta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 250 = 5000,0 / 250 = 20,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 250 = 5000,0 / 250 = 20,0 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z = 19,24 \times = 19,24 \text{ mm}$$

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

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,fin} = u_z (1+k_{def}) = 19,24 \times (1 + 0,60) = 30,79 \text{ mm}$$

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

Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = \mathbf{19,2}$$

$$u_{z,fin} = \mathbf{30,8} > \mathbf{20,0} = u_{z,fin,gr}$$

WNIOSEK!!!

Całość stropu drewnianego nad parterem nie jest dostosowana do bezpiecznej eksploatacji. Belki stropowe poddane daleko posuniętej destrukcji biologicznej winny być wymienione. Pozostałe belki winny być wzmocnione np. konstrukcją stalową i zabezpieczone p.poż. Zakres wzmocnień belek stropowych i ich technologii wykonania należy określić na etapie projektu modernizacji i remontu obiektu adekwatnie do zmian technologicznych użytkowania obiektu.

Poz. 2.3. Strop Kleina nad piwnicami.

W części wschodniej i zachodniej budynku wykonano w poziomie nad piwnicami stropy płaskie ceramiczno - stalowe typu Kleina z płytą półciężką. Zastosowano jako element nośny belki stalowe dwuteowe o szerokości półki $s = 98 \text{ mm}$ co odpowiada wysokości I 220.

Rozstaw belek $a = 1,14 \text{ m}$.

Poz. 2.3.1. Belka stropu kleina.

Zestawienie obciążeń:

- płyta ceramiczna + gruzobeton	0,22 x 13,5 x 1,14	- 3,39 kN/m x 1,35	- 4,57 kN/m
- legary	1,14 x 0,08 x 0,06 x 6,5 / 0,5	- 0,07 kN/m x 1,35	- 0,10 kN/m
- podłoga	0,038 x 1,14 x 6,5	- 0,28 kN/m x 1,35	- 0,38 kN/m
- tynk	0,015 x 19,0 x 1,14	- 0,32 kN/m x 1,35	- 0,44 kN/m
<hr/>			
		$g_c = 4,06 \text{ kN/m}$	$g_0 = 5,49 \text{ kN/m}$
		$\gamma = 1,35$	
- obciążenie użytkowe	3,00 x 1,14	- 3,42 kN/m ² x 1,50	- 5,13 kN/m

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

- ścianki działowe $1,14 \times 1,25 \times \frac{4,00}{2,65}$ - $2,15 \text{ kN/m} \times 1,50$ - $3,22 \text{ kN/m}$

$$p_c = 5,57 \text{ kN/m} \quad p_0 = 8,35 \text{ kN/m}$$

$$\gamma = 1,50$$

Max. Rozpiętość belki $l = 4,94 \text{ m}$ Do obliczeń przyjęto $l_0 = 5,20 \text{ m}$

RM_Win v. 11.114 licencja nr 1747

WĘZŁY:



WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

1 39,6 3060 162 278 278 22,0 1 S 235

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:

[kN/mm²] [N/mm²] [1/K]

1 S 235 210 235,000 1,2E-5

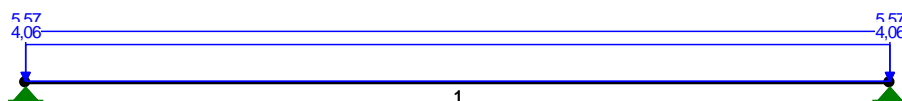
ZESTAWIENIE MATERIAŁU:

Oznaczenie: Materiał: Długość[m] Masa[t]

I 220 S 235 1x 5,20 = 5,20 0,162

MASA CAŁKOWITA USTROJU: **0,162**

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $g_G = 1,35/1,00$

Grupa: A "" Stałe $g_G = 1,35/1,00$

1 Liniowe 0,0 4,06 4,06 0,00 5,20

Grupa: B "" Zmienne $g_Q = 1,50$

1 Liniowe 0,0 5,57 5,57 0,00 5,20

=====

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

RM_Win v. 11.114 licencja nr 1747

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa: Znaczenie: g: $y_0/y_1/y_2$:

CW-"Ciężar własny" Stałe 1,35/1,00

A -"" Stałe 1,35/1,00

B -"" Zmienne 1 1,50 1/1/1

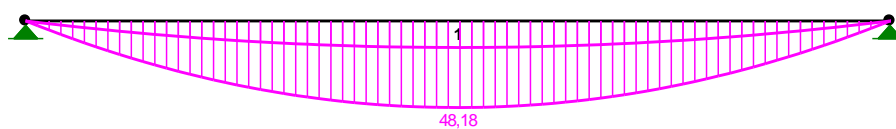
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr: Specyfikacja:

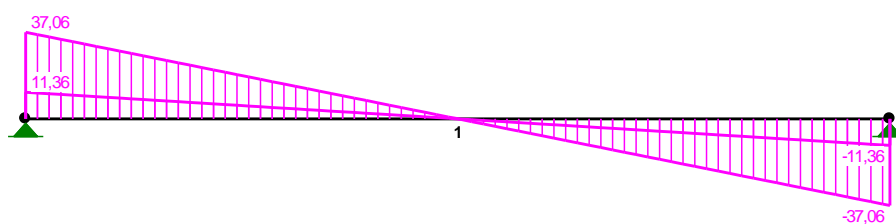
1 ZAWSZE : CW+A

EWENTUALNIE: B

MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]: Kombinacja obciążeń:

1	2,600	48,18*	0,00	0,00	CW AB (a)
	0,000	0,00*	37,06	0,00	CW AB (a)
	0,000	0,00*	15,34	0,00	CW A (a)
	0,000	0,00	37,06*	0,00	CW AB (a)
	0,000	0,00	37,06	0,00*	CW AB (a)
	2,600	48,18	0,00	0,00*	CW AB (a)
	5,200	0,00	-12,92	0,00*	cw A (b)
	0,000	0,00	37,06	0,00*	CW AB (a)
	2,600	48,18	0,00	0,00*	CW AB (a)
	5,200	0,00	-12,92	0,00*	cw A (b)

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł: H[kN]: V[kN]: R[kN]: M[kNm]: Kombinacja obciążeń:

1	0,00*	37,06	37,06	CW AB (a)
	0,00*	34,76	34,76	CW AB (b)
	0,00*	11,36	11,36	cw a (a)

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

	0,00*	15,34	15,34	CW A (a)
	0,00*	13,04	13,04	CW A (b)
	0,00	37,06*	37,06	CW AB (a)
	0,00	34,76*	34,76	CW AB (b)
	0,00	11,36*	11,36	cw a (a)
	0,00	37,06	37,06*	CW AB (a)
2	0,00*	37,06	37,06	CW AB (a)
	0,00*	34,76	34,76	CW AB (b)
	0,00*	11,36	11,36	cw a (a)
	0,00*	15,34	15,34	CW A (a)
	0,00*	13,04	13,04	CW A (b)
	0,00	37,06*	37,06	CW AB (a)
	0,00	34,76*	34,76	CW AB (b)
	0,00	11,36*	11,36	cw a (a)
	0,00	37,06	37,06*	CW AB (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	0,00*	25,85	25,85	CW AB
	0,00*	11,36	11,36	CW A
	0,00	25,85*	25,85	CW AB

	0,00	11,36*	11,36	CW A
	0,00	25,85	25,85*	CW AB
2	0,00*	25,84	25,84	CW AB
	0,00*	11,36	11,36	CW A
	0,00	25,84*	25,84	CW AB
	0,00	11,36*	11,36	CW A
	0,00	25,84	25,84*	CW AB

* = Wartości ekstremalne

DEFORMACJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia char.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt: L/f: Kombinacja obciążeń:

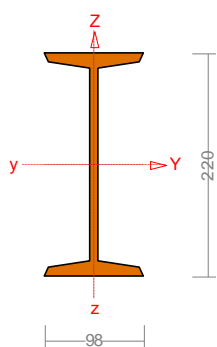
1 353,1 CW AB

Pręt nr 1 – belka stalowa stropu Kleina.

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.53 licencja nr 1747)

Zadanie:

Przekrój: 1 - I 220



Wymiary przekroju:

$$h=220,0 \quad g=8,1 \quad s=98,0 \quad t=12,2 \quad r=8,1.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$I_{yg}=3060,0 \quad I_{zg}=162,0 \quad A=39,60 \quad i_y=8,8 \quad i_z=2,0 \\ I_w=17577,3 \quad I_t=20,1 \quad i_s=9,020.$$

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności $f_y=235$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_u = 360$

dla $g=8,1$.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0 \text{ kN/m}$,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0, \quad M_b = 0 \text{ kNm}$,
- moment skręcający $T = 0 \text{ kNm}$.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Długości wyboczeniowe pręta:

Przęsło Yc

Przyjęto:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 5,200$$

$$l_w = 1,000 \times 5,200 = 5,200 \text{ m}$$

Przęsło Zc

Przyjęto następujące podatności węzłów:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 5,200$$

$$l_w = 1,000 \times 5,200 = 5,200 \text{ m}$$

Przęsło ω

Dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$.

Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 5,200 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 5,200 \text{ m}$.

Sily krytyczne:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 3060,0}{5,200^2} \times 10^{-2} = 2345,49 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 162,0}{5,200^2} \times 10^{-2} = 124,17 \text{ kN}$$

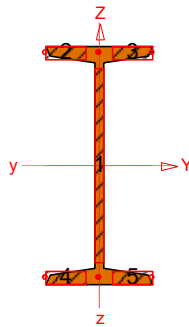
$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EI_{\varpi}}{l_{\varpi}^2} + GI_T \right) = \frac{1}{9,020^2} \times \left(\frac{3,1416^2 \times 210 \times 17577,3}{5,200^2} \times 10^{-2} + 81 \times 20,1 \times 10^2 \right) = 2167,04 \text{ kN}$$

Stan graniczny nośności.

xa = 5,200; xb = 0,000; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+1,35·0,85·A+1,5·B (b)

Przyjęto następujące współczynniki częściowe γ_M :

$$\gamma_{M0} = 1; \quad \gamma_{M1} = 1; \quad \gamma_{M2} = 1,1.$$



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	α	ψ	k_{σ}	(c/t) ₁	(c/t) ₂	(c/t) ₃	c/t	Klasa
1	179,4	8,1	0,000	0,000	-	INF	INF	INF	22,153	
2	36,8	12,2	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	3,026	
3	36,8	12,2	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	3,026	

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

4	36,8	12,2	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	3,026	
5	36,8	12,2	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	3,026	

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 5,200$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$ (a)

- wzdłuż osi Z

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{18,69 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 253,56 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{37,06}{253,56} = \mathbf{0,146} < \mathbf{1}$$

Dla materiału o granicy plastyczności 235 MPa, przyjęto $\eta = 1,2$.

Zgodnie z p. 5.1(2) PN-EN 1993-1-5 nie jest konieczne sprawdzanie stateczności przy ścinaniu:

$$h_w / t_w = 179,4 / 8,1 = \mathbf{22,153} < \mathbf{59,723} = 72 \times 1,000 / 1,200 = 72 \text{ } \varepsilon / \eta$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 2,600$; $x_b = 2,600$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$ (a)

Klasa przekroju **1**.

Nośność na zginanie względem osi Y:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{330,85 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 77,75 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność na zginanie:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{39,60 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 930,6 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0,00 / 930,6 = 0,000; \quad \text{przyjęto } n = 0,000 \leq 1;$$

Dla dwuteownika bisymetrycznego:

$$a = (A - 2 b t_f) / A = (39,60 - 2 \times 9,80 \times 0,88) / 39,60 = 0,564; \quad \text{przyjęto } a = 0,500 \leq 0,5;$$

– zginanie y-y

$$N_{Ed} = 0 < 232,65 = 0,25 \times 930,6 = 0,25 N_{pl,Rd} \quad (6.33)$$

$$N_{Ed} = 0 < 192,63 = \frac{0,5 \times 20,24 \times 0,81 \times 235}{1} \times 10^{-1} = \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.34)$$

Nie ma potrzeby redukowania nośności na zginanie ze względu na siłę osiową.

– zginanie z-z

$$N_{Ed} = 0 < 385,27 = \frac{20,24 \times 0,81 \times 235}{1} \times 10^{-1} = \frac{h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.35)$$

Nie ma potrzeby redukowania nośności na zginanie ze względu na siłę osiową.

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{48,18}{77,75} = 0,620 < 1 \quad (6.31)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{0}{930,6} + \frac{48,18}{77,75} + \frac{0}{14,57} = 0,620 < 1 \quad (6.2)$$

Zginanie (stateczność):

$x_a = 2,600$; $x_b = 2,600$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW + A) + 1,5 \cdot B$ (a)

Nie uwzględniono zwiczenia pręta.

Warunek stateczności przy zginaniu:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 1,000 \times 330,85 \times \frac{235}{1} \times 10^{-3} = 77,75 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{48,18}{77,75} = 0,620 < 1 \quad (6.54)$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 5,200$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$ (a)

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $s_s = 100,0$ mm oraz typ obciążenia środnika (a). Dodatkowo przyjęto rozstaw żebier poprzecznych $a = 5,200$ m. Nośność najbardziej obciążonego środnika:

$$k_F = 6 + 2 (h_w / a)^2 = 6 + 2 \times (179,4 / 5200,0)^2 = 6,00$$

$$m_1 = f_{yf} b_f / f_{yw} t_w = 235 \times 98,0 / (235 \times 8,1) = 12,099$$

$$m_2 = 0,000$$

$$l_y = s_s + 2t_f \left(1 + \sqrt{m_1 + m_2}\right) = 100,0 + 2 \times 12,2 \times (1 + \sqrt{12,099 + 0,000}) = 209,1 \quad \text{przyjęto } l_y = 209,1 \leq a$$

$$F_{cr} = 0,9 k_F E t_w^3 / h_w = 0,9 \times 6,00 \times 210 \times 8,1^3 / 179,4 = 3359,83 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{F_{cr}}} = \sqrt{\frac{209,1 \times 8,1 \times 235 \times 10^{-3}}{3359,83}} = 0,344$$

$$\chi_F = \frac{0,5}{\bar{\lambda}_F} = \frac{0,5}{0,344} = 1,453 \quad \text{przyjęto } \chi_F = 1,000 \leq 1,0$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1,000 \times 209,1 = 209,1 \text{ mm}$$

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235 \times 209,1 \times 8,1 \times 10^{-3}}{1} = 397,99 \text{ kN} \quad (6.1 \text{ EN 1993-1-5})$$

Warunki nośności środnika:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{37,06}{397,99} = 0,093 < 1 \quad (6.14 \text{ EN 1993-1-5})$$

Stan graniczny użytkowalności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A+B Kombinacja charakterystyczna

Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 14,7 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 5200 / 250 = 20,8 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 14,7 < 20,8 = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 14,727 \text{ mm}; \quad L / a = 5200,0 / 14,727 = 353,1$$

Poz. 3.0. Ściany murowane nośne.

Poz. 3.1. Ściana murowana nośna środkowa.

Ściany budynku wzniesione zostały z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie wapiennej. Cegła klasy 7,5 MPa. Zaprawa $R_z = 0,4$ MPa.

Poz. 3.1.1. Ściana poziom parter.

Zestawienie obciążeń:

- dach	$1,32 \times 0,5 / 6,84 + 5,54/$	- 8,2 kN/m x 1,50 - 12,3 kN/m
- strop nad parterem	$4,59 \times 0,5 / 6,84 + 5,54/$	- 28,4 kN/m x 1,50 - 42,6 kN/m
- mur parteru	$0,49 \times 18,5 \times 4,2$	- 38,1 kN/m x 1,35 - 51,4 kN/m
		<hr/>
		$q_c = 74,7 \text{ kN/m}$ $q_0 = 106,3 \text{ kN/m}$

Poz. 3.1.2. Ściana poziom piwnice.

Zestawienie obciążeń:

- dach	$1,32 \times 0,5 / 6,84 + 5,54/$	- 8,2 kN/m x 1,50 - 12,3 kN/m
- strop nad parterem	$4,59 \times 0,5 / 6,84 + 5,54/$	- 28,4 kN/m x 1,50 - 42,6 kN/m
- mur parteru	$0,49 \times 18,5 \times 4,2$	- 38,1 kN/m x 1,35 - 51,4 kN/m
- strop nad piwnicami	$10,0 \times 0,5 / 6,84 + 5,54/$	- 61,9 kN/m x 1,50 - 92,9 kN/m
		<hr/>
		$q_c = 136,6 \text{ kN/m}$ $q_0 = 199,2 \text{ kN/m}$
- mur piwnic	$0,64 \times 4,0 \times 18,5$	- 47,4 kN/m x 1,35 - 64,0 kN/m
		<hr/>

$$q_c = 184,0 \text{ kN/m} \quad q_0 = 263,2 \text{ kN/m}$$

Poz. 4.0. Fundamentowanie.

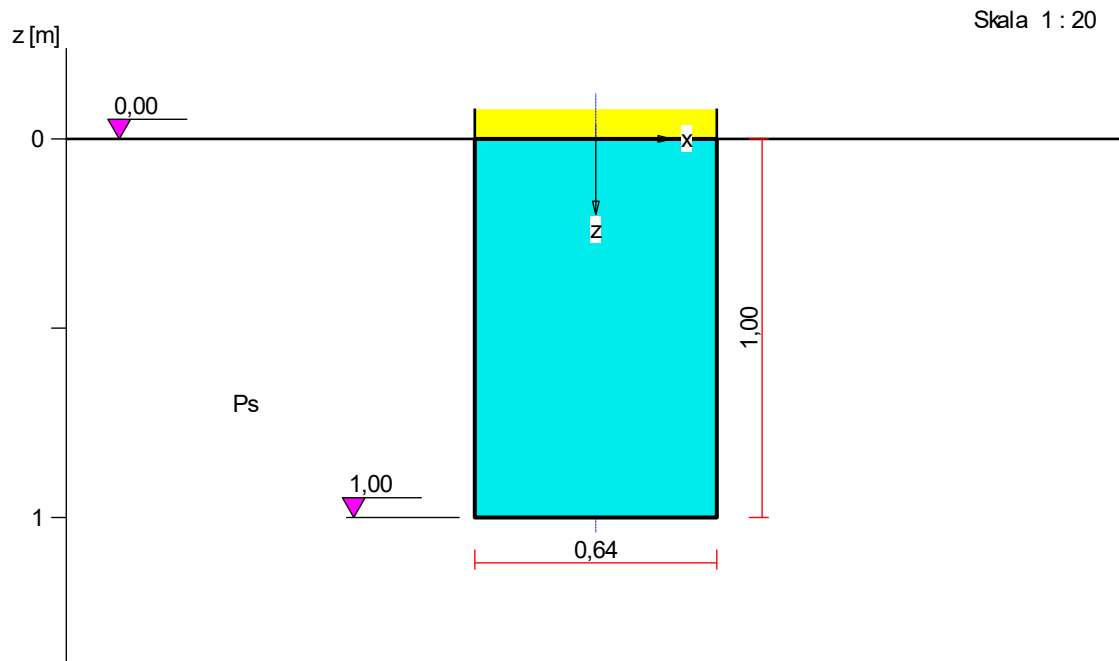
Fundamentowanie zrealizowano jako bezpośrednie.

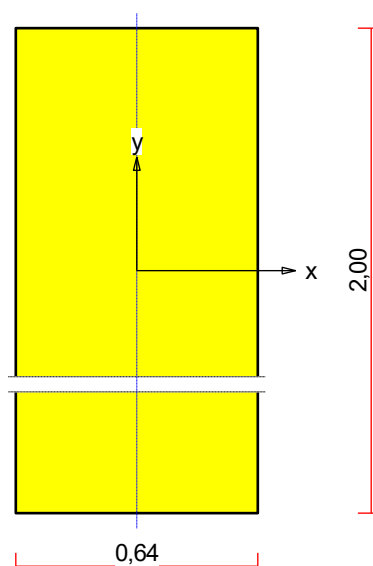
Podłoże gruntowe - piasek średni $I_D = 0,60$

Ławy fundamentowe ceglane. Poziom posadowienia 1,0 m poniżej posadzki piwnic. Brak izolacji poziomej i pionowej murów podziemia.

Wymiary podstawy fundamentu: $B = 0,64 \text{ m}$, $L = 2,00 \text{ m}$,

Nazwa fundamentu: ława





1.2. Warstwy gruntu

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

1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol	I_D	I_L	ρ	stopień	c_u	Φ_u	M_0	M
gruntu	[-]	[-]	[t/m ³]	wilgotn.	[kPa]	[°]	[kPa]	[kPa]
Ps	0,60		1,70	m.wilg.	0,00	33,6	112308	124786

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość: $b = 0,64$ m, długość: $l = 2,00$ m,

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,00$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ
	obciążenia*	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	220,0	0,0	0,00	1,20

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

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

4. Materiał

Rodzaj materiału: **inny materiał**

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

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,00$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B = 0,64 \text{ m}$, $L = 2,00 \text{ m}$,
Wysokość: $H = 1,00 \text{ m}$, 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	1,00	0,93	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,64 \text{ m}$, $L = 2,00 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,00 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	Ex	γ	Obc. obl. G	Mom. obl. M_G
	[kN/m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kNm/m]
Fundament	14,08	0,00	1,1 (0,9)	15,49	0,00

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

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 220,00 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = 0,00 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,00 \text{ m}$,

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

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (220,00 + 15,49 \mid 12,67) \cdot 2,00 = 470,98 \mid 465,34 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-220,00 \cdot 0,00 + 0,00 \mid 0,00) \cdot 2,00 = 0,00 \mid 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 465,34 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_r = 0,00 \text{ m} < 0,11 \text{ m}.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,64 - 2 \cdot 0,00 = 0,64 \text{ m}, \quad L' = L = 2,00 \text{ m}.$$

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

średnia gęstość obl.: $\rho_{D(r)} = 1,53 \text{ t/m}^3$, min. wysokość: $D_{\min} = 1,00 \text{ m}$,

obciążenie: $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,00 = 15,01 \text{ kPa}$.

Współczynniki nośności podłoża:

obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: $\Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 33,60 \cdot 0,90 = 30,24^\circ$,

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

$N_B = 7,83$ $N_C = 30,72$, $N_D = 18,91$.

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 2,00 / 470,98 = 0,0000, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,5829 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

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

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'/L' = 0,92, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'/L' = 1,10, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'/L' = 1,48.$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' \cdot L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 626,25 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 470,98 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 626,25 = 507,27 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Stan graniczny II

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

Osiadanie pierwotne: $s' = 0,22 \text{ cm}$.

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

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

Osiadanie: $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,22 + 0 \cdot 0,00 = 0,22 \text{ cm}$,

Sprawdzenie warunku osiadania:

Warunek nie jest określony.

7.2. Szczegółowe wyniki osiadania fundamentu

Nr	Poziom	Grubość	Napr.	Napr.	Napr.	Osiadanie	Osiadanie	Osiadanie
warstwy	stropu	warstwy	pierwotne	wtórne	dodatk.	pierwotne	wtórne	sumaryczne
	[m]	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[cm]	[cm]	[cm]
1	0,00	0,13	1	0	0	0,00	0,00	0,00
2	0,13	0,13	3	0	0	0,00	0,00	0,00
3	0,25	0,13	5	0	0	0,00	0,00	0,00
4	0,38	0,13	7	0	0	0,00	0,00	0,00
5	0,50	0,13	9	0	0	0,00	0,00	0,00
6	0,63	0,13	11	0	0	0,00	0,00	0,00
7	0,75	0,13	14	0	0	0,00	0,00	0,00
8	0,88	0,13	16	0	0	0,00	0,00	0,00
9	1,00	0,13	18	0	256	0,03	0,00	0,03
10	1,13	0,13	20	0	209	0,02	0,00	0,02
11	1,26	0,13	22	0	180	0,02	0,00	0,02
12	1,38	0,13	24	0	159	0,02	0,00	0,02
13	1,51	0,13	26	0	141	0,02	0,00	0,02
14	1,64	0,13	28	0	124	0,01	0,00	0,01
15	1,77	0,13	31	0	108	0,01	0,00	0,01
16	1,90	0,13	33	0	95	0,01	0,00	0,01
17	2,02	0,13	35	0	83	0,01	0,00	0,01
18	2,15	0,13	37	0	72	0,01	0,00	0,01
19	2,28	0,13	39	0	64	0,01	0,00	0,01
20	2,41	0,13	41	0	56	0,01	0,00	0,01

Radom ul. Okulickiego 9 - ekspertyza

21	2,54	0,13	43	0	50	0,01	0,00	0,01
22	2,66	0,13	45	0	44	0,01	0,00	0,01
23	2,79	0,13	48	0	40	0,00	0,00	0,00
24	2,92	0,13	50	0	36	0,00	0,00	0,00
25	3,05	0,13	52	0	32	0,00	0,00	0,00
26	3,18	0,13	54	0	29	0,00	0,00	0,00
27	3,30	0,13	56	0	27	0,00	0,00	0,00
28	3,43	0,13	58	0	24	0,00	0,00	0,00
29	3,56	0,13	60	0	22	0,00	0,00	0,00
30	3,69	0,13	63	0	21	0,00	0,00	0,00
31	3,82	0,13	65	0	19	0,00	0,00	0,00
					Suma	0,22	0,00	0,22

Uwaga: Wartości naprężeń są średnimi wartościami naprężeń w warstwie