

ZAŁĄCZNIK NR 5**OBLICZENIA STATYCZNE****0. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ****0.1. Śnieg**

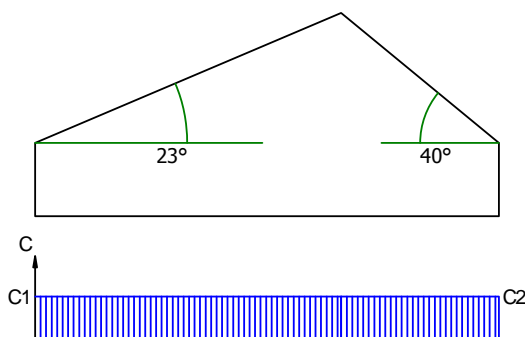
Rodzaj: śnieg

Typ: zmienne

0.1.1. Śnieg-C1-C2

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu $q_k = 0,90 \text{ kN/m}^2$ przyjęto zgodnie ze zmianą do normy **Az1, jak dla strefy II.**

Współczynnik kształtu $C = 0,80$ jak dla dachu dwuspadowego.



Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

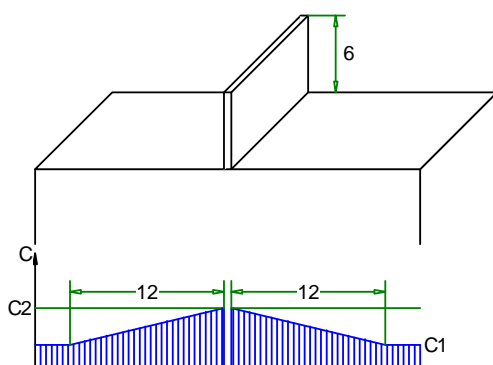
$$Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 0,72 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 1,08 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

0.1.2. Śnieg-przegroda-C2

Współczynnik kształtu $C = 2,00$ jak dla dachu z przegrodą lub attyką.



Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,0 = 1,80 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 2,70 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

0.2. Wiatr

Rodzaj: wiatr

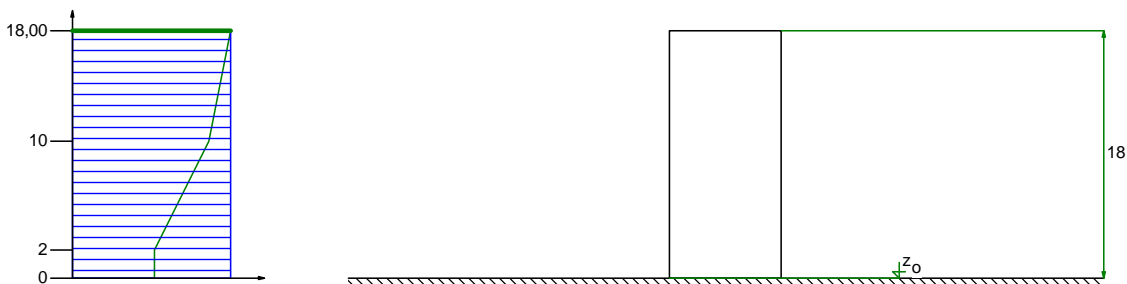
Typ: zmienne

0.2.1. Wariant II- połac nawietrzna 25st

Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ przyjęto

jak dla strefy I- Az1 .

Współczynnik ekspozycji $C_e = 1,16$ przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu $z = 18,00 \text{ m}$. Ponieważ $H/L \leq 2$ przyjęto stały po wysokości rozkład współczynnika ekspozycji C_e o wartości jak dla punktu najwyższego.

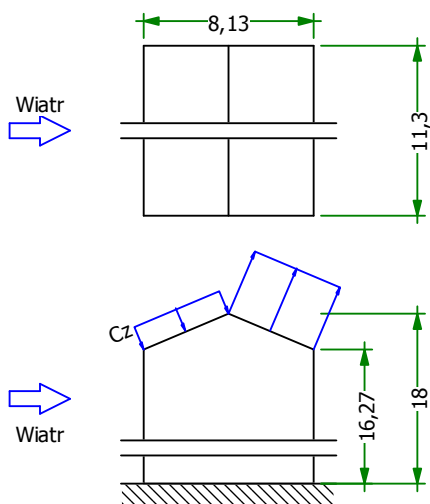


Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0,15$; okres drgań własnych $T = 0,20 \text{ s}$).

Współczynnik aerodynamiczny C połaci nawietrznej dachu dwuspadowego ($\alpha = 23^\circ$) wg wariantu II równy jest $C = C_z - C_w = 0,14$, gdzie:

$C_z = 0,14$ jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego,

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



Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,16 \cdot (0,14 - 0,00) \cdot 1,8 = \mathbf{0,09 \text{ kN/m}^2}.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = 0,14 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = \mathbf{1,50}.$$

0.2.2. Wariant II- połac zawietrzna 25st

Współczynnik aerodynamiczny C połaci zawietrznej dachu dwuspadowego ($\alpha = 23^\circ$) wg wariantu II równy jest $C = C_z - C_w = -0,40$, gdzie:

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

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

Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,16 \cdot (-0,40 - 0,00) \cdot 1,8 = \mathbf{-0,25 \text{ kN/m}^2}.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

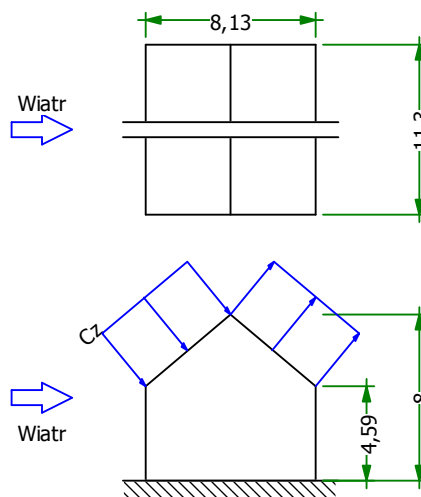
$$Q_o = -0,38 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

0.2.3. Wariant II- połac nawietrzna 40st

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

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

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



Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,90 \cdot (0,40 - 0,00) \cdot 1,8 = 0,19 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = 0,29 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

0.2.4. Wariant II- połac zawietrzna 40st

Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0,15$; okres drgań własnych $T = 0,20$ s).

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

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

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

Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,90 \cdot (-0,40 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,19 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = -0,29 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

0.3. Ciężar pokrycia

Rodzaj: ciężar

Typ: stałe

0.3.1. Ciężar

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 0,65 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 0,85 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,30,$$

Składniki obciążenia:

Gont łupany (podwójnie) na łatach i kontrłatach drewnianych

$$Q_k = 0,45 \text{ kN/m}^2 = 0,45 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,59 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,30,$$

Papa podkładowa VIVADACH

$$Q_k = 0,050 \text{ kN/m}^2 = 0,05 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,07 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,30,$$

Deski sosnowe gr. 25 mm

$$Q_k = 6,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,025 \text{ m} = 0,15 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,20 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,30,$$

1. KROKIEW

1.1 Obciążenia na 1 mb długości krokwi – przyjęto dla krokwi przedostatniej od strony wieży tzn. w miejscu maksymalnego obciążenia śniegiem

- ciężar pokrycia [A]

$$Q_k = 0,65 \times 1,11 = 0,72 \text{ kN/mb}; \quad \gamma_{f1} = 1,30,$$

- obciążenie śniegiem [B]

$$Q_{k1} = 0,72 \times 1,11 = 0,80 \text{ kN/mb}; \quad \gamma_f = 1,50.$$

$$Q_{k2} = 1,80 \times 1,11 = 2,00 \text{ kN/mb}; \quad \gamma_f = 1,50 \text{ (połąć przy wieży)}$$

- wiatr z lewej (parcie na połaci o nachyleniu 23°) [C]

$$Q_{k1} = 0,09 \times 1,11 = 0,10 \text{ kN/mb}; \quad \gamma_f = 1,50.$$

$$Q_{k2} = -0,19 \times 1,11 = -0,21 \text{ kN/mb}; \quad \gamma_f = 1,50$$

- wiatr z prawej (parcie na połaci o nachyleniu 40°) [D]

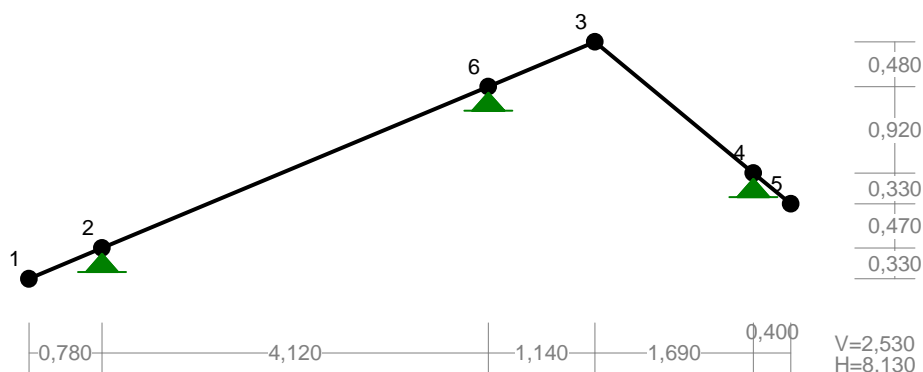
$$Q_{k1} = 0,19 \times 1,11 = 0,21 \text{ kN/mb}; \quad \gamma_f = 1,50.$$

$$Q_{k2} = -0,25 \times 1,11 = -0,28 \text{ kN/mb}; \quad \gamma_f = 1,50$$

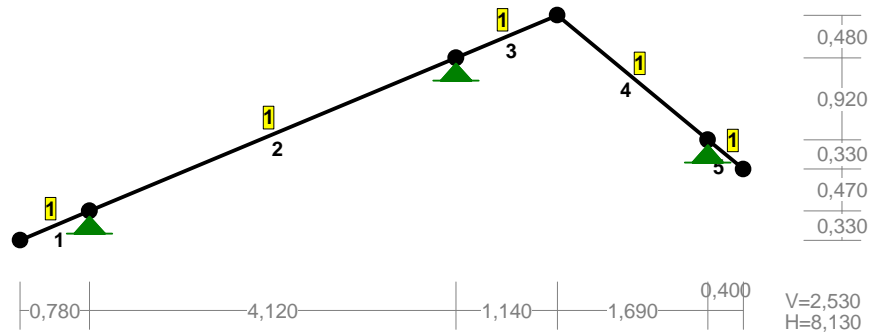
1.2 Schemat statyczny oraz obliczenie sił wewnętrznych

Nazwa: krokiew1.rmt

WĘZŁY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,780	0,330	0,847	1,000	1 B 140x130
2	00	2	6	4,120	1,720	4,465	1,000	1 B 140x130
3	00	6	3	1,140	0,480	1,237	1,000	1 B 140x130
4	00	3	4	1,690	-1,400	2,195	1,000	1 B 140x130
5	00	4	5	0,400	-0,330	0,519	1,000	1 B 140x130

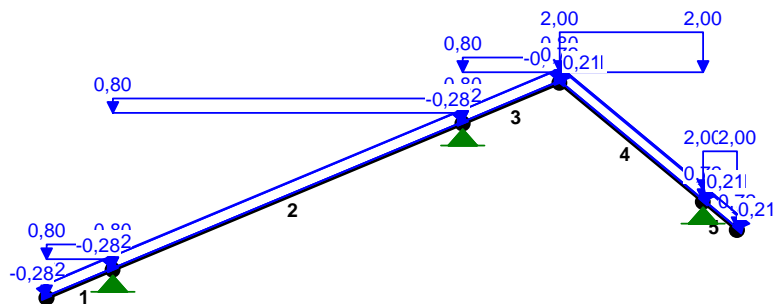
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	182,0	2973	2563	425	425	14,0	45 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

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

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

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

Grupa:	A "Ciężar pokrycia"			Stałe	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	0,72	0,72	0,00	0,85
2	Liniowe	0,0	0,72	0,72	0,00	4,46
3	Liniowe	0,0	0,72	0,72	0,00	1,24
4	Liniowe	0,0	0,72	0,72	0,00	2,19
5	Liniowe	0,0	0,72	0,72	0,00	0,52

Grupa:	B "Śnieg"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,80	0,80	0,00	0,85
2	Liniowe-Y	0,0	0,80	0,80	0,00	4,46
3	Liniowe-Y	0,0	0,80	0,80	0,00	1,24
4	Liniowe-Y	0,0	2,00	2,00	0,00	2,19
5	Liniowe-Y	0,0	2,00	2,00	0,00	0,52

Grupa:	C "Wiatr z lewej"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	22,9	0,10	0,10	0,00	0,85
2	Liniowe	22,7	0,10	0,10	0,00	4,46
3	Liniowe	22,8	0,10	0,10	0,00	1,24
4	Liniowe	-39,6	-0,21	-0,21	0,00	2,19
5	Liniowe	-39,5	-0,21	-0,21	0,00	0,52

Grupa:	D "Wiatr z prawej"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	22,9	-0,28	-0,28	0,00	0,85
2	Liniowe	22,7	-0,28	-0,28	0,00	4,46
3	Liniowe	22,8	-0,28	-0,28	0,00	1,24
4	Liniowe	-39,6	0,21	0,21	0,00	2,19
5	Liniowe	-39,5	0,21	0,21	0,00	0,52

=====

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

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :

Ciężar wł.			1,10
A -"Ciężar pokrycia"	Stałe		1,30
B -"Śnieg"	Zmienne	1	1,00
C -"Wiatr z lewej"	Zmienne	1	1,00
D -"Wiatr z prawej"	Zmienne	1	1,00

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:

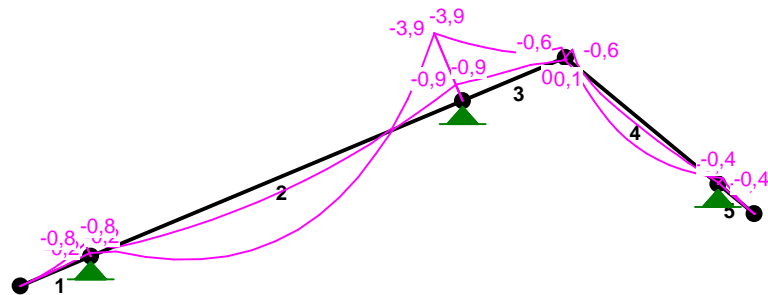
Ciężar wł.	ZAWSZE
A -"Ciężar pokrycia"	ZAWSZE
B -"Śnieg"	EWENTUALNIE
C -"Wiatr z lewej"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: D
D -"Wiatr z prawej"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: C

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

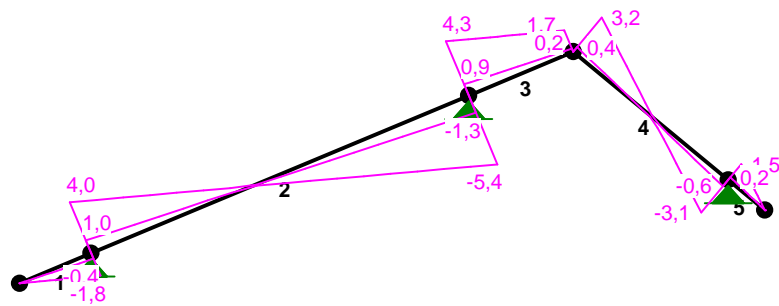
Nr: Specyfikacja:

1 ZAWSZE : A
 EWENTUALNIE: B/B+C/B+D/C/D

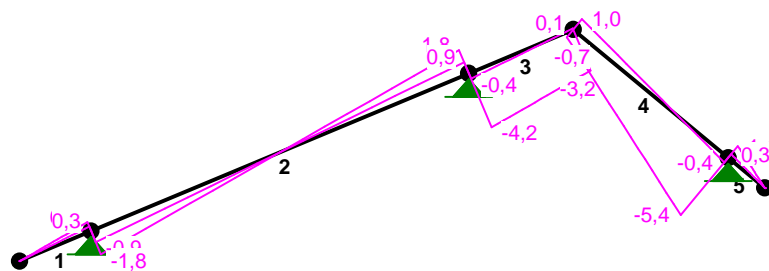
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



SILY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

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

Pręt: x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:	
1	0,000	0,0*	-0,0	-0,0	ABD
	0,847	-0,8*	-1,8	0,7	ABC
	0,847	-0,8	-1,8*	0,7	ABC
	0,847	-0,8	-1,8	0,7*	ABC
	0,000	-0,0	-0,0	-0,0*	AB
2	1,953	3,1*	-0,1	-0,2	ABC
	4,465	-3,9*	-5,4	1,8	ABC
	4,465	-3,9	-5,4*	1,8	ABC
	4,465	-2,8	-3,9	1,8*	ABD
	0,000	-0,6	2,9	-1,8*	ABD
3	1,237	0,1*	1,1	0,1	AC
	0,000	-3,9*	4,3	-2,9	ABC
	0,000	-3,9	4,3*	-2,9	ABC
	1,237	0,1	1,1	0,1*	AC
	0,000	-2,8	2,8	-4,2*	ABD
4	1,097	1,3*	0,1	-3,1	ABD
	0,000	-0,6*	3,2	-0,7	ABD
	0,000	-0,6	3,2*	-0,7	ABD
	0,000	0,1	0,4	1,0*	AC
	2,195	-0,4	-3,1	-5,4*	ABD
5	0,519	0,0*	-0,0	-0,0	ABD
	0,000	-0,4*	1,5	1,1	ABD
	0,000	-0,4	1,5*	1,1	ABD
	0,000	-0,4	1,5	1,1*	ABD
	0,519	0,0	-0,0	-0,0*	ABC

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

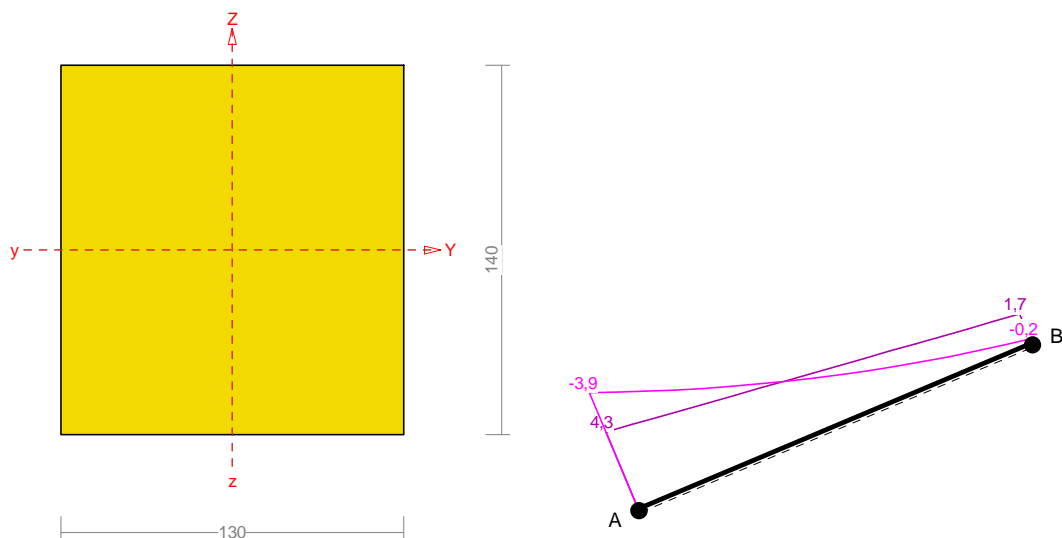
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
2	0,7*	4,9	4,9		ABD
	-0,0*	3,2	3,2		AC
	0,1	6,3*	6,3		ABC
	0,6	1,8*	1,9		AD
	0,1	6,3	6,3*		ABC
4	-0,1*	1,1	1,1		AC
	-2,1*	7,7	7,9		ABD
	-2,1	7,7*	7,9		ABD
	-0,1	1,1*	1,1		AC
	-2,1	7,7	7,9*		ABD
6	3,0*	8,5	9,0		ABD
	-0,8*	5,3	5,4		AC
	0,6	10,8*	10,8		ABC
	1,6	3,1*	3,5		AD
	0,6	10,8	10,8*		ABC

* = Wartości ekstremalne

1.3 Wymiarowanie - Pręt nr 3 (max. wartości naprężeń)

Zadanie: krokiew1



Przekrój: 1 "B 140x130"

Wymiary przekroju:

$$h=140,0 \text{ mm} \quad b=130,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=2972,7; \quad J_z=2563,2 \text{ cm}^4; \quad A=182,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,0; \quad i_z=3,8 \text{ cm}; \quad W_y=424,7; \quad W_z=394,3 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

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

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 3

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

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=1,24 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „AC”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 182,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,1 / 182,00 \times 10 = 0,0 < 6,46 = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=1,24 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABD”.

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

$$l_c = \mu l = 0,832 \times 1,237 = 1,029 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,237 = 1,237 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 1,029 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 1,237 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,029 / 0,0404 = 25,46$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,237 / 0,0375 = 32,96$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (25,46)^2 = 112,63 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (32,96)^2 = 67,23 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21 / 112,63} = 0,432$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21 / 67,23} = 0,559$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,432 - 0,5) + (0,432)^2] = 0,586$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,559 - 0,5) + (0,559)^2] = 0,662$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,586 + \sqrt{0,586^2 - 0,432^2}) = 1,017$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,662 + \sqrt{0,662^2 - 0,559^2}) = 0,983$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 182,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 4,2 / 182,00 \times 10 = \mathbf{0,2} < \mathbf{9,53} = 0,983 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=1,24 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,2}{1,017 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{9,2}{11,08} = \mathbf{0,844} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,2}{0,983 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{9,2}{11,08} = \mathbf{0,596} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=1,24 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABC”.

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

$$l_d = 1,00 \times 1237 + 140 + 140 = 1517 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{1517 \times 140 \times 11,08}{3,142 \times 130^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,155$$

Wartość współczynnika zwężenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75$$

$$k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 3,9 / 424,67 \times 10^3 = \mathbf{9,2} < \mathbf{11,1} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,24 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „AC”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{6,46} + \frac{0,3}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,0} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{6,46} + 0,7 \times \frac{0,3}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,0} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=1,24 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2^2}{9,69^2} + \frac{9,2}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,8} < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{9,2}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,6} < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=1,24$ m, przy obciążeniach „ABC”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 4,3 / 182,0 \times 10 = 0,4 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 182,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,4^2 + 0,0^2} = \mathbf{0,4} < \mathbf{1,2} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,54$ m; $x_b=0,70$ m, przy obciążeniach „ABC”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 8,2 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,3 \times [1 + 19,2 \times (140,0/1237)^2] (1 + 0,60) = 0,7 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (130,0/1237)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („BC”):

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,4 \times [1 + 19,2 \times (140,0/1237)^2] (1 + 0,60) = 0,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (130,0/1237)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = 0,7 + 0,8 = \mathbf{1,5} < \mathbf{8,2} = u_{\text{net,fin}}$$

UWAGA! Przekroje krokwi są wystarczające z punktu widzenia bezpiecznego przeniesienia całkowitego zestawu obciążeń.

2. PŁATEW („ścianka stolcowa”).

REAKCJE OD KROKWI (rozstawionych co 1,11 m) - WARTOŚCI EKSTREMALNE:

Węzeł: H[kN]: V[kN]: R[kN]: M[kNm]: Kombinacja obciążeń:

6	3,0*	8,5	9,0	ABD
	0,6	10,8*	10,8	ABC

2.1 Obciążenia na 1 mb długości płatwi (wartości obliczeniowe)

Kombinacja obciążeń: ABD

$$H_0 = 3,0 : 1,11 = 2,70 \text{ kN/mb}$$

$$V_0 = 8,5 : 1,11 = 7,66 \text{ kN/mb}$$

Kombinacja obciążeń: ABC

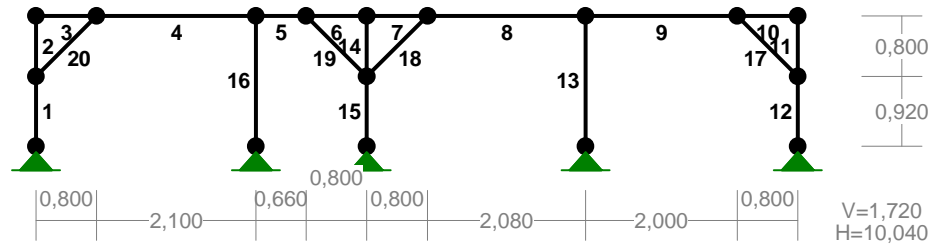
$$H_0 = 0,6 : 1,11 = 0,54 \text{ kN/mb}$$

$$V_O = 10,8 : 1,11 = 9,73 \text{ kN/mb}$$

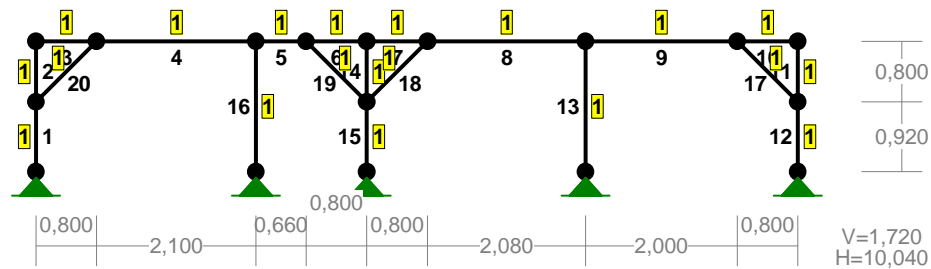
2.2 Schemat statyczny oraz obliczenie sił wewnętrznych

Nazwa: platewla.rmt

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;

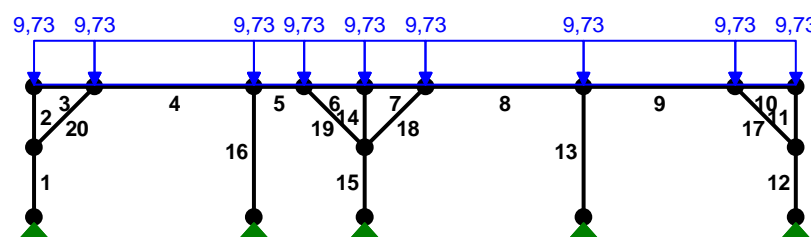
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	11	0,000	0,920	0,920	1,000	1 B 140x140
2	00	11	2	0,000	0,800	0,800	1,000	1 B 140x140
3	00	2	14	0,800	0,000	0,800	1,000	1 B 140x140
4	00	14	3	2,100	0,000	2,100	1,000	1 B 140x140
5	00	3	15	0,660	0,000	0,660	1,000	1 B 140x140
6	00	15	4	0,800	0,000	0,800	1,000	1 B 140x140
7	00	4	16	0,800	0,000	0,800	1,000	1 B 140x140
8	00	16	5	2,080	0,000	2,080	1,000	1 B 140x140
9	00	5	17	2,000	0,000	2,000	1,000	1 B 140x140
10	00	17	6	0,800	0,000	0,800	1,000	1 B 140x140
11	00	6	13	0,000	-0,800	0,800	1,000	1 B 140x140
12	00	13	7	0,000	-0,920	0,920	1,000	1 B 140x140
13	00	5	8	0,000	-1,720	1,720	1,000	1 B 140x140
14	00	4	12	0,000	-0,800	0,800	1,000	1 B 140x140
15	00	12	9	0,000	-0,920	0,920	1,000	1 B 140x140
16	00	3	10	0,000	-1,720	1,720	1,000	1 B 140x140
17	00	17	13	0,800	-0,800	1,131	1,000	1 B 140x140
18	00	12	16	0,800	0,800	1,131	1,000	1 B 140x140
19	00	15	12	0,800	-0,800	1,131	1,000	1 B 140x140
20	00	11	14	0,800	0,800	1,131	1,000	1 B 140x140

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	196,0	3201	3201	457	457	14,0	45 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

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

OBCIĄŻENIA:**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

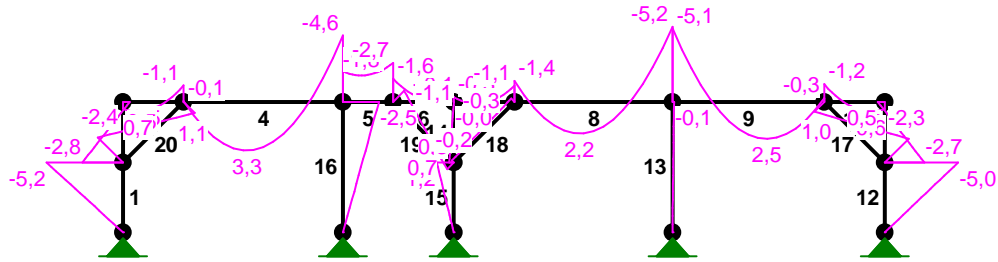
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A	"		Zmienne	γ _f = 1,00	
3	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	0,80
4	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	2,10
5	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	0,66
6	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	0,80
7	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	0,80
8	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	2,08
9	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	2,00
10	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	0,80

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

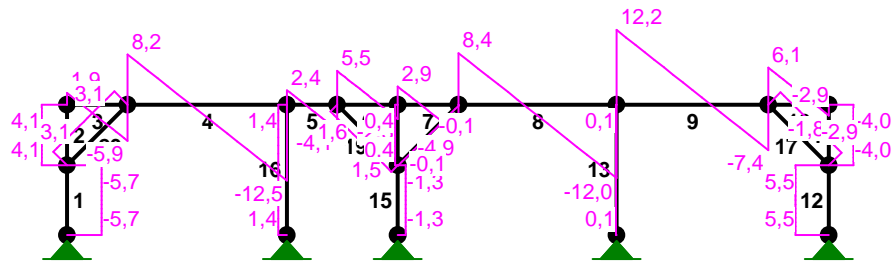
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ _d :	γ _f :
Ciężar wł.			1,10
A - " "	Zmienne 1	1,00	1,00

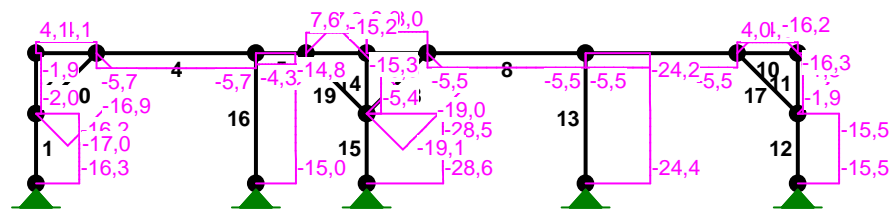
MOMENTY :



TNĄCE :



NORMALNE :



SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-0,0	-5,7	-16,3
	1,00	0,920	-5,2	-5,7	-16,2
2	0,00	0,000	-2,8	4,1	-2,0
	1,00	0,800	0,5	4,1	-1,9
3	0,00	0,000	0,5	1,9	4,1
	0,24	0,194	0,7*	0,0	4,1
	1,00	0,800	-1,1	-5,9	4,1
4	0,00	0,000	-0,1	8,2	-5,7
	0,39	0,829	3,3*	0,0	-5,7
	1,00	2,100	-4,6	-12,5	-5,7
5	0,00	0,000	-2,1	2,4	-4,3

	0,36	0,240	-1,8*	-0,0	-4,3
	1,00	0,660	-2,7	-4,1	-4,3
6	0,00	0,000	-1,6	5,5	7,6
	0,70	0,562	-0,1*	-0,0	7,6
	0,70	0,559	-0,1*	0,0	7,6
	1,00	0,800	-0,3	-2,3	7,6
7	0,00	0,000	-0,3	2,9	8,0
	0,38	0,300	0,1*	0,0	8,0
	1,00	0,800	-1,1	-4,9	8,0
8	0,00	0,000	-1,4	8,4	-5,5
	0,41	0,853	2,2*	0,0	-5,5
	1,00	2,080	-5,2	-12,0	-5,5
9	0,00	0,000	-5,1	12,2	-5,5
	0,62	1,242	2,5*	0,0	-5,5
	1,00	2,000	-0,3	-7,4	-5,5
10	0,00	0,000	-1,2	6,1	4,0
	0,77	0,616	0,6*	0,0	4,0
	1,00	0,800	0,5	-1,8	4,0
11	0,00	0,000	0,5	-4,0	-1,8
	1,00	0,800	-2,7	-4,0	-1,9
12	0,00	0,000	-5,0	5,5	-15,5
	1,00	0,920	-0,0	5,5	-15,5
13	0,00	0,000	-0,1	0,1	-24,2
	1,00	1,720	-0,0	0,1	-24,4
14	0,00	0,000	-0,0	0,4	-5,3
	1,00	0,800	0,3	0,4	-5,4
15	0,00	0,000	1,2	-1,3	-28,5
	1,00	0,920	0,0	-1,3	-28,6
16	0,00	0,000	-2,5	1,4	-14,8
	1,00	1,720	-0,0	1,4	-15,0
17	0,00	0,000	1,0	-2,9	-16,2
	1,00	1,131	-2,3	-2,9	-16,3
18	0,00	0,000	-0,2	-0,1	-19,1
	1,00	1,131	-0,3	-0,1	-19,0
19	0,00	0,000	-1,1	1,6	-15,2
	1,00	1,131	0,7	1,5	-15,3
20	0,00	0,000	-2,4	3,1	-17,0
	1,00	1,131	1,1	3,1	-16,9

* = Wartości ekstremalne

UWAGA! Z analizy układu wynika że zbyt mała (o 8 do 14%) jest nośność prętów: 3,8 i 9 – płatew oraz prętów 1, 11 i 12 – słupy skrajne ścianki stolcowej.

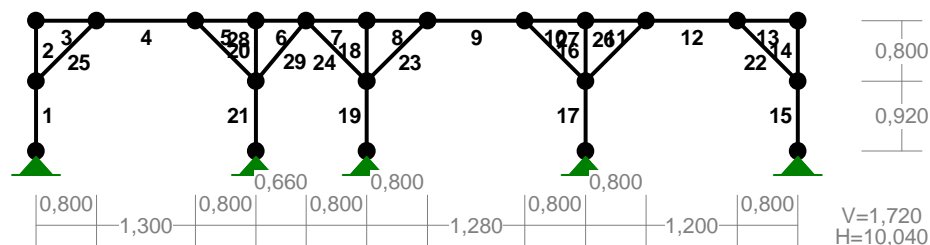
Układ wzmocniono przez zastosowanie dodatkowych mieczy 14x14 cm, obustronnie przy wszystkich słupach wewnętrznych.

3. PŁATEW („ścianka stolcowa”) - PO ZMIANIE .

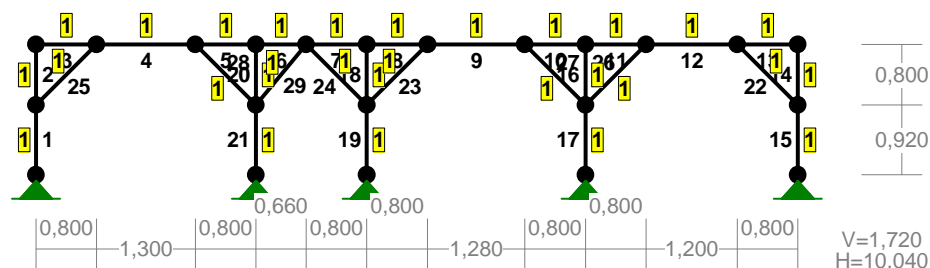
3.1 Analiza statyczna i obliczenie sił wewnętrznych.

Nazwa: platewla-zm.rmt

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	11	0,000	0,920	0,920	1,000	1 B 140x140
2	00	11	2	0,000	0,800	0,800	1,000	1 B 140x140
3	00	2	14	0,800	0,000	0,800	1,000	1 B 140x140
4	00	14	20	1,300	0,000	1,300	1,000	1 B 140x140
5	00	20	3	0,800	0,000	0,800	1,000	1 B 140x140
6	00	3	15	0,660	0,000	0,660	1,000	1 B 140x140
7	00	15	4	0,800	0,000	0,800	1,000	1 B 140x140
8	00	4	16	0,800	0,000	0,800	1,000	1 B 140x140
9	00	16	21	1,280	0,000	1,280	1,000	1 B 140x140
10	00	21	5	0,800	0,000	0,800	1,000	1 B 140x140
11	00	5	22	0,800	0,000	0,800	1,000	1 B 140x140
12	00	22	17	1,200	0,000	1,200	1,000	1 B 140x140
13	00	17	6	0,800	0,000	0,800	1,000	1 B 140x140
14	00	6	13	0,000	-0,800	0,800	1,000	1 B 140x140
15	00	13	7	0,000	-0,920	0,920	1,000	1 B 140x140
16	00	5	19	0,000	-0,800	0,800	1,000	1 B 140x140
17	00	19	8	0,000	-0,920	0,920	1,000	1 B 140x140
18	00	4	12	0,000	-0,800	0,800	1,000	1 B 140x140
19	00	12	9	0,000	-0,920	0,920	1,000	1 B 140x140
20	00	3	18	0,000	-0,800	0,800	1,000	1 B 140x140
21	00	18	10	0,000	-0,920	0,920	1,000	1 B 140x140
22	00	17	13	0,800	-0,800	1,131	1,000	1 B 140x140
23	00	12	16	0,800	0,800	1,131	1,000	1 B 140x140
24	00	15	12	0,800	-0,800	1,131	1,000	1 B 140x140
25	00	11	14	0,800	0,800	1,131	1,000	1 B 140x140
26	00	22	19	-0,800	-0,800	1,131	1,000	1 B 140x140
27	00	19	21	-0,800	0,800	1,131	1,000	1 B 140x140

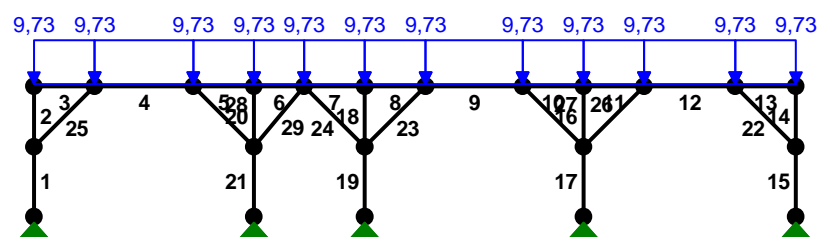
28	00	18	20	-0,800	0,800	1,131	1,000	1 B 140x140
29	00	18	15	0,660	0,800	1,037	1,000	1 B 140x140

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	196,0	3201	3201	457	457	14,0	45 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

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

OBCIĄŻENIA:**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

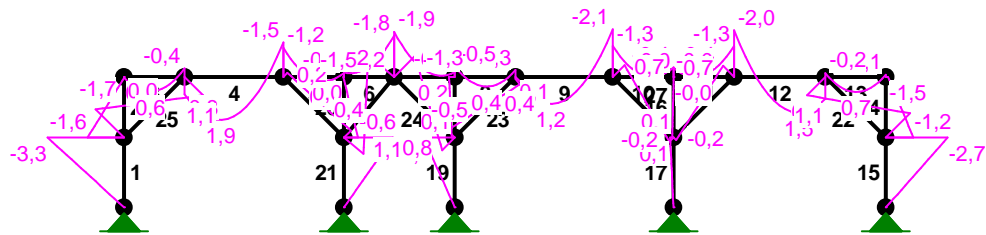
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A ""			Zmienne	γ _f = 1,00	
3	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	0,80
4	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	1,30
5	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	0,80
6	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	0,66
7	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	0,80
8	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	0,80
9	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	1,28
10	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	0,80
11	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	0,80
12	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	1,20
13	Liniowe	0,0	9,73	9,73	0,00	0,80

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

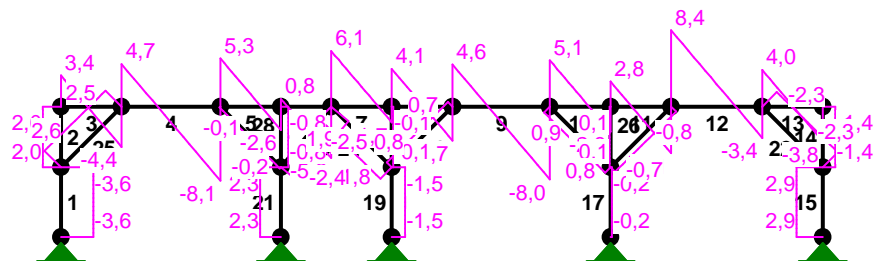
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ _d :	γ _f :
Ciężar wł.			1,10
A - ""	Zmienne 1	1,00	1,00

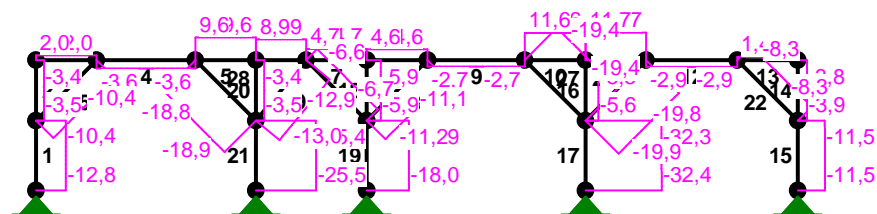
MOMENTY :



TNĄCE :



NORMALNE :



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,0	-3,6	-12,8
	1,00	0,920	-3,3	-3,6	-12,7
2	0,00	0,000	-1,6	2,0	-3,5
	1,00	0,800	0,0	2,0	-3,4
3	0,00	0,000	0,0	3,4	2,0
	0,44	0,350	0,6*	-0,0	2,0
	1,00	0,800	-0,4	-4,4	2,0
4	0,00	0,000	0,8	4,7	-3,6
	0,36	0,472	1,9*	0,0	-3,6
	1,00	1,300	-1,5	-8,1	-3,6

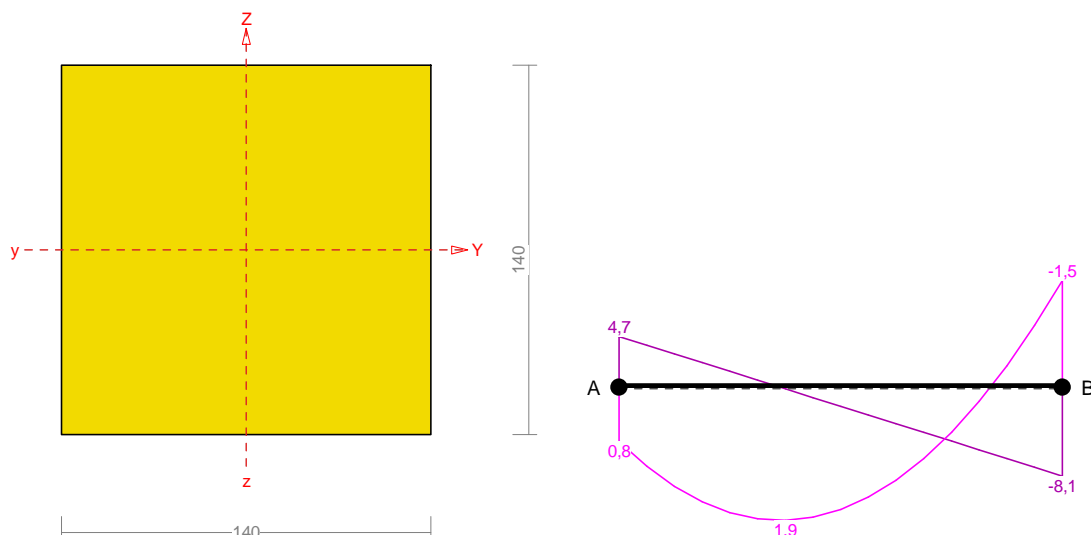
5	0,00	0,000	-1,2	5,3	9,6
	0,67	0,538	0,2*	0,0	9,6
	1,00	0,800	-0,2	-2,6	9,6
6	0,00	0,000	-0,2	0,8	8,9
	0,13	0,085	-0,2*	0,0	8,9
	1,00	0,660	-1,8	-5,6	8,9
7	0,00	0,000	-1,9	6,1	4,7
	0,78	0,622	-0,0*	0,0	4,7
	1,00	0,800	-0,2	-1,7	4,7
8	0,00	0,000	-0,5	4,1	4,6
	0,52	0,419	0,4*	0,0	4,6
	1,00	0,800	-0,3	-3,7	4,6
9	0,00	0,000	0,1	4,6	-2,7
	0,37	0,470	1,2*	-0,0	-2,7
	1,00	1,280	-2,1	-8,0	-2,7
10	0,00	0,000	-1,3	5,1	11,6
	0,65	0,519	-0,0*	-0,0	11,6
	1,00	0,800	-0,4	-2,8	11,6
11	0,00	0,000	-0,4	2,8	11,7
	0,35	0,281	-0,0*	-0,0	11,7
	1,00	0,800	-1,3	-5,1	11,7
12	0,00	0,000	-2,0	8,4	-2,9
	0,71	0,853	1,5*	-0,0	-2,9
	0,71	0,848	1,5*	0,0	-2,9
	1,00	1,200	0,9	-3,4	-2,9
13	0,00	0,000	-0,2	4,0	1,4
	0,51	0,409	0,7*	-0,0	1,4
	1,00	0,800	-0,1	-3,8	1,4
14	0,00	0,000	-0,1	-1,4	-3,8
	1,00	0,800	-1,2	-1,4	-3,9
15	0,00	0,000	-2,7	2,9	-11,5
	1,00	0,920	0,0	2,9	-11,5
16	0,00	0,000	-0,0	0,1	-5,5
	1,00	0,800	0,1	0,1	-5,6
17	0,00	0,000	0,1	-0,2	-32,3
	1,00	0,920	-0,0	-0,2	-32,4
18	0,00	0,000	0,2	-0,1	-5,9
	1,00	0,800	0,1	-0,1	-5,9
19	0,00	0,000	1,4	-1,5	-17,9
	1,00	0,920	-0,0	-1,5	-18,0
20	0,00	0,000	0,0	-0,8	-3,4
	1,00	0,800	-0,6	-0,8	-3,5
21	0,00	0,000	-2,1	2,3	-25,4
	1,00	0,920	-0,0	2,3	-25,5
22	0,00	0,000	1,1	-2,3	-8,3
	1,00	1,131	-1,5	-2,3	-8,3
23	0,00	0,000	-0,5	0,8	-11,2
	1,00	1,131	0,4	0,7	-11,1

24	0,00 1,00	0,000 1,131	-1,3 0,8	1,9 1,8	-6,6 -6,7
25	0,00 1,00	0,000 1,131	-1,7 1,1	2,6 2,5	-10,4 -10,4
26	0,00 1,00	0,000 1,131	0,7 -0,2	-0,8 -0,7	-19,8 -19,9
27	0,00 1,00	0,000 1,131	-0,2 0,7	0,8 0,9	-19,4 -19,4
28	0,00 1,00	0,000 1,131	0,4 0,2	-0,2 -0,1	-18,9 -18,8
29	0,00 1,00	0,000 1,037	1,1 -1,5	-2,4 -2,5	-13,0 -12,9

* = Wartości ekstremalne

3.2 Wymiarowanie - Pręt nr 4 (max. wartości naprężeń)

Zadanie: platew1a-zm



Przekrój: 1 "B 140x140"

Wymiary przekroju:

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

Charakterystyka geometryczna przekroju:

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

Własności techniczne drewna:

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

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 4

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

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=1,30 \text{ m}$, przy obciążeniach „A”.

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

$$l_c = \mu l = 0,587 \times 1,300 = 0,763 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,300 = 1,300 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 0,763 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 1,300 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 0,763 / 0,0404 = 18,88$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,300 / 0,0404 = 32,17$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (18,88)^2 = 204,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (32,17)^2 = 70,59 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21 / 204,85} = 0,320$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21 / 70,59} = 0,545$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,320 - 0,5) + (0,320)^2] = 0,533$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,545 - 0,5) + (0,545)^2] = 0,653$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,533 + \sqrt{0,533^2 - 0,320^2}) = 1,042$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,653 + \sqrt{0,653^2 - 0,545^2}) = 0,987$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 196,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 3,6 / 196,00 \times 10 = \mathbf{0,2} < \mathbf{9,57} = 0,987 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,49 \text{ m}$; $x_b=0,81 \text{ m}$, przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,2}{1,042 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{4,1}{11,08} = \mathbf{0,385} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,2}{0,987 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{4,1}{11,08} = \mathbf{0,276} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,49 \text{ m}$; $x_b=0,81 \text{ m}$, przy obciążeniach „A”.

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

$$l_d = 1,00 \times 1300 + 140 + 140 = 1580 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{1580 \times 140 \times 11,08}{3,142 \times 140^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,147$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

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

Nośność dla $x_a=0,49$ m; $x_b=0,81$ m, przy obciążeniach „A”:

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

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

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,49$ m; $x_b=0,81$ m, przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2^2}{9,69^2} + \frac{4,1}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,4} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{4,1}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,3} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=1,30$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „A”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 8,1 / 196,0 \times 10 = 0,6 \text{ MPa}$$

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

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,6^2 + 0,0^2} = \mathbf{0,6} < \mathbf{1,2} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,49$ m; $x_b=0,81$ m, przy obciążeniach „A”.

Ugięcia graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 8,7 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/1300)^2] (1 + 0,60) = -0,1 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/1300)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („A”):

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -2,4 \times [1 + 19,2 \times (140,0/1300)^2] (1 + 0,60) = -4,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/1300)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -0,1 + -4,8 = \mathbf{4,8} < \mathbf{8,7} = u_{\text{net,fin}}$$

4. UWAGI I ZALECENIA.

Wszystkie elementy drewniane konstrukcji dachu po ich oczyszczeniu należy zaimpregnować preparatami chroniącymi drewno przed grzybami domowymi i owadami-technicznymi szkodnikami drewna oraz o właściwościach ogniochronnych- uodpornienie do stopnia nierozprzestrzeniającego ognia (NRO). Proponuje się zastosować preparat FOBOS M-2 lub preparat innego producenta o identycznych właściwościach.

KONIEC OBLICZEŃ.