

Załącznik nr 2**Obliczenia konstrukcyjne**

Poz. 1.1. Obliczenie elementów więzby dachowej

Więźba dachowa krokwiowa.

Drewno sosnowe klasy C24.

Rozstaw krokwi $a = 0,90$ m. Nachylenie połaci dachu $\alpha = 10^\circ$.

Zestawienie obciążeń

1. Obciążenia stałe dachu

Rodzaj: ciężar pokrycia dachu i warstw izolacyjnych. Typ: stałe.

1.1. Ciężar pokrycia dachowego

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 1.15 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 1.26 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1.10,$$

$$Q_{o2} = 1.03 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0.90.$$

Składniki obciążenia:

Blacha stalowa trapezowa - pokrycie

$$Q_k = 0.350 \text{ kN/m}^2 = 0.35 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0.39 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1.10,$$

$$Q_{o2} = 0.32 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0.90.$$

Folia wiatroizolacyjna

$$Q_k = 11.00 \cdot 0.003 = 0.03 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0.03 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1.10,$$

$$Q_{o2} = 0.03 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0.90.$$

Łaty i kontrłaty z tarcicy sosnowej

$$Q_k = 6.0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.06 \text{ m} \cdot 0.5 = 0.18 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0.20 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1.10,$$

$$Q_{o2} = 0.16 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0.90.$$

Izolacja z wełny mineralnej

$$Q_k = 1.2 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.2 \text{ m} = 0.24 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0.26 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1.10,$$

$$Q_{o2} = 0.22 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0.90.$$

Blacha stalowa trapezowa - sufit

$$Q_k = 0.350 \text{ kN/m}^2 = 0.35 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0.39 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1.10,$$

$$Q_{o2} = 0.32 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0.90.$$

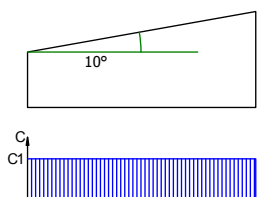
2. Obciążenie śniegiem

Rodzaj: śnieg. Typ: zmienne.

2.1. Dach jednospadowy

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 jednospadowego.



Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 0.9 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.8 \cdot 1.20 = 0.86 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 1.29 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1.50.$$

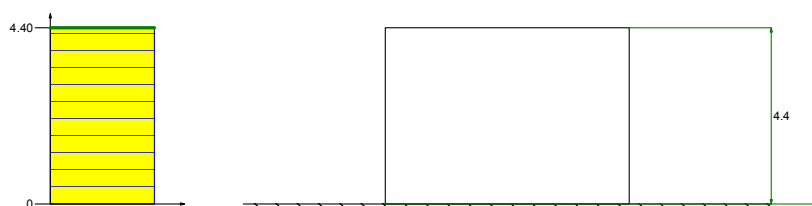
3. Obciążenie wiatrem

Rodzaj: wiatr. Typ: zmienne.

3.1. Dach jednospadowy

Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0.25 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy I.

Współczynnik ekspozycji $C_e = 0.80$ przyjęto jak dla terenu B i wysokości nad poziomem gruntu $z = 4.40 \text{ m}$. Ponieważ $H/L \leq 2$ przyjęto stały po wysokości rozkład współczynnika ekspozycji C_e o wartości jak dla punktu najwyższego.

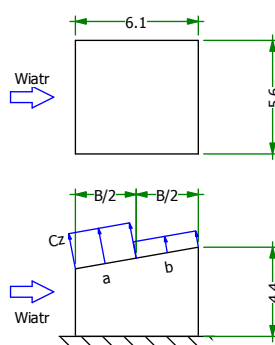


Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1.80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0.20$; okres drgań własnych $T = 0.20 \text{ s}$).

Współczynnik aerodynamiczny C odcinka a połaci dachu jednospadowego ($\alpha = 10^\circ$) wg wariantu I i kierunku wiatru 1 równy jest $C = C_z - C_w = -0.90$, gdzie:

$C_z = -0.90$ jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego,

$C_w = 0.00$ jest współczynnikiem ciśnienia wewnętrznego.



Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

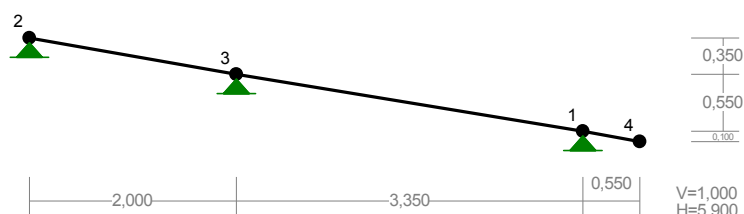
$$Q_k = 0.25 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.80 \cdot (-0.90 - 0.00) \cdot 1.8 = -0.32 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = -0.42 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1.30.$$

Analiza statyczna ustroju dachowego – układ krokwi

WĘZŁY :



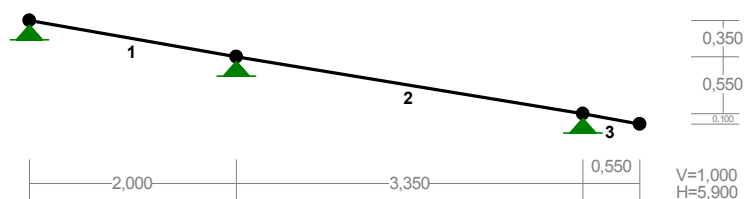
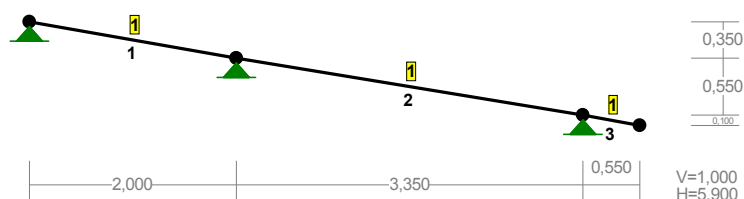
WĘZŁY :

Nr :	X [m] :	Y [m] :
1	5,350	0,100
2	0,000	1,000
3	2,000	0,650
4	5,900	0,000

PODPORY:

P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx (Do*) : [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
2	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
3	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	

PRĘTY:**PRZEKROJE PRĘTÓW:****PRĘTY UKŁADU:**

Typy prętów: 00 - sztywny-sztywny, 01 - sztywny-przegub,
10 - przegub-sztywny, 11 - przegub-przegub, 22 - ciągnio

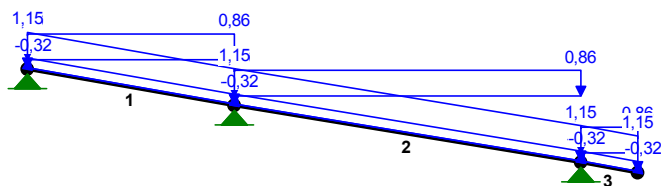
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	2	3	2,000	-0,350	2,030	1,000	1 Krokwie
2	00	3	1	3,350	-0,550	3,395	1,000	1 Krokwie
3	00	1	4	0,550	-0,100	0,559	1,000	1 Krokwie

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	160,0	5333	853	533	533	20,0	Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
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]:
<hr/>						
Grupa:	C	"Ciężar pokrycia dachu"		Stałe	$\gamma_f = 1,35$	
1	Liniowe	0,0	1,15	1,15	0,00	2,03
	1.1. Ciężar pokrycia dachowego $p = 1,15 \cdot 1,000$					
2	Liniowe	0,0	1,15	1,15	0,00	3,39
	1.1. Ciężar pokrycia dachowego $p = 1,15 \cdot 1,000$					
3	Liniowe	0,0	1,15	1,15	0,00	0,56
	1.1. Ciężar pokrycia dachowego $p = 1,15 \cdot 1,000$					
<hr/>						
Grupa:	S	"Obciążenie śniegiem"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,86	0,86	0,00	2,03
	2.1. Dach jednospadowy $p = 0,86 \cdot 1,000$					
2	Liniowe-Y	0,0	0,86	0,86	0,00	3,39
	2.1. Dach jednospadowy $p = 0,86 \cdot 1,000$					
3	Liniowe-Y	0,0	0,86	0,86	0,00	0,56
	2.1. Dach jednospadowy $p = 0,86 \cdot 1,000$					
<hr/>						
Grupa:	W	"Obciążenie wiatrem"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	-9,9	-0,32	-0,32	0,00	2,03
	3.1. Dach jednospadowy $p = -0,32 \cdot 1,000$					
2	Liniowe	-9,3	-0,32	-0,32	0,00	3,39
	3.1. Dach jednospadowy $p = -0,32 \cdot 1,000$					
3	Liniowe	-10,3	-0,32	-0,32	0,00	0,56
	3.1. Dach jednospadowy $p = -0,32 \cdot 1,000$					

=====

W Y N I K I

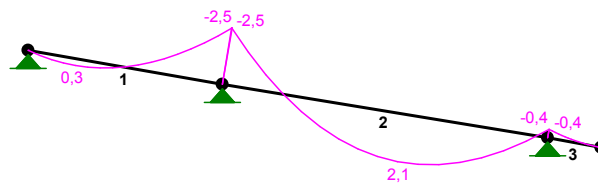
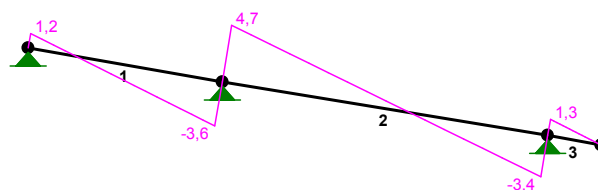
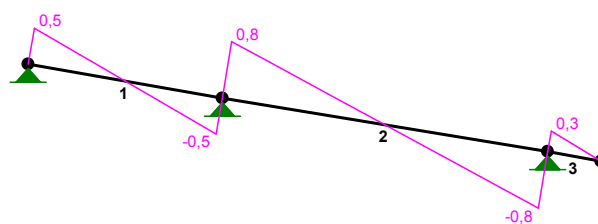
Teoria I-go rzędu

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁCZYNNIKI BEZPIECZEŃSTWA:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :

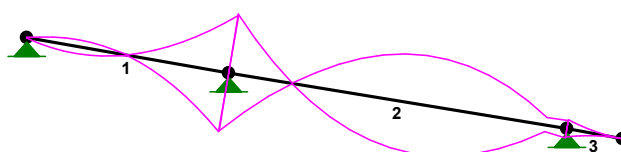
Ciężar własny			1,10
C - "Ciężar pokrycia dachu"	Stałe		1,35
S - "Obciążenie śniegiem"	Zmienne	1	1,00
W - "Obciążenie wiatrem"	Zmienne	1	1,00

MOMENTY :**TNĄCE :****NORMALNE :****SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu

Obciążenia obliczeniowe: Ciężar własny + CSW

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-0,0	1,2	0,5
	0,25	0,500	0,3*	-0,0	0,3
	1,00	2,030	-2,5	-3,6	-0,5
2	0,00	0,000	-2,5	4,7	0,8
	0,58	1,963	2,1*	-0,0	-0,1
	1,00	3,395	-0,4	-3,4	-0,8
3	0,00	0,000	-0,4	1,3	0,3
	1,00	0,557	-0,0*	0,0	0,0
	1,00	0,559	0,0	-0,0	-0,0

* = Wartości ekstremalne

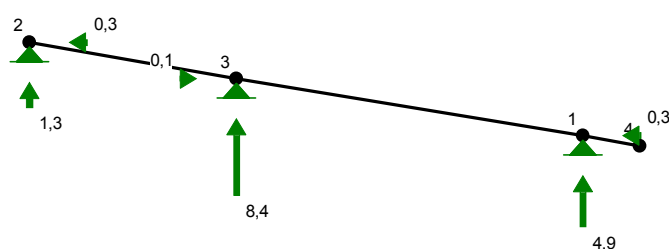
NAPRĘŻENIA:

NAPRĘŻENIA: T.I rzędu

Obciążenia obliczeniowe: Ciężar własny + CSW

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
[MPa]					
Drewno C24					
1	0,00	0,000	0,0	0,0	0,001
	1,00	2,030	4,6	-4,7	0,196*
2	0,00	0,000	4,7	-4,6	0,196*
	1,00	3,395	0,6	-0,7	0,031
3	0,00	0,000	0,7	-0,7	0,030*
	1,00	0,559	-0,0	0,0	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:**REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu

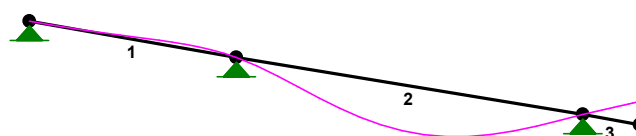
Obciążenia obliczeniowe: Ciężar własny + CSW

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	-0,3	4,9	4,9	
2	-0,3	1,3	1,3	
3	0,1	8,4	8,4	

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu

Obciążenia obliczeniowe: Ciężar własny + CSW

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Fi[rad] ([deg]):
1	0,00000	-0,00000	0,00000	0,00350 (0,201)
2	0,00000	-0,00000	0,00000	0,00002 (0,001)
3	-0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00146 (-0,084)
4	0,00034	0,00188	0,00191	0,00339 (0,194)

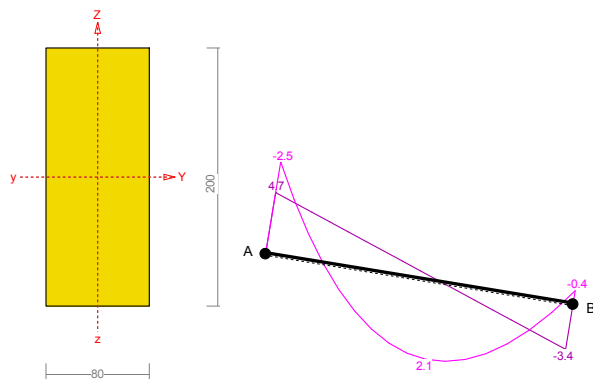
PRZEMIESZCZENIA:

DEFORMACJE: T.I rzędu

Obciążenia obliczeniowe: Ciężar własny + CSW

Pręt:	Wa [m]:	Wb [m]:	F _{Ia} [deg]:	F _{Ib} [deg]:	f [m]:	L/f:
1	-0,0000	0,0000	0,001	-0,084	0,0003	6378,2
2	-0,0000	0,0000	-0,084	0,201	0,0035	959,0
3	-0,0000	0,0019	0,201	0,194	0,0000	72020,9

Wymiarowanie krokwi (pręt nr 2)



Przekrój: 1 "Krokwie"

Wymiary przekroju: $h=200.0$ mm $b=80.0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=5333.3; J_z=853.3 \text{ cm}^4; A=160.00 \text{ cm}^2; i_y=5.8; i_z=2.3 \text{ cm}; W_y=533.3; W_z=213.3 \text{ cm}^3.$$

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: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0.80$$

$$\gamma_M = 1.3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24.00$$

$$f_{m,d} = 14.77 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14.00$$

$$f_{t,0,d} = 8.62 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0.50$$

$$f_{t,90,d} = 0.31 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21.00$$

$$f_{c,0,d} = 12.92 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2.50$$

$$f_{c,90,d} = 1.54 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2.50$$

$$f_{v,d} = 1.54 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

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

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=0.00$ m; $x_b=3.39$ m, przy obciążeniach „CSW”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 160.00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0.8 / 160.00 \times 10 = 0.0 < 8.62 = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=3.39$ m; $x_b=0.00$ m, przy obciążeniach „CSW”.

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

$$l_c = \mu l = 0.803 \times 3.395 = 2.726 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1.000 \times 3.395 = 3.395 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 2.726 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 3.395 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2.726 / 0.0577 = 47.22$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 3.395 / 0.0231 = 147.00$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (47.22)^2 = 32.76 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (147.00)^2 = 3.38 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21 / 32.76} = 0.801$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21 / 3.38} = 2.493$$

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.5 [1 + 0.2 \times (0.801 - 0.5) + (0.801)^2] = 0.851$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.5 [1 + 0.2 \times (2.493 - 0.5) + (2.493)^2] = 3.806$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0.851 + \sqrt{0.851^2 - 0.801^2}) = 0.879$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (3.806 + \sqrt{3.806^2 - 2.493^2}) = 0.150$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 160.00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0.8 / 160.00 \times 10 = \mathbf{0.0} < \mathbf{1.93} = 0.150 \times 12.92 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a = 1.91 \text{ m}$; $x_b = 1.49 \text{ m}$, przy obciążeniach „CSW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0.0}{0.879 \times 12.92} + 0.7 \times \frac{0.0}{14.77} + \frac{3.9}{14.77} = \mathbf{0.265} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0.0}{0.150 \times 12.92} + \frac{0.0}{14.77} + 0.7 \times \frac{3.9}{14.77} = \mathbf{0.188} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a = 0.00 \text{ m}$; $x_b = 3.39 \text{ m}$, przy obciążeniach „CSW”.

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

$$l_d = 1.00 \times 3395 + 200 + 200 = 3795 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{3795 \times 200 \times 14.77}{3,142 \times 80^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0.548$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0.75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2.5 / 533.33 \times 10^3 = \mathbf{4.7} < \mathbf{14.8} = 1.000 \times 14.77 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a = 0.00 \text{ m}$; $x_b = 3.39 \text{ m}$, przy obciążeniach „CSW”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.0}{8.62} + \frac{4.7}{14.77} + 0.7 \times \frac{0.0}{14.77} = \mathbf{0.3} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.0}{8.62} + 0.7 \times \frac{4.7}{14.77} + \frac{0.0}{14.77} = \mathbf{0.2} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a = 1.91 \text{ m}$; $x_b = 1.49 \text{ m}$, przy obciążeniach „CSW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.0^2}{12.92^2} + \frac{3.9}{14.77} + 0.7 \times \frac{0.0}{14.77} = \mathbf{0.3} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.0^2}{12.92^2} + 0.7 \times \frac{3.9}{14.77} + \frac{0.0}{14.77} = \mathbf{0.2} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a = 0.00 \text{ m}$; $x_b = 3.39 \text{ m}$, przy obciążeniach „CSW”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1.5 V_z / A = 1.5 \times 4.7 / 160.0 \times 10 = 0.4 \text{ MPa}$$

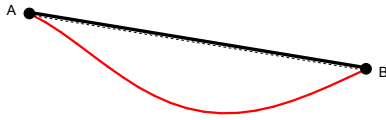
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 160,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,4^2 + 0,0^2} = \mathbf{0,4} < \mathbf{1,5} = 1,000 \times 1,54 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a = 1,91 \text{ m}$; $x_b = 1,49 \text{ m}$, przy obciążeniach „CSW”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 22,6 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -1,8 \times [1 + 19,2 \times (200,0/3395)^2] (1 + 0,60) = -3,0 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych („SW”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,8 \times [1 + 19,2 \times (200,0/3395)^2] (1 + 0,25) = -1,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,25) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -3,0 + -1,0 = \mathbf{4,1} < \mathbf{22,6} = u_{\text{net,fin}}$$