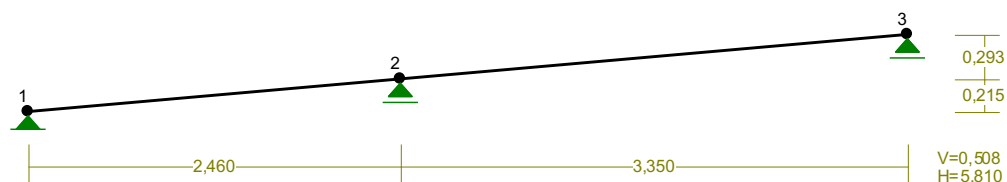


NAZWA: Krokiew 8x16 co 1,15m

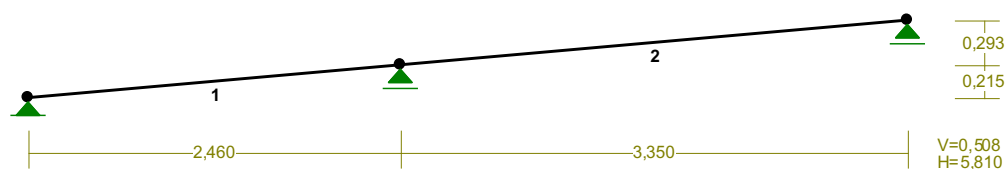
WĘZŁY: Skala 1:50



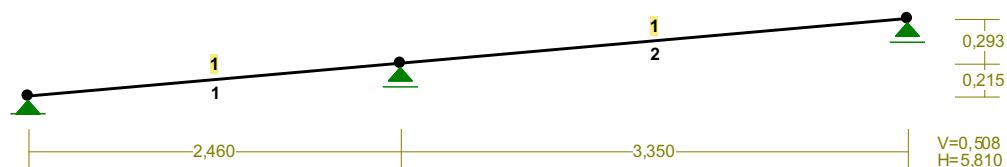
WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	2,460	0,215
3	5,810	0,508

PRĘTY: Skala 1:50



PRZEKROJE PRĘTÓW: Skala 1:50



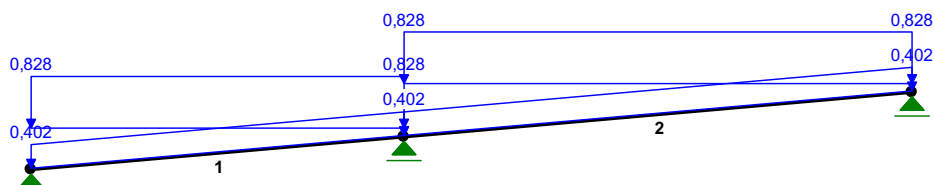
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	128,0	2731	683	341	341	16,0	70 Drewno C18

STAŁE MATERIAŁOWE:

Material:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
70 Drewno C18	9	18,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA: Skala 1:50



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A ""						Stale $\gamma_f = 1,35/1,00$
1	Liniowe	0,0	0,402	0,402	0,00	2,47
2	Liniowe	0,0	0,402	0,402	0,00	3,36
Grupa: B ""						Zmienne $\gamma_f = 1,50$
1	Liniowe-Y	0,0	0,828	0,828	0,00	2,47
2	Liniowe-Y	0,0	0,828	0,828	0,00	3,36

W Y N I K I wg PN 82/B-02000
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,35
A - ""	Stale		1,35/1,00
B - ""	Zmienne	1	1,00

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:

Relacje:

Ciężar wł.

ZAWSZE

A - ""

EWENTUALNIE

B - ""

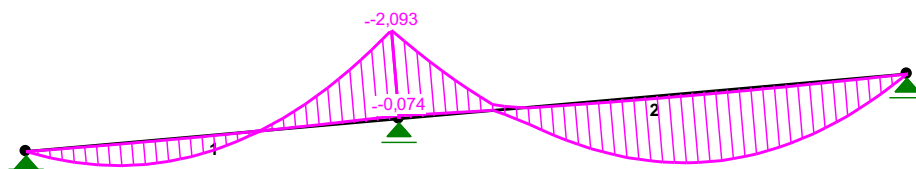
EWENTUALNIE

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

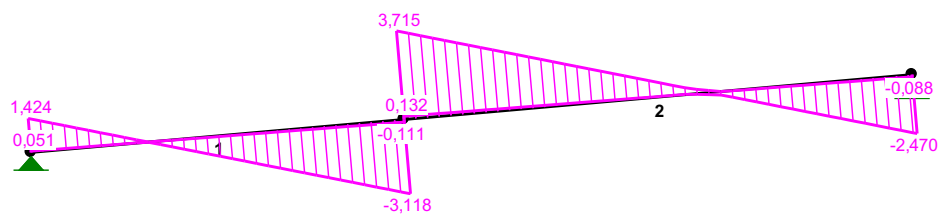
Nr: Specyfikacja:

1 ZAWSZE :
 EWENTUALNIE: A+B

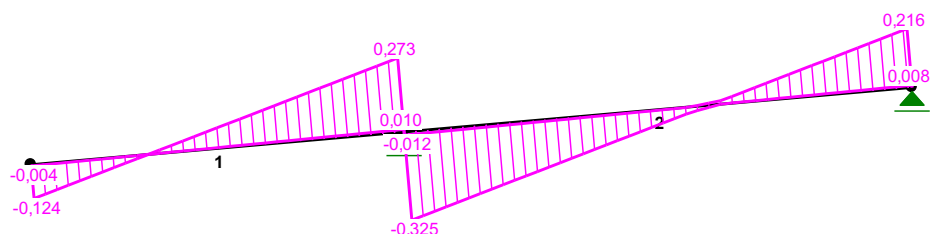
MOMENTY-OBWIEDNIE: Skala 1:50



TNĄCE-OBWIEDNIE: Skala 1:50



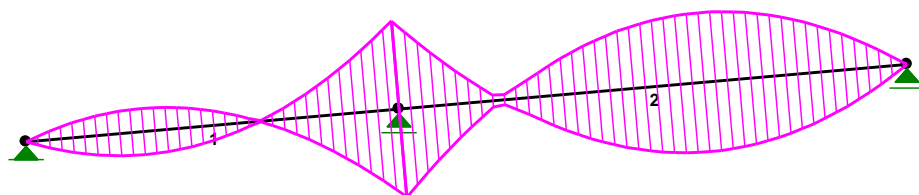
NORMALNE-OBWIEDNIE: Skala 1:50



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

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,772	0,551*	0,004	-0,000	AB
	2,469	-2,093*	-3,118	0,273	AB
	2,469	-2,093	-3,118*	0,273	AB
	2,469	-2,093	-3,118	0,273*	AB
	0,000	0,000	1,424	-0,124*	AB
2	2,102	1,653*	-0,151	0,013	AB
	0,000	-2,093*	3,715	-0,325	AB
	0,000	-2,093	3,715*	-0,325	AB
	3,363	-0,000	-2,470	0,216*	AB
	0,000	-2,093	3,715	-0,325*	AB

NAPĘŻENIA-OBWIEDNIE: Skala 1:50



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

Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
		----- Ro		[MPa]	
1	2,469	0,342*		6,152	AB
	0,772	-0,090*		-1,614	AB
	0,772		0,090*	1,614	AB
	2,469		-0,339*	-6,110	AB
2	0,000	0,339*		6,106	AB
	2,102	-0,269*		-4,841	AB

2,102	0,269*	4,843	AB
0,000	-0,342*	-6,156	AB

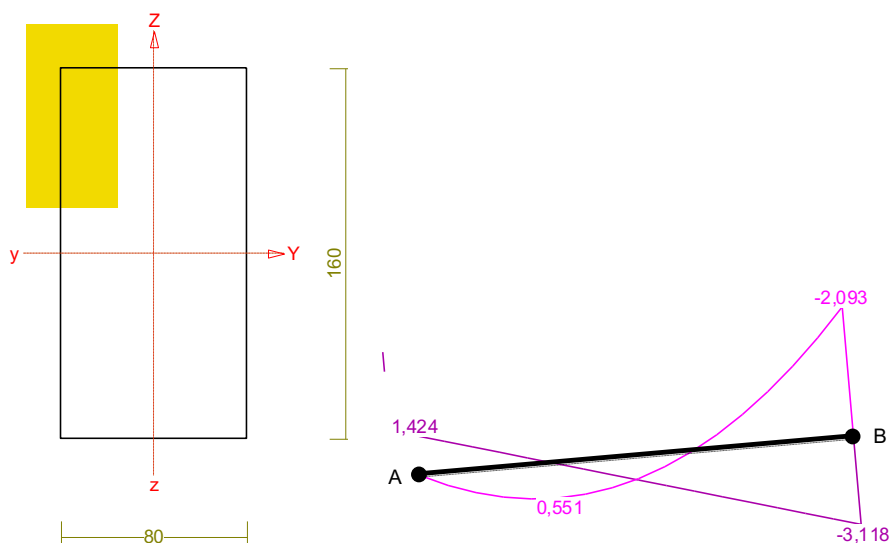
REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

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

1	0,000*	1,429	1,429		AB
	0,000*	0,051	0,051		
	0,000	1,429*	1,429		AB
	0,000	0,051*	0,051		
	0,000	1,429	1,429*		AB
2	-0,000*	6,859	6,859		AB
	-0,000*	0,244	0,244		
	-0,000	6,859*	6,859		AB
	-0,000	0,244*	0,244		
	-0,000	6,859	6,859*		AB
3	-0,000*	2,480	2,480		AB
	0,000*	0,088	0,088		
	-0,000	2,480*	2,480		AB
	0,000	0,088*	0,088		
	-0,000	2,480	2,480*		AB

* = Wartości ekstremalne

Pręt nr 1



Przekrój: 1 „B 16,0x8,0”

Wymiary przekroju:

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

Charakterystyka geometryczna przekroju:

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

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 3 klasę użytkowania konstrukcji (*warunki powodujące wyższą wilgotność w materiale niż dla klasy 2*) oraz klasę trwania obciążenia: **Średiotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,65$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C18.**

$$f_{m,k} = 18,00$$

$$f_{m,d} = 9,00 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 10,00$$

$$f_{t,0,d} = 5,00 \text{ MPa}$$

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

$$f_{t,90,d} = 0,20 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 9,00 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,90,d} = 1,10 \text{ MPa}$$

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

$$f_{v,d} = 1,70 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

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

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=2,47 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 128,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,273 / 128,00 \times 10 = \mathbf{0,02} < \mathbf{5,00} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,47$ m, przy obciążeniach „AB”.

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

$$l_c = \mu l = 0,867 \times 2,469 = 2,141 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,469 = 2,469 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 2,141 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 2,469 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,141 / 0,0462 = 46,35$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,469 / 0,0231 = 106,93$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 6000 / (46,35)^2 = 27,56 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 6000 / (106,93)^2 = 5,18 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{18/27,56} = 0,808$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{18/5,18} = 1,864$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,808 - 0,5) + (0,808)^2] = 0,857$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,864 - 0,5) + (1,864)^2] = 2,374$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,857 + \sqrt{0,857^2 - 0,808^2}) = 0,874$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (2,374 + \sqrt{2,374^2 - 1,864^2}) = 0,260$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 128,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,124 / 128,00 \times 10 = \mathbf{0,01} < \mathbf{2,34} = 0,260 \times 9,00 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,77$ m; $x_b=1,70$ m, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,00}{0,874 \times 9,00} + 0,7 \times \frac{0,00}{9,00} + \frac{1,61}{9,00} = \mathbf{0,179} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,00}{0,260 \times 9,00} + \frac{0,00}{9,00} + 0,7 \times \frac{1,61}{9,00} = \mathbf{0,126} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,47$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „AB”.

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

$$l_d = 1,00 \times 2469 + 160 + 160 = 2789 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2789 \times 160 \times 9,00}{3,142 \times 80^2 \times 6000}} \times \sqrt{\frac{9000}{560}} = 0,365$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,093 / 341,33 \times 10^3 = \mathbf{6,13} < \mathbf{9,00} = 1,000 \times 9,00 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,47$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,02}{5,00} + \frac{6,13}{9,00} + 0,7 \times \frac{0,00}{9,00} = \mathbf{0,685} < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,02}{5,00} + 0,7 \times \frac{6,13}{9,00} + \frac{0,00}{9,00} = \mathbf{0,481} < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,77$ m; $x_b=1,70$ m, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00^2}{9,00^2} + \frac{1,61}{9,00} + 0,7 \times \frac{0,00}{9,00} = \mathbf{0,179} < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00^2}{9,00^2} + 0,7 \times \frac{1,61}{9,00} + \frac{0,00}{9,00} = \mathbf{0,126} < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=2,47$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „AB”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 3,118 / 128,00 \times 10 = 0,37 \text{ MPa}$$

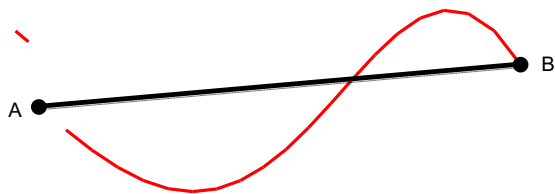
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 128,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,37^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,37} < \mathbf{1,70} = 1,000 \times 1,70 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=0,77$ m; $x_b=1,70$ m, przy obciążeniach „aB”.

Ugięcia graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 250 = 9,9 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,1 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2469)^2] (1 + 2,00) = -0,5 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 2,00) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („B”):

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

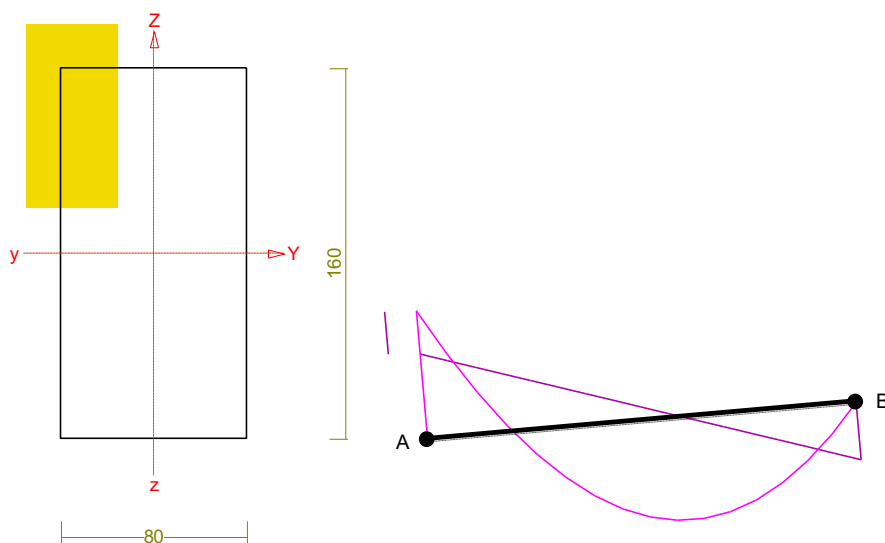
$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,3 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2469)^2] (1 + 0,75) = -0,5 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,75) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -0,5 + -0,5 = \mathbf{1,0} < \mathbf{9,9} = u_{\text{net,fin}}$$

Pręt nr 2



Przekrój: 1 „B 16,0x8,0”

Wymiary przekroju:

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

Charakterystyka geometryczna przekroju:

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

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 3 klasę użytkowania konstrukcji (*warunki powodujące wyższą wilgotność w materiale niż dla klasy 2*) oraz klasę trwania obciążenia: **Średniotrwałe** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,65$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C18.**

$$f_{m,k} = 18,00$$

$$f_{m,d} = 9,00 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 10,00$$

$$f_{t,0,d} = 5,00 \text{ MPa}$$

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

$$f_{t,90,d} = 0,20 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 9,00 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,90,d} = 1,10 \text{ MPa}$$

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

$$f_{v,d} = 1,70 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

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

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=3,36 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 128,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,216 / 128,00 \times 10 = \mathbf{0,02} < \mathbf{5,00} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,36$ m, przy obciążeniach „AB”.

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

$$l_c = \mu l = 0,818 \times 3,363 = 2,751 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 3,363 = 3,363 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 2,751 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 3,363 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,751 / 0,0462 = 59,56$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 3,363 / 0,0231 = 145,61$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 6000 / (59,56)^2 = 16,70 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 6000 / (145,61)^2 = 2,79 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{18 / 16,70} = 1,038$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{18 / 2,79} = 2,539$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,038 - 0,5) + (1,038)^2] = 1,093$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (2,539 - 0,5) + (2,539)^2] = 3,926$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,093 + \sqrt{1,093^2 - 1,038^2}) = 0,697$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (3,926 + \sqrt{3,926^2 - 2,539^2}) = 0,144$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 128,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,325 / 128,00 \times 10 = \mathbf{0,03} < \mathbf{1,30} = 0,144 \times 9,00 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,36$ m, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,03}{0,697 \times 9,00} + 0,7 \times \frac{0,00}{9,00} + \frac{6,13}{9,00} = \mathbf{0,685} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,03}{0,144 \times 9,00} + \frac{0,00}{9,00} + 0,7 \times \frac{6,13}{9,00} = \mathbf{0,496} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,36$ m, przy obciążeniach „AB”.

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

$$l_d = 1,00 \times 3363 + 160 + 160 = 3683 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{3683 \times 160 \times 9,00}{3,142 \times 80^2 \times 6000}} \times \sqrt[4]{\frac{9000}{560}} = 0,420$$

Wartość współczynnika zwiecznienia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,093 / 341,33 \times 10^3 = \mathbf{6,13} < \mathbf{9,00} = 1,000 \times 9,00 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,10$ m; $x_b=1,26$ m, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{5,00} + \frac{4,84}{9,00} + 0,7 \times \frac{0,00}{9,00} = \mathbf{0,538} < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{5,00} + 0,7 \times \frac{4,84}{9,00} + \frac{0,00}{9,00} = \mathbf{0,377} < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,36$ m, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,03^2}{9,00^2} + \frac{6,13}{9,00} + 0,7 \times \frac{0,00}{9,00} = \mathbf{0,681} < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,03^2}{9,00^2} + 0,7 \times \frac{6,13}{9,00} + \frac{0,00}{9,00} = \mathbf{0,477} < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,36$ m, przy obciążeniach „AB”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 3,715 / 128,00 \times 10 = 0,44 \text{ MPa}$$

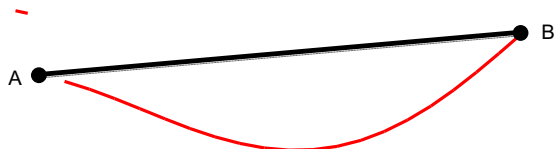
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 128,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,44^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,44} < \mathbf{1,70} = 1,000 \times 1,70 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,89$ m; $x_b=1,47$ m, przy obciążeniach „aB”.

Ugięcia graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 250 = 13,5 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = -1,6 \times (1 + 2,00) = -4,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 2,00) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („B”):

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = -2,9 \times (1 + 0,75) = -5,1 \text{ mm}$$

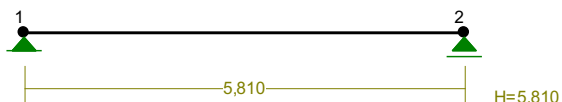
$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,75) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -4,8 + -5,1 = \mathbf{9,9} < \mathbf{13,5} = u_{\text{net,fin}}$$

NAZWA: Belka stropowa 14x25 co 0,85m

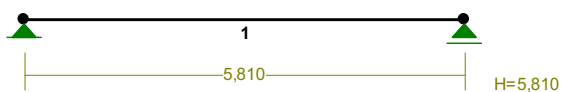
WĘZŁY: Skala 1:100



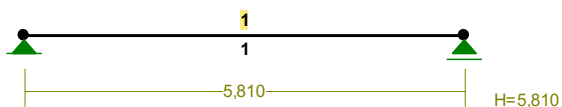
WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	5,810	0,000

PRĘTY: Skala 1:100



PRZEKROJE PRĘTÓW: Skala 1:100



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	350,0	18229	5717	1458	1458	25,0	70 Drewno C18

STAŁE MATERIAŁOWE:

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

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

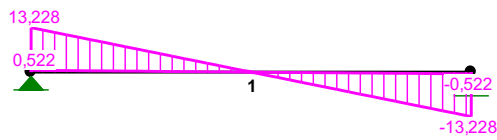
Nr: Specyfikacja:

1 ZAWSZE :
 EWENTUALNIE: A+B

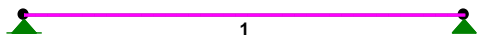
MOMENTY-OBWIEDNIE: Skala 1:100



TNĄCE-OBWIEDNIE: Skala 1:100



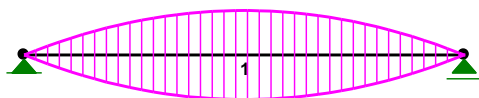
NORMALNE-OBWIEDNIE: Skala 1:100



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

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	2,905	19,213*	-0,000	0,000	AB
	0,000	-0,000*	0,522	0,000	
	0,000	0,000	13,228*	0,000	AB
	5,810	-0,000	-13,228	0,000*	AB
	2,905	19,213	-0,000	0,000*	AB
	0,000	0,000	5,818	0,000*	a
	5,810	-0,000	-13,228	0,000*	AB
	2,905	19,213	-0,000	0,000*	AB
	0,000	0,000	5,818	0,000*	a

NAPEŻENIA-OBWIEDNIE: Skala 1:100



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

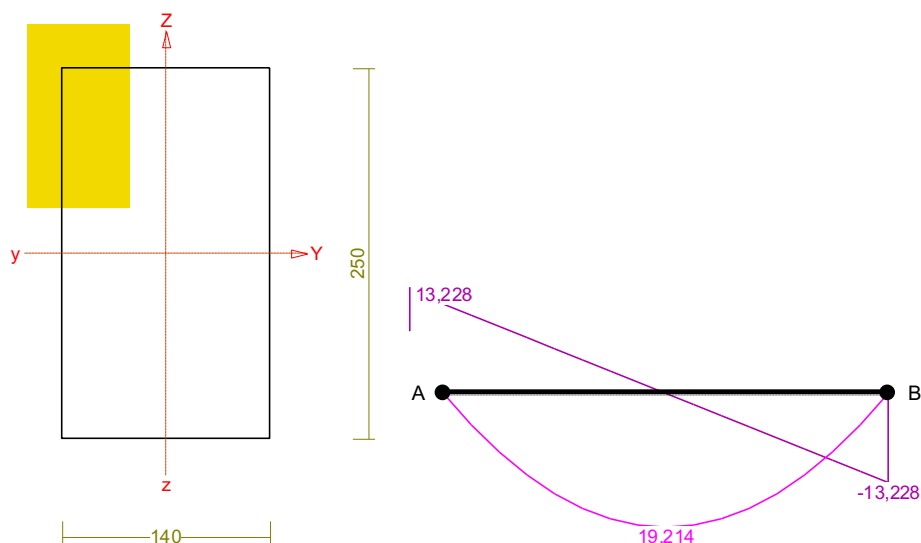
Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
		-----		[MPa]	
		Ro			
1	5,810	0,000*		0,000	AB
	2,905	-0,732*		-13,175	AB
	2,905		0,732*	13,175	AB
	5,810		-0,000*	-0,000	AB

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000*	13,228	13,228		AB
	0,000*	0,522	0,522		
	0,000	13,228*	13,228		AB
	0,000	0,522*	0,522		
	0,000	13,228	13,228*		AB
2	0,000*	13,228	13,228		AB
	0,000*	0,522	0,522		
	0,000	13,228*	13,228		AB
	0,000	0,522*	0,522		
	0,000	13,228	13,228*		AB

* = Wartości ekstremalne

Pręt nr 1



Przekrój: 1 „B 25,0x14,0”

Wymiary przekroju:

$$h=250,0 \text{ mm} \quad b=140,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=18229,2; \quad J_{zg}=5716,7 \text{ cm}^4; \quad A=350,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=7,2; \quad i_z=4,0 \text{ cm}; \quad W_y=1458,3; \quad W_z=816,7 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 2 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 85% 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 C18.**

$$f_{m,k} = 18,00$$

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

$$f_{t,0,k} = 10,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,15 \text{ MPa}$$

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

$$f_{t,90,d} = 0,25 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,90,d} = 1,35 \text{ MPa}$$

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

$$f_{v,d} = 2,09 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

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

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,90 \text{ m}$; $x_b=2,90 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”.

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

$$l_d = 1,00 \times 5810 + 250 + 250 = 6310 \text{ mm}$$

$$\lambda_{\text{rel},m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{6310 \times 250 \times 11,08}{3,142 \times 140^2 \times 6000}} \times \sqrt{\frac{9000}{560}} = 0,435$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 19,214 / 1458,33 \times 10^3 = \mathbf{13,18 > 11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,90$ m; $x_b=2,90$ m, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{13,18}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{1,189 > 1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{13,18}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,833 < 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=5,81$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „AB”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 13,228 / 350,00 \times 10 = 0,57 \text{ MPa}$$

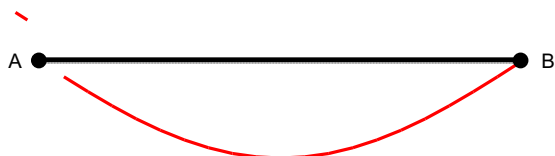
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 350,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,57^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,57 < 2,09} = 1,000 \times 2,09 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=2,90$ m; $x_b=2,90$ m, przy obciążeniach „AB”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 250 = 23,2 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -17,7 \times (1 + 0,80) = -31,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,80) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („B”):

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -11,5 \times (1 + 0,25) = -14,4 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -31,8 + -14,4 = \mathbf{46,3 > 23,2} = u_{\text{net,fin}}$$