

CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA

Projektant:

INŻ. BARBARA I. SOŁOMIANKO

*upr. budow. do proj. i kier. robotami budowlanymi
bez ograniczeń w specj. konstrukcyjno-budowlanej
BŁ/8/77, PDL/BO/1403/01*

Sprawdzający:

MGR INŻ. TOMASZ KOKOSZKA

*uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej nr ewidencyjny:
PDL/002/PWOK/15*

I. OBLICZENIA PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH**1. Zebranie obciążeń****Tablica 1. Obciążenie stałe dachu**

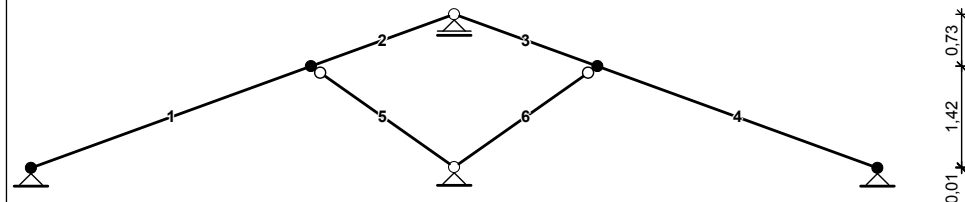
Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Blacha stalowa, cynkowa lub miedziana o grubości 0,55 mm [0,350kN/m ²]	0,35	1,30	--	0,45
Σ :		0,35	1,30	--	0,45

Tablica 2. Obciążenie śniegiem

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie śniegiem połaci bardziej obciążonej dachu dwuspadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 2 -> $q_k = 0,9$ kN/m ² , nachylenie połaci 20,0 st. -> $C_2=0,933$) [0,840kN/m ²]	0,84	1,50	0,00	1,26
Σ :		0,84	1,50	--	1,26

Tablica 3. Obciążenie wiatrem

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie wiatrem połaci nawietrznej dachu - wariant II wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3 (strefa I, H=300 m n.p.m. -> $q_k = 0,30$ kN/m ² , teren A, z=H=12,0 m, -> $C_e=1,04$, budowla zamknięta, wymiary budynku H=12,0 m, B=13,2 m, L=57,6 m, kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 20,0$ st. -> wsp. aerodyn. $C=0,100$, $\beta=1,80$) [0,056kN/m ²]	0,06	1,50	0,00	0,09
Σ :		0,06	1,50	--	0,09

2. Wiązba dachowa**2.1 Wiązar POZ. W1 (2,68m, 2,45m)****SCHEMAT RAMY****Węzły:**

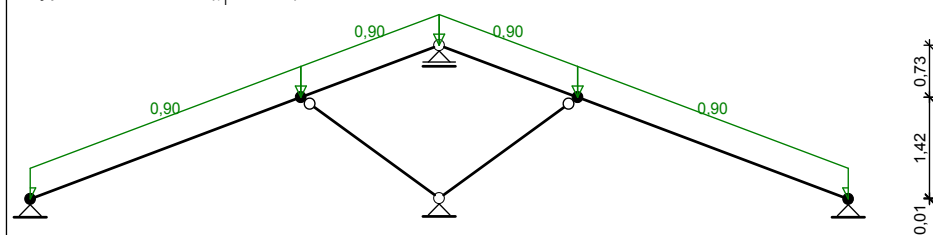
nr węzła	x [m]	y [m]	typ podpory	kąt
1	0,00	0,00	przegubowa	0
2	3,93	1,43		
3	5,94	2,16	przegubowo-przesuwna	0
4	7,95	1,43		
5	11,88	0,00	przegubowa	0
6	5,94	0,01	przegubowa	0

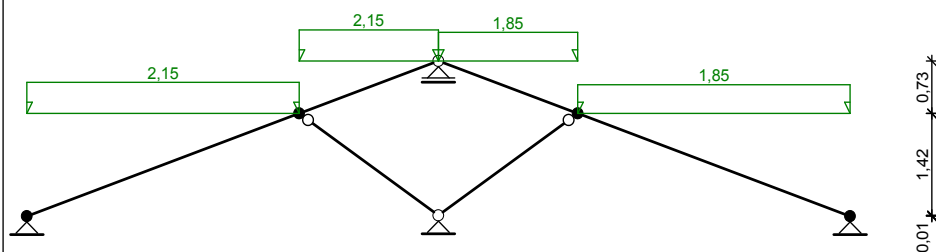
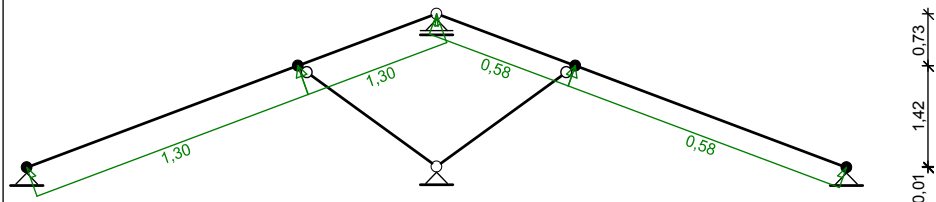
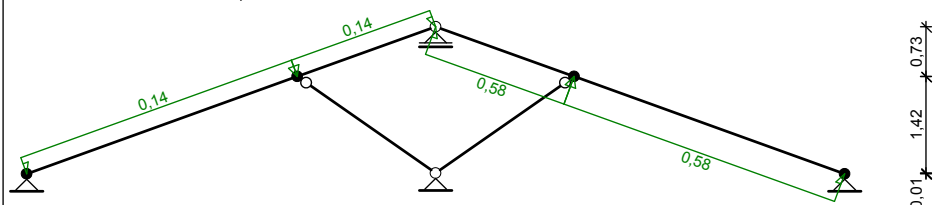
Pręty:

nr pręta	węzeł początkowy	węzeł końcowy	typ przekroju	połączenie początek	połączenie koniec
1	1	2	D15/15	sztywne	sztywne
2	2	3	D15/15	sztywne	przegub
3	3	4	D15/15	przegub	sztywne
4	4	5	D15/15	sztywne	sztywne
5	2	6	D14/14	przegub	przegub
6	4	6	D14/14	przegub	przegub

Typy przekrojów prętowych:

nazwa	materiał	A [cm ²]	J _x [cm ⁴]	h [cm]	e/h	E [MPa]	ρ_o [kg/m ³]
D15/15	Drewno C24	225,00	4218,75	15,0	0,500	11000	350
D14/14	Drewno C24	196,00	3201,33	14,0	0,500	11000	350

OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f = 1,20$)Przypadek **P2: śnieg** ($\gamma_f = 1,5$)

Przypadek P3: wiatr 1 ($\gamma_f = 1,5$)Przypadek P4: wiatr 2 ($\gamma_f = 1,5$)

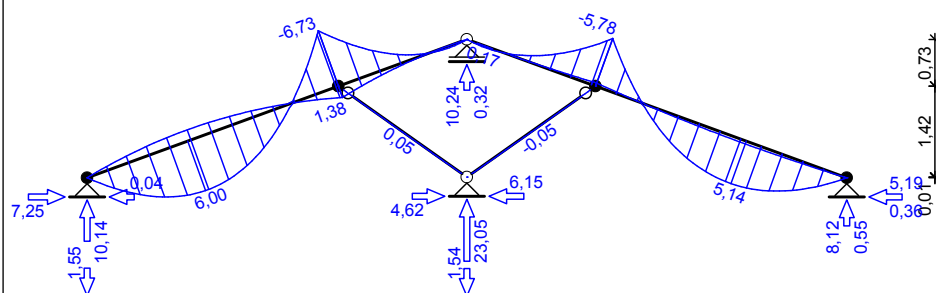
Tablica opisu kombinacji automatycznych:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: stałe	1,0·P1
K2: stałe+śnieg	1,0·P1+1,0·P2
K3: stałe+wiatr 1	1,0·P1+1,0·P3
K4: stałe+śnieg+0,90·wiatr 1	1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
K5: stałe+wiatr 1+0,90·śnieg	1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
K6: stałe+wiatr 2	1,0·P1+1,0·P4
K7: stałe+śnieg+0,90·wiatr 2	1,0·P1+1,0·P2+0,90·P4
K8: stałe+wiatr 2+0,90·śnieg	1,0·P1+1,0·P4+0,90·P2

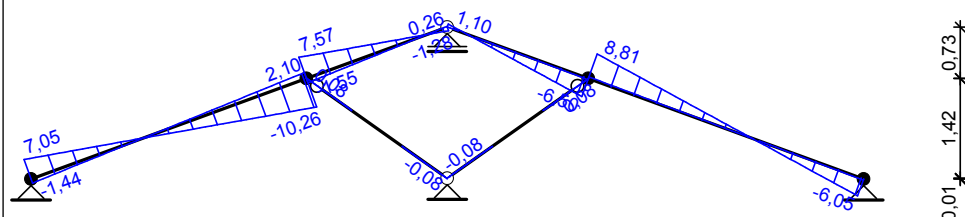
WYNIKI:

Obwiednia sił wewnętrznych

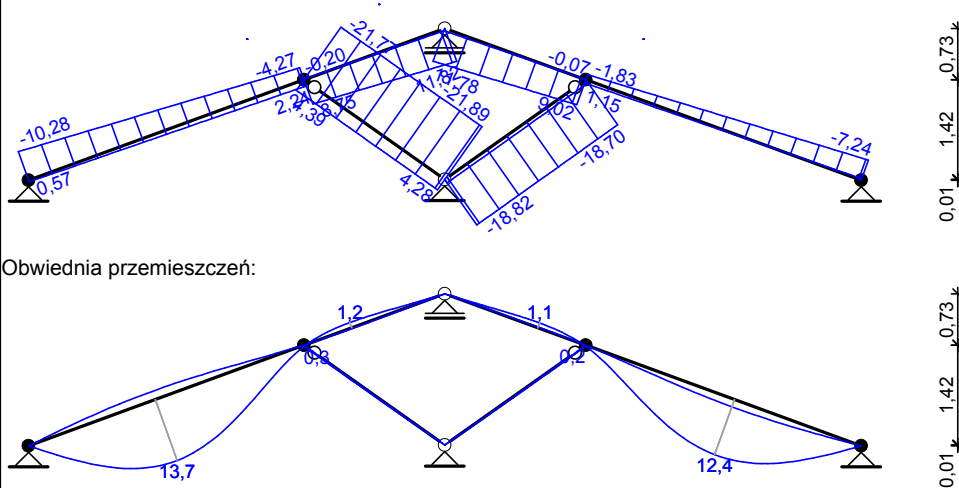
Obwiednia momentów zginających:



Obwiednia sił tnących:



Obwiednia sił osiowych:



WYMIAROWANIE KROKIEW PODPORA

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 15,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 15,0 \text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Obciążenia:

Siła ściskająca $N_c = 4,27 \text{ kN}$

Moment zginający $M_y = 6,73 \text{ kNm}$

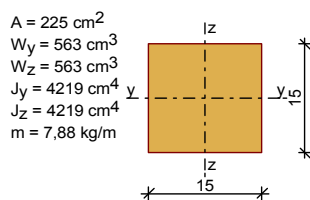
Moment zginający $M_z = 0,00 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: średniotwałe

Długość wyboczeniowa $l_{ey} = 0,00 \text{ m}$

Długość wyboczeniowa $l_{ez} = 0,00 \text{ m}$

WYNIKI:



Zginanie ze ściskaniem:

$N_c = 4,27 \text{ kN}$; $M_y = 6,73 \text{ kNm}$

Warunek smukłości:

$\lambda_y = 0,00 < \lambda_c = 150 \quad (0,0\%)$

$\lambda_z = 0,00 < \lambda_c = 150 \quad (0,0\%)$

Warunek nośności:

$\sigma_{c,0,d} = 0,19 \text{ MPa}$, $f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 11,96 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,000 + 0,810 = 0,810 < 1$

KROKIEW PRZĘŚŁO

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 15,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 15,0 \text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Obciążenia:

Siła ściskająca $N_c = 7,85 \text{ kN}$ Moment zginający $M_y = 6,00 \text{ kNm}$ Moment zginający $M_z = 0,00 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: średniotrwale

Zwichrzeniowa długość obliczeniowa $l_d = 4,18 \text{ m}$

Poziom przyłożenia obciążenia: na górnej (ściskanej) powierzchni

Długość wyboczeniowa $l_{ey} = 4,18 \text{ m}$ Długość wyboczeniowa $l_{ez} = 0,35 \text{ m}$ **WYNIKI:**Zginanie ze ściskaniem: $N_c = 7,85 \text{ kN}; M_y = 6,00 \text{ kNm}$

Warunek smukłości:

 $\lambda_y = 96,53 < \lambda_c = 150 \quad (64,4\%)$ $\lambda_z = 8,08 < \lambda_c = 150 \quad (5,4\%)$

Warunek nośności:

 $k_{c,y} = 0,331$ $\sigma_{c,0,d} = 0,35 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$ $\sigma_{m,y,d} = 10,67 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$ $\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,082 + 0,722 = 0,804 < 1$

Warunek stateczności:

 $k_{crit,y} = 1,000$ $\sigma_{m,y,d} = 10,67 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa} \quad (72,2\%)$ **KROKIEW UGIĘCIE****DANE:**Wymiary przekroju: przekrój prostokątnySzerokość $b = 15,0 \text{ cm}$ Wysokość $h = 15,0 \text{ cm}$ Drewno:drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24** $\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

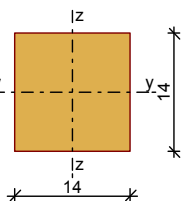
Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

WYNIKI:Ugięcie: $M_{k,y} = 4,26 \text{ kNm}; \alpha_k = 0,89$ $u_{fin} = 18,59 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 31,35 \text{ mm} \quad (59,3\%)$ **ZASTRZAŁ****DANE:**Wymiary przekroju: przekrój prostokątnySzerokość $b = 14,0 \text{ cm}$ Wysokość $h = 14,0 \text{ cm}$ Drewno:drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24** $\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Obciążenia:Siła ściskająca $N_c = 21,89 \text{ kN}$

Klasa trwania obciążenia: średniotrwale

Długość wyboczeniowa $l_{ey} = 2,46 \text{ m}$ Długość wyboczeniowa $l_{ez} = 2,46 \text{ m}$ **WYNIKI:** $A = 196 \text{ cm}^2$ $W_y = 457 \text{ cm}^3$ $W_z = 457 \text{ cm}^3$ $J_y = 3201 \text{ cm}^4$ $J_z = 3201 \text{ cm}^4$ $m = 6,86 \text{ kg/m}$ Ściskanie równoległe: $N_c = 21,89 \text{ kN}$

Warunek smukłości:

 $\lambda_y = 60,87 < \lambda_c = 150 \quad (40,6\%)$ $\lambda_z = 60,87 < \lambda_c = 150 \quad (40,6\%)$

Warunek nośności:

$$k_{c,y} = 0,703; \quad k_{c,z} = 0,703$$

$$\sigma_{c,y,d} = 1,59 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa} \quad (12,3\%)$$

$$\sigma_{c,z,d} = 1,59 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa} \quad (12,3\%)$$

2.2 Krokiew narożna POZ. W2

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 15,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 15,0 \text{ cm}$

Zacios na podporach $t_k = 3,0 \text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej A $\alpha_A = 20,0^\circ$

Kąt nachylenia połaci dachowej B $\alpha_B = 18,8^\circ$

Długość rzutu poziomego wspornika połaci B $l_{w,x} = 0,00 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego połaci B $l_{d,x} = 3,14 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego połaci B $l_{g,x} = 2,37 \text{ m}$

element w remontowanym obiekcie starym

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe $g_k = 0,350 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,20$

- obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej na środkowym odcinku krokwi; $\gamma_f = 1,00$

Obciążenia połaci A:

- obciążenie śniegiem $S_k = 0,840 \text{ kN/m}^2$ rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie parciem wiatru $p_k = 0,056 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ssaniem wiatru $p_k = -0,505 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

Obciążenia połaci B:

- obciążenie śniegiem $S_k = 0,840 \text{ kN/m}^2$ rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

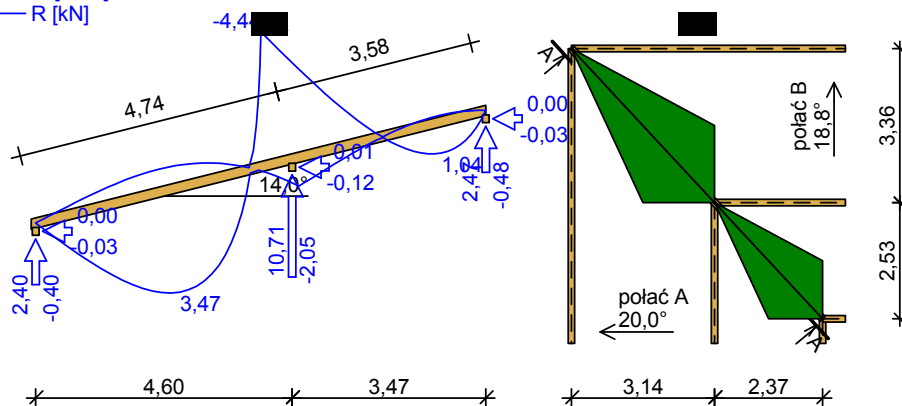
- obciążenie parciem wiatru $p_k = 0,056 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ssaniem wiatru $p_k = -0,505 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

WYNIKI:

— M [kNm]

— R [kN]



Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$$M_{podp} = -4,44 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 12,33 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

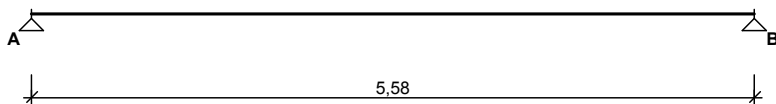
$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,835 < 1$$

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{fin} = 15,43 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 35,53 \text{ mm} \quad (43,4\%)$$

2.3 Podwalina POZ. W3

SCHEMAT BELKI



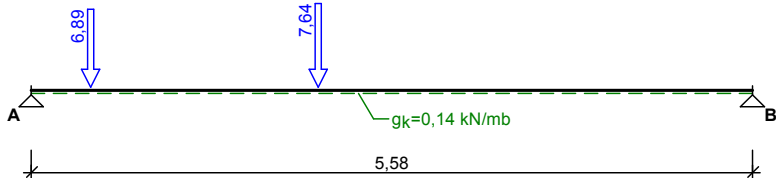
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - średniotrwałe)

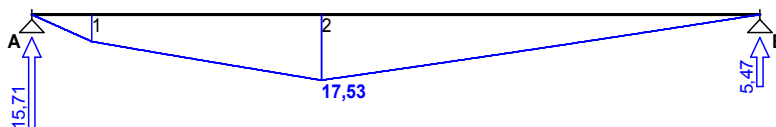
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



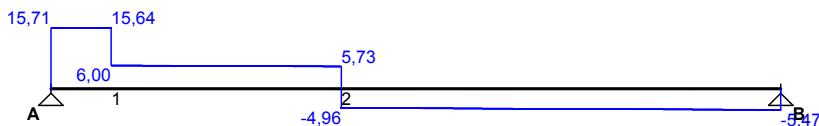
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek P1: Przypadek 1

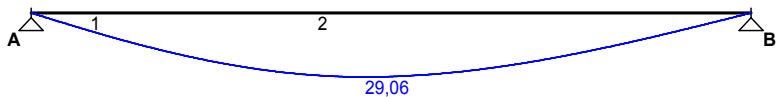
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Parametry analizy zwijczenia:

- brak stężeń bocznych na długości belki

- stosunek $I_y/I_z = 1,00$

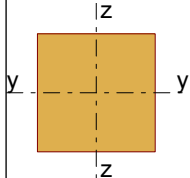
- obciążenie przyłożone na pasie ściskowym (górnym) belki

Belka w obiekcie starym, remontowanym

Ugięcie graniczne przęsła $u_{net,fin} = l_o / 200$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny 20 / 20 cm

$$W_y = 1333 \text{ cm}^3, J_y = 13333 \text{ cm}^4, m = 14,0 \text{ kg/m}$$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości C24

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Zginanie

Przekrój x = 2,22 m

Moment maksymalny $M_{max} = 17,53 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 13,15 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,89 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 13,15 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa} \quad (89,0\%)$$

Ścinanie

Przekrój $x = 0,00$ m
 Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 15,71$ kN

$$\tau_d = 0,59 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,54 \text{ MPa} \quad (38,3\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_A = 15,71$ kN

$$a_p = 17,0 \text{ cm}, \quad k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,46 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,54 \text{ MPa} \quad (30,0\%)$$

Stan graniczny użyteczności

Przekrój $x = 2,59$ m

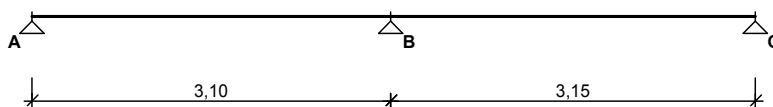
Ugięcie maksymalne $u_{fin} = 29,06$ mm

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = 1,5 \cdot l_o / 200 = 1,5 \cdot 5580 / 200 = 41,85$ mm

$$u_{fin} = 29,06 \text{ mm} < u_{net,fin} = 41,85 \text{ mm} \quad (69,4\%)$$

2.4 Płatew POZ. W4

SCHEMAT BELKI



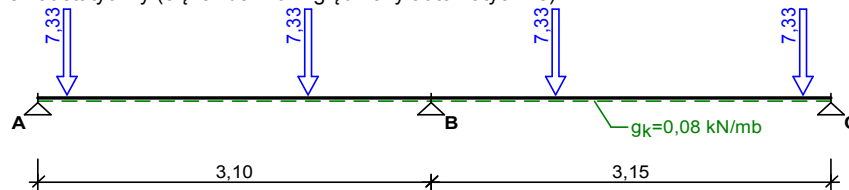
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - średiotrwale)

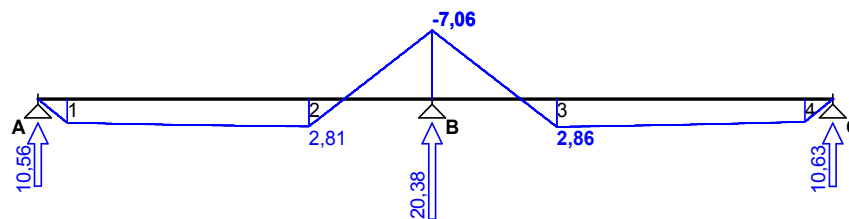
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



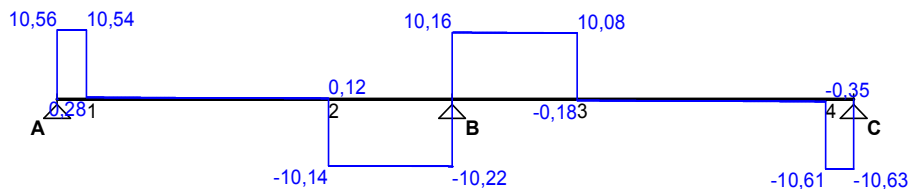
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

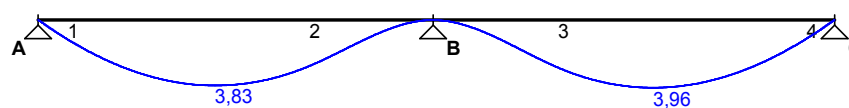
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Parametry analizy zwichrzenia:

- brak stężeń bocznych na długości belki

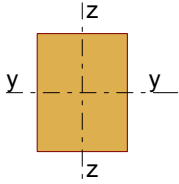
- stosunek $I_o/I = 1,00$

- obciążenie przyłożone na pasie ściskającym (górnym) belki

Belka w obiekcie starym, remontowanym

Ugięcie graniczne przęsła $u_{\text{net,fin}} = l_o / 200$

**WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH
WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000**



Przekrój prostokątny **13 / 17 cm**

$$W_y = 626 \text{ cm}^3, J_y = 5322 \text{ cm}^4, m = 7,74 \text{ kg/m}$$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Belka

Zginanie

Przekrój $x = 3,10 \text{ m}$

Moment maksymalny $M_{\text{max}} = -7,06 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 11,28 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,76 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{\text{crit}} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 11,28 \text{ MPa} < k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa} \quad (76,3\%)$$

Ścinanie

Przekrój $x = 6,25 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\text{max}} = -10,63 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,72 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,54 \text{ MPa} \quad (46,9\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 20,38 \text{ kN}$

$$a_p = 10,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,29$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 1,57 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,99 \text{ MPa} \quad (78,7\%)$$

Stan graniczny użytkowalności

Przekrój $x = 4,83 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $u_{\text{fin}} = u_M + u_V = 4,18 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{\text{net,fin}} = 1,5 \cdot l_o / 200 = 1,5 \cdot 3150 / 200 = 23,63 \text{ mm}$

$$u_{\text{fin}} = 4,18 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 23,63 \text{ mm} \quad (17,7\%)$$

KONIEC OPRACOWANIA

Projektant:

INŻ. BARBARA I. SOŁOMIANKO

*upr. budow. do proj. i kier. robotami budowlanymi
bez ograniczeń w specj. konstrukcyjno-budowlanej
BŁ/8/77, PDL/BO/1403/01*