

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

1. DACH

1.1 ŁATY

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 5,0$ cm

Wysokość $h = 4,5$ cm

Drewno:

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

→ $f_{m,k} = 24$ MPa, $f_{t,0,k} = 14$ MPa, $f_{c,0,k} = 21$ MPa, $f_{v,k} = 2,5$ MPa, $E_{0,mean} = 11$ GPa, $\rho_k = 350$ kg/m³

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 12,0^\circ$

Rozstaw łąt $a_1 = 0,98$ m

Rozstaw podparć $a = 0,73$ m

Schemat: belka dwuprzęsłowa

Obciążenia:

- obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001:):

$g_k = 0,041$ kN/m² połaci dachowej; $\gamma_f = 1,30$

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: dach jednospadowy, strefa 2, nachylenie połaci 12,0 st.):

$S_k = 0,720$ kN/m² rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-2: połac nawietrzna wariant II strefa I, H=300 m n.p.m., teren A, z=H=5,7 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=5,7 m, B=7,5 m, L=17,4 m, nachylenie połaci 12,0 st., beta=1,80):

$p_k = 0,017$ kN/m² połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

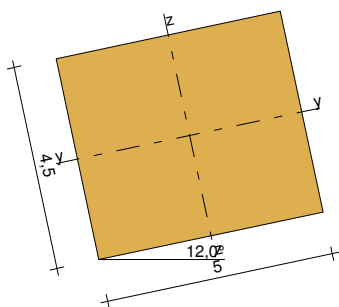
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-2: dolna połac nawietrzna, wariant I, strefa I, H=300 m n.p.m., teren A, z=H=5,7 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=5,7 m, B=7,5 m, L=17,4 m, nachylenie połaci 12,0 st., beta=1,80):

$p_k = -0,382$ kN/m² połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie skupione $F_k = 1,00$ kN; $\gamma_f = 1,20$

WYNIKI:

$A = 22,5$ cm²
 $W_y = 16,9$ cm³
 $W_z = 18,8$ cm³
 $J_y = 38,0$ cm⁴
 $J_z = 46,9$ cm⁴
 $m = 0,79$ kg/m



Zginanie:

decyduje kombinacja: E (obc.stałe max.+obc.montażowe)

Momenty obliczeniowe:

$M_y = 0,18$ kNm; $M_z = 0,04$ kNm

Warunek nośności:

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,466 < 1$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,593 < 1$$

Warunek stateczności:

współczynniki zwichrzenia $k_{crit,y} = 1,000$; $k_{crit,z} = 1,000$

$$\sigma_{m,y,d} = 10,62 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 20,31 \text{ MPa} \quad (52,3\%)$$

$$\sigma_{m,z,d} = 2,03 \text{ MPa} < k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d} = 20,31 \text{ MPa} \quad (10,0\%)$$

Ugięcie:

decyduje kombinacja: E (obc.stałe+obc.montażowe)

$$u_{fin} = 1,52 \text{ mm} < u_{net,fin} = a / 200 = 3,65 \text{ mm} \quad (41,6\%)$$

1.2 KROKIEWIE

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 7,5 \text{ cm}$

Wysokość $h = 14,0 \text{ cm}$

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

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

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 12,0^\circ$

Rozstaw krokwi $a = 0,73 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego wspornika $l_{w,x} = 0,71 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 3,37 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego $l_{g,x} = 3,69 \text{ m}$

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001:):

$$g_k = 0,041 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej, } \gamma_f = 1,30$$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: dach jednospadowy, strefa 2, nachylenie połaci 12,0 st.):

$$S_k = 0,720 \text{ kN/m}^2 \text{ rzutu połaci dachowej, } \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-2: połać nawietrzna wariant II strefa I, H=300 m n.p.m., teren A, z=H=5,8 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=5,8 m, B=7,5 m, L=17,4 m, nachylenie połaci 12,0 st., beta=1,80):

$$p_k = 0,017 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej, } \gamma_f = 1,50$$

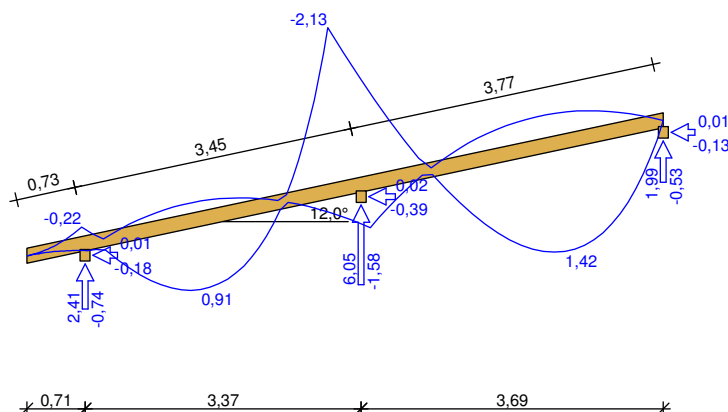
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-2: dolna połać nawietrzna, wariant I, strefa I, H=300 m n.p.m., teren A, z=H=5,8 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=5,8 m, B=7,5 m, L=17,4 m, nachylenie połaci 12,0 st., beta=1,80):

$$p_k = -0,384 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej, } \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0,680 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej na całej krokwi bez wspornika; $\gamma_f = 1,00$

WYNIKI:

— M [kNm]
— R [kN]



Zginanie:

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

Moment obliczeniowy:

$$M_{podp} = -2,13 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 14,07 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

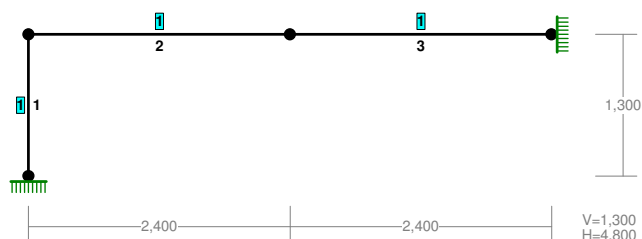
$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,953 < 1$$

Ugięcie (odcinek górny):

$$u_{fin} = 10,52 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 18,86 \text{ mm} \quad (55,8\%)$$

1.3 PŁATEW 1 – skrajna przy murze

PRZEKROJE PRĘTÓW:

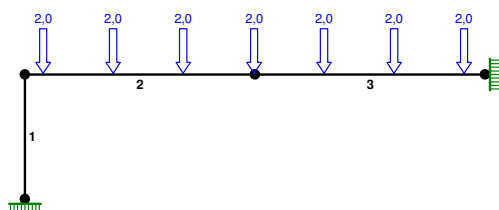


PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 – sztyw.-sztyw.; 01 – sztyw.-przegub;
10 – przegub-sztyw.; 11 – przegub-przegub
22 – ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,000	1,300	1,300	1,000	1 U 140
2	00	2	4	2,400	0,000	2,400	1,000	1 U 140
3	00	4	3	2,400	0,000	2,400	1,000	1 U 140

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	P	" "		Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
2	Skupione	0,0	2,00		0,19	
2	Skupione	0,0	2,00		0,92	
2	Skupione	0,0	2,00		1,65	
2	Skupione	0,0	2,00		2,39	
3	Skupione	0,0	2,00		0,72	
3	Skupione	0,0	2,00		1,45	
3	Skupione	0,0	2,00		2,18	

SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+P

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

1	0,00	0,000	2,1	-4,9	-7,3
	1,00	1,300	-4,3	-4,9	-7,1
2	0,00	0,000	-4,3	7,1	-4,9
	1,00	2,390	3,2*	-1,4	-4,9
	1,00	2,390	3,2*	0,6	-4,9
	1,00	2,400	3,2	-1,4	-4,9
3	0,00	0,000	3,2	-1,4	-4,9
	1,00	2,400	-6,2	-7,8	-4,9

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+P

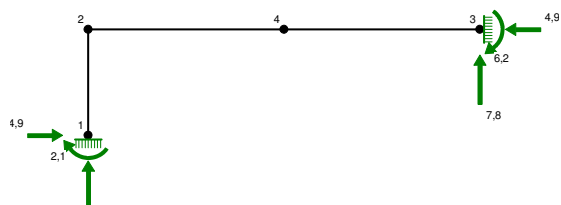
Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		

2 Stal St3

1	0,00	0,000	-27,3	20,1	0,127
	1,00	1,300	46,9	-53,8	0,250*
2	0,00	0,000	47,9	-52,7	0,245*
	1,00	2,400	-39,5	34,7	0,184
3	0,00	0,000	-39,5	34,7	0,184
	1,00	2,400	69,9	-74,7	0,348*

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



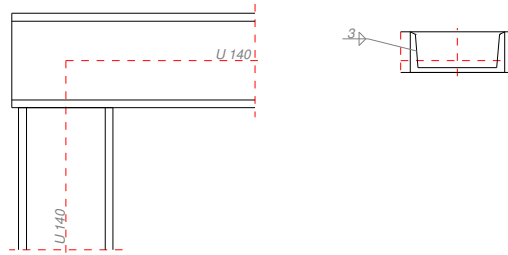
REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+P

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	4,9	7,3	8,8	-2,1
3	-4,9	7,8	9,2	-6,2

POŁĄCZENIE DOCZOŁOWE SPAWANE

Zadanie: platew1; węzeł nr: 2



Siły przekrojowe w odległości $l_0 = 70$ mm od węzła:

$$\mathbf{M} = -4,0 \text{ kNm}, \quad \mathbf{V} = -4,9 \text{ kN}, \quad \mathbf{N} = -7,1 \text{ kN}.$$

Nośność spoin:

Przyjęto spoiny o grubości $a = 3$ mm

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 14,25 \text{ cm}^2, \quad A_v = 7,69 \text{ cm}^2, \quad I_x = 394,6 \text{ cm}^4, \quad I_y = 46,0 \text{ cm}^4.$$

Naprężenia:

$$\tau_{\parallel} = V / A_v = (4,9 / 7,69) \times 10 = 6,4 \text{ MPa},$$

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{4,0 \times 7,3 \times 10^3}{394,6} + \frac{7,1 \times 10}{14,25} = -79,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = -79,0 / \sqrt{2} = -55,8 \text{ MPa}$$

Dla $R_e = 235$ MPa, współczynnik χ wynosi 0,70.

Naprężenia zredukowane:

W miejscu występowania największych naprężeń zredukowanych $\tau_{\parallel} = 0,0$ MPa.

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{55,8^2 + 3 \times (0,0^2 + 55,8^2)} = \mathbf{78,2 < 215 = f_d}$$

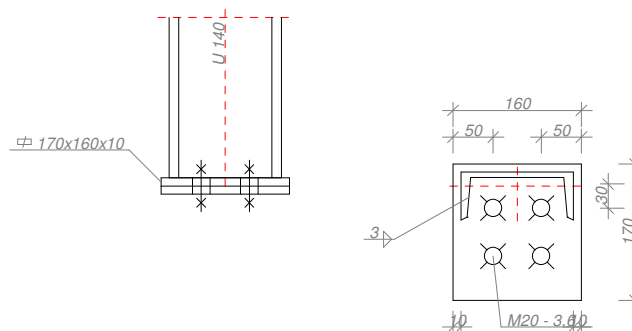
Największe naprężenia prostopadłe:

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{4,0 \times 7,3 \times 10^3}{394,6} + \frac{7,1 \times 10}{14,25} = -79,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = \mathbf{55,8 < 215 = f_d}$$

POŁĄCZENIE DOCZOŁOWE NA ŚRUBY

Zadanie: platew1; węzeł nr: 1



Przyjęto połączenie kategorii **D** na śruby **M20** klasy **3.6**.

Siły przekrojowe w odległości $l_0 = 0$ mm od węzła:

$$M = 2,1 \text{ kNm}, \quad V = 4,9 \text{ kN}, \quad N = -7,3 \text{ kN}.$$

Nośność śruby:

Pole przekroju śruby: $A_s = 245,0 \text{ mm}^2$, $A_v = 314,2 \text{ mm}^2$.

$$R_m = 330 \text{ MPa}, \quad R_e = 190 \text{ MPa},$$

Nośność śruby: $S_{Rt} = \min \{ 0,65 R_m A_s; 0,85 R_e A_s \} = 39,6 \text{ kN}$,

$$S_{Rr} = 0,85 S_{Rt} = 0,85 \times 39,6 = 33,6 \text{ kN},$$

$$S_{Rv} = 0,45 R_m A_v = 0,45 \times 330 \times 314,2 \times 10^{-3} = 46,7 \text{ kN}.$$

Blacha czołowa:

Przyjęto blachę czołową o wymiarach 170×160 mm ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Dla połączenia niesprężanego, przy $c = 20$ i $b_s = 2(c+d) = 81$

$$t_{\min} = 1,2 \sqrt{\frac{c S_{Rt}}{b_s f_d}} = 1,2 \times \sqrt{\frac{20 \times 39,6 \times 10^3}{81 \times 215}} = 8 \text{ mm}$$

Przyjęto grubość blachy czołowej $t = 10$ mm.

Nośność połączenia:

Współczynnik efektu dźwigni wynosi:

$$\beta = 2,67 - t / t_{\min} = 2,67 - 10 / 8 = 1,42,$$

przyjęto $\beta = 1,42 \Rightarrow 1/\beta = 0,70$.

Nośność na zginanie

Nośność dla stanu granicznego zerwania śrub:

$$M_{Rt} = S_{Rt} \sum_i m_i \alpha_i y_i = 39,6 \times (2 \times 1,00 \times 95) \times 10^{-3} = 7,5 \text{ kNm}.$$

Przy współdziałaniu siły osiowej uwzględniamy jej wpływ na nośność połączenia:

$$M_{Rt}' = M_{Rt} + 0,5 (h-t) N_o = 7,5 + 0,5 \times (140-10) \times 3,7 \times 10^{-3} = 7,8 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności połączenia:

$$M = 2,1 < 7,8 = M_{Rt}'$$

Nośność na ścinanie

Siła poprzeczna przypadająca na jedną śrubę

$$S_v = V / n = 4,9 / 4 = 1,2 \text{ kN}$$

Siła rozciągająca w śrubie od siły osiowej $S_t = 0,0$ kN, od zginania $S_t = 11,1$ kN.

Warunek nośności śruby na ścinanie dla połączenia niesprężanego:

$$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 = (11,1 / 39,6)^2 + (1,2 / 46,7)^2 = 0,08 < 1$$

Nośność spoin:

Przyjęto spoiny o grubości $a = 3$ mm

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 14,25 \text{ cm}^2, \quad A_v = 7,69 \text{ cm}^2, \quad I_x = 394,6 \text{ cm}^4, \quad I_y = 46,0 \text{ cm}^4.$$

Naprężenia:

$$\tau_{\parallel} = V / A_v = (4,9 / 7,69) \times 10 = 6,4 \text{ MPa},$$

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{2,1 \times 7,3 \times 10^3}{394,6} + \frac{7,3 \times 10}{14,25} = -44,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = -44,0 / \sqrt{2} = -31,1 \text{ MPa}$$

Dla $R_e = 235 \text{ MPa}$, współczynnik χ wynosi 0,70.

Naprężenia zredukowane:

W miejscu występowania największych naprężeń zredukowanych $\tau_{\parallel} = 0,0 \text{ MPa}$.

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{31,1^2 + 3 \times (0,0^2 + 31,1^2)} = 43,5 < 215 = f_d$$

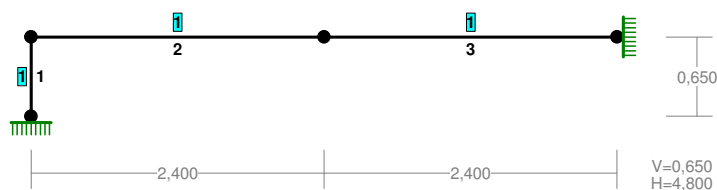
Największe naprężenia prostopadłe:

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{2,1 \times 7,3 \times 10^3}{394,6} + \frac{7,3 \times 10}{14,25} = -44,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 31,1 < 215 = f_d$$

1.4 PŁATEW 1 – środkowa

PRZEKROJE PRĘTÓW:

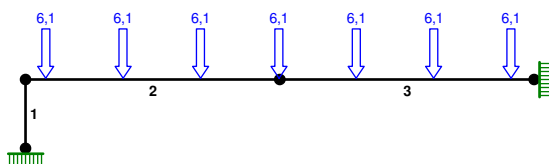


PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	4	1	0,000	0,650	0,650	1,000	1 I 140 HEA
2	00	1	3	2,400	0,000	2,400	1,000	1 I 140 HEA
3	00	3	2	2,400	0,000	2,400	1,000	1 I 140 HEA

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	P ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
2	Skupione	0,0	6,10		0,19	
2	Skupione	0,0	6,10		0,92	
2	Skupione	0,0	6,10		1,65	
2	Skupione	0,0	6,10		2,39	
3	Skupione	0,0	6,10		0,72	
3	Skupione	0,0	6,10		1,45	
3	Skupione	0,0	6,10		2,18	

SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+P

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	3,9	-27,3	-21,4
	1,00	0,650	-13,9	-27,3	-21,3
2	0,00	0,000	-13,9	21,3	-27,3
	1,00	2,390	9,3*	-3,8	-27,3
	1,00	2,390	9,3*	2,3	-27,3
	1,00	2,400	9,3	-3,8	-27,3
3	0,00	0,000	9,3	-3,8	-27,3
	1,00	2,400	-18,0	-22,7	-27,3

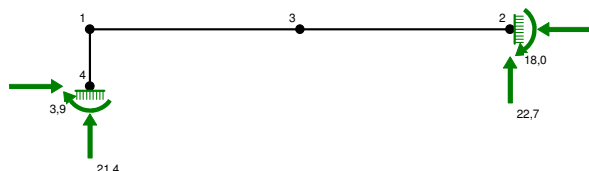
* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+P

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
[MPa]					
2 Stal St3					
1	0,00	0,000	-31,7	18,1	0,148
	1,00	0,650	82,4	-96,0	0,446*
2	0,00	0,000	80,5	-97,9	0,455*
	1,00	2,400	-68,3	50,9	0,318
3	0,00	0,000	-68,3	50,9	0,318
	1,00	2,400	107,1	-124,5	0,579*

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:

REAKCJE PODPOROWE:

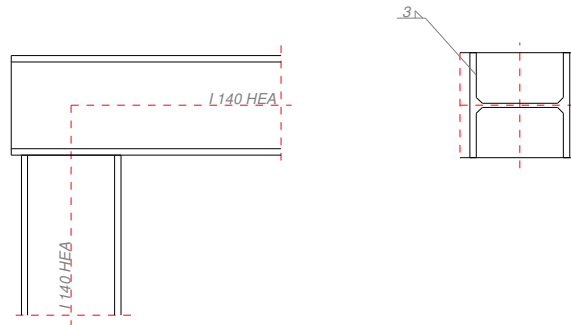
T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+P

Węzeł:	H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
2	-27,3	22,7	35,5	-18,0
4	27,3	21,4	34,7	-3,9

POŁĄCZENIE DOCZOŁOWE SPAWANE

Zadanie: platew2; węzeł nr: 1

Siły przekrojowe w odległości $l_0 = 67$ mm od węzła:

$$\mathbf{M} = -12,0 \text{ kNm}, \quad \mathbf{V} = -27,3 \text{ kN}, \quad \mathbf{N} = -21,3 \text{ kN}.$$

Nośność spoin:Przyjęto spoiny o grubości $a = 3$ mm

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 21,56 \text{ cm}^2, \quad A_v = 6,02 \text{ cm}^2, \quad I_x = 666,9 \text{ cm}^4, \quad I_y = 275,1 \text{ cm}^4.$$

Naprężenia:

$$\tau_{\parallel} = V / A_v = (27,3 / 6,02) \times 10 = 45,3 \text{ MPa},$$

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{12,0 \times 6,9 \times 10^3}{666,9} + \frac{21,3 \times 10}{21,56} = -134,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = -134,9 / \sqrt{2} = -95,4 \text{ MPa}$$

Dla $R_e = 235$ MPa, współczynnik χ wynosi 0,70.**Naprężenia zredukowane:**W miejscu występowania największych naprężeń zredukowanych $\tau_{\parallel} = 0,0$ MPa.

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{95,4^2 + 3 \times (0,0^2 + 95,4^2)} = 133,6 < 215 = f_d$$

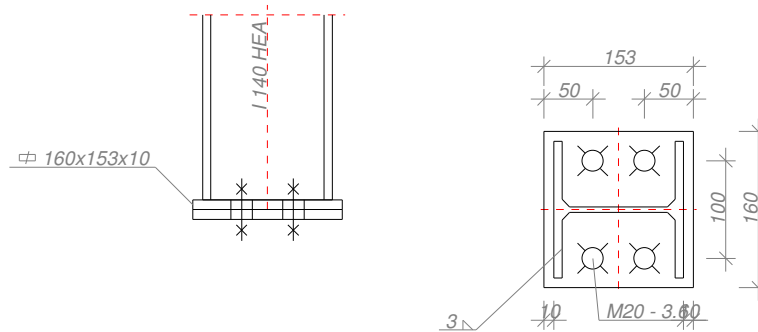
Największe naprężenia prostopadłe:

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{12,0 \times 6,9 \times 10^3}{666,9} + \frac{21,3 \times 10}{21,56} = -134,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 95,4 < 215 = f_d$$

POŁĄCZENIE DOCZOŁOWE NA ŚRUBY

Zadanie: platew2; węzeł nr: 4



Przyjęto połączenie kategorii **D** na śruby **M20** klasy **3.6**.

Siły przekrojowe w odległości $l_0 = 0$ mm od węzła:

$$\mathbf{M} = 3,9 \text{ kNm}, \quad \mathbf{V} = 27,3 \text{ kN}, \quad \mathbf{N} = -21,4 \text{ kN}.$$

Nośność śruby:

Pole przekroju śruby: $A_s = 245,0 \text{ mm}^2$, $A_v = 314,2 \text{ mm}^2$.

$$R_m = 330 \text{ MPa}, \quad R_e = 190 \text{ MPa},$$

Nośność śruby: $S_{Rt} = \min \{ 0,65 R_m A_s; 0,85 R_e A_s \} = 39,6 \text{ kN}$,

$$S_{Rr} = 0,85 S_{Rt} = 0,85 \times 39,6 = 33,6 \text{ kN},$$

$$S_{Rv} = 0,45 R_m A_v = 0,45 \times 330 \times 314,2 \times 10^{-3} = 46,7 \text{ kN}.$$

Blacha czołowa:

Przyjęto blachę czołową o wymiarach 160×153 mm ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Dla połączenia niesprężanego, przy $c = 20$ i $b_s = 2(c+d) = 81$

$$t_{\min} = 1,2 \sqrt{\frac{c S_{Rt}}{b_s f_d}} = 1,2 \times \sqrt{\frac{20 \times 39,6 \times 10^3}{81 \times 215}} = 8 \text{ mm}$$

Przyjęto grubość blachy czołowej $t = 10$ mm.

Nośność połączenia:

Współczynnik efektu dźwigni wynosi:

$$\beta = 2,67 - t / t_{\min} = 2,67 - 10 / 8 = 1,42,$$

przyjęto $\beta = 1,42 \Rightarrow 1/\beta = 0,70$.

Nośność na zginanie

Nośność dla stanu granicznego zerwania śrub:

$$M_{Rt} = S_{Rt} \sum_i m_i \omega_i y_i = 39,6 \times (2 \times 1,00 \times 89) \times 10^{-3} = 7,0 \text{ kNm}.$$

Przy współdziałaniu siły osiowej uwzględniamy jej wpływ na nośność połączenia:

$$M_{Rt}' = M_{Rt} + 0,5 (h-t) N_o = 7,0 + 0,5 \times (133-9) \times 10,7 \times 10^{-3} = 7,7 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności połączenia:

$$\mathbf{M} = 3,9 < 7,7 = \mathbf{M}_{Rt}$$

Nośność na ścinanie

Siła poprzeczna przypadająca na jedną śrubę

$$S_v = V / n = 27,3 / 4 = 6,8 \text{ kN}$$

Siła rozciągająca w śrubie od siły osiowej $S_t = 0,0 \text{ kN}$, od zginania $S_t = 22,0 \text{ kN}$.

Warunek nośności śruby na ścinanie dla połączenia niesprężanego:

$$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 = (22,0 / 39,6)^2 + (6,8 / 46,7)^2 = 0,33 < 1$$

Nośność spoin:

Przyjęto spoiny o grubości $a = 3 \text{ mm}$

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 21,56 \text{ cm}^2, \quad A_v = 6,02 \text{ cm}^2, \quad I_x = 666,9 \text{ cm}^4, \quad I_y = 275,1 \text{ cm}^4.$$

Naprężenia:

$$\tau_{\parallel} = V / A_v = (27,3 / 6,02) \times 10 = 45,3 \text{ MPa},$$

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{3,9 \times 5,0 \times 10^3}{666,9} + \frac{21,4 \times 10}{21,56} = -39,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = -39,3 / \sqrt{2} = -27,8 \text{ MPa}$$

Dla $R_e = 235 \text{ MPa}$, współczynnik χ wynosi 0,70.

Naprężenia zredukowane:

W miejscu występowania największych naprężeń zredukowanych $\tau_{\parallel} = 45,3 \text{ MPa}$.

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{27,8^2 + 3 \times (45,3^2 + 27,8^2)} = 67,3 < 215 = f_d$$

Największe naprężenia prostopadłe:

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{3,9 \times 6,9 \times 10^3}{666,9} + \frac{21,4 \times 10}{21,56} = -50,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 35,8 < 215 = f_d$$

1.5 PODCIĄG – belka stalowa na istniejącym stropie



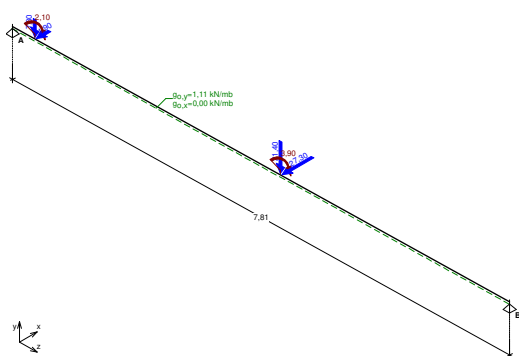
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$
- udział ciężaru własnego na kierunkach wg współczynników:
 - składowa pionowa = 100,0%, składowa pozioma = 0,0%

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



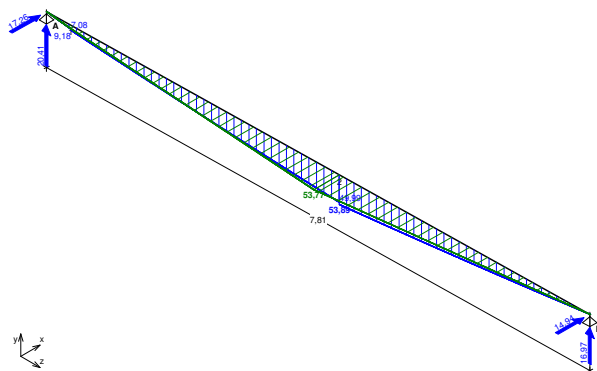
Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g_{o,y} = 1,11$ kN/m, $g_{o,x} = 0,00$ kN/m)

Przekrój	x [m]	$q_{y,l}$ [kN/m]	$q_{y,p}$ [kN/m]	F_y [kN]	M_y [kN]	$q_{x,l}$ [kN/m]	$q_{x,p}$ [kN/m]	F_x [kN]	M_x [kN]
A.	0,00	--	0,00	0,00	0,00	--	0,00	0,00	0,00
1.	0,35	0,00	0,00	7,30	2,10	0,00	0,00	4,90	0,00
2.	4,21	0,00	0,00	21,40	3,90	0,00	0,00	27,30	0,00
B.	7,81	0,00	--	0,00	0,00	0,00	--	0,00	0,00

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające M_x i M_y [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

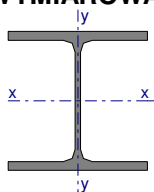
Belka zginana dwukierunkowo

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **HE 280 B**

$A_{vy} = 29,4 \text{ cm}^2$, $A_{vx} = 101 \text{ cm}^2$, $m = 103 \text{ kg/m}$

$J_x = 19270 \text{ cm}^4$, $J_y = 6590 \text{ cm}^4$, $J_\omega = 1130000 \text{ cm}^6$, $J_T = 144 \text{ cm}^4$, $W_x = 1380 \text{ cm}^3$, $W_y = 471$

cm^3 ,

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: dla $M_x \rightarrow$ klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,056$)

$M_{Rx} = 298,69 \text{ kNm}$

dla $M_y \rightarrow$ klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,250$) $M_{Ry} = 120,69 \text{ kNm}$
 - ścinanie: dla $V_y \rightarrow$ klasa przekroju 1 $V_{Ry} = 349,57 \text{ kN}$
 dla $V_x \rightarrow$ klasa przekroju 1 $V_{Rx} = 1198,51 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 4,21 \text{ m}$
 Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 0,847$
 Momenty maksymalne $M_{x,\max} = 53,89 \text{ kNm}$, $M_{y,\max} = 53,77 \text{ kNm}$
 (54) $M_{x,\max} / (\phi_L \cdot M_{Rx}) + M_{y,\max} / M_{Ry} = 0,213 + 0,445 = 0,658 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$
 Maksymalne siły poprzeczne $V_{y,\max} = 20,41 \text{ kN}$, $V_{x,\max} = 17,26 \text{ kN}$
 (53) $V_{y,\max} / V_{Ry} = 0,058 < 1$
 (53) $V_{x,\max} / V_{Rx} = 0,014 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$
 $V_{y,\max} = 20,41 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_{Ry} = 209,74 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiarodajny
 Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$
 $V_{x,\max} = 17,26 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_{Rx} = 359,55 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 3,98 \text{ m}$
 Ugięcia maksymalne $f_{k,y,\max} = 6,22 \text{ mm}$, $f_{k,x,\max} = 17,72 \text{ mm}$
 Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 7810 / 350 = 22,31 \text{ mm}$
 $f_{k,\max} = (f_{k,y,\max}^2 + f_{k,x,\max}^2)^{0,5} = 18,77 \text{ mm} < f_{gr} = 22,31 \text{ mm} \quad (84,1\%)$

1.6 PODPARCIE PODCIĄGU- stateczność ściany

DANE:

Materiał:

Elementy murowe: Cegła ceramiczna modularna D kl.15

- element ceramiczny grupy 2
- znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie $f_b = 15,0 \text{ MPa}$
- kategoria wykonania elementu I

Zaprawa murarska: zwykła klasy M5, przepisana $\rightarrow f_m = 5,0 \text{ MPa}$

\rightarrow Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie $f_k = 4,32 \text{ MPa}$

Geometria:

- Ściana zewnętrzna

Grubość ściany $t = 25,0 \text{ cm}$

Szerokość ściany $b = 30,0 \text{ cm}$ (podparcie)

Wysokość ściany $h = 378,0 \text{ cm}$

Podparcie ściany:

- ściana podparta u góry i u dołu

Usztywnienie przestrzenne:

- konstrukcja usztywniona przestrzennie w sposób eliminujący przesuw poziomy
- stropy z betonu z wieńcami żelbetowymi

Obciążenia:

Obciążenie z wyższych kondygnacji $N_{0d} = 21,00 \text{ kN}$

Obciążenie obliczeniowe ze stropu $N_{sl,d} = 0,00 \text{ kN}$

Ciężar objętościowy muru $\rho = 15,0 \text{ kN/m}^3$; $\gamma_f = 1,10$

\rightarrow ciężar własny ściany $G_s = 4,68 \text{ kN}$

Obciążenie poziome od ssania wiatru $w_d = -0,119 \text{ kN/m}$

Obciążenie poziome od parcia wiatru $w_d = 0,119 \text{ kN/m}$

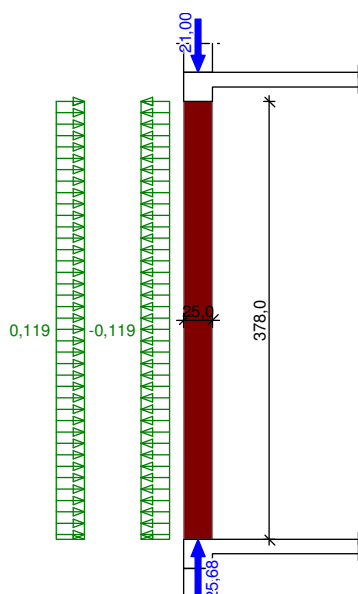
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Kategoria wykonania robót: B

\rightarrow Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru $\gamma_m = 2,2$

WYNIKI - ŚCIANA OBCIĄŻONA PIONOWO - model przegubowy (wg PN-B-03002:2007):



Warunek nośności pod stropem:

$$\Phi_1 = 0,899 \quad A = 0,07 \text{ m}^2, \quad f_d = 0,98 \text{ MPa}$$

$$N_{1d} = 21,00 \text{ kN} < N_{1R,d} = \Phi_1 \cdot A \cdot f_d = 66,14 \text{ kN} \quad (31,7\%)$$

Warunek nośności w strefie środkowej:

$$\Phi_m = 0,595 \quad A = 0,07 \text{ m}^2, \quad f_d = 0,98 \text{ MPa}$$

$$N_{md} = 23,34 \text{ kN} < N_{mR,d} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d = 43,73 \text{ kN} \quad (53,4\%)$$

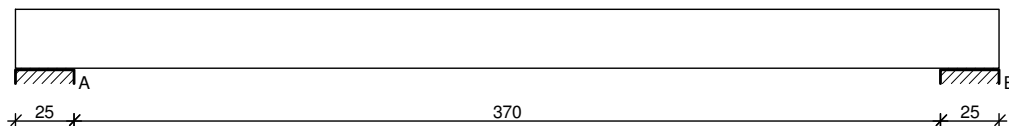
Warunek nośności nad stropem:

$$\Phi_2 = 0,899 \quad A = 0,07 \text{ m}^2, \quad f_d = 0,98 \text{ MPa}$$

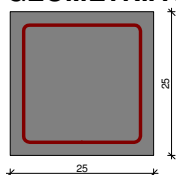
$$N_{2d} = 25,68 \text{ kN} < N_{2R,d} = \Phi_2 \cdot A \cdot f_d = 66,14 \text{ kN} \quad (38,8\%)$$

1.7 NADPROŻE

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 25,0 \text{ cm}$

Rodzaj belki: monolityczna

OBCIĄŻENIA NA BELCE

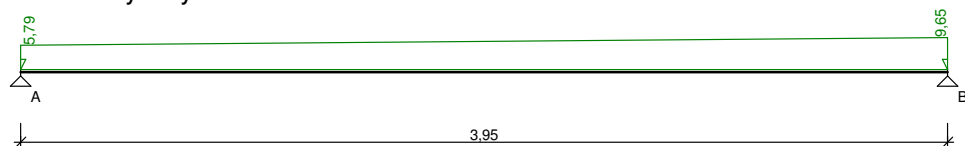
Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
2.	Ciężar własny belki [0,25m·0,25m·25,0kN/m3]	1,56	1,10	--	1,72	cała belka
Σ:		1,56	1,10		1,72	

Zestawienie obciążeń rozłożonych trapezowych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char. lewe	Obc.char. prawe	γ_f	k_d	Obc.obl. lewe	Obc.obl. prawe	Zasięg [m]
1.	Beton zwykły na kruszywie kamiennym, zbrojony, zagęszczony grub. 0,25 m i szer. 0,50 m [25,0 kN/m ³ · 0,25 m · 0,50 m]	3,13	6,10	1,30	--	4,07	7,93	cała belka

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8$ mm

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,35$

Zbrojenie główne:

Klasa stali **A-III (34GS)** → $f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów górnych $\phi_g = 12$ mm

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 12$ mm

Strzemiona:

Klasa stali **A-0 (St0S-b)** → $f_{yk} = 220$ MPa, $f_{yd} = 190$ MPa, $f_{tk} = 300$ MPa

Średnica strzemion $\phi_s = 6$ mm

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali **A-III (34GS)**

Średnica prętów $\phi = 12$ mm

Otulenie:

Klasa środowiska: **XC1**

Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5$ mm

→ nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20$ mm

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

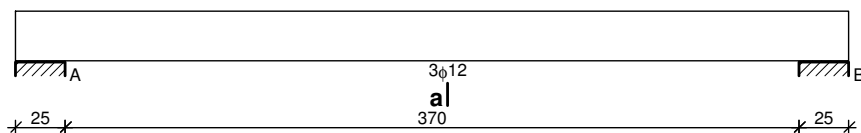
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

a|



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 15,07$ kNm

Przyjęto indywidualnie dołem **3φ12** o $A_s = 3,39$ cm² ($\rho = 0,62\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 15,07$ kNm < $M_{Rd} = 23,77$ kNm (63,4%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)13,26$ kN

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 160 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)13,26 \text{ kN} < V_{Rd1} = 38,20 \text{ kN}$ (34,7%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 12,06 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 12,06 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,138 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (45,9%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 10,86 \text{ mm} < a_{lim} = 3950/200 = 19,75 \text{ mm}$ (55,0%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt} = 12,22 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

2.DACH NAD KOTŁOWNIĄ ORAZ SKŁADEM OPAŁU

łaty

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 6,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 4,0 \text{ cm}$

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

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 14,0^\circ$

Rozstaw łąt $a_1 = 0,33 \text{ m}$

Rozstaw podparć $a = 0,90 \text{ m}$

Schemat: belka dwuprzęsłowa

Obciążenia:

- obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001:):

$g_k = 0,041 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej; $\gamma_f = 1,10$

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: dach jednospadowy, strefa 2, nachylenie połaci $14,0^\circ$ st., obiekt niższy niż otaczający teren albo otoczony wysokimi drzewami lub obiektami wyższymi):

$S_k = 0,864 \text{ kN/m}^2$ rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie parciem wiatru $p_k = 0,000 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

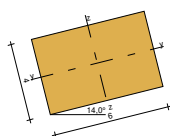
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009: strefa I, teren A, wys. budynku $z = 10,0 \text{ m}$):

$p_k = 0,000 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie skupione $F_k = 1,00 \text{ kN}$; $\gamma_f = 1,20$

WYNIKI:

$A = 24,0 \text{ cm}^2$
 $W_y = 16,0 \text{ cm}^3$
 $W_z = 24,0 \text{ cm}^3$
 $J_y = 32,0 \text{ cm}^4$
 $J_z = 72,0 \text{ cm}^4$
 $m = 0,84 \text{ kg/m}$



Zginanie:

decyduje kombinacja: E (obc.stałe max.+obc.montażowe)

Momenty obliczeniowe:

$M_y = 0,22 \text{ kNm}$; $M_z = 0,05 \text{ kNm}$

Warunek nośności:

$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,580 < 1$

$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,748 < 1$

Warunek stateczności:

współczynniki zwichrzenia $k_{crit,y} = 1,000$; $k_{crit,z} = 1,000$

$\sigma_{m,y,d} = 13,61 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 20,31 \text{ MPa}$ (67,0%)

$\sigma_{m,z,d} = 2,26 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,z,d} = 20,31 \text{ MPa}$ (11,1%)

Ugięcie:

decyduje kombinacja: E (obc.stałe+obc.montażowe)

$u_{fin} = 3,32 \text{ mm} < u_{net,fin} = a / 200 = 4,50 \text{ mm}$ (73,7%)

krokiew

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 7,4 \text{ cm}$

Wysokość $h = 14,0 \text{ cm}$

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

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

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 14,0^\circ$

Rozstaw krokwi $a = 0,90 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego wspornika $l_{w,x} = 0,75 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 2,96 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego $l_{g,x} = 2,96 \text{ m}$

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001:):

$g_k = 0,041 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,10$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: dach jednospadowy, strefa 2, nachylenie połaci $14,0^\circ$ st., obiekt niższy niż otaczający teren albo otoczony wysokimi drzewami lub obiektami wyższymi):

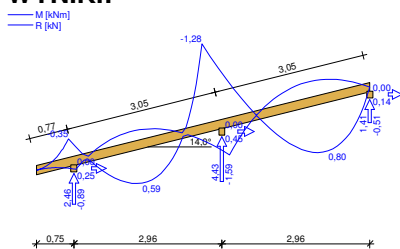
$S_k = 0,864 \text{ kN/m}^2$ rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, strefa I, $H=225 \text{ m n.p.m.}$, teren A, $z=H=5,6 \text{ m}$, budowla zamknięta, wymiary budynku $H=5,6 \text{ m}$, $B=6,0 \text{ m}$, $L=7,0 \text{ m}$, nachylenie połaci $14,0^\circ$ st., $\beta=1,80$):

$p_k = -0,379 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej

WYNIKI:



Zginanie:

decyduje kombinacja B (obc.stałe max.+śnieg)

Moment obliczeniowy:

$M_{podp} = -1,28 \text{ kNm}$

Warunek nośności - podpora:

$\sigma_{m,y,d} = 8,55 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,579 < 1$

Ugięcie (odcinek górny):

$u_{fin} = 2,84 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 15,25 \text{ mm} \quad (18,6\%)$

platew

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 14,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 14,0 \text{ cm}$

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

Geometria:

Platew podparta tylko słupami

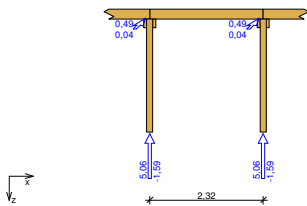
Rozstaw słupów $l = 2,32 \text{ m}$

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe $[0,091 \cdot (0,5 \cdot 2,96 + 0,5 \cdot 2,96) / \cos 14,0^\circ]$
 $G_k = 0,278 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,10$
- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi
- obciążenie śniegiem $[0,864 \cdot (0,5 \cdot 2,96 + 0,5 \cdot 2,96)]$
 $S_k = 2,557 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie wiatrem - wariant I (pionowe) $[(0,034 \cdot (0,5 \cdot 2,96 + 0,5 \cdot 2,96) / \cos 14,0^\circ) \cdot \cos 14,0^\circ]$
 $W_{k,z} = 0,100 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie wiatrem - wariant I (poziome) $[(0,034 \cdot (0,5 \cdot 2,96 + 0,5 \cdot 2,96) / \cos 14,0^\circ) \cdot \sin 14,0^\circ]$
 $W_{k,y} = 0,025 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie wiatrem - wariant II (pionowe) $[(-0,379 \cdot (0,5 \cdot 2,96 + 0,5 \cdot 2,96) / \cos 14,0^\circ) \cdot \cos 14,0^\circ]$
 $W_{k,z} = -1,122 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie wiatrem - wariant II (poziome) $[(-0,379 \cdot (0,5 \cdot 2,96 + 0,5 \cdot 2,96) / \cos 14,0^\circ) \cdot \sin 14,0^\circ]$
 $W_{k,y} = -0,280 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$

WYNIKI:

— R_z [kN] — R_y [kN] dla jednego odcinka (przęsła)



Zginanie:

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

Momenty obliczeniowe

$$M_{y,max} = 2,93 \text{ kNm}; \quad M_{z,max} = 0,03 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} = 6,40 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,06 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,307 < 1$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,436 < 1$$

Ugięcie:

decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)

$$u_{fin,z} = 4,38 \text{ mm}; \quad u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}$$

$$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 4,38 \text{ mm} < u_{net,fin} = 11,60 \text{ mm} \quad (37,7\%)$$

słup

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 14,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 14,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Wysokość słupa $l_{col} = 1,00 \text{ m}$

Współczynniki długości wyboczeniowej:

- względem osi y $\mu_y = 1,00$

- względem osi z $\mu_z = 1,00$

Obciążenia:

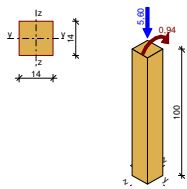
Siła ściskająca $N_c = 5,60 \text{ kN}$

Moment zginający $M_y = 0,94 \text{ kNm}$

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

Klasa trwania obciążenia: stałe

WYNIKI:



Zginanie ze ściskaniem:

$$N_c = 5,60 \text{ kN}; \quad M_y = 0,94 \text{ kNm}$$

Warunek smukłości:

$$\lambda_y = 24,74 < \lambda_c = 150 \quad (16,5\%)$$

$$\lambda_z = 24,74 < \lambda_c = 150 \quad (16,5\%)$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{c,0,d} = 0,29 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,06 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,001 + 0,186 = 0,186 < 1$$

Warunek stateczności:

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

$$\sigma_{m,y,d} = 2,06 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa} \quad (18,6\%)$$

podwalina

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 14,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 14,0 \text{ cm}$

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

Geometria:

Belka jednoprzęsłowa

Rozpiętość przęsła $l_{eff} = 2,33 \text{ m}$

Szerokość podpór $b = 10,0 \text{ cm}$

Obciążenia belki:

Obciążenie stałe $g_k = 2,46 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,10$

- uwzględniono ciężar własny belki

Obciążenie zmienne $q_k = 0,00 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,40$

- klasa trwania obciążenia zmiennego: długotrwałe

- poziom przyłożenia obciążenia: na górnej (ściskanej) powierzchni

WYNIKI:

Zginanie:

Warunek nośności:

$$M_{max} = 1,88 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,372 < 1$$

Warunek stateczności:

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

$$\sigma_{m,y,d} = 4,12 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa} \quad (37,2\%)$$

Ścinanie:

$$V_{max} = 3,23 \text{ kN}$$

$$\tau_d = 0,25 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa} \quad (21,5\%)$$

Docisk na podporze:

$$R_{max} = R_A = 3,23 \text{ kN}, \quad k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,d} = 0,23 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa} \quad (20,0\%)$$

Ugięcie:

$$u_{fin} = u_M + u_V = 5,29 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 250 = 9,32 \text{ mm} \quad (56,8\%)$$

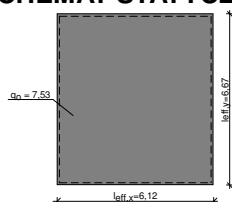
2.1. STROP NAD KUCHNIĄ P3

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Obciążenia powierzchniowe[kN/m²]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	Obciążenie zmienne (stropy poddaszy oraz stropodachów wentylowanych z dostępem poprzez wyłaz rewizyjny) [0,5kN/m ²]	0,50	1,40	0,80	0,70
2.	obciążenie podwaliną na szer.300 cm [2,460kN/m:3,00m]	0,82	1,00	--	0,82
3.	Obciążenie skupione pionowe (dla strychów, pokryć, tarasów, trybun i balkonów) szer.300 cm i dług.300 cm [1,000kN:(3,00m·3,00m)]	0,11	1,20	0,00	0,13
4.	Płyta żelbetowa grub.20 cm	5,00	1,10	--	5,50
5.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm [19,0kN/m ³ ·0,015m]	0,29	1,30	--	0,38
Σ :		6,72	1,12		7,53

SCHEMAT STATYCZNY



Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff,x} = 6,12$ m

Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff,y} = 6,67$ m

Grubość płyty 20,0 cm

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Kierunek x:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sdx,p} = 12,16$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Skx} = 10,85$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Skx,lt} = 10,51$ kNm/m

Maksymalne oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi y) $Q_{ox,max} = 23,04$ kN/m

Zastępcze oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi y) $Q_{ox} = 15,57$ kN/m

Kierunek y:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sdy} = 10,24$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sky} = 9,14$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sky,lt} = 8,85$ kNm/m

Maksymalne oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi x) $Q_{oy,max} = 23,04$ kN/m

Zastępcze oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi x) $Q_{oy} = 14,40$ kN/m

DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu **C20/25** (B25) $\rightarrow f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Zbrojenie główne:

Klasa stali **A-III (34GS)** $\rightarrow f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów w przęśle w kierunku x $\phi_{d,x} = 10$ mm

Średnica prętów w przęśle w kierunku y $\phi_{d,y} = 10$ mm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia prętów z góry płyty $c_{nom,g} = 20$ mm

Nominalna grubość otulenia prętów z dołu płyty $c_{nom,d} = 20$ mm

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

Graniczne ugięcie $a_{lim} = 30$ mm - jak dla stropów (tablica 8)

WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona)

Kierunek x:

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 2,44 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 10$ co **25,0 cm** o $A_s = 3,14 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,18\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd,x} = 12,16 \text{ kNm/mb} < M_{Rd,x} = 18,79 \text{ kNm/mb}$ (64,7%)

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Skx}$)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd,x} = 23,04 \text{ kN/mb} < V_{Rd1,x} = 107,87 \text{ kN/mb}$ (21,4%)

Kierunek y:

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 2,30 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 10$ co **25,0 cm** o $A_s = 3,14 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,19\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd,y} = 10,24 \text{ kNm/mb} < M_{Rd,y} = 17,69 \text{ kNm/mb}$ (57,9%)

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Sdy}$)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd,y} = 23,04 \text{ kN/mb} < V_{Rd1,y} = 102,60 \text{ kN/mb}$ (22,5%)

Ugięcie całkowite płyty:

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 7,52 \text{ mm} < a_{lim} = 30,00 \text{ mm}$ (25,1%)