

Poz. Z2.1.2 Płatwie w skrajnych polach obciążone attyką

Na przedmiotowe płatwie poza obciążeniem powierzchniowym działającym na połac dachu będzie również działać obciążenie skupione w postaci sił pionowych, poziomych oraz momentów zginających na końcach płatwi od opartej na nich attyki.

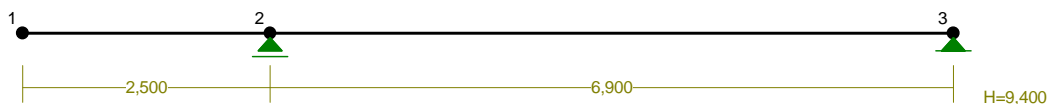
	kN	γ_f	kN
Maksymalna reakcja pionowa	3,210	1,14	3,640
Maksymalna reakcja pozioma (od parcia lub ssania wiatru)	2,950	1,50	4,410
Maksymalny moment zginający (od parcia lub ssania wiatru)	1,380	1,50	2,070

Poza powyższymi obciążeniami na płatwie będą działać następujące obciążenia powierzchniowe na paśmie o szerokości maksymalnie $a = 1,50$.

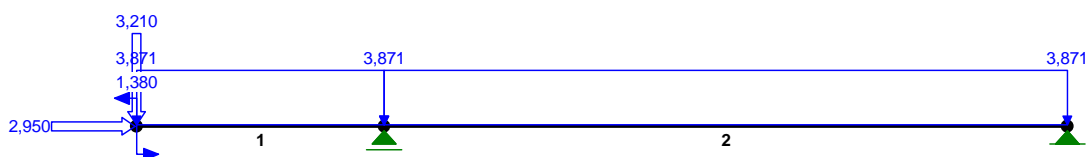
	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenia stałe Poz. 1.1.1 x a	0,255	1,20	0,306
Obciążenie wiatrem Poz. 1.1.2 x a	0,957	1,50	1,436
Obciążenie śniegiem Poz. 1.1.3 x a	2,573	1,50	3,860
Obciążenie oblodzeniem Poz. 1.1.4	0,086	1,51	0,129
$q_k =$	<u>3,871</u>	1,49	<u>5,730</u>

Jako schemat statyczny przyjęto belkę wolnopodpartą ze wspornikiem jak niżej:

WEZŁY:



OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	" "			Zmienne	$\gamma_f = 1,49$	
1	Liniowe	0,0	3,871	3,871	0,00	2,50
2	Liniowe	0,0	3,871	3,871	0,00	6,90
Grupa: B	" "			Zmienne	$\gamma_f = 1,14$	
1	Skupione	0,0	3,210		0,00	

Grupa: C "" Zmienne $\gamma_f = 1,50$
 1 Moment 1,380 0,00

Grupa: D "" Zmienne $\gamma_f = 1,50$
 1 Skupione 90,0 2,950 0,00

=====

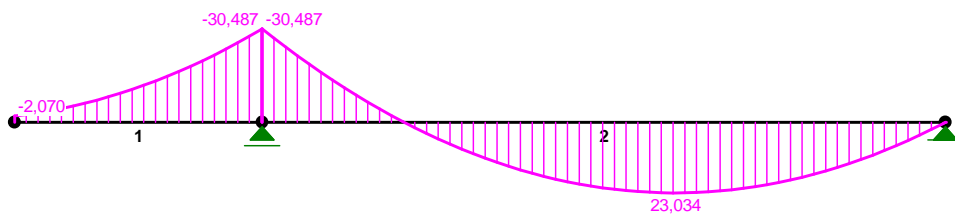
W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

=====

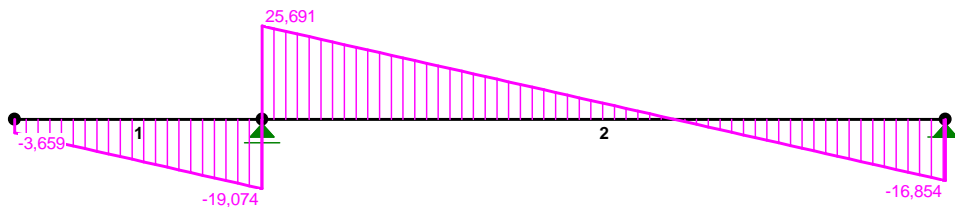
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - ""	Zmienne	1 1,00	1,49
B - ""	Zmienne	1 1,00	1,14
C - ""	Zmienne	1 1,00	1,50
D - ""	Zmienne	1 1,00	1,50

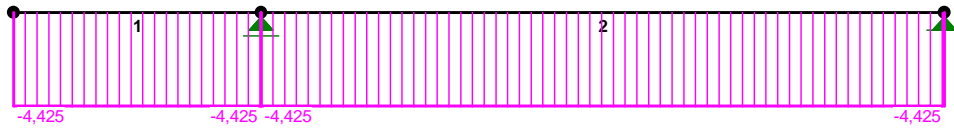
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE :

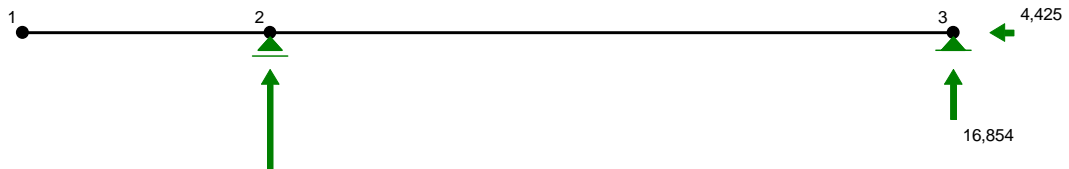


SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-2,070	-3,659	-4,425
	1,00	2,500	-30,487	-19,074	-4,425
2	0,00	0,000	-30,487	25,691	-4,425
	0,61	4,178	23,034*	-0,069	-4,425
	1,00	6,900	-0,000	-16,854	-4,425

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE :



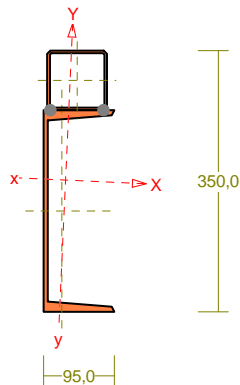
REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABCD

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
2	0,000	44,765	44,765	
3	-4,425	16,854	17,425	

Pręt nr 2

Zadanie: Płatwie C Poz. 2.1

Przekrój:



Wymiary przekroju:

$$h=350,0 \quad s=95,0.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=6828,5 \quad J_{yg}=388,7 \quad A=46,10 \quad i_x=12,2 \quad i_y=2,9$$

$$J_w=61609,7 \quad J_t=234,9 \quad x_s=-5,5 \quad y_s=0,0 \quad i_s=12,5.$$

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=10,5**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 2.

Siły przekrojowe:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 6,900.$$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCD**

$$M_x = 30,455 \text{ kNm}, \quad V_y = 25,664 \text{ kN}, \quad N = -4,425 \text{ kN},$$

$$M_y = 1,401 \text{ kNm}, \quad V_x = -1,181 \text{ kN}.$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 86,1 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -104,7 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 6,900.$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 86,1 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -104,7 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$$\text{- normalne:} \quad \sigma = -9,3 \quad \Delta\sigma = 95,4 \text{ MPa} \quad \psi_{oc} = 1,000$$

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi Y:} \quad A_v = 21,96 \text{ cm}^2 \quad \tau = 11,7 \text{ MPa} \quad \psi_{ov} = 1,000$$

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X:} \quad A_v = 24,43 \text{ cm}^2 \quad \tau = 0,5 \text{ MPa} \quad \psi_{ov} = 1,000$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 9,3 / 1,000 + 95,4 = 104,7 < 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 11,7 / 1,000 = 11,7 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ex} = \tau / \psi_{ov} = 0,5 / 1,000 = 0,5 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{104,7^2 + 3 \times 0,0^2} = 104,7 < 215 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 6,900.$$

$$\text{Siła osiowa:} \quad N = -4,425 \text{ kN}.$$

$$\text{Pole powierzchni przekroju:} \quad A = 46,10 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Nośność przekroju na rozciąganie:} \quad N_{Rt} = A f_d = 46,10 \times 215 \times 10^{-1} = 991,150 \text{ kN}.$$

Warunek nośności (31):

$$N = 4,425 < 991,150 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 6,900$$
$$l_w = 1,000 \times 6,900 = 6,900 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 6,900$$
$$l_w = 1,000 \times 6,900 = 6,900 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 6828,5}{6,900^2} 10^{-2} = 2901,869 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 388,7}{6,900^2} 10^{-2} = 165,182 \text{ kN}$$

Dla przekroju niesymetrycznych siłę krytyczną przy wyboczeniu giętno-skrętnego ustalono na podstawie odrębnej analizy i wynosi ona:

$$N_{yz} = 165,18 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 6,900$:

$$N_{RC} = A f_d = 46,1 \times 215 \times 10^{-1} = 991,150 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{991,150 / 2901,869} = 0,675 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,760$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{991,150 / 165,182} = 2,829 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,117$$

$$\text{- dla } N_{yz} \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_{yz}} = 1,15 \times \sqrt{991,150 / 165,182} = 2,817 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,118$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,117$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{4,425}{0,117 \times 991,150} = 0,038 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 6,900$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 384,6 \times 215 \times 10^{-3} = 82,689 \text{ kNm}$$

- względem osi Y

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 52,9 \times 215 \times 10^{-3} = 11,364 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwirzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{RC}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{4,425}{991,150} + \frac{30,455}{1,000 \times 82,689} + \frac{1,401}{11,364} = 0,496 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

- dla zginania względem osi X:

$$M_{x \max} = 30,455 \text{ kNm} \quad \beta_x = 0,755$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,760 \times 0,675^2 \frac{0,755 \times 30,455}{82,689} \times \frac{4,425}{991,150} = 0,001$$

$$\Delta_x = 0,001$$

- dla zginania względem osi Y:

$$M_{y \max} = 1,401 \text{ kNm} \quad \beta_y = 0,550$$

$$\Delta_y = 1,25 \varphi_y \bar{\lambda}_y^2 \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,117 \times 2,829^2 \frac{0,550 \times 1,401}{11,364} \times \frac{4,425}{991,150} = 0,000$$

$$\Delta_y = 0,000$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{4,425}{0,760 \times 991,150} + \frac{0,755 \times 30,455}{1,000 \times 82,689} + \frac{0,550 \times 1,401}{11,364} = 0,352 < 0,999 = 1 - 0,001$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{4,425}{0,117 \times 991,150} + \frac{0,755 \times 30,455}{1,000 \times 82,689} + \frac{0,550 \times 1,401}{11,364} = 0,384 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 6,900$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 21,7 \times 215 \times 10^{-1} = 270,323 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 81,097 \text{ kN}$$

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 24,1 \times 215 \times 10^{-1} = 301,104 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 90,331 \text{ kN}$$

Warunki nośności:

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi Y:} \quad V = 25,664 < 270,323 = V_R$$

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X:} \quad V = 1,181 < 301,104 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 0,000$; $x_b = 6,900$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 25,664 < 81,097 = V_O$

$$M_{R,V} = M_R = 82,689 \text{ kNm}$$

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 1,181 < 90,331 = V_O$

$$M_{R,V} = M_R = 11,364 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} + \frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{4,425}{991,150} + \frac{30,455}{82,689} + \frac{1,401}{11,364} = 0,496 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 0,000$, $x_b = 6,900$.

- dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 1,181 < 301,101 = 301,104 \times \sqrt{1 - (4,425 / 991,150)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 25,664 < 270,320 = 270,323 \times \sqrt{1 - (4,425 / 991,150)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 6,900$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0$ mm.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 63,5$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 63,5 / 215 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 207,4 \times 6,0 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 267,606 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,000 < 267,606 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 4,2 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 6900 / 250 = 27,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 4,2 < 27,6 = a_{\text{gr}}$$

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 3,4 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 6900 / 250 = 27,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 3,4 < 27,6 = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = \sqrt{3,4^2 + 4,2^2} = 5,4$$